

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

Tomislav Čorak

SUSTAV AUTOMATIZIRANOG ISPITIVANJA
ASINKRONOG STROJA U TVORNICI

Magistarski rad

Zagreb 2001.

Magistarski je rad izrađen u Funkciji kvalitete društva
KONČAR - Generatori i motori d.d. u Zagrebu

Mentor: Prof. dr. sc. Drago Ban

Radnja ima 195 listova

Povjerenstvo za ocjenu u sastavu:

1. Doc. dr. sc. Ivan Gašparac - predsjednik
2. Prof. dr. sc. Drago Ban - mentor
3. Prof. dr. sc. Mateo Milković

Povjerenstvo za obranu u sastavu:

1. Doc. dr. sc. Ivan Gašparac - predsjednik
2. Prof. dr. sc. Drago Ban - mentor
3. Prof. dr. sc. Zvonimir Sirotić

Datum obrane: 24. svibnja 2001.

Sada, kad je ova radnja zvanično ugledala svjetlo dana želim se zahvaliti svojoj obitelji na pruženoj podršci i razumijevanju tijekom proteklih godina, a posebno roditeljima bez kojih sve ovo ne bi bilo moguće.

Veliko hvala Damiru Grubiću i kolegama iz ispitne stanice KONČAR – Generatori i motori d.d, a posebno se želim zahvaliti svom mentoru, prof.dr.sc. Dragi Banu, na svim korisnim savjetima koje sam dobio.

SADRŽAJ

1	UVOD	1
2	SUSTAV KVALITETE PREMA ISO9000	3
2.1	STANDARD ISO 9001	4
2.2	KONTROLA I ISPITIVANJE PROIZVODA	7
2.2.1	ULAZNA KONTROLA KVALITETE	7
2.2.2	MEĐUFAZNA KONTROLA KVALITETE	7
2.2.3	ZAVRŠNA KONTROLA KVALITETE	8
3	PROVJERA KVALITETE ASINKRONIH STROJEVA	9
3.1	MJERENJE OMSKOG OTPORA NAMOTA STATORA I ROTORA	10
3.2	MJERENJE IZOLACIJSKOG OTPORA NAMOTA STATORA I ROTORA	12
3.3	PROVJERA NAZIVNE TOČKE PRAZNOG HODA	13
3.4	PROVJERA KRATKOG SPOJA	13
3.5	MJERENJE VIBRACIJA	14
3.6	MJERENJE TEMPERATURA LEŽAJA	15
3.7	NAPON TRANSFORMACIJE	16
3.8	POKUS MEĐU ZAVOJIMA	16
3.9	POKUS VISOKIM NAPONOM	17
3.10	POKUS VITLANJA	18
3.11	PROVJERA POMOĆNE OPREME	18
3.12	SNIMANJE KARAKTERISTIKA PRAZNOG HODA	19
3.13	SNIMANJE KARAKTERISTIKA KRATKOG SPOJA	24
3.14	SNIMANJE KARAKTERISTIKA OPTEREĆENJA I ODREĐIVANJE STUPNJA KORISNOSTI	26
3.15	ODREĐIVANJE KORISNOSTI MOTORA	27
3.16	ISPITIVANJE MOTORA S FREKVENCIJSKIM PRETVARAČEM	31
3.17	POKUS ZAGRIJAVANJA	31
3.18	MJERENJE MOMENTA TROMOSTI ROTORA	34
3.19	SNIMANJE MOMENTNE KARAKTERISTIKE	35
3.20	MJERENJE BUKE	39
3.21	MJERENJE OSOVINSKOG NAPONA	41
3.22	MJERENJE DIELEKTRIČNIH GUBITAKA	42
3.23	PROVJERA MEĐUZAVOJNE IZOLACIJE NAMOTA UDARNIM NAPONOM	44
4	AUTOMATIZIRANI SUSTAVI ZA PROVJERU KVALITETE ASINKRONIH MOTORA	46
4.1	AUTOMATIZACIJA UPRAVLJANJA ELEKTRIČNIM STROJEVIMA	47
4.1.1	NAPAJANJE ISPITIVANOG MOTORA	47
4.1.2	TEREĆENJE ISPITIVANOG MOTORA	52
4.2	OPREMA ZA AUTOMATIZACIJU MJERNOG PROCESA	55
4.2.1	ELEKTRONIČKO RAČUNALO S UREĐAJIMA ZA ZAPIS	56
4.2.2	OPREMA ZA AUTOMATIZIRANO PRIKUPLJANJE PODATAKA I PROMJENU PARAMETARA PROMATRANOG SUSTAVA	57
4.2.3	PROGRAMSKA PODRŠKA ZA OBRADU PODATAKA	66
5	PRIMJER AUTOMATIZIRANOG ISPITIVANJA ASINKRONOG MOTORA U TVORNICI	68
5.1	DIJELOVI SUSTAVA AUTOMATIZIRANOG PRIKUPLJANJA I OBRADE PODATAKA	69
5.1.1	NAPONSKI I STRUJNI MJERNI TRANSFORMATORI	70
5.1.2	ANALIZATOR SNAGE	72
5.1.3	KONTROLER S IEEE488 SUČELJEM	79
5.1.4	RAČUNALO	79
5.1.5	PROGRAMSKA PODRŠKA - TESTPOINT	80
5.2	AUTOMATIZIRANO PRIKUPLJANJE PODATAKA IZ POKUSA PRAZNOG HODA I KRATKOG SPOJA ASINKRONOG MOTORA	87
5.2.1	MJERNA OPREMA	88
5.2.2	PROGRAM ZA AUTOMATIZIRANO PRIKUPLJANJE PODATAKA	88

5.3	AUTOMATIZIRANO PRIKUPLJANJE PODATAKA IZ POKUSA OPTEREĆENJA.....	94
5.3.1	MJERNA OPREMA	95
5.3.2	PROGRAM ZA AUTOMATIZIRANO PRIKUPLJANJE PODATAKA.....	95
5.4	AUTOMATIZIRANA OBRADA PODATAKA I IZRADA ISPITNOG PROTOKOLA	104
5.4.1	OBRADA PODATAKA IZ POKUSA PRAZNOG HODA.....	106
5.4.2	OBRADA PODATAKA IZ POKUSA KRATKOG SPOJA	115
5.4.3	OBRADA PODATAKA IZ POKUSA OPTEREĆENJA	122
5.5	PRIMJER ISPITIVANJA	132
6	DALJNI RAZVOJ AUTOMATIZIRANOG MJERNOG SUSTAVA.....	139
6.1	AUTOMATIZIRANO MJERENJE MOMENTA MOTORA	139
6.2	AUTOMATIZIRANO MJERENJE TEMPERATURA MOTORA	140
7	ZAKLJUČAK.....	142
	LITERATURA	144
	POPIS OZNAKA	146
	SAŽETAK 148	
	ABSTRACT	148
	ŽIVOTOPIS	149
	PRILOG A: IZGLED POHRANJENIH DATOTEKA NAKON PRIKUPLJANJA PODATAKA	150
	PRILOG B: IZGLED POHRANJENIH DATOTEKA NAKON OBRADJE PODATAKA.....	153
	PRILOG C: PROTOKOLI O PROVEDENIM ISPITIVANJIMA.....	157
	PRILOG D: DOKUMENTACIJA PROGRAMA U TESTPOINT®-U	163

1 UVOD

U okviru diplomskog rada sa sličnom temom [12], definirano je što bi to trebao sadržavati jedan automatizirani sustav za ispitivanje asinkronih motora. Sama praktična izvedba sustava bila je dosta ograničena i vrlo pojednostavljena. Valni oblici napona i struje asinkronog motora prikupljali su se pomoću A/D pretvarača u osobno računalo, nakon čega je izvršena obrada podataka. Potrebno je bilo izvršiti prilagodbu snimanih veličina za A/D pretvorbu, što obuhvaća galvansko odvajanje snimane veličine od A/D pretvarača i njenu pretvorbu u naponski signal dozvoljenog iznosa za ulazni krug A/D pretvarača. Nakon što su podaci pristigli u računalo vršila se njihova obrada. Ona se sastojala iz računanja efektivnih vrijednosti napona i struje, određivanja snage koju motor uzima iz mreže te faktora snage ($\cos \varphi$). Sustav koji radi na takav način vrlo je ograničen za praktičnu primjenu. Logično je bilo nastaviti s usavršavanjem mjernog sustava.

U društvu KONČAR - Generatori i motori d.d. razvijen je suvremeniji sustav za automatizirano prikupljanje podataka, koji se može praktično primjenjivati u svakodnevnom radu ispitne stanice tog društva. Ovaj sustav, u kojem je automatizirano prikupljanje, obrada i prikaz podataka, čini samo jedan mali dio potpuno automatiziranog sustava za ispitivanje asinkronih motora. Primjer potpuno automatiziranog sustava za ispitivanje motora malih snaga, koji je primjenjiv u laboratorijskim uvjetima opisan je u [14]. Društvo KONČAR - Generatori i motori d.d. ima u svojoj ponudi projektiranje, proizvodnju, održavanje i revitalizaciju hidrogenatora, turbogeneratora te srednjih i velikih sinkronih, asinkronih i istosmjernih strojeva. Pod pojmom “srednji i veliki”, podrazumijevaju se električni strojevi visokog i niskog napona napajanja, čija je visina osovine veća od 355 mm. Da bi se za asinkrone motore iz proizvodnog programa ove tvornice napravila potpuno automatizirana ispitna stanica treba bi izvršiti kapitalna ulaganja koja bi se dugoročno isplatila kroz povećanje pouzdanosti i kvalitete proizvoda. Prema iskustvima iz prakse, postrojenje ispitne stanice mora imati instaliranu snagu, barem duplo veću od strojeva koji se u njoj ispituju. Obzirom da se u ovom slučaju radi o tvornici koje proizvodi strojeve čije snage nerijetko prelaze 1 MW, znači da bi novi automatizirani pogon ispitne stanice trebao imati instaliranu snagu od najmanje dva megavata!

Mjerni sustav koji je razvijen i isproban u okviru ovog magistarskog rada imao je za cilj pokazati neke prednosti koje suvremeni sustav za prikupljanje i obradu podataka pruža u svakodnevnom radu ispitne stanice. Ovaj se mjerni sustav zasniva se na računalo upravljanoj procesu prikupljanja podataka, nakon čega se vrši njihova obrada i prikaz rezultata. Razrađeni

su programi za upravljanje procesom prikupljanja, obrade i prikaza podataka u pokusu praznog hoda, kratkog spoja i pokusa opterećenja. Podaci se prikupljaju uz pomoć trofaznog analizatora snage, kojemu se na ulaz dovode prilagođeni signali napona i struje motora. Nakon prikupljanja mjernih veličina i njihovog spremanja u datoteku na računalu, vrši se obrada podataka. Ovisno o vrsti ispitivanja izračunavaju se parametri važni za utvrđivanje ispravnosti stroja. Primjerice, iz podataka prikupljenih u pokusu praznog hoda razdvajaju se gubici praznog hoda. Iz kratkog spoja se proračunava vrijednost struje kratkog spoja pri nazivnom naponu, dok se iz pokusa opterećenja određuju gubici asinkronog motora iz kojih se, pak, računski određuje korisnost motora. Program koji upravlja mjernim sustavom napisan je pomoću programskog paketa TESTPOINT®. To je specijalizirani softverski paket koji se koristi za prikupljanje podataka, njihovu analizu i prezentaciju te za izradu ispitnih protokola. Treba naglasiti da se sve veličine računaju prema IEC standardima [24], [25], [26] i [27]. Ovo je važno napomenuti, zato što se podaci izračunati na taj način mogu koristiti za izradu certifikata, odnosno, izvješća o ispitivanju kojim se potvrđuje ispravnost stroja. Ova tvrdnja vrijedi tim više što su sva potrebna mjerenja i ispitivanja provedena u skladu s internim tvorničkim procedurama i kontrolno ispitnim propisima, što je pak u skladu s odrednicama sustava kvalitete društva certificiranog prema normi ISO 9000. Dijelovi procedura koji se odnose na način ispitivanja bit će navedeni u kasnijim poglavljima. Drugim riječima, pomoću ovakvog mjernog sustava se mogu provjeravati računski podaci stroja, tj. mogu se određivati njegovi nazivni podaci s visokom pouzdanošću samog mjernog procesa.

2 SUSTAV KVALITETE PREMA ISO9000

Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO, osnovana je u Kanadi 1980. godine. Sredinom osamdesetih objavljeni su prijedlozi serije standarda ISO 9000 iz sustava kvalitete, koje su prihvatile uglavnom razvijene zemlje zapada. Oni su time postali osnova za izgradnju povjerenja između kupca i proizvođača (dobavljača). Da bi se ispunili utvrđeni zahtjevi iz ugovora te zadovoljile želje i očekivanja kupca, tvornica treba osigurati visoku razinu kvalitete svojih proizvoda i usluga. Ta se razina mora održavati neprestanim usavršavanjem i unaprjeđivanjem stečenog znanja. Novi industrijski proizvodi sve su složeniji i moraju zadovoljavati visoke kriterije glede kvalitete. Da bi se oni zadovoljili potrebno je imati izgrađen sustav kvalitete po uzoru na seriju standarda ISO 9000, ali i prema seriji ISO 14000. Pravila koja postavljaju ovi standardi često se krivo shvaćaju kao opterećenje poslovanju. Naime, pojam kvalitete postoji od pamtivijeka. Još je Aristotel prije nove ere definirao kvalitetu kao *“... ono na osnovi čega se kaže da je nešto stvarno onakvim kakvo jest”*. Literatura 0, daje mnoge definicije o kvaliteti, a jedna od općih definicija govori da je kvaliteta *“stupanj zadovoljenja potreba određenog kruga korisnika u danom vremenu i prostoru”*. Pojednostavljeno govoreći, kvalitetu bi se moglo izjednačiti sa svojevrsnim poštenjem prema kupcu, i to tako da mu se isporuči proizvod, baš onakav kakvog je naručio.

U procesu dokazivanja usklađenosti proizvoda s ugovorenim svojstvima uveliko pomažu smjernice iz serije standarda ISO 9000. Treba istaknuti da se serijom standarda ISO 9000 ne definira kako proizvesti kvalitetan proizvod. Isto tako, njima se ne garantira profitabilnost organizacije koja ima na ovaj način ustrojen sustav kvalitete. Oni ovdje služe samo kao pomoć kupcu i kao garancija da će svi proizvodi biti proizvedeni upravo onako kako je ugovoreno. Nadalje treba istaknuti da je tijekom 2000. godine napravljena revizija serije standarda ISO 9000 iz 1994. godine [22]. Za sam se početak može uočiti promjena u samom nazivu standarda. Dok standard ISO 9001:1994 u nazivu ima osiguravanje kvalitete, u novoj reviziji standarda ISO 9001:2000 se naglašava da su zahtjevi usmjereni primarno na postizanje zadovoljstva kupaca kroz primjenu sustava, stalno unapređivanje sustava i prevenciju neusklađenosti. U osnovi revizija standarda iz 2000. godine se više usmjerava na procesno uređenje tvornice ili organizacije, dok je stari pristup bio usmjeren na funkcionalno uređenje. U okviru ovog magistarskog rada bit će govora isključivo o standardu ISO 9001:1994, obzirom da novosti iz revidiranog standarda ne utječu na potrebe uspostavljanja učinkovitog načina praćenja kvalitete proizvoda.

2.1 STANDARD ISO 9001

Jedan, i za proizvodno poduzeće najinteresantniji standard, iz gore navedene serije standarda je ISO 9001. On daje model kojim se osigurava kvaliteta u projektiranju, razvoju, proizvodnji, ugradnji i servisiranju proizvoda. Ovdje treba još razlučiti razliku između kontrole kvalitete i osiguranja kvalitete. Kod nas se dosta često pojam kontrole kvalitete krivo interpretira kao niz postupaka kojim se ocjenjuje ispravnost proizvoda. To je krivo, jer ocjenjivanje kvalitete proizvoda, samo je jedan dio pojma kontrole kvalitete. Naime, kontrola kvalitete se sastoji od kontrole konstrukcije, kontrole proizvodnog procesa, provjeravanja i ispitivanja, kontrole neusklađenih proizvoda, izobrazbe i statističkih metoda. Engleska riječ *control* doslovno prevedena na hrvatski jezik, znači upravljanje. Dakle, pojam kontrola kvalitete bi na hrvatskom bolje glasio kao upravljanje kvalitetom, što bi i točnije opisivalo sve sastavne elemente ugrađene u taj pojam. Prema tome treba poznavati jasnu razliku između kontrole kvalitete i provjeravanja kvalitete.

Standard ISO 9001 postavlja dvadeset zahtjeva na sustav kvalitete, koji su ukratko objašnjeni u nastavku teksta:

- (1) ODGOVORNOST RUKOVODITELJA - prema standardu ISO9001, smatra se da je poslovodstvo odgovorno za planiranje, dobro razumijevanje i dosljedno provođenje politike osiguranja kvalitete.
- (2) SUSTAV KVALITETE - poduzeće treba imati dokumentiran sustav kvalitete. To znači da svi postupci u projektiranju, proizvodnji, ugradnji, servisu i osiguranju kvalitete trebaju biti pohranjeni u pisanom obliku i, kao takvi trebaju se djelotvorno primjenjivati.
- (3) ISPITIVANJE I PROVJERAVANJE UGOVORA - ova je točka potrebna da bi se utvrdilo da li su svi zahtjevi za proizvod ili uslugu utvrđeni i dokumentirani u tehničkoj dokumentaciji ili ugovoru, da li postoje neke razlike između tehničke dokumentacije ili ugovora te da li je proizvođač sposoban ispuniti sve ugovorene zahtjeve.
- (4) KONTROLA U FAZI PROJEKTA I KONSTRUKCIJE - da bi se osigurali i postigli zahtjevi iz ugovora, potrebno je provesti postupak provjeravanja i verifikacije projekta i konstrukcije proizvoda. Ovo je važno ne samo da bi se razjasnili nekompletni, sporni ili dvosmisleni zahtjevi kupca, nego i da bi se izbjegli gubici u proizvodnji zbog loše napravljenog projekta ili konstrukcije.

- (5) KONTROLA DOKUMENATA - zbog mogućnosti da se u proizvodnom ciklusu pojave nevažeći dokumenti potrebno je provesti provjeru dokumenata. Prije izdavanja treba pregledati dokumentaciju, treba napraviti popis važeće dokumentacije, a nevažeću treba brzo povlačiti sa svih mjesta izdavanja i uporabe.
- (6) KONTROLA NABAVLJANJA - kako bi proizvođač bio siguran da su materijali, poluproizvodi ili proizvodi nabavljeni od podizvođača u skladu s utvrđenim zahtjevima provodi se provjera nabave. Tu je nužno definirati na koji se način vrši ta provjera.
- (7) PROIZVODI NABAVLJENI OD KORISNIKA (KUPCA) - slično kao kod kontrole nabavljanja, proizvođač mora uvesti i provesti postupke utvrđivanja kvalitete materijala, poluproizvoda i proizvoda nabavljenih od kupca da bi se izbjegli eventualni nesporazumi oko kvalitete istih.
- (8) IDENTIFIKACIJA I MOGUĆNOST ULAŽENJA U TRAG PROIZVODU - obzirom da se u fazi proizvodnje može naći više različitih proizvoda, potrebno je provesti identifikaciju proizvoda tijekom svih faza proizvodnje, isporuke i montaže. Ovo je posebno važno prilikom isporuka dijelova proizvoda koji se sastavljaju i montiraju na odredištu kod kupca.
- (9) UPRAVLJANJE PROIZVODNIM PROCESOM I MONTAŽOM - da bi se proizvodni proces i montaža odvijali pod kontroliranim uvjetima, potrebno je utvrditi i planirati postupke proizvodnje i montaže koji neposredno utječu na kvalitetu. Kontrolirani uvjeti obuhvaćaju: pisane upute za rad u kojima je točno definiran način proizvodnje i montaže, uporabu odgovarajuće opreme, odgovarajuće radne uvjete, kriterije za obavljene poslove i sl.
- (10) KONTROLA I ISPITIVANJE PROIZVODA - za ispravno i temeljito provjeravanje kvalitete proizvoda u proizvodnom je procesu potrebno imati tri funkcije provjeravanja kvalitete: ulaznu, međufaznu i završnu kontrolu kvalitete. Detaljnije će o ovoj točki biti govora u nastavku teksta.
- (11) OPREMA ZA KONTROLU, MJERENJE I ISPITIVANJE - radi tražene točnosti pri mjerenju, mjernu i ispitnu opremu treba periodički pregledavati, održavati i umjeravati. Ovi će postupci osigurati da se mjerna oprema koristi u ispravnom stanju čime se postiže tražena točnost instrumenata.
- (12) STANJE KONTROLIRANJA I ISPITIVANJA - da bi se znalo koji je proizvod ili dio proizvoda ispitan i da li je ispravan ili neispravan, potrebno je utvrditi i provesti prikladno označivanje nakon izvršene kontrole i ispitivanja.

- (13) KONTROLA PRIZVODA KOJI NE ZADOVOLJAVAJU ZAHTJEVE - za ove je proizvode potrebno provesti ocjenjivanje stupnja njihove neispravnosti, kako bi ih se eventualno moglo doraditi ili u najgorem slučaju škartirati
- (14) KOREKTIVNE MJERE - ako je došlo do uočavanja neusklađenosti tj. prijave odstupanja, treba provesti korektivne mjere za sprječavanje ponovne pojave neusklađenosti. Te se korektivne mjere trebaju unijeti u postupke i provjeriti da li su učinkovite.
- (15) RUKOVANJE, USKLADIŠTENJE, PAKIRANJE I ISPORUKA - kako bi se spriječilo nastajanje oštećenja ili pogoršanja kvalitete potrebno je definirati i provoditi ispravne postupke. Kod skladištenja treba obratiti pažnju da se osigura kvalitetan skladišni prostor koji neće umanjiti kvalitetu proizvoda, nakon završne provjere i ispitivanja.
- (16) DOKUMENTACIJA O KVALITETI - u svom sustavu kvalitete proizvođač mora predvidjeti prikupljanje dovoljnog broja podataka za prikaz postizanja tražene kvalitete proizvoda. Dokumentacija o kvaliteti mora biti pregledna i mora omogućiti identifikaciju proizvoda na koji se odnosi.
- (17) INTERNO PROVJERAVANJE KVALITETE - radi utvrđivanja učinkovitosti sustava kvalitete i radi provjere da li se sve organizacijske jedinice drže propisanih postupaka i aktivnosti potrebno je provesti interno provjeravanje kvalitete.
- (18) STRUČNO OSPOSOBLJAVANJE - za osiguranje stalnog unaprjeđivanja sustava kvalitete potrebno je provesti stručno osposobljavanje svih djelatnika koji svojim radom utječu na kvalitetu proizvoda.
- (19) ODRŽAVANJE - ako je ugovorom predviđeno održavanje isporučenog proizvoda treba uvesti i provoditi postupke za održavanje proizvoda.
- (20) STATISTIČKE METODE - ako se u kontroli kvalitete proizvoda primjenjuju statističke metode, iste je potrebno propisati i dosljedno provoditi.

Ovih dvadeset zahtjeva na sustav kvalitete koje propisuje standard ISO9001, gradi kostur dokumenta koji se zove Poslovnik kvalitete za bilo koje poduzeće ili organizaciju. Poslovnik kvalitete razrađuju najviši rukovoditelji u poduzeću. On sadrži globalne smjernice kako se koja organizacijska jedinica treba ponašati u sustavu kvalitete. U skladu s Poslovnikom svaka organizacijska jedinica razrađuje svoje dokumente koji propisuju njihovo ponašanje. Ti se dokumenti nazivaju još i specifični poslovници kvalitete. Oni se oblikuju tako da se opišu postupci za svaku određenu aktivnost koju provodi dotična organizacijska jedinica. Specifični poslovници kvalitete predstavljaju, zapravo, skup procedura za aktivnosti koje provodi dotična organizacijska jedinica.

2.2 KONTROLA I ISPITIVANJE PROIZVODA

U prethodnom je poglavlju navedeno kako je kontrola i ispitivanje proizvoda jedan od dvadeset osnovnih zahtjeva na sustav kvalitete. Kontrola proizvoda je utvrđivanje stanja kvalitete proizvoda, dok se ispitivanjem utvrđuje usklađenost proizvoda sa zahtjevima iz ugovora. Da bi se kontrola proizvoda učinkovito provodila tijekom cijelog proizvodnog procesa, služba kontrole kvalitete mora sadržavati sljedeće tri funkcije:

- ULAZNU KONTROLU KVALITETE
- MEĐUFAZNU KONTROLU KVALITETE
- ZAVRŠNU KONTROLU KVALITETE

2.2.1 ULAZNA KONTROLA KVALITETE

Ulazna kontrola kvalitete djeluje u uskoj suradnji s nabavom poduzeća. Ona pri preuzimanju materijala, poluproizvoda i proizvoda od dobavljača i podizvođača vrši provjeru kvalitete istih. Provjera kvalitete se vrši uz korištenje tehničke dokumentacije, koja čini sastavni dio ugovora. To se radi zato da bi se osigurala ugradnja i korištenje samo kvalitetnih materijala, poluproizvoda i proizvoda koji neće rušiti kvalitetu gotovog proizvoda.

2.2.2 MEĐUFAZNA KONTROLA KVALITETE

Međufazna kontrola kvalitete djeluje unutar tehnološkog procesa proizvodnje, s osnovnim ciljem osiguranja planirane kvalitete proizvoda u određenim fazama proizvodnje. Međufazna kontrola mora djelovati brzo i preventivno. Ona zapravo pomaže proizvodnji jer omogućuje rano otkrivanje i odstranjivanje izvora i uzroka slabije kvalitete. Na taj se način omogućuje poduzimanje korektivnih mjera za izbjegavanje istih grešaka u budućim procesima. Učinkovitim se međufaznom kontrolom znatno smanjuju troškovi proizvodnje, a sam način rada u velikoj mjeri ovisi o vrsti proizvodnje.

2.2.3 ZAVRŠNA KONTROLA KVALITETE

Završna je kontrola kvalitete posljednja u lancu kontrola koje proizvod mora proći na putu do kupca. To je zadnje mjesto gdje se mogu otkriti sve eventualne pogreške i neispravnosti na, sada, gotovom proizvodu. Treba naglasiti, da za razliku od ulazne ili međufazne kontrole, završna nije u stanju poboljšati kvalitetu proizvoda, osim ako se ne radi o manjim neispravnostima koje se lako otklanjaju (krivi spoj pomoćne opreme i sl.). Drugim riječima, ona samo može utvrditi da li je proizvod ispravan ili ne. Kontrolori završne kontrole kvalitete, nakon ispitivanja uređaja moraju provjeriti sve relevantne tehničke karakteristike, koje se upisuju u protokol o provedenim završnim ispitivanjima i mjerenjima. Taj se protokol prilaže kupcu kao certifikat o kvaliteti proizvoda. Treba istaknuti, da je odgovornost kontrolora završne kontrole velika, jer o njihovom savjesnom radu ovisi ugled proizvođača.

3 PROVJERA KVALITETE ASINKRONIH STROJEVA

Asinkroni strojevi predstavljaju proizvod koji je ovisno o svojoj veličini više ili manje složen. Predmet ispitivanja u ovom magistarskom radu, bili su srednji i veliki asinkroni motori, pa će se u nastavku teksta objasniti postupak kontrole kvalitete tih složenijih električnih strojeva. Njihov je statorski namot uvijek izveden kao trofazni bilo da su mu faze spojene u trokut, bilo u zvijezdu. Izvedba rotorskog namota ovisi o veličini stroja i načinu pokretanja. Prije su se veliki asinkroni strojevi radili s kliznim kolutima. Kod ovih je strojeva rotorski namot trofazni, kao i u statoru, namot je izoliran prema masi, a izvodi su mu spojeni na klizne kolute. Ova se izvedba rotora koristila kod motora koji se pokretali pomoću otporničkih pokretača (upuštača, uputnika) [7]. Suvremeni elektromotorni pogoni, za regulaciju brzine vrtnje koriste pretvarače frekvencija. Naime brzina vrtnje asinkronih motora čvrsto je vezana za frekvenciju napajanja, tako da se mijenjanjem te frekvencije mijenja i brzina vrtnje motora. Za izvedbu motora to znači da ne mora imati rotorski namot izveden preko kliznih koluta, već se može upotrijebiti puno jeftinija izvedba rotora s kaveznim namotom. Kod ovih je rotora namot izrađen od štapova iz bakra koji su sa svake strane spojeni kratkospojnim bakrenim prstenom. Sam je namot višefazan tj. ima onoliko faza koliko ima utora na rotoru i, što je najvažnije, nema izolaciju namota prema masi. Osim kaveznog namota iz bakrenih štapova, postoje još jeftinija izvedba s kavezom od aluminija. Ovdje se kavez dobiva tlačnim lijevom tj. izlivanjem vrućeg aluminija pod visokim tlakom u utore rotorskog paketa. Ograničavajući faktor za primjenu pretvarača frekvencije je instalirana snaga, odnosno struja i napon, koju sklopovi energetske elektronike mogu dati na izlazu. No, razvojem novih elemenata energetske elektronike, granica snage se podiže prema gore, tako da je u ukupnoj proizvodnji motora, sve veći udio asinkronih motora s kaveznim rotorom.

Ispitivanje električnih strojeva, pa tako i asinkronih, provodi se prvenstveno radi određivanja njegovih mehaničkih i električkih karakteristika, ali i da bi se provjerila usklađenost proizvedenog asinkronog motora s projektno-konstruktivskim podacima. Ispitivanja je moguće podijeliti u tri kategorije: serijska, tipska i posebna ispitivanja.

Serijska ispitivanja predstavljaju skup ispitivanja koja imaju za cilj potvrditi ključne značajke na stroju i otkriti eventualne grube pogreške u proizvodnji. Ona se provode na svakom stroju proizvedenom u određenoj seriji. Opseg serijskog ispitivanja određuje proizvođač, ovisno o iskustvu u proizvodnji i prema očekivanjima tržišta. *Tipiska ispitivanja* se provode samo na jednom stroju određene serije. Njima se određuju sve značajke asinkronog stroja koje su određene projektno-konstruktivskom dokumentacijom.

Posljednju grupu ispitivanja čine *posebna ispitivanja*, koja se neovisno o serijskim i tipskim ispitivanjima, provode na zahtjev kupca. Njihov se sadržaj i kriteriji prihvatljivosti definiraju ugovorom ili posebnim pravilima (npr. za brodarstvo, transport, protueksplozijska postrojenja i sl.). Ovdje kupac definira i norme prema kojima dotično ispitivanje treba provesti. Najčešći slučaj gdje se primjenjuju ovakva ispitivanja su izolacijski sustavi visokonaponskih strojeva, posebni zahtjevi pri mjerenju buke stroja, protueksplozijska ispitivanja i sl. Za sva je ispitivanja potrebno imati unaprijed definirane kriterije prihvatljivosti, kako bi bilo jasno da li je rezultat ispitivanja prihvatljiv ili ne. Kriteriji prihvatljivosti se određuju projektno-konstrukcijskom dokumentacijom ili odgovarajućim međunarodnim ili priznatim nacionalnim standardima (IEC, ISO, VDE, DIN, i sl.). Tablica 3.1 sadrži manje više sva serijska i tipska ispitivanja prikupljena prema iskustvu svjetskih proizvođača asinkronih strojeva (SIEMENS, ABB, KONČAR). Ova je tablica zapravo, program ispitivanja asinkronih motora, i ona predstavlja podlogu za kreiranje plana ispitivanja tj. plana osiguranja kvalitete. Plan osiguranja kvalitete je dokument koji sadrži popis svih djelatnosti koje će proizvođač poduzeti na stroju da bi provjerio njegovu kvalitetu.

VRSTA ISPITIVANJA	SERIJSKO	TIPSKO
• MJERENJE OMSKOG OTPORA NAMOTA STATORA I ROTORA	X	
• MJERENJE IZOLACIJSKOG OTPORA NAMOTA STATORA I ROTORA	X	
• PROVJERA NAZIVNE TOČKE PRAZNOG HODA	X	
• PROVJERA NAZIVNE TOČKE KRATKOG SPOJA	X	
• MJERENJE VIBRACIJA	X	
• MJERENJE TEMPERATURA LEŽAJA	X	
• NAPON TRANSFORMACIJE	X	
• POKUS MEĐU ZAVOJIMA	X	
• POKUS VISOKIM NAPONOM	X	
• POKUS VITLANJA	X	
• PROVJERA POMOĆNE OPREME	X	
• SNIMANJE KARAKTERISTIKA PRAZNOG HODA		X
• SNIMANJE KARAKTERISTIKA KRATKOG SPOJA		X
• SNIMANJE KARAKTERISTIKA OPTEREĆENJA I ODREĐIVANJE STUPNJA KORISNOSTI		X
• POKUS ZAGRIJAVANJA		X
• MJERENJE MOMENTA INERCIJE ROTORA		X
• SNIMANJE KARAKTERISTIKE MOMENTA		X
• MJERENJE BUKE		X
• MJERENJE NAPONA OSOVINE		X
• MJERENJE TANGENSA KUTA DIELEKTRIČNIH GUBITAKA		X

Tablica 3.1: Serijska i tipska ispitivanja asinkronog motora

3.1 MJERENJE OMSKOG OTPORA NAMOTA STATORA I ROTORA

U literaturi postoji više načina mjerenja omskog otpora namota. Osnovne metode, više prilagođene laboratorijskim ispitivanjima, detaljno su opisane u [5], dok su praksi bliži postupci opisani u [1], [8], [12], [13] i [14].

Namoti statora, a kod kolutnih motora i rotora, su prema izvedbi trofazni izmjenični namoti. U većini se poduzeća kao kriterij prihvatljivosti za izmjerene omske otpore koriste računske vrijednosti, u kojima se definira dozvoljena donja i gornja granica odstupanja izmjerenog otpora u postotcima omskog otpora iz računskih podataka. U računskim podacima, projektant stroja daje omske otpore po fazi, preračunate na 20°C, bez obzira da li je namot spojen u trokut ili zvijezdu. Obzirom na izvedbu motora, a i specifičnost uvjeta i potrebnu brzinu rada u ispitnoj stanici ponekad nije moguće izmjeriti omski otpor po fazi. To se uglavnom odnosi na motore čiji je statorski (ili rotorski) namot spojen u trokut, a motor je primjerice napravljen u zatvorenoj izvedbi. Ispitivač ima dostupne samo izvode namota i u mogućnosti je mjeriti samo omski otpor između stezaljki namota - Slika 3.1, izraz (3.1). Takav pristup mjerenju omskog otpora, olakšava i izračunavanje gubitaka u namotu motora jer se za sve izvedbe namota koristi jedinstvena formula:

$$P_{Cu} = 1,5 \cdot I^2 \cdot R \quad (3.1)$$

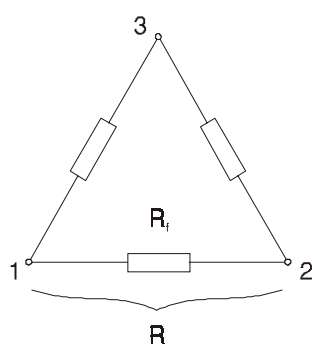
gdje su P_{Cu} gubici u namotu, I je struja koja teče namotom, a R je omski otpor namota izmjeren između stezaljki. Ovaj se otpor mjeri na sva tri para stezaljki U1-V1, U1-W1 i V1-W1. Ako bi došlo do grube pogreške u spajanju namota, ovim bi se jednostavnim mjerenjem to otkrilo, jer bi došlo do odstupanja u izmjerenim vrijednostima ta tri otpora. Naravno da mala odstupanja uvijek postoje, ali ako su ona unutar granica $\pm 5\%$ oko srednje vrijednosti (prema iskustvu društva KONČAR – Generatori i motori d.d.), mjereni se namot može proglasiti simetričnim. Sada još treba izmjerenu vrijednost otpora usporediti s računskim podacima. Kako se oni uvijek daju za otpor faze, potrebno je izmjereni otpor između stezaljki preračunati na fazni otpor, što se za namot spojen u trokut vrši prema izrazu:

$$R_f = \frac{3}{2} \cdot R \quad (3.2)$$

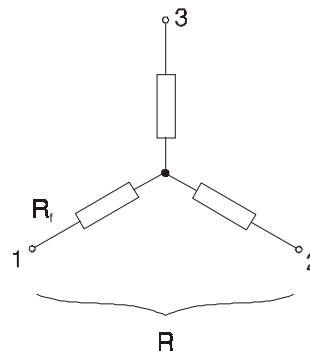
a za namot spojen u zvijezdu prema izrazu:

$$R_f = \frac{1}{2} \cdot R \quad (3.3)$$

gdje je R_f srednja vrijednost faznog, a R srednja vrijednost otpora izmjerenog između stezaljki. Sada se može preračunati srednja vrijednost faznog otpora na temperaturu 20°C. Tako izračunata vrijednost se uspoređuje s računskim podacima. Vrlo je važno što točnije izmjeriti temperaturu namota za vrijeme mjerenja. Najtočniju vrijednost daju ugrađeni termometri, ako ih motor ima. Ako, pak motor nema ugrađene termosonde, izmjeri se temperatura kućišta ili izvoda. Da bi tako izmjerena temperatura bila relevantna motor mora biti van pogona najmanje 24 sata.



a) namot spojen u trokut



b) namot spojen u zvijezdu

Slika 3.1 Otpori između stezaljki namota

3.2 MJERENJE IZOLACIJSKOG OTPORA NAMOTA STATORA I ROTORA

Ovdje se pojam mjerenje izolacijskog otpora odnosi na utvrđivanje kvalitete izolacije namota asinkronog motora prema masi. Principi mjerenja izolacijskog otpora detaljno su opisani u [1]. Mjerenje izolacijskog otpora je na neki način slično mjerenju omskog otpora, samo što se u ovom slučaju mjeri otpor izolacije, a ne vodiča. Na izvod faze kojoj se mjeri izolacijski otpor priključuje se jedan kraj izvora istosmjernog napona, dok se drugi kraj priključuje na masu. U praksi istosmjerni napon koji se priključuje na visokonaponske motore iznosi 1000 V. Dok je napon priključen mjeri se struja koja teče kroz izolaciju. Izolacija se sastoji uglavnom od izolatora kojima je specifična vodljivost manja od 10^{-6} S/m [14]. Dakle, uz narinuti napon kroz izolaciju teče struja reda veličine mikroampera i čine ju tri komponente [14]: *apsorpcijska (pomačna) struja* koja se javlja zbog gubitaka pri pojavi polarizacije u izolacijskom materijalu, *provodna (poprečna) struja* koja postoji zbog slobodnih nositelja naboja te struja koja se naziva *struja punjenja*, a javlja se zbog kapacitivnog svojstva izolatora. Pomačna struja i struja punjenja s vremenom opadaju tako da se vrijednost struje kroz izolator asimptotski približava iznosu provodne struje.

Uređaj, kojim se mjeri otpor izolacije zove se megaohmmetar ili induktor. On ima prilagođenu skalu za očitavanje otpora izolacije koji se, zbog visine narinutog napona i vrlo male struje, mjeri u megaohmima. Kako da struja kroz izolator mijenja svoj karakter ovisno od početka mjerenja, otpor izolacije se očitava u točno definiranim trenucima. Američki IEEE propisi [23] definiraju očitavanje otpora izolacije nakon prve i desete minute od početka mjerenja. Evropski propisi, koji se zasnivaju na [24] definiraju da se otpor izolacije očitava nakon 15 i nakon 60 sekundi od početka mjerenja.

Omjer te dvije vrijednosti daje indeks polarizacije:

$$i_p = \frac{R_{60s}}{R_{15s}} \quad (3.4)$$

Oznaka i_p označava indeks polarizacije, R_{15s} je otpor izolacije očitao nakon 15 sekundi, a R_{60s} otpor izolacije očitao nakon 60 sekundi od početka mjerenja. Indeksom polarizacije se može procijeniti stanje izolacije, da li je ona vlažna, da li je masna, itd. To se uglavnom odnosi na starije strojeve u koje su se ugrađivale izolacije klase B, koje su bile porozne i dosta higroskopske. Danas, se u stroj ugrađuju izolacije u klasi F koje se još vakuumski impregniraju tako da nema više opasnosti od upijanja vlage. Zbog toga značenje indeksa polarizacije više nema tako važnu ulogu kao nekada. Treba još dodati da strojevi s vakuum impregniranim izolacijskim sustavom imaju već nakon 15 sekundi otpor izolacije veći od 1000 MΩ, tako da očitavanje nakon 60 sekundi nije potrebno, a kod većine megaommetara niti moguće. U praksi ispitne stanice društva KONČAR – Generatori i motori d.d. uzima se da otpor izolacije novih strojeva ne smije biti manji od 100 MΩ na temperaturi 40°C, dok za stare strojeve vrijedi pravilo da otpor izolacije mora iznositi najmanje onoliko megaoma, koliko iznosi napon napajanja u kilovoltima.

3.3 PROVJERA NAZIVNE TOČKE PRAZNOG HODA

Pod ovim se pojmom podrazumijeva očitavanje struje i snage koju motor uzima iz mreže pri nazivnom naponu u režimu praznog hoda. Ovo se serijsko ispitivanje koristi za kvalitativnu ocjenu magnetskih prilika u stroju. Preveliko odstupanje od struje praznog hoda predviđene projektom, značilo bi da je tijekom proizvodnje došlo do pogreške, najčešće u veličini zračnog rasporeda stroja. Treba naglasiti da se ovdje ne vrši rastavljanje gubitaka praznog hoda na gubitke u namotu, gubitke u željezu i mehaničke gubitke. Sukladno praksi ispitne stanice društva KONČAR – Generatori i motori d.d, odstupanje izmjerene vrijednosti struje praznog hoda ne smije prelaziti $\pm 15\%$ od računske vrijednosti.

3.4 PROVJERA KRATKOG SPOJA

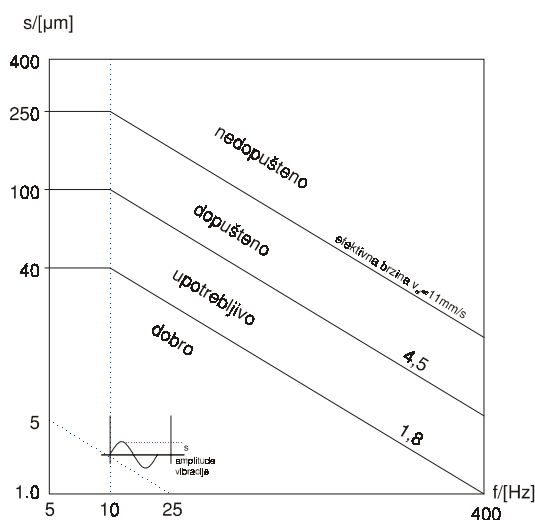
Ovo je ispitivanje lako provedivo kod strojeva manjih snaga. Ispitivanje je zamišljeno tako da se osovina motora zakoči, a nakon toga se motor priključi na trofaznu mrežu nazivnog napona i frekvencije. Pri takvim uvjetima kroz motor teče struja kratkog spoja koja u slučaju motora s kavezim rotorom ne smije prelaziti 120% računske vrijednosti ove struje [24]. U praksi se često zbog veličine strojeva ovo ispitivanje ne provodi zbog visokog iznosa struje

kratkog spoja motora većih snaga. Zbog toga se struja kratkog spoja očitava na sniženom naponu, te se onda preračunava na nazivnu vrijednost što je detaljnije objašnjeno kod snimanja karakteristika kratkog spoja. Priključivanje motora na nazivni napon u kratkom spoju problematično je i za sam motor, jer je zagrijavanje motora vrlo veliko. Ovim se ispitivanjem predviđa i snimanje napona kratkog spoja U_k , što je zapravo napon pri kojem kroz motor u kratkom spoju teče nazivna struja.

3.5 MJERENJE VIBRACIJA

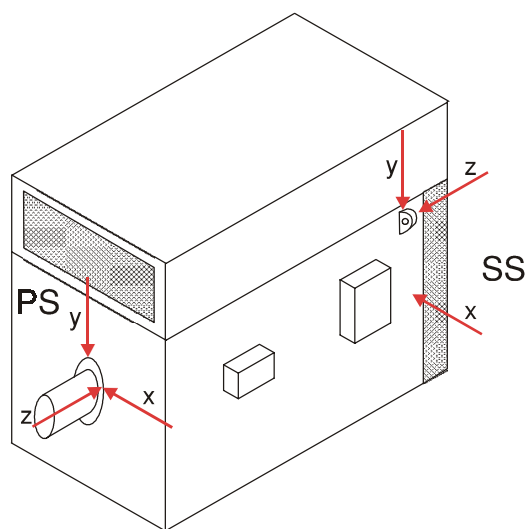
Osnovni elementi rotora asinkronog stroja su osovina, rotorski paket, rotorski namot i ležaji. Kao takav predstavlja vrlo složen mehanički sustav i za očekivati je da će u njemu postojati određeni debalans. Mjerenjem mehaničkih vibracija ležaja moguće je ustvrditi koliki je taj debalans, odnosno, ustvrditi da li je rotor dovoljno dobro uravnotežen. Kod asinkronih motora su vibracije periodičke vremenske funkcije, što znači da se mogu rastaviti na harmoničke (sinusne) funkcije. Za svaki je harmonik moguće odrediti amplitudu pomaka (izraženu u μm) i fazni pomak (izražen u stupnjevima $^\circ$) u odnosu na referentnu točku. Na tržištu postoji veliki izbor opreme za mjerenje vibracija (SCHENCK, BRÜEL&KJÆR, itd.), s kojom je moguće provesti frekvencijsku analizu vibracija. U praksi se kao mjera vibracija ne koristi amplituda pomaka, već efektivna vrijednost brzine titranja (izražena u mm/s). Vremenski dijagram brzine titranja predstavlja prvu derivaciju vremenskog dijagrama pomaka pri titranju. Iz ovog proizlazi da će u valnom obliku brzine titranja biti naglašeni brzi titraji, a kada se izračuna efektivna vrijednost dobije se veličina u kojoj je sumiran utjecaj svih harmoničkih članova. Iznos vibracija jako ovisi o utemeljenju stroja. Da bi se izbjegao utjecaj utemeljenja u ispitnoj se stanici strojevi montiraju na čvrstu podlogu. Prema VDI2056 [32], definirano je nekoliko grupa strojeva ovisno o veličini i utemeljenju:

- grupa K: mali strojevi do 15 kW
- grupa M: srednji strojevi 15 do 300 kW
- grupa G: veliki strojevi s visokofrekventnim utemeljenjem
- grupa T: veliki strojevi s niskofrekventnim utemeljenjem



Slika 3.2 Dozvoljene veličine vibracija za grupu strojeva G prema VDI2056

Veliki asinkroni motori spadaju u grupu G, jer su montirani na čvrstu podlogu. Slika 3.2 prikazuje dijagram dozvoljenih veličina vibracija za grupu strojeva G prema VDI2056 [32]. Vibracije asinkronih motora, kao i svih rotacijskih strojeva mjere se u tri smjera, tj. u tri međusobno okomite ravnine - Slika 3.3. Neovisno o tome da li je stroj horizontalne ili vertikalne izvedbe, dva su smjera radijalno usmjerena prema osovini, dok je treći smjer usmjeren aksijalno. Radijalni se smjerovi smještaju u x i y ravninu, a aksijalni smjer u z ravninu.



Slika 3.3 Smjerovi za mjerenje vibracija

3.6 MJERENJE TEMPERATURA LEŽAJA

Mjerenje temperature ležajeva provodi se u praznom hodu motora. Ovim se ispitivanjem utvrđuje pravilnost ugradnje ležaja i njegova podmazanost. Ispitivanje traje sve dok temperatura ležaja ne stagnira. Kod većih motora to može trajati i do tri sata, dok je kod

srednjih ispitivanje gotovo već nakon sat i pol vremena. U praksi se pojavljuju slučajevi i da temperatura ležaja neće stagnirati. To se dešava kod neispravne montaže ležaja, kada dolazi do njegovog uklještenja. Temperatura ležaja se mjeri pomoću ugrađenih otporničkih termometara. Ako ih nema, postave se termoelementi (npr. termopar bakar-konstantan) u cjevčice koje služe za dovod masti za podmazivanje ležaja. Na taj se način mjeri temperatura vanjskog prstena ležaja.

3.7 NAPON TRANSFORMACIJE

Kod asinkronih je strojeva, isto kao i kod ostalih izmjeničnih rotacijskih strojeva, primarni namot na statoru, a sekundarni na rotoru. Kolutni asinkroni motori imaju na rotoru izmjenični trofazni namot, spojen u trokut ili zvijezdu, s istim brojem polova kao i statorski namot. On je izoliran prema masi, a svaka mu je faza izvedena preko svog kliznog koluta, i dalje preko četkica na izvode rotorskog namota. Ako se izostavi kratko spajanje rotorskog namota, a na stator se priključi trofazno napajanje, bez obzira na postojanje okretnog polja, rotor se neće zavrtjeti. Sada je moguće na rotorskim izvodima izmjeriti inducirani namot i na taj način provjeriti omjer transformacije, zadan proračunom. Sukladno iskustvima u praksi iz društva KONČAR - Generatori i motori d.d, prihvatljiva se vrijednost induciranog napona na rotorskom namotu nalazi se unutar granica $\pm 5\%$ od projektne vrijednosti.

3.8 POKUS MEĐU ZAVOJIMA

Pokus među zavojima ili pokus povišenim induciranim naponom ima za cilj provjeriti međuzavojnu izolaciju namota. Na statorski se namot priključi napon napajanja u iznosu 130% nazivne vrijednosti tijekom 180 sekundi koliko pokus traje. Za vrijeme trajanja pokusa prate se iznosi struja kroz namot. Ako nema međuzavojnih kratkih spojeva, struje će biti simetrične tj. sukladno iskustvima društva KONČAR – Genaratori i motori d.d, njihove se efektivne vrijednosti neće razlikovati za više od $\pm 10\%$. Ovisno o izvedbi asinkronog motora pokus se provodi u vrtnji ili mirovanju. Kolutnim se motorima izvodi rotorskog namota ostave otvoreni, kao kod mjerenja napona transformacije, pa se pokus među zavojima provodi u mirovanju. Kod kaveznih se motora ovaj pokus provodi u vrtnji i to u režimu praznog hoda, gdje se ova radna točka može iskoristiti kao prva točka karakteristike praznog hoda.

3.9 POKUS VISOKIM NAPONOM

Dielektrična čvrstoća izolacijskog sustava ispituje se visokonaponskim pokusom opisanim u [24]. Visoki izmjenični napon sinusnog oblika industrijske frekvencije (50 ili 60 Hz) priključuje se između stezaljki namota koji se ispituje i uzemljenog kućišta stroja. Na to je kućište izravno spojen i paket u kojeg je ispitivani namot uložen. Visoki napon ostaje tako priključen 60 sekundi koliko i sam pokus traje. Osim kućišta i paketa moraju biti uzemljeni svi dijelovi stroja i namoti koji se ne priključuju na visoki napon. Iznos ispitnog napona za nove strojeve određen je izrazom:

$$U_{isp} = 2 \cdot U_n + 1 \text{ [kV]} \quad (3.5)$$

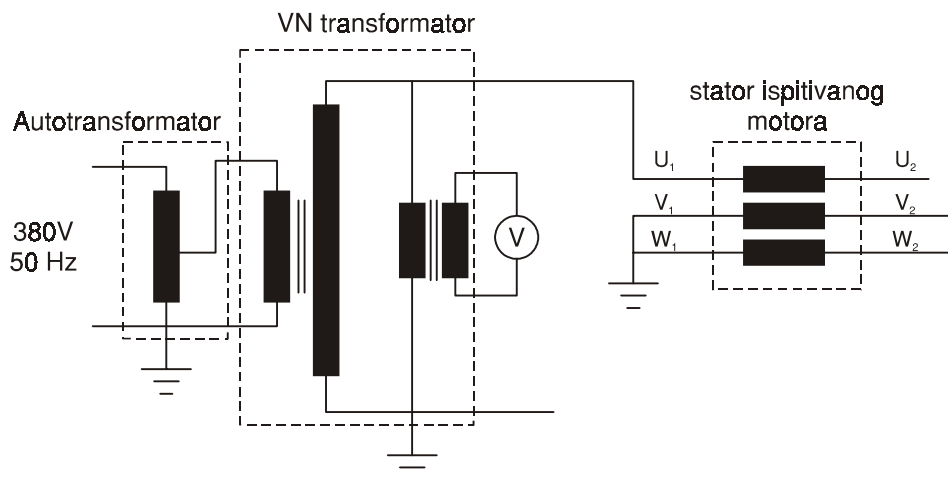
gdje je U_{isp} ispitni napon [kV], a U_n nazivni napon namota koji se ispituje, također u [kV].

Ovo je ispitivanje jako važno za statorske namote visokonaponskih strojeva, gdje ispitni naponi nerijetko prelaze 10 kV. Osim statorskog namota, ovim su ispitivanjem obuhvaćeni i rotorski namoti kolutnih strojeva. Ako se radi o završnom ispitivanju, potrebno ga je provesti nakon pokusa zagrijavanja, što predstavlja najgori mogući slučaj za izolacijski sustav motora. Ukoliko namot "izdrži" ispitni napon svih 60 sekundi bez proboja na masu, ocjenjuje se ispravnim. Završni visokonaponski pokus je zadnje ispitivanje koje se provodi na stroju. Nakon što se snime sve karakteristike, i izmjere sve veličine, ostaje još samo 60 sekundi, koje motor dijeli od isporuke ili ponovnog rastava i preizoliranja namota. Da bi se izbjegla neugodna iznenađenja, potrebno je provjeravati ispravnost namota u svim fazama proizvodnje. Prvo se ispituju neuloženi svici statorskog namota. Kada ih se uloži u statorski paket namot se ispita visokim naponom prije spajanja. Nakon toga svici se spoje u faze koje se ispita prije impregnacije te nakon impregnacije. Isto vrijedi i za rotorski namot kolutnih motora. Visokim se naponom rotorski namot ispituje nakon ulaganja u rotorski paket, a prije spajanja štapova. Nakon toga se rotorski namot spoji u faze i ispita prije i poslije impregnacije. Tijekom proizvodnog procesa izrade statorskog namota, u praksi društva KONČAR – Generatori i motori d.d. koriste se sljedeći iznosi ispitnih napona:

FAZA PROIZVODNJE	IZNOS ISPITNOG NAPONA
svici neuloženi	$1.5 \cdot U_n$
namot uložen nespojen	$1.3 \cdot U_n$
namot spojen prije impregnacije	$1.2 \cdot U_n$
namot poslije impregnacije	$1.1 \cdot (2U_n + 1) \text{ [kV]}$
paket s namotom ugrađen u kućište	$1.05 \cdot (2U_n + 1) \text{ [kV]}$
završno ispitivanje	$2 \cdot U_n + 1 \text{ [kV]}$
U_n - nazivni napon namota koji se ispituje	

Tablica 3.2 Iznosi ispitnih napona po fazama proizvodnje

Prije i poslije pokusa visokim naponom potrebno je izmjeriti otpor izolacije ispitivanog namota sukladno poglavlju 3.2. Slika 3.4 prikazuje opću shemu prema kojoj se provodi ispitivanje dielektričke čvrstoće visokim naponom.



Slika 3.4 Pokus visokim naponom trofaznih namota

3.10 POKUS VITLANJA

Kao što je već prije navedeno, rotor asinkronog motora bilo da je kolutne ili kavezne izvedbe, predstavlja vrlo složen mehanički sustav. Tijekom rada motora može doći do rada na povećanom broju okretaja primjerice kod naglog rasterećenja radnog mehanizma. U takvim se slučajevima u rotoru, pod djelovanjem centrifugalne sile, javljaju veća mehanička naprezanja od nazivnih i postoji mogućnost uništavanja rotora, ali i cijelog asinkronog motora. Da bi se provjerila mehanička čvrstoća rotirajućih dijelova motora provodi se pokus s povišenom brzinom vrtnje, tj. pokus vitlanja. Pokus se provodi u režimu praznog hoda motora. Brzina vrtnje asinkronog motora čvrsto je vezana uz iznos frekvencije napona napajanja, pa se promjena brzine vrtnje prati preko promjene te frekvencije. Dakle, frekvencija napona napajanja se postepeno podiže do 120% nazivne vrijednosti i ostavi tako 120 sekundi, nakon čega se vraća na nazivnu vrijednost. Poslije pokusa vitlanja preporučljivo je izmjeriti vibracije ležaja motora i usporediti ih s vibracijama izmjerenim prije. Ako su vibracije značajnije porasle, znači da je došlo do pomicanja dijelova rotora ili do trajnih mehaničkih deformacija.

3.11 PROVJERA POMOĆNE OPREME

U asinkronih se motora pojam pomoćna oprema najčešće svodi na ugrađene davače za mjerenje temperature i grijače. Ponekad se u vrlo velike motore ugrađuju i davači za mjerenje vibracija, no njihovo provjeravanje ovdje neće biti opisano. Što se tiče davača za mjerenje

temperature najčešće se ugrađuju otpornički termometri. Kod njih mjerena temperatura izaziva promjenu omskog otpora žičanog ili poluvodičkog otpornika. Otpornici se najčešće izrađuju od nikalne ili platinske žice pri čemu platinska žica ima puno širi raspon temperatura koje može mjeriti. Platinska se žica upotrebljava u području od -220°C do $+750^{\circ}\text{C}$, a nikalna od -60°C do $+150^{\circ}\text{C}$ [5]. Zbog toga što radna temperatura statorskog namota asinkronog motora može prijeći 150°C , ugrađuju se otpornički termometri od platinske žice. Njihova je popularna oznaka Pt 100, a to znači da im na temperaturi od 0°C omski otpor iznosi $100\ \Omega$. Prema njemačkom standardu DIN43760, otpor Pt100 termosonde mijenja se kako je prikazano u tablici:

T($^{\circ}\text{C}$)	0	20	40	60
R _{Pt100} (Ω)	100.00	107.80	115.54	123.24

Tablica 3.3 Temperaturna karakteristika termosonde Pt100 (DIN43760)

Provjera ugrađenih termosondi sastoji se od mjerenja omskog otpora i izolacijskog otpora. Omski se otpor mjeri s ommetrom pazeći pri tom da struja kroz Pt100 sondu ne prijeđe 5 mA. Temperatura okoline se mjeri pomoću alkoholnog termometra. Otpor izolacije mjeri se pomoću induktora s ispitnim naponom 250 V. Prema praksi društva KONČAR – Generatori i motori d.d, zadovoljavajuća vrijednost otpora izolacije termosonde je više od $100\ \text{M}\Omega$ na temperaturi do 40°C .

Grijači, koji se ugrađuju unutar kućišta asinkronog motora, održavaju namot toplim, i time ga štite od vlage. Provjera ispravnosti grijača sastoji se od mjerenja omskog otpora i otpora izolacije. Omski se otpor mjeri ommetrom na sobnoj temperaturi, a iznos mu mora biti u skladu s izrazom:

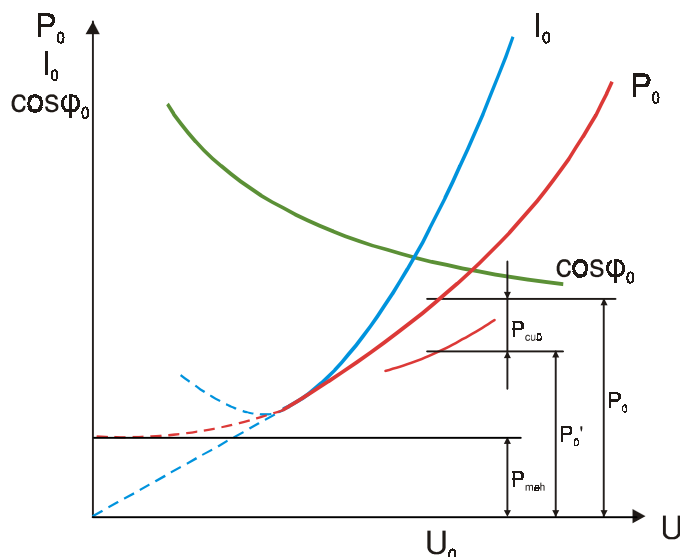
$$R = \frac{U^2}{P} \quad (3.6)$$

gdje je U nazivni napon grijača, a P njegova nazivna snaga. Mjerenje otpora izolacije se provodi pomoću induktora s ispitnim naponom 500 V, na sobnoj temperaturi. Sukladno praksi društva KONČAR – Generatori i motori d.d, zadovoljavajuća vrijednost otpora izolacije je više od $4\ \text{M}\Omega$ na temperaturi do 40°C .

3.12 SNIMANJE KARAKTERISTIKA PRAZNOG HODA

Snimanje karakteristika praznog hoda spada u grupu tipskih ispitivanja. Svrha ovog ispitivanja je odrediti gubitke praznog hoda i što je još važnije rastaviti ih na gubitke u željezu

i mehaničke gubitke. Ispitivani se motor montira u radni položaj, bilo da je on horizontalan, vertikalni ili pod nekim kutem. U praznom je hodu osovina motora mehanički neopterećena. Motor se priključi na trofaznu mrežu nazivne frekvencije i promjenjivog napona. Snimanje karakteristika započinje postepenim podizanjem napona do vrijednosti 30% veće od nazivnog. Postepenim se snižavanjem napona za svaku radnu točku očitavaju vrijednosti struje i snage koju motor uzima iz mreže - Slika 3.5.

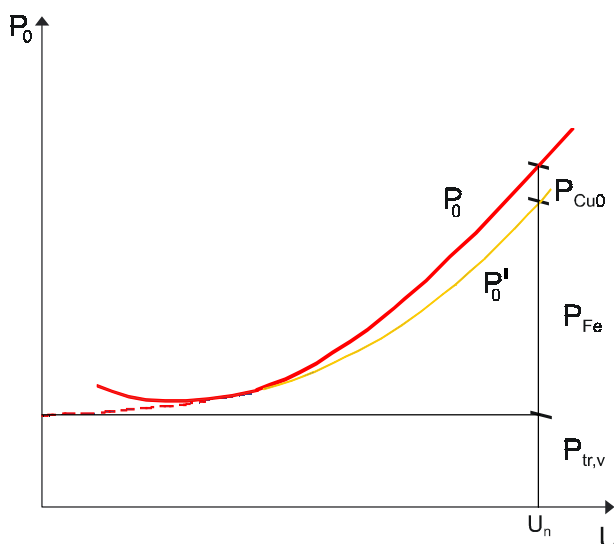


Slika 3.5 Karakteristike praznog hoda $P_0, I_0, \cos\varphi_0 = f(U)$

Karakteristike se snimaju silazno do 25% nazivnog napona ili do onog trenutka kad struja praznog hoda motora počinje rasti. Nakon snimanja karakteristika praznog hoda pristupa se određivanju gubitaka. Gubici praznog hoda asinkronog motora sastoje se od gubitaka u željezu, gubitaka u namotu i mehaničkih gubitaka:

$$P_0 = P_{Fe} + P_{Cu0} + P_{tr,v} \quad (3.7)$$

Gubici u željezu (P_{Fe}) uzrokovani su histerezom i vrtložnim strujama. Gubici u namotu (P_{Cu0}) postoje zbog struje praznog hoda koja teče statorskim namotom, a mehanički gubici ($P_{tr,v}$) nastaju zbog trenja u ležajima motora te zbog strujanja ventilacijskog zraka. Gubici u željezu, a i mehanički gubici stalni su za stalan napon i frekvenciju napajanja. Zbog toga ih je potrebno što točnije odrediti jer se oni ne mijenjaju ovisno o opterećenju. To je naročito važno pri određivanju faktora korisnosti za razna opterećenja. Da bi se točno odredili gubici u željezu asinkronog motora pri određenom naponu, potrebno je točno poznavati snagu koju motor uzima iz mreže (P_0), struju praznog hoda (I_0) i gubitke zbog trenja i ventilacije ($P_{tr,v}$). Snaga P_0 i struja I_0 su izmjerene veličine, dok se gubici trenja i ventilacije određuju iz karakteristika praznog hoda.



Slika 3.6 Gubici praznog hoda P_0 , uži gubici praznog hoda P_0' i gubici trenja i ventilacije $P_{tr,v}$

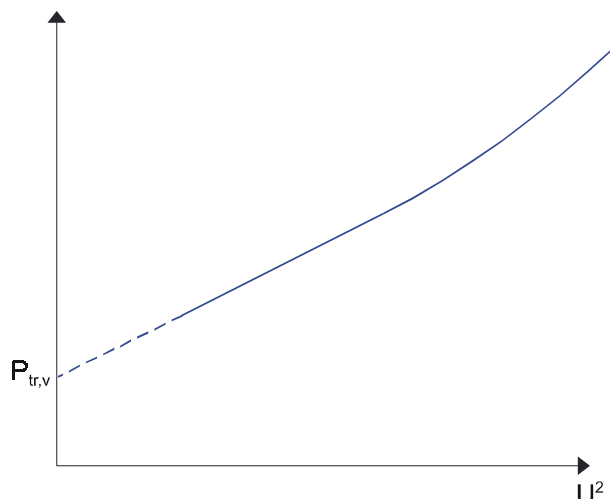
Slika 3.6 prikazuje da, gubici trenja i ventilacije predstavljaju snagu koju bi stroj uzimao iz mreže pri naponu nula. U praznom hodu asinkronog motora to je nemoguće stvarno izmjeriti jer za niske napone snaga koju motor uzima iz mreže počinje rasti, umjesto da pada. Naime, struja koju motor uzima iz mreže u praznom hodu ima induktivnu i radnu komponentu. Induktivna komponenta služi za magnetiziranje željeza, a radna za razvijanje momenta na osovini motora. Jedini moment koji je prisutan na osovini u praznom hodu je moment trenja i ventilacije. Taj je moment prema nazivnom momentu malen, i motor ga u praznom hodu bez problema pokriva, što se odražava vrlo malim, gotovo neznatnim klizanjem. Iz [6] je poznato da moment na osovini asinkronog motora pada s kvadratom napona mreže. To znači da će kod dovoljno sniženog napona, moment koji razvija asinkroni motor postati niži od momenta trenja i ventilacije. Tada motor počne izlaziti iz stanja praznog hoda jer mu klizanje više nije nezatno. Sada struja u rotorskom namotu počne rasti struja, a zbog nje i struja u statorskom namotu. Zbog svega toga raste i snaga koju motor uzima iz mreže rastu, iako napon napajanja pada, i motor se nalazi u nestabilnom radnom području. Da bi se odredilo gubitke trenja i ventilacije potrebno je najprije odvojiti strujne gubici u praznom hodu (P_{Cu0}). To je moguće, ako se poznaje otpor statorskog namota motora. Uz podatak o otporu treba znati i temperaturu pri kojoj je otpor izmjeren kako bi se mogla izvršiti njegova korekcija.

$$P_{Cu0} = 1,5 \cdot I_0^2 \cdot R \quad (3.8)$$

Ovdje je I_0 struja praznog hoda, a R otpor statorskog namota izmjeren između dviju stezaljki. Nakon odvajanja strujnih gubitaka dobiju se uži gubici praznog hoda (P_0'). Oni se sastoje od gubitaka trenja i ventilacije ($P_{tr,v}$) i gubitaka u željezu (P_{Fe}).

$$P'_0 = P_0 - P_{Cu0} = P_{Fe} + P_{tr,v} \quad (3.9)$$

Obzirom da se tijekom pokusa praznog hoda motor vrti stalnom brzinom vrtnje gubici trenja i ventilacije su također stalni - Slika 3.6. Gubici u željezu su približno proporcionalni kvadratu napona na stezaljkama motora, sve dok magnetski krug motora ne uđe u zasićenje. To znači da je krivulju užih gubitaka praznog hoda u funkciji kvadrata napona moguće aproksimirati pravcem sve dok motor nije u zasićenju - Slika 3.7.



Slika 3.7 Grafičko određivanje gubitaka trenja i ventilacije

Pravac kojim se aproksimira krivulja $P'_0=f(U^2)$ ima općeniti oblik:

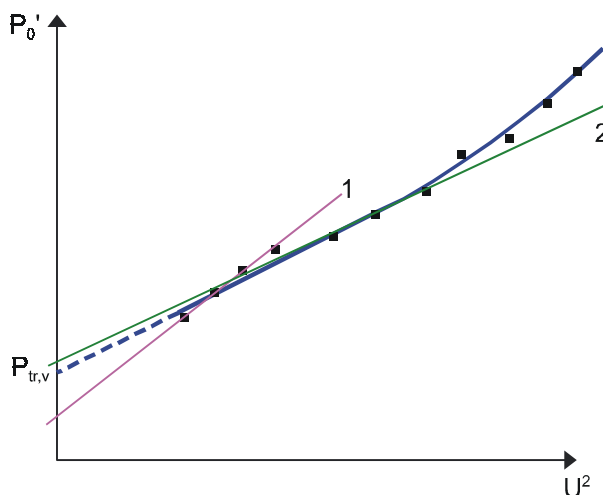
$$y = a \cdot x + b \quad (3.10)$$

Nakon uvrštavanja oznaka za snagu i kvadrat napona dobije se izraz:

$$P'_0 = k \cdot U^2 + P_{tr,v} \quad (3.11)$$

Iz ovoga slijedi da odsječak pravca na osi ordinate predstavlja gubitke trenja i ventilacije asinkronog motora. Bitan korak ove aproksimacije jest određivanje gornje točke, odnosno najvišeg napona kod kojeg magnetski krug motora još nije u zasićenju. Ovisno kako je motor projektiran, varira i točka ulaska magnetskog kruga u zasićenje. Logično bi bilo uzeti par točaka pri najnižem naponu i provući kroz njih pravac. No, ovaj način razmišljanja ne vrijedi, ako svaka točka praznog hoda nije snimljena pri točno istoj frekvenciji, što je čest slučaj u praksi. Naime, u ispitnoj stanici tvornice KONČAR - Generatori i motori napon napajanja ispitivanog motora dolazi sa sinkronog generatora kojeg pokreće istosmjerni motor. Regulacija napona napajanja motora se vrši preko uzbude sinkronog generatora. Čim se promjeni napon napajanja motora, radna točka sinkronog generatora se mijenja pa se sukladno s time mijenja i njegova brzina vrtnje, odnosno frekvencija napona, koja se pak podešava preko napona armature istosmjernog pogonskog motora.

Bez regulatora frekvencije, teško je dobiti točno istu frekvenciju za različite mjerne točke. Zbog toga se dešava da u prikazu $P_0' = f(U^2)$ mjerne točke pri nižim naponima ne leže idealno na pravcu, već postoji određeno rasipanje. Drugi razlog zbog kojeg dolazi do rasipanja mjernih točaka je i promjena mjernog područja analognih instrumenata (ukoliko se koriste) te pogreške strujnih i naponskih mjernih transformatora. Slika 3.8 prikazuje tipično rasipanje mjernih točaka.



Slika 3.8 Pogreške u određivanju gubitaka trenja i ventilacije

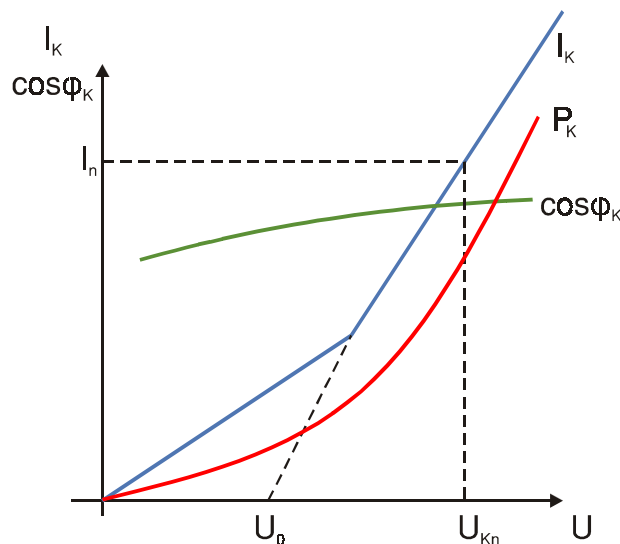
Ako bi se, sada, interpolacijski pravac provukao kroz prve četiri točke (Slika 3.8), pravac 1, dobili bi se bitno manji gubici trenja i ventilacije nego da se pravac provuče kroz prvih sedam točaka - pravac 2. Kao što se na slici vidi, niti jedan od pravaca ne određuje stvarnu vrijednost gubitaka trenja i ventilacije. No, pravac 2 bitno manje odstupa od točne vrijednosti, nego pravac 1. Dakle, treba biti oprezan kod određivanja najviše mjerne točke koja će ući u proračun gubitaka trenja i ventilacije. Iskustveno se može zaključiti da neće biti znatne pogreške u određivanju gubitaka trenja i ventilacije, ako se za najvišu mjernu točku koja ulazi u proračun, odabere ona, kod koje struja praznog hoda iznosi 60 do 70% nazivne struje praznog hoda motora. Kako su gubici trenja i ventilacije stalni, neovisno o priključenom naponu, sada je moguće odrediti gubitke u željezu:

$$P_{Fe} = P_0' - P_{tr,v} \quad (3.12)$$

Treba zaključiti da točnost određivanja gubitaka trenja i ventilacije utječe na točnost određivanja gubitaka u željezu. Prema tome, pri snimanju karakteristika praznog hoda treba snimiti što više mjernih točaka, da bi se što točnije odredili gubici trenja i ventilacije. No, treba imati na umu, da snimanje karakteristika praznog hoda treba prekinuti počne li motor odlaziti u nestabilnost tj. ako mu struja počne rasti. Desi li se to, mjerne točke kod kojih je struja počela rasti, treba zanemariti pri određivanju gubitaka trenja i ventilacije, baš kao i one kod kojih je magnetski krug motora u zasićenju.

3.13 SNIMANJE KARAKTERISTIKA KRATKOG SPOJA

Da bi se asinkroni motor ispitao u kratkom spoju potrebno mu je mehanički zakočiti rotor. Slika 3.9 prikazuje karakteristike kratkog spoja koje predstavljaju krivulje struje, snage i faktora snage u ovisnosti o naponu kratkog spoja.



Slika 3.9 Karakteristike kratkog spoja - $P_k, I_k, \cos \varphi_k = f(U)$

Od njih je najvažnija karakteristika struje kratkog spoja koja predstavlja struju pokretanja pri određenom naponu. Stacionarna vrijednost struje kratkog spoja asinkronog motora pri nazivnom naponu (potezna struja) iznosi od 4 do 7 puta nazivna struja [4]. Tako velike struje izazivaju prekomjerno zagrijavanje statorskog i rotorskog namota motora, zbog čega se, pogotovo kod velikih motora, izbjegava ispitivanje na punom naponu. Osim toga, zbog ograničenja u instaliranoj snazi pogona ispitne stanice izravno snimanje struje kratkog spoja pri nazivnom naponu često je nemoguće provesti. Zbog toga se ispitivanje provodi sa sniženim naponom, a zatim se preračunava na nazivni. No, pri preračunavanju može doći do netočnih rezultata. Slika 3.9 prikazuje krivulju struje kratkog spoja i vidi se da ona ima približno linearni karakter na nižim i višim naponima, ali uz različiti koeficijent smjera aproksimacijskog pravca. Razlog tome je utjecaj zasićenja dijelova magnetskog kruga motora poglavito zubi statora i rotora. Kod nekih motora, uglavnom onih s kaveznom rotorom, zasićenje u zubima statora i rotora ne nastupa istovremeno pa krivulja struje kratkog spoja ima dvije točke loma. Ako se karakteristike kratkog spoja snimi samo pri nižim naponima pa se onda provede ekstrapolacija struje po pravcu do nazivnog napona, tako dobivene vrijednosti potezne struje mogu biti niže od stvarne za 20 do 50% [14]. U [17] je primijenjen drukčiji pristup aproksimiranja karakteristike struje kratkog spoja. Krivulja se aproksimira polinomom drugog stupnja sve dok magnetski krug motora ne uđe u zasićenje. Nakon toga se karakteristika struje kratkog spoja aproksimira pravcem. I ovdje se do iznosa struje kratkog

spoja pri nazivnom naponu dolazi linearnom aproksimacijom, ali tek od točke u kojoj je magnetski krug stroja u zasićenju. Ova točka ne vrijedi za sve strojeve jednako i problem ju je analitički odrediti. Zbog svega toga, u praksi je potrebno mjerenje struje kratkog spoja provesti na što je moguće višem naponu i onda ju ekstrapolirati do nazivnog napona koristeći izraz.

$$I_{kn} = I_{kmj} \cdot \frac{U_n}{U_{mj}} \quad (3.13)$$

Poznavajući snagu i struju kratkog spoja te linijske otpore statorskog namota teoretski je moguće izračunati moment kratkog spoja prema relaciji:

$$M_k = \frac{P_k - 1,5 \cdot R \cdot I_k^2}{\omega_s} \quad (3.14)$$

U izrazu 3.14 P_k je snaga, a I_k struja kratkog spoja. R je otpor između stezaljki statorskog namota, a ω_s je sinkrona kutna brzina motora. No, ovakvo računanje momenta kratkog spoja zbog praktičnih razloga ne dovodi do točnih vrijednosti. Iznos otpora statorskog namota ovisi o temperaturi, a kako teče velika struja temperatura se brzo mijenja i nju bi trebalo očitavati za svaki iznos očitane struje. Razlika u temperaturi između pojedinih mjernih točaka smanjuje se time što snimanje karakteristika započinje s najvišom vrijednošću struje. Tako se namot u početku ispitivanja najviše zagrije, dok kasnije temperatura stagnira. Izgled krivulje faktora snage kratkog spoja daje informaciju koliko je stalna temperatura namota tijekom ispitivanja bila. Naime, da su iznosi omskih otpora namota u motoru konstantni bio bi i faktor snage kratkog spoja bio konstantan. Druga prepreka za izračunavanje momenta iz (3.14) je snaga kratkog spoja, koja osim gubitaka u namotu statora i snage u zračnom rasporu pokriva i tzv. dodatne gubitke kratkog spoja. Dodatni gubici nastaju zbog gubitaka vrtložnih struja čiji je uzrok potiskivanje struje u bakru te gubitaka u aktivnom željezu i susjednim metalnim konstrukcijskim dijelovima motora. Dakle da bi se dobila točna vrijednost momenta kratkog spoja najbolje bi bilo izravno mjeriti moment na osovini motora pomoću dinamo-vage ili tenzometarskih davača za mjerenje momenta. Izmjereni ili izračunati moment pri sniženom naponu preračunavaju se na nazivni korištenjem izraza:

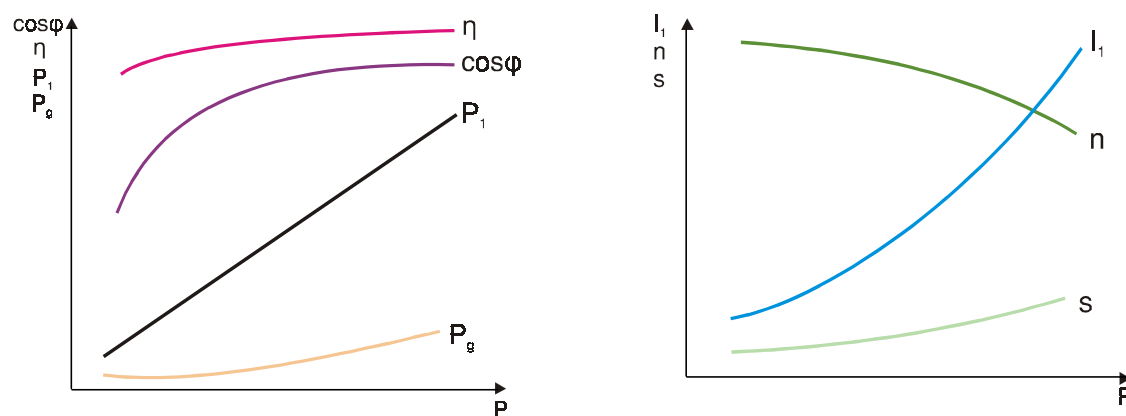
$$M_{kn} = M_{kmj} \left(\frac{U_n}{U_{mj}} \right)^2 \quad (3.15)$$

3.14 SNIMANJE KARAKTERISTIKA OPTEREĆENJA I ODREĐIVANJE STUPNJA KORISNOSTI

Karakteristike opterećenja ili radne karakteristike asinkronog motora daju informaciju o ponašanju asinkronog motora ovisno o njegovom opterećenju. Kod motora se opterećenje predstavlja mehaničkom snagom na osovini, koju je motor razvija ne bi li savladao moment tereta koji ga pokušava zaustaviti. Karakteristike opterećenja služe i za određivanje nazivnih podataka koji će se upisati na natpisnu pločicu. Time se ujedno i provjeravaju projektirane vrijednosti motora, ako se radi o novom motoru. Karakteristike opterećenja se snimaju uglavnom samo jedanput u radnom vijeku motora i to samo onda kad je nov. Na servisiranim se motorima rijetko kada provodi ovo ispitivanje, osim u slučaju da je došlo do zamjene namota, kada se motor može smatrati novim. Karakteristike opterećenja su ovisnosti sljedećih parametara o razvijenoj snazi na osovini motora:

- snaga koju motor uzima iz mreže $P_1 = f(P)$
- ukupni gubici motora $P_g = f(P)$
- korisnost motora $\eta = f(P)$
- faktor snage motora $\cos\varphi = f(P)$
- struja koju motor uzima iz mreže $I_1 = f(P)$
- brzina motora $n = f(P)$
- klizanje motora $s = f(P)$

Slika 3.10 prikazuje tipične karakteristike opterećenja. One su razdvojene na dva grafa kako bi se dobilo na njihovoj preglednosti.



Slika 3.10 Karakteristike opterećenja - η , $\cos\varphi$, P_1 , P_g , I_1 , n , $s = f(P)$

U praksi se može naići na dva različita prikaza karakteristika opterećenja. Jedan je opisan u [1], gdje se karakteristike opterećenja prikazuju u ovisnosti o ulaznoj snazi iz mreže (P_1), jer se ona izravno mjeri vatmetrima za vrijeme pokusa opterećenja. Drugi je način prikazati karakteristike opterećenja u ovisnosti o razvijenoj snazi motora (P). To je puno praktičnije jer

je razvijena snaga motora jedan od njegovih nazivnih parametara u ovisnosti o kojem se računaju vrijednosti karakteristika opterećenja.

Snimanje karakteristika opterećenja provodi se pokusom opterećenja. Tijekom pokusa napon i frekvencija napajanja motora moraju biti stalnog iznosa, a mjerene veličine predstavljaju: ulazna snaga iz mreže (P_1), struja motora (I_1), faktor snage ($\cos\varphi$) i brzina vrtnje motora (n). Ako se motor tereti preko dinamo-vage, ili je između spojki ispitivanog i teretnog motora ugrađen davač za mjerenje momenta, moguće je tijekom pokusa opterećenja izravno mjeriti razvijenu snagu na osovini motora. Ovdje treba biti oprezan pri određivanju korisnosti jer vrlo male greške u mjerenju razvijene snage uzrokuju velike pogreške u izračunavanju korisnosti. Koristeći dinamo-vagu, prema [1] zbog pogrešaka u mjerenju momenta i brzine vrtnje može se očekivati mjerenje razvijene snage s točnošću 1%. Ovo znači da se i korisnost motora preko izravnog mjerenja razvijene snage motora određuje s pogreškom od $\pm 1\%$. To za velike asinkrone motore, koji imaju vrlo visoki stupanj korisnosti, predstavlja grubu grešku, budući da IEC propisi [24] za motore iznad 50 kW toleriraju odstupanje korisnosti u iznosu -15% od vrijednosti izraza $1-\eta$. Radi ovih je problema propisana metoda određivanja korisnosti, a preko nje i razvijene snage, pomoću sumacije parcijalnih gubitaka u asinkronom motoru. No, i ovdje se javljaju problemi točnog izračunavanja korisnosti vezani za postojanje dodatnih gubitaka koji se ne mogu točno izračunati već se njihov iznos aproksimira. Podrobnije će ovaj problem biti objašnjen u nastavku teksta. Razvojem suvremene mjerne tehnike uvedeni su u primjenu davači za mjerenje razvijenog momenta na osovini motora preko torzijskih naprezanja, koja se mjere pomoću ugrađenih tenzometara [35]. Unutar istog je uređaja ugrađen i precizan davač za mjerenje brzine vrtnje pa se razvijena snaga može istovremeno izračunati. Sam tijek snimanja karakteristika opterećenja sličan je snimanju karakteristika praznog hoda i kratkog spoja. Karakteristike se snimaju silazno, što znači da je prva očitana mjerna točka na najvišem opterećenju (oko 20% više od nazivnog). Kao i kod kratkog spoja, ovime se izbjegava utjecaj zagrijavanja namota na mjerenje veličina. Treba napomenuti da se snimanje karakteristika opterećenja provodi nakon zagrijavanja motora provedenog pod punim teretom što dodatno smanjuje utjecaj zagrijavanja namota.

3.15 ODREĐIVANJE KORISNOSTI MOTORA

Ako su prethodno poznati rezultati gubitaka praznog hoda te temperature namota može se nakon snimanja jedne ili više mjernih točaka pristupiti određivanju korisnosti. već je prije spomenuto da se korisnost može izračunati na dva načina. Jedan je preko izravnog

mjerjenja razvijene snage motora, a drugi preko zbrajanja pojedinačnih gubitaka u motoru. Ovaj se drugi način vrlo često koristi u praksi pogotovo pri snimanju karakteristika opterećenja velikih asinkronih motora. U IEC standardima [23] i [25] opisane su metode kako se određuju pojedinačni gubici. Gubici u asinkronom motoru dijele se u tri skupine:

- gubici u aktivnim dijelovima motora (magnetska jezgra i namoti)
- gubici trenja i ventilacije
- dodatni gubici

a) Gubici u aktivnim dijelovima motora

Aktivnim dijelovima motora smatraju se statorski paket, rotorski paket, te namot statora i rotora. **Gubici u statorskom paketu (P_{Fe})** određuju se iz karakteristike praznog hoda $P_0=f(U)$. U rotorskom paketu se zbog niske frekvencije induciranog napona mogu zanemariti gubici u željezu.

Gubici u statorskom namotu (P_{Cu1}) se određuju prema relaciji:

$$P_{Cu1} = 1,5 \cdot I_1^2 \cdot R \quad (3.16)$$

gdje I_1 predstavlja izmjerenu struju statorskog namota, a R otpor statorskog namota izmjeren između stezaljki i preračunat na referentnu temperaturu klase izolacije namota. Vrijednosti referentnih temperatura za pojedine klase izolacije prema [27] nalaze se u tablici 3.4:

KLASA IZOLACIJE NAMOTA	REFERENTNA TEMPERATURA (°C)
A, E	75
B	95
F	115
H	130

Tablica 3.4 Referentne temperature za preračunavanje otpora

Preračunavanje otpora bakrenog namota na drugu temperaturu vrši se prema poznatom izrazu:

$$\frac{R_t}{R_{hl}} = \frac{235 + T_t}{235 + T_{hl}} \quad (3.17)$$

R_t i R_{hl} predstavljaju „toplu” i „hladnu” vrijednost otpora namota, a T_t i T_{hl} temperature pri kojima je mjeren „topli”, odnosno „hladni” otpor.

Gubici u rotorskom namotu (P_{2el}) ne mogu se izravno izmjeriti. Iz nadomjesne sheme asinkronog motora [6] poznato je da se razvijena mehanička snaga prikazuje promjenjivim otpornikom čija vrijednost ovisi o reduciranoj vrijednosti omskog otpora rotorskog namota (R_2') i klizanju motora (s) prema relaciji:

$$P_{meh} \approx \frac{1-s}{s} \cdot R_2' \quad (3.18)$$

Dakle, snaga okretnog polja P_{12} , raspodjeljuje se na razvijenu mehaničku snagu i snagu koja se troši na gubitke u rotorskom namotu, u omjeru $(1-s) : s$. Iz ovog proizlazi, da se gubici u rotorskom namotu motora mogu odrediti prema izrazu:

$$P_{2el} = s \cdot P_{12} \quad (3.19)$$

Kako se klizanje, baš kao i omski otpori, mijenja ovisno o temperaturi potrebno ga je preračunati na referentnu temperaturu. Vrijednost ove temperature, kao i kod gubitaka u statorskom namotu, ovise o upotrijebljenoj izolaciji. Kako u rotorskom namotu nema ugrađenih termosondi, kao u statorskom namotu, potrebno mu je procijeniti temperaturu. Kod kolutnih se motora nakon pokusa zagrijavanja, a prije snimanja karakteristika opterećenja, provodi mjerenje otpora rotorskog namota. Mjerenje se provodi U-I metodom, čime se može približno odrediti temperatura namota za vrijeme ispitivanja. Kod kaveznih je motora situacija još više zamršena, jer se temperatura rotorskog namota ne može niti direktno mjeriti niti određivati U-I metodom. Zato se kod kaveznih motora za temperaturu rotorskog namota uzima temperatura statorskog namota u toku ispitivanja. Korekcija klizanja se vrši prema izrazu u kojem se vrijednost R_t i R_{hl} zamjenjuju s vrijednostima s_t i s_{hl} za „toplo” i „hladno” klizanje. Broj 235, koji se javlja u spomenutom izrazu, koristi se kad je rotorski namot izrađen od bakra, ako je pak rotorski namot izrađen od aluminija što je danas sve češći slučaj tada je umjesto broja 235 potrebno u izraz (3.17) uvrstiti broj 225.

b) Gubici trenja i ventilacije

Gubici trenja i ventilacije ($P_{tr,v}$) određuju se iz karakteristike praznog hoda $P_0=f(U)$.

Postupak njihovog određivanja detaljno je objašnjen u poglavlju 3.13. Gubici trenja nastaju u ležajima motora, a u kolutnih motora i u prislonjenim četkicama. Gubici ventilacije, kao što im samo ime kaže, nastaju zbog trenja ventilacijskog zraka na svim dijelovima motora.

c) Dodatni gubici

Dodatni gubici (P_{dod}) prema [1] i [2] kod opterećenog asinkronog motora predstavljaju sve one gubitke koji nisu obuhvaćeni gore navedenim tj. gubicima u statorskom paketu (P_{Fe}), gubicima u statorskom namotu (P_{Cu1}), gubicima u rotorskom namotu (P_{2el}) te gubicima trenja i ventilacije ($P_{tr,v}$). Po definiciji, dodatni gubici u ovom smislu ne obuhvaćaju sve tzv. proračunske dodatne gubitke, a to su oni koji se računaju pri elektromagnetskom proračunu stroja. Ovdje se dodatnim gubicima smatraju samo kao oni gubici koje nije moguće izmjeriti standardnim ispitnim metodama i oni prema [8] obuhvaćaju sljedeće:

- $P_{Cu1\ dod}$ - dodatne gubitke u namotu statora nastale zbog potiskivanja statorske struje;
- $P_{Fe\ dod}$ - dodatne gubitke u željezu statora nastale zbog deformacije krivulje glavnog polja uslijed čega se mijenjaju gubici histereze i vrtložnih struja izmjerenih u praznom hodu;
- $P_{m\ dod}$ - ostale dodatne gubitke nastale uslijed viših harmoničkih članova polja pri opterećenju, koji se pokrivaju iz mehaničke snage.

Iznos dodatnih gubitaka vrlo je teško odrediti. Prema [2] i [27] dodatni se gubici mjerenjem određuju se iz razlike stvarnih gubitaka i osnovnih gubitaka prema izrazu:

$$P_{dod} = P_g - (P_{Cu1} + P_{Fe} + P_{2el} + P_{meh}) \quad (3.20)$$

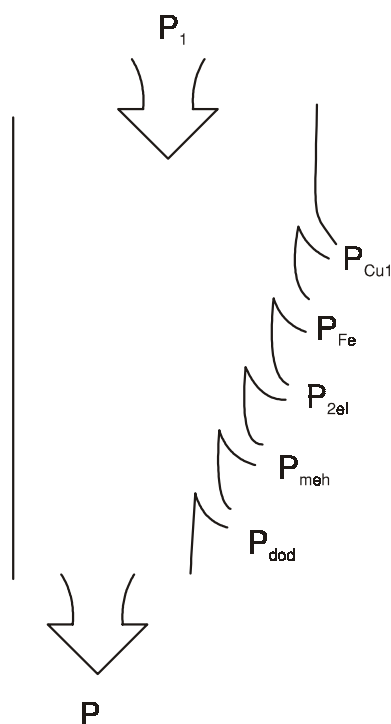
gdje se stvarni gubici računaju iz razlike ulazne snage (P_1) i snage predane na osovini motora (P):

$$P_g = P_1 - P \quad (3.21)$$

Izrazi (3.20) i (3.21) upućuju, da je kod pokusa opterećenja potrebno, uz standardne mjerne veličine, mjeriti i predanu snagu na osovini motora (P). Obzirom da je često snagu na osovini složeno za izmjeriti, a i pogreška može biti gruba kako je već prije objašnjeno to se u praksi koristi aproksimativni izraz:

$$P_{dod} = 0,005 \cdot P_{1n} \cdot \left(\frac{I_1}{I_n} \right)^2 \quad (3.22)$$

gdje je P_{1n} snaga koju motor uzima iz mreže pri nazivnom opterećenju, I_1 je izmjerena struja,



I_{1n} nazivna struja statorskog namota. Kako se dodatni gubici stvaraju dijelom u statorskom, a dijelom u rotorskom namotu postavlja se pitanje da li ih smjestiti u grupu statorskih ili rotorskih gubitaka. Prema [1] i [8] dodatni se gubici smještaju u statorsku grupu gubitaka. To se objašnjava činjenicom da je većina dodatnih gubitaka nastala u statoru pa ih tamo treba i svrstati. Ovo razmatranje vrijedi za čisto sinusna napone napajanja. U IEC [25] i američkim IEEE [23] standardima dodatni se gubici oduzimaju na kraju od mehaničke snage motora. Time ih se svrstava u rotorsku grupu gubitaka što predstavlja suvremeniji pristup problemu. Danas se sve više za regulaciju pogona s asinkronim motorom koriste frekvencijski pretvarači. Oni stvaraju napon napajanja s velikim brojem viših harmonike.

Slika 3.11 Raspodjela pojedinačnih gubitaka u asinkronom motoru

Sada, dodatni gubici koji se pojavljuju zbog viših harmonika nisu više tako mali kao kod sinusoidalnog napona napajanja. Kako se ovi gubici pokrivaju iz mehaničke snage, opravdano je svrstati ukupne dodatne gubitke u rotorsku grupu gubitaka. Slika 3.11 grafički prikazuje raspodjelu pojedinačnih gubitaka u asinkronom motoru.

3.16 ISPITIVANJE MOTORA S FREKVENCIJSKIM PRETVARAČEM

U prethodnom je spomenut problem pri određivanju gubitaka motora koji se napajaju iz pretvarača frekvencije. Najčešći pogoni s frekvencijskim pretvaračima su oni koji koriste pretvarače s istosmjernim međukrugom i to s utisnutim naponom i utisnutom strujom. Kad se motor napaja iz pretvarača frekvencije gubici su mu veći nego u slučaju napajanja iz izvora sinusoidalnog napona. Ovi dodatni gubici ovise o frekvencijskom spektru harmonika napona napajanja motora i sastoje se od sljedećih komponenti:

- dodatni I^2R gubici u statorskom namotu
- dodatni I^2R gubici u rotorskom namotu
- dodatni gubici u aktivnom željezu

Zbog svega toga je potrebno izvršiti korekciju izraza (3.22). Tako se za kavezne motore snage iznad 30 kW na frekvencijama 50 ili 60 Hz, napajane iz pretvarača s utisnutom strujom, na dodatne gubitke (3.22) dodaju još gubici u iznosu od 1% ulazne snage motora (P_1). Za kavezne motore napajane iz pretvarača s utisnutim naponom dodatni se gubici u motoru (3.22) povećavaju za 1.5% ulazne snage (P_1) pri nazivnom opterećenju [27]. Kod primjene pretvarače sa širinsko impulsnom modulacijom, nema egzaktnog izraza jer dodatni gubici ovise o modulacijskoj metodi pretvarača. Ovi su iznosi dobiveni eksperimentalnim putem uspoređujući gubitke istog motora, jednom napajanog iz pretvarača, a drugi put iz sinusoidalnog izvora napajanja. Treba zaključiti da se za određivanje gubitaka u motoru preferira ispitivanje motora s istim tipom izvora napajanja kakav će biti i u stvarnom pogonu [27], ukoliko to omogućava postrojenje ispitne stanice proizvođača. Ova se ispitivanja posebno dogovaraju s kupcem, jer procedure ispitivanja ovise o vrsti pretvarača frekvencije koji će se koristiti za ispitivanje.

3.17 POKUS ZAGRIJAVANJA

Pokus zagrijavanja ili pokus trajnog rada, kako ga se naziva u [1], koristi se za kvalitativnu ocjenu toplinskog proračuna stroja. Izolacijski materijali koji se upotrebljavaju u

strojogradnji osjetljivi su na visoke temperature. Na nedozvoljeno visokim temperaturama izolacijski materijali gube izolacijska svojstva pri čemu im se životna dob smanjuje. Dozvoljena zagrijavanja strojeva ovise o korištenim izolacijskim materijalima, koji su podijeljeni u klase označene slovima: A, E, B, F i H. Pod pojmom zagrijavanje, podrazumijeva se pojam nadtemperatura namota, koja se dobije oduzimanjem temperature rashladnog medija od izmjerene temperature namota. Ponekad se može desiti da se za motor ugovori dozvoljeno zagrijavanje jedne klase, dok se u izgradnji stroja koristi izolacijski materijal više klase. Dozvoljena nadtemperatura definirana je standardom [24] za pojedinu klasu izolacije i ono se određuje za najtoplije mjesto u stroju.

KLASA IZOLACIJE	DOZVOLJENO ZAGRIJAVANJE
A	65 K
E	80 K
B	90 K
F	115 K
H	140 K

Tablica 3.5 Dozvoljena nadtemperatura namota

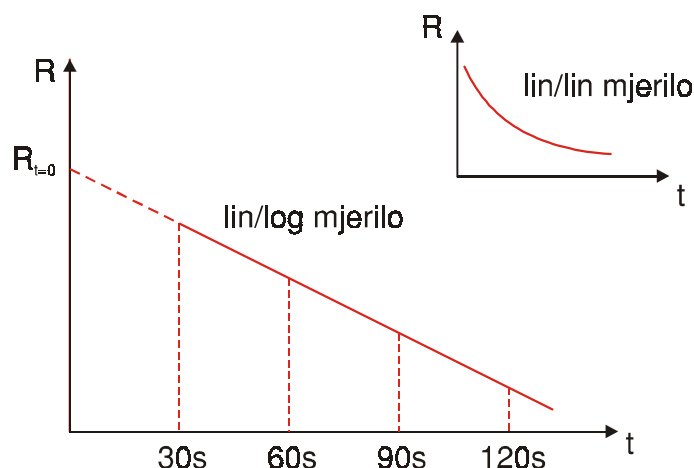
Što se tiče metoda za mjerenje zagrijavanja stroja IEC standard [24] navode četiri:

- mjerenjem omskog otpora namota U-I metodom
- mjerenjem temperature pomoću ugrađenih termosondi
- mjerenjem temperature pomoću naknadno postavljenih termometara
- mjerenjem omskog otpora namota metodom superpozicije.

Svaka je od ovih metoda primjenjiva u praksi, ali može dati različite rezultate pri mjerenju temperature. Naime, poznato je da se dijelovi namota različito zagrijavaju. Utorski su dijelovi namota slabo su dostupni ventilacijskom zraku pa se redovito više zagrijavaju glava namota. Tako se mjerenjem omskog otpora U-I metodom, ne određuje stvarna temperatura najtoplijeg mjesta u namotu, već srednja temperatura cijelog namota. Ugrađenim se termosondama dolazi do stvarnijeg rezultata. Treba naglasiti da se termosonde ne ugrađuju samo zbog ispitivanja u tvornici. One su dio ugovorene pomoćne opreme za dotičan motor i koriste se u sustavu za nadzor rada motora u stvarnom pogonu za koji je motor i projektiran. Ako motor ima ugrađene termosonde ipak je za potrebe ispitivanja potrebno ugraditi dodatne termometre koji će mjeriti temperature rashladnog medija. Ako pak motor nema ugrađenih termosondi zagrijavanje se u tvornici mjeri naknadno postavljenim termometrima. To su kao i u prethodnom slučaju, najčešće termoparovi bakar-konstantan ili alkoholni termometri. Oni se

ugrađuju na različita mjesta na motoru, primjerice, na izlazu i ulazu rashladnog zraka, kućištu motora, statorskom paketu itd. Posljednja metoda koju za mjerenje zagrijavanja propisuje IEC [24] je metoda superpozicije. Njome se mjeri omski otpor namota koji se zagrijava bez zaustavljanja stroja. Naime za vrijeme trajanja pokusa opterećenja na izmjeničnu se struju superponira mali iznos istosmjernje struje. Voltmetrom se tada mjeri istosmjerni pad napona čime je moguće izračunati omski otpor stroja. Treba naglasiti da je ova metoda primjenjiva samo za niskonaponske motore, ali se čak i tom slučaju rijetko primjenjuje u praksi.

Pokus zagrijavanja se u praksi provodi prije pokusa opterećenja, za vrijeme kojeg se snimaju karakteristike opterećenja. Opterećenje motora tijekom pokusa zagrijavanja mora biti nazivno kako bi mu se odredilo i nazivno zagrijavanje. Trajanje pokusa zagrijavanja ovisi o vrsti pogona za koji je ispitivani motor projektiran. Ako je to trajni pogon, pokus traje do stagniranja svih mjerenih temperatura, što može biti i 3 do četiri sata. Stagnacija temperatura je postignuta, ako je njen porast unutar jednog sata manji od 1°C . Za motore koji će raditi u kratkotrajnom pogonu trajanje pokusa je određeno predviđenim trajanjem opterećenja. Ako pak motor namijenjen za rad u intermitiranom pogonu, potrebno mu je ponavljati ciklus rada sve do stagnacije mjerenih temperatura unutar pojedinih dijelova ciklusa. Mjera za stagnaciju je kad porast temperature u istim dijelovima susjednih ciklusa bude manji od 2°C . Nakon stagnacija temperatura potrebno je provjeriti rezultate pokusa zagrijavanja mjerenjem omskog otpora toplog namota. Kod kaveznih se motora mjeri topli otpor statorskog namota, a kod kolutnih rotorskog. Mjerenje toplog omskog otpora se može provesti metodom superpozicije istosmjernje struje na izmjeničnu struju bez da se motor zaustavlja. Kako je ranije spomenuto, ovo ispitivanje nije primjenjivo za visokonaponske motore, tako da se u praksi uvijek koristi metoda mjerenja toplog otpora namota dok motor miruje. Za ovo je mjerenje jako važan podatak o vremenu koje je proteklo od rasterećenja do početka mjerenja, koje za velike motore mora biti manje od dvije minute. Dakle, nakon zaustavljanja mjeri se omski otpor toplog namota U-I metodom u pravilnim vremenskim razmacima od 30 sekundi. Izmjereni je omski otpor mjera za temperaturu u trenutku njegovog mjerenja, što se izračunava korištenjem izraza (3.17). Oduzimanjem izmjerene vrijednosti temperature rashladnog zraka dobiva se nadtemperatura namota u tom trenutku. Ako se sada nacrtava vremenska ovisnost nadtemperature namota i vremena proteklog od rasterećenja kad je otpor izmjeren, dobit će se eksponencijalno padajuća krivulja. Stvarna vrijednost zagrijavanja, odnosno, nadtemperature namota pod opterećenjem dobije se ekstrapolacijom omskog otpora po eksponencijalnoj krivulji do $t=0$ - Slika 3.12.



Slika 3.12 Grafičko određivanje nadtemperature namota pod opterećenjem

3.18 MJERENJE MOMENTA TROMOSTI ROTORA

Svaki je asinkroni motor složeni sustav, čija se stanja opisuju čitavim nizom mehaničkih, električnih, magnetskih i toplinskih veličina. Ako se te veličine ne mijenjaju asinkroni se motor nalazi u stacionarnom, odnosno kvazistacionarnom¹ pogonskom stanju. Ako se pak sve, ili neke od tih veličina mijenjaju, asinkroni se motor nalazi u dinamičkom pogonskom stanju. Drugim riječima, dinamičko je pogonsko stanje prijelaz između dva stacionarna. Taj prijelaz nikada nije skokovit. On traje određeno vrijeme, kada se odvijaju prijelazne pojave u mehaničkih, električnih, magnetskih i toplinskih veličina. Prijelazne se pojave ovih veličina odvijaju različitom brzinom, tako da ih se može odvojeno promatrati. Ako se promjeni moment tereta motora, motor će ga pokušati savladati i promijenit će mu se radna točka, što znači da će mu se promijeniti brzina vrtnje. Promjeni brzine vrtnje u dinamičkim se stanjima opire moment tromosti motora i radnog mehanizma. Da bi se moglo ocijeniti ponašanje motora u dinamičkim pogonskim stanjima potrebno mu je odrediti moment tromosti. Moment tromosti je mehanička veličina, poznata i kao polarni moment tromosti. On se općenito računa prema relaciji:

$$J = \int r^2 \cdot dm \quad (3.23)$$

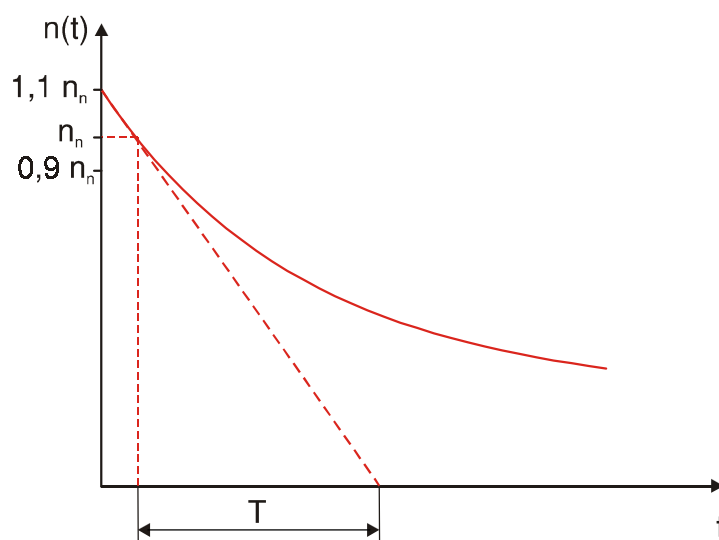
gdje je r udaljenost diferencijala mase dm od osi rotacije. Kako rotor asinkronog motora nije homogeno tijelo, teško mu je računski točno odrediti moment tromosti. Zbog toga su razvijene metode za njegovo određivanje, od kojih se najčešće koriste metoda zaustavljanja i metoda njihanja. Metoda njihanja često se koristi u tijeku proizvodnje kad se rotor nalazi van kućišta na postolju. U grupi se završnih ispitivanja vrši jedino na motoru s kotrljajućim

¹ U stacionarnom se stanju efektivne vrijednosti izmjeničnih veličina ne mijenjaju. Kako se trenutna vrijednost tih veličina ipak vremenski mijenja, često se za te veličine kaže da su u kvazistacionarnom stanju

ležajima. Ova je metoda detaljnije objašnjena u [12]. Druga metoda za mjerenje momenta tromosti je metoda zaustavljanja. Ona se izvodi kao završno ispitivanje, nakon snimanja karakteristike praznog hoda. Brzina vrtnje se podigne 10% iznad nazivne vrijednosti, kada se napon napajanja isključi. Sada se snima vremenska ovisnost brzine vrtnje motora do 90%-tnog iznosa nazivne brzine vrtnje. Brzina vrtnje opada zbog gubitaka trenja i ventilacije motora koji su približno stalni za ovaj interval brzine vrtnje. Poznavajući gubitke trenja i ventilacije može se odrediti moment tromosti prema relaciji:

$$J = \frac{91,189 \cdot P_{tr,v} \cdot T}{n^2} \quad (3.24)$$

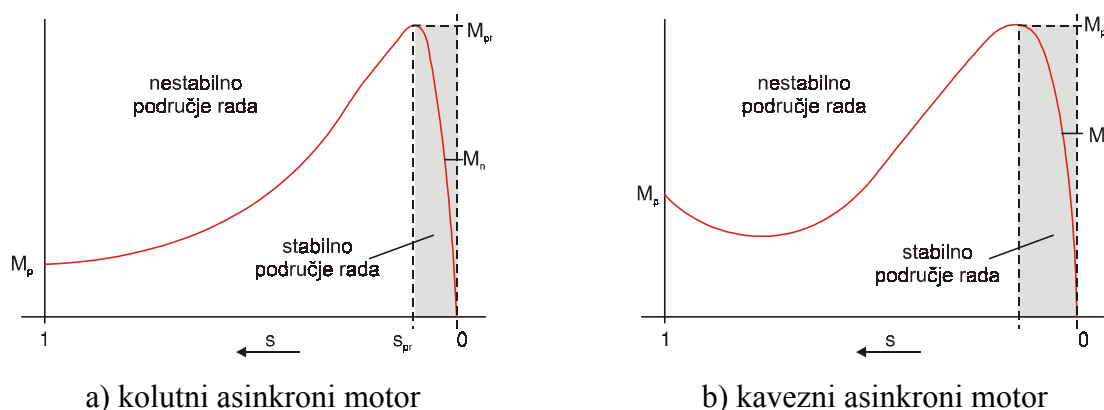
$P_{tr,v}$ su gubici trenja i ventilacije, n je nazivna brzina vrtnje, a T je vrijeme fiktivnog zaustavljanja. Slika 3.13 prikazuje način određivanja veličine T .



Slika 3.13 Određivanje momenta tromosti metodom zaustavljanja

3.19 SNIMANJE MOMENTNE KARAKTERISTIKE

Momentna karakteristika daje ovisnost razvijenog momenta na osovini i brzini vrtnje motora. Slika 3.14 prikazuje izgled tipičnih momentnih karakteristika za kavezne i kolutne motore. Ovo je statička karakteristika, i u pravilu bi se trebala snimati za vrijeme pokusa opterećenja motora. Kako je sa slike vidljivo, karakteristika momenta asinkronih motora se dijeli na stabilno i nestabilno područje rada. Stabilno se područje rada nalazi desno od prekretnog klizanja. Ovdje povećanjem momenta tereta pada brzina vrtnje motora. U nestabilnom području, koje se nalazi lijevo od prekretnog klizanja, brzina vrtnje raste s porastom momenta tereta.



Slika 3.14 Statička momentna karakteristika asinkronih motora

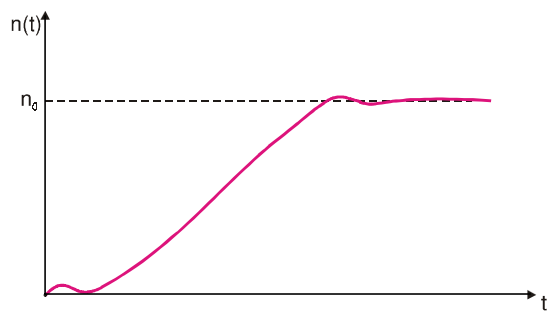
Moment bi se trebao snimati dinamo-vagom ili nekim drugim davačem za mjerenje momenta. Veliki se problem javlja na radnim točkama blizu prekretnog momenta, gdje motor više ne može savladati daljnje povećanje momenta tereta, te odlazi u kratki spoj. Da bi se zaštitio motor, snimanje se na ovaj način često provodi pri sniženom naponu. Kako sada do izraza ne dolazi utjecaj zasićenja na moment motora, ovakav način snimanja karakteristike momenta često daje nesigurne rezultate. Zbog svega ovoga se kod većih i velikih asinkronih motora provodi snimanje karakteristike momenta iz pokusa zaleta. Zalet motora je dinamičko pogonsko stanje u kojem motor postepeno prelazi iz stanja kratkog spoja u stanje praznog hoda. Trenutnim priključenjem motora na trofaznu mrežu nazivnog napona i frekvencije odvijaju se prijelazne pojave električkih, magnetskih, mehaničkih, ali i toplinskih veličina. Promjene ovih veličina međusobno su vezane i uzrokuju jedna drugu, što uvelike otežava njihovo analiziranje. Srećom veliki asinkronih motora imaju veliki moment inercije rotora pa električne i magnetske prijelazne pojave završavaju puno prije mehaničkih, a ove potonje završavaju puno prije toplinskih prijelaznih pojava. Sada je moguće do kraja pojednostaviti situaciju, odvojenim promatranjem pojedinih veličina. Dakle, u svakom pogonskom trenutku vrijedi jednadžba gibanja:

$$M_m = M_t + M_u \quad (3.25)$$

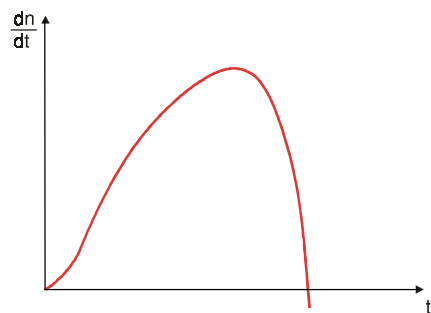
gdje je M_m moment motora, M_t moment tereta i M_u moment ubrzanja motora. Tijekom zaleta motora kojemu je osovinu neopterećena, jedini je moment tereta koji mora savladati moment trenja i ventilacije. Ovaj je moment u velikih asinkronih motora vrlo mali (oko 1%) u odnosu na nazivni, tako da se može zanemariti. Sad iz izraza (3.25) proizlazi da je tijekom zaleta moment motora jednak momentu ubrzanja koji je definiran relacijom:

$$M_u = J \cdot \frac{d\omega}{dt} = \frac{\pi}{30} \cdot J \frac{dn}{dt} \approx M_m \quad (3.26)$$

gdje je J moment tromosti, ω kutna brzina, a n brzina vrtnje motora izražena u okretajima u minuti. Budući da je moment tromosti motora stalna veličina treba što točnije odrediti derivaciju

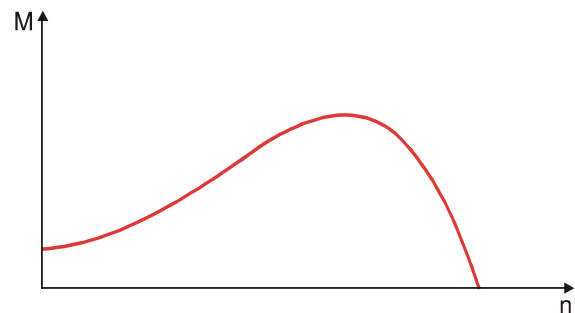


a) vremenska ovisnost brzine vrtnje



b) vremenska ovisnost derivacije brzine vrtnje

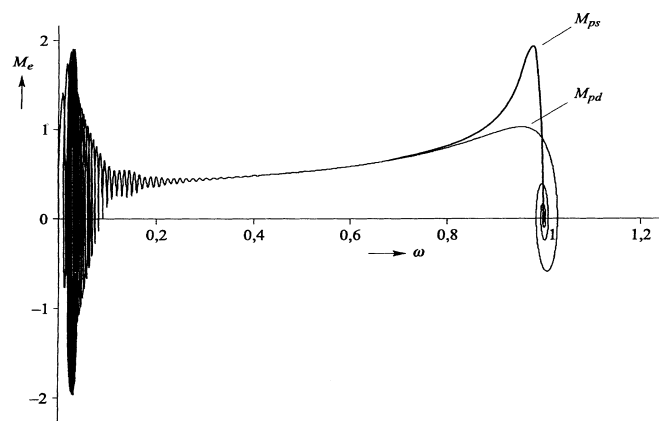
brzine vrtnje po vremenu iz snimljenog zaleta. Slika 3.15 prikazuje postupak određivanja karakteristike momenta. Deriviranjem krivulje (a) dobije se vremenska ovisnost derivacije brzine vrtnje (b). Nakon toga se korištenjem izraza (3.26) nacrtaju momentna karakteristika (c).



c) momentna karakteristika

Slika 3.15 Postupak određivanja momentne karakteristike iz snimljenog zaleta motora

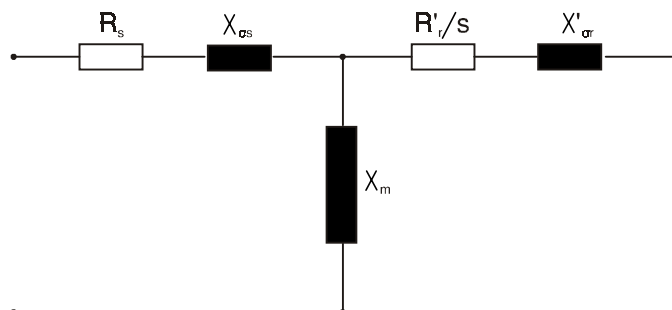
Slika 3.15 c) prikazuje kvazistatičku karakteristiku momenta asinkronog motora. Ovakva će se karakteristika dobiti pokusom zaleta samo, ako zalet traje dovoljno dugo. Produljenje vremena zaleta ostvaruje se zaletom pri sniženom naponu i/ili povećanjem momenta tromosti spajanjem dodatnih zamašnih masa na osovinu² motora. Kada se ne bi povećavalo vrijeme trajanja zaleta, tj. kada bi se motor sam za sebe priključio na nazivni napon, tijekom zaleta bi se snimila dinamička karakteristika momenta. Slika 3.16, preuzeta iz [9], prikazuje usporedbu dinamičke i statičke karakteristike jednog motora.



Slika 3.16 Usporedba dinamičke i statičke karakteristike asinkronog motora

² Povećanje momenta tromosti se vrši spajanjem dodatnih zamašnih masa na osovinu. U praksi se veći moment tromosti dobiva spajanjem jednog ili više električnih strojeva na osovinu ispitivanog motora.

Sa slike je vidljivo da u području oko prekretnog klizanja, dinamička karakteristika uvelike odstupa od statičke, tj. da je dinamički prekretni moment puno manji od statičkog. Razlika u području prekretnog klizanja javlja se zbog utjecaja parametara rotora asinkronog motora [9]. Iz nadomjesne sheme za stacionarna stanja asinkronog motora mogu se definirati sljedeći parametri:



Slika 3.17 Nadomjesna shema asinkronog motora za stacionarna stanja

Oznake sa slike imaju sljedeće značenje:

- s - klizanje
- R_s - omski otpor statorskog namota
- $L_{\sigma s}$ - rasipni induktivitet statora
- R_r - omski otpor rotorskog namota
- $L_{\sigma r}$ - rasipni induktivitet rotora
- L_m - glavni induktivitet

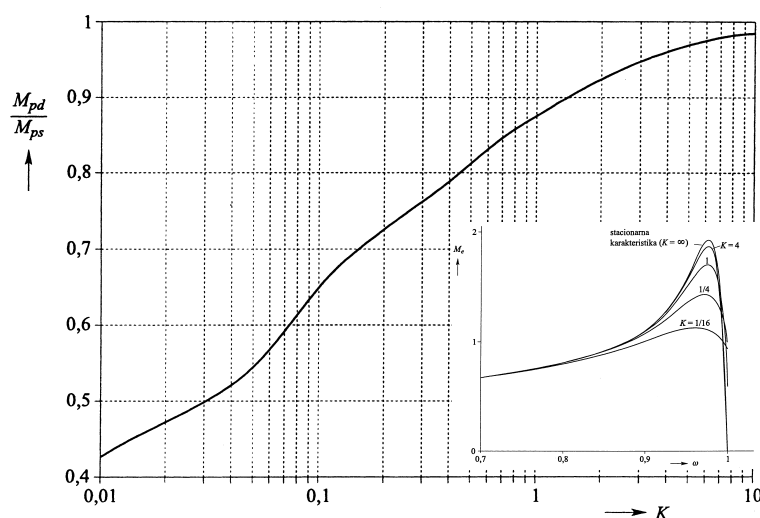
Složenim analitičkim proračunom detaljnije objašnjenim u [9] dobiva se ovisnost promjene klizanja o promjeni ulančanog toka rotora. Njihova međusobna ovisnost u području oko prekretnog klizanja definira se parametrom K , čiji analitički izraz glasi:

$$K = \frac{2}{3} \cdot \frac{J}{L'_r} \cdot \left(\frac{\omega_s \cdot R_r}{\sqrt{2} \cdot U_s \cdot k_s \cdot p} \right)^2 \quad (3.27)$$

Objašnjenja oznaka u izrazu (3.27) su kako slijedi:

J	- moment tromosti rotora
ω_s	- kružna frekvencija okretnog polja
R_r	- otpor rotorskog namota
U_s	- napon napajanja po fazi
p	- broj pari polova motora
$L'_r = L_{\sigma r} + \frac{L_m \cdot L_{\sigma s}}{L_m + L_{\sigma s}}$	- $L_{\sigma r}$ – rasipni induktivitet rotora - $L_{\sigma s}$ – rasipni induktivitet statora
$k_s = \frac{L_m}{L_{\sigma s} + L_m}$	- L_m – glavni induktivitet statora

Parametar K , daje ovisnost dinamičkog prekretnog momenta (M_{dpr}) i statičkog prekretnog momenta (M_{spr}). Slika 3.18 prikazuje tu ovisnost.



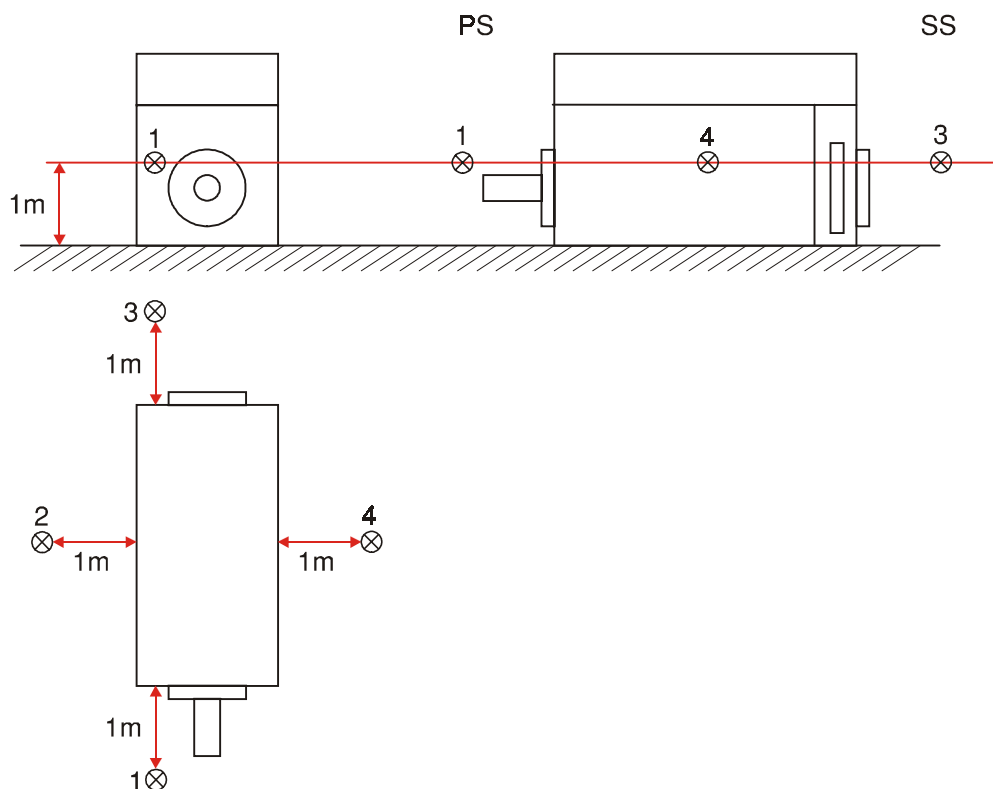
Slika 3.18 Ovisnost M_{pd}/M_{ps} o parametru K

Krivulja ovisnosti dinamičkog prekretnog momenta i statičkog prekretnog momenta o parametru K dobivena je na temelju velikog broja simulacija zaleta [9]. Kvizistatička karakteristika momenta se dobije iz pokusa zaleta, ako je parametar K veći od 4. Ranije navedena tvrdnja da dodatne zamašne mase i sniženi napon napajanja vode do kvazistatičke karakteristike momenta, još su jednom potvrđene izrazom (3.27). Pri stvarnom snimanju momentne karakteristike iz pokusa zaleta, mogući su propadi napona napajanja motora na početku zaleta, zbog velikih iznosa statorskih struja. Iznos momenta motora pada s kvadratom napona napajanja. Da bi se dobila statička karakteristika momenta pri nazivnom naponu napajanja, potrebno je preračunati snimljene vrijednosti momenta. Zbog toga je potrebno snimiti i vremensku ovisnost efektivne vrijednosti napona mreže tijekom zaleta. Dakle, tijekom pokusa zaleta potrebno je snimati tri veličine: napon mreže, struju statora i brzinu vrtnje motora.

3.20 MJERENJE BUKE

Buka električnih strojeva asinkronih motora dijeli se na tri vrste. To su aerodinamička buka, mehanička buka i magnetska buka. Aerodinamička buka je uzrokovana strujanjem rashladnog medija što je posljedica ventilacije motora. Mehanička je buka izazvana vrtnjom rotacijskih dijelova motora (ležaji, klizni koluti). Posljednju vrstu buke izazivaju magnetske prilike u stroju pa se zbog toga i naziva magnetska buka. Aerodinamička i mehanička buka su prisutne na i nižem naponu napajanja, dok još nije nastupilo zasićenje magnetskog kruga. Kad

ono nastupi javlja se magnetska se buka, koja zajedno sa prethodne dvije vrste buke stvara ukupnu buku motora. Buka zapravo predstavlja svaki neželjeni zvuk. Ona utječe na razgovijetnost govora među ljudima, smeta u radu i, što je najgore, može oštetiti osjetilo sluha. Sve ovo ukazuje da buka štetno utječe na psihofizičke osobine čovjeka. Buka se izvodi iz razina zvučnog tlaka, odnosno zvučne snage koja djeluje na ljudsko uho. Ovi se pojmovi definiraju u odnosu na referentni zvučni tlak tj. snagu i izražavaju u decibelima (dB). Veličina koja opisuje buku naziva se razina buke i izražava se u decibelima ovisno o korištenim filtrima (dBA, dBB, dBC ili dBD). Budući da frekvencijska karakteristika ljudskog uha nije linearna, instrumenti za mjerenje buke imaju u sebi ugrađene standardizirane filtre - A, B, C, D. Ispravne karakteristike ovih filtara ugrađenih u uređaje za mjerenje buke standardizirane su [29]. Za mjerenje buke se najčešće koriste filtri A tipa. Dobro je znati da razina buke od 90 dBA, izaziva trajna oštećenja sluha, ako neprestano djeluje više od osam sati u toku dana. Najpravičnije mjerenje buke u općem smislu, pa tako i za asinkrone motore, provodi se u tzv. gluhim komorama. Gluha komora je prostorija u kojoj je refleksija zvučnog vala svedena na minimum, tj. gotovo da je i nema. Na ovaj se način može mjeriti samo razina buke izvora zvuka bez utjecaja okoline i refleksije. Ako se mjerenje buke provodi u postrojenju u kojem je prisutna buka okoline, treba izvršiti korekciju izmjerenih vrijednost. I nakon korekcije, će izmjerena buka u postrojenju biti veća zbog utjecaja refleksije. U praksi se mjerenje buka za velike strojeve provodi u režimu praznog hoda na najmanje četiri pozicije. Slika 3.19 prikazuje te pozicije.



Slika 3.19 Mjerenje buke horizontalnih motora, pogled odozgo i sa strane

Utjecaj okoline se odredi tako da se izmjeri razina buke na mjernim pozicijama, dok se motor nalazi u mirovanju. Nakon toga se provodi mjerenje na istim pozicijama u praznom hodu motora. Sada se razina buke samog motora određuje prema relaciji:

$$L_m = 10 \log \left(\log \frac{L_{m+o}}{10} - \log \frac{L_o}{10} \right) \quad (3.28)$$

gdje L_m predstavlja razinu buke motora, L_o razinu buke okoline, a L_{m+o} razinu buke okoline i motora. Dozvoljene razine buke za asinkrone motore navedene su standardom IEC 34-9.

3.21 MJERENJE OSOVINSKOG NAPONA

Nepravilnosti u magnetskom krugu električnog stroja, mogu uzrokovati postojanje malog resultantnog toka u osovini, koji će inducirati elektromotornu silu između njenih krajeva. Ta se elektromotorna sila naziva napon osovine, koji, ako je dovoljno velik, može uzrokovati protjecanje struje kroz ležaje motora. Prema ispitivanjima provedenim u [11], naponi čija efektivna vrijednost prelazi 300 mV mogu uzrokovati protjecanje struje kroz ležaje motora. Ova je struja opasna jer izaziva elektrokoroziju na ležajima, čime se ležaji uništavaju, tj. smanjuje im se vijek trajanja. Da bi se izbjeglo protjecanje ležajnih struja provodi se izoliranje jednog, ako ne i oba ležaja, prema masi. Ovim se postupkom prekida strujni krug ležajnih struja. Napon osovine se pojavljuje na svim većim izmjeničnim električnim rotacijskim strojevima, a kod asinkronih su motora najčešći uzroci:

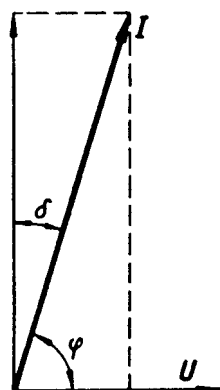
- resultantni obuhvatni tokovi oko osovine
- viši harmonici prostorne raspodjele protjecanja
- lutajuće struje stranih izvora.

Postoje dva načina mjerenja osovinskog napona. Prvim se mjeri pad napona na krajevima osovine, tako da je obuhvaćen jaram statora. U drugom se slučaju napon osovine mjeri između uzemljenog kućišta i kraja osovine na kojem je izolirani ležaj. Ako ne protječu ležajne struje, naponi osovine izmjereni na oba načina se ne razlikuju. Ako, pak, ležajne struje protječu prvim bi se načinom izmjerila znatno viša vrijednost napona osovine, nego u drugom slučaju. Naime, u prvom je slučaju inducirani napon osovine umanjen samo za pad napona u osovini, dok je u drugom slučaju umanjen i za padove napona u ležaju, temeljnoj ploči i kućištu motora. Obzirom da se tijekom mjerenja osovina vrti, neće biti čvrstog kontakta na mjernim točkama. Da bi kontakt pri mjerenju bio što bolji koriste se metalne četkice ili bakreni šiljci. Ne bi li se izbjegao utjecaj padova napona na kontaktima preporuča se korištenje instrumenata s velikim unutarnjim otporom [11]. Najbolje je mjeriti napon osovine analizatorom frekvencija jer je tada moguće snimljeni valni oblik rastaviti na više harmonike.

Usporedno tome se izmjeri i efektivna vrijednost napona osovine, mada ona ne daje dovoljno informacije o njegovim mogućim uzrocima.

3.22 MJERENJE DIELEKTRIČNIH GUBITAKA

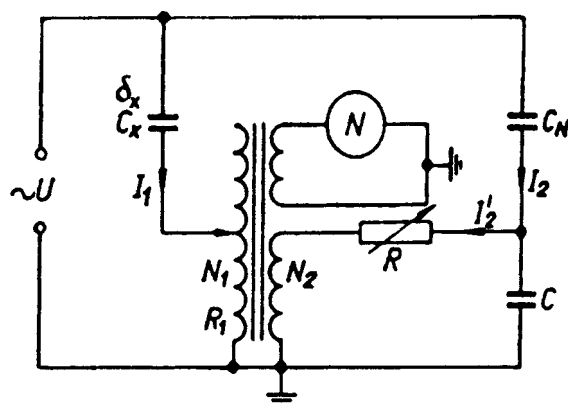
Izolacijski se sustav asinkronog motora, u pojednostavljenom prikazu, može nadomjestiti kondenzatorom prema masi. Za vrijeme rada motora, zbog izmjeničnog napona koji se priključuje na namot, teku poprečne kapacitivne struje prema masi. Te su struje vrlo male i najviše dolaze do izražaja pri visokonaponskom ispitivanju namota (pog. 3.10).



Slika 3.20 preuzeta iz [5] prikazuje fazni pomak između napona napajanja motora i struje koja teče kroz izolacijski sustav motora. Kvaliteta izolacijskog sustava motora, opisuje se tangensom kuta gubitaka ($\tan \delta$).

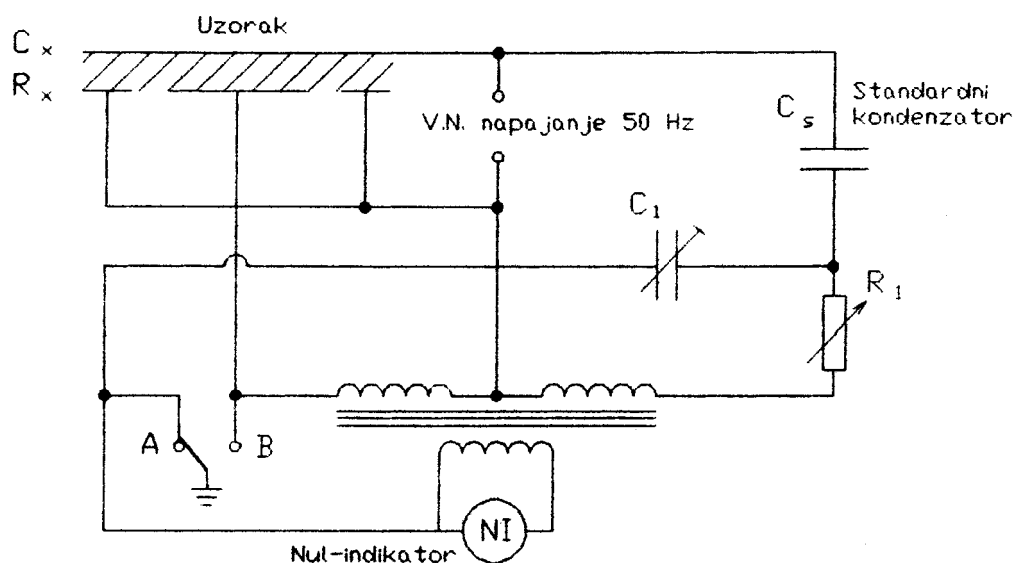
Slika 3.20 Kut gubitaka izolacijskog sustava motora

Mjerenje kuta gubitaka se provodi samo na visokonaponskim strojevima. Njegov se iznos mjeri na pet naponskih razina i to u koracima po 20% nazivnog napona. Za mjerenje kuta dielektričnih gubitaka razvijene su rane metode opisane u [5]. Sve su to mosne metode bazirane na izvedbi Wheatstoneovog mosta za izmjenične struje. Scheringov most jedan je od često korištenih spojeva za mjerenje kuta gubitaka izolatora, kabela, električnih strojeva i raznih visokonaponskih aparata [5]. Osim tog, najpoznatijeg mosta, koriste se i transformatorski mostovi čiji je glavni predstavnik Glynnov most. Uređaj koji se koristi za mjerenje $\tan \delta$ u ispitnoj stanici društva KONČAR - Generatori i motori d.d, jedna je od izvedbi Glynnovog mosta. Slika 3.21 preuzeta iz [5] prikazuje principnu shemu Glynnovog mosta. Ovakvo se rješenje za mjerenje kuta dielektričnih gubitaka odlikuje vrlo visokom osjetljivošću na vrlo male promjene promjenjivog otpornika R i broja zavoja primara strujnog transformatora. Još je važnije da naponi u donjem dijelu mosta mali čime se osigurava visoki stupanj sigurnosti za rad ispitivača koji provodi mjerenje.



Slika 3.21 Glynov most

Strujni transformator koji se koristi u Glynnovom mostu ima tri namota. Primarni namot ima puno odvojaka tako da se može uključiti veći ili manji broj zavoja. U njegovom je krugu serijski spojen nepoznati kondenzator, tj. namot čiji se $\tan\delta$ mjeri. U krug sekundarnog namota je spojen etalonski kondenzator, a na tercijarni je namot priključen nulindikator. Kad se most nalazi u ravnoteži, amperzavoji primarnog i sekundarnog namota su jednaki i suprotnih smjerova pa nulindikator ne pokazuje nikakav otklon. Most se dovodi u ravnotežu ugađanjem broja zavoja primarnog namota i iznosa promjenjivog otpornika. Slika 3.21 prikazuje shemu prema kojoj bi mjerenje kuta gubitaka gotovog namota u praksi bilo gotovo neizvedivo. Problem je u tome što se u izvedbi Glynnovog mosta nepoznati kondenzator priključuje između priključka visokog napona i početka primarnog namota. Uzemljena točka se nalazi tek na kraju primarnog namota i nema spoja s nepoznatim kondenzatorom čiji se $\tan\delta$ mjeri. Kad se namot uloži u statorski paket motora koji je uzemljen, nije moguće između uzemljenja i izolacije namota, priključiti primarni namot Glynnovog mosta. Zbog toga se za mjerenje kuta dielektričnih gubitaka gotovih namota koristi modificirana shema prema metodi uzemljenog objekta - Slika 3.22.

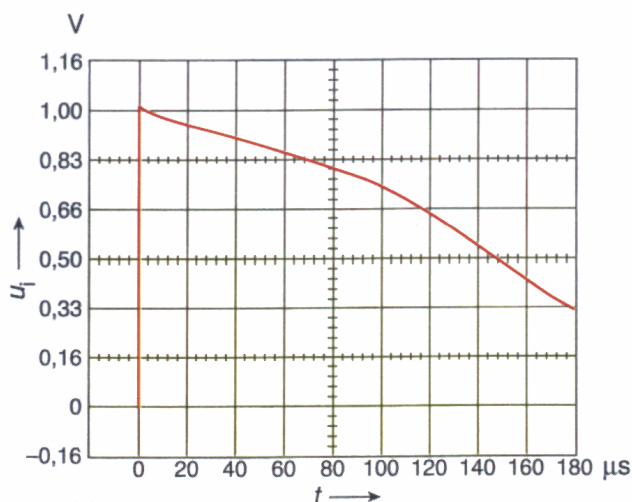


Slika 3.22 Metoda uzemljenog objekta TETEX - procedure PLOMIN

Ova je shema drukčija od prethodne samo u tome što je pomaknuta točka uzemljenja mosta. Naime, u prethodnom su slučaju bili uzemljeni krajevi primarnog i sekundarnog napona, dok sada točku uzemljenja predstavlja spoj nepoznatog kondenzatora C_x i primarnog namota Glynnovog mosta.

3.23 PROVJERA MEĐUZAVOJNE IZOLACIJE NAMOTA UDARNIM NAPONOM

Valni oblik udarnog napona ovisi o generatoru koji ga stvara. Slika 3.23, preuzeta iz [18], prikazuje valni oblik udarnog napona koji stvara udarni generator BAKER ST 212RP, koji se koristi za ispitivanje namota električnih strojeva u društvu KONČAR - Institut za elektrotehniku.

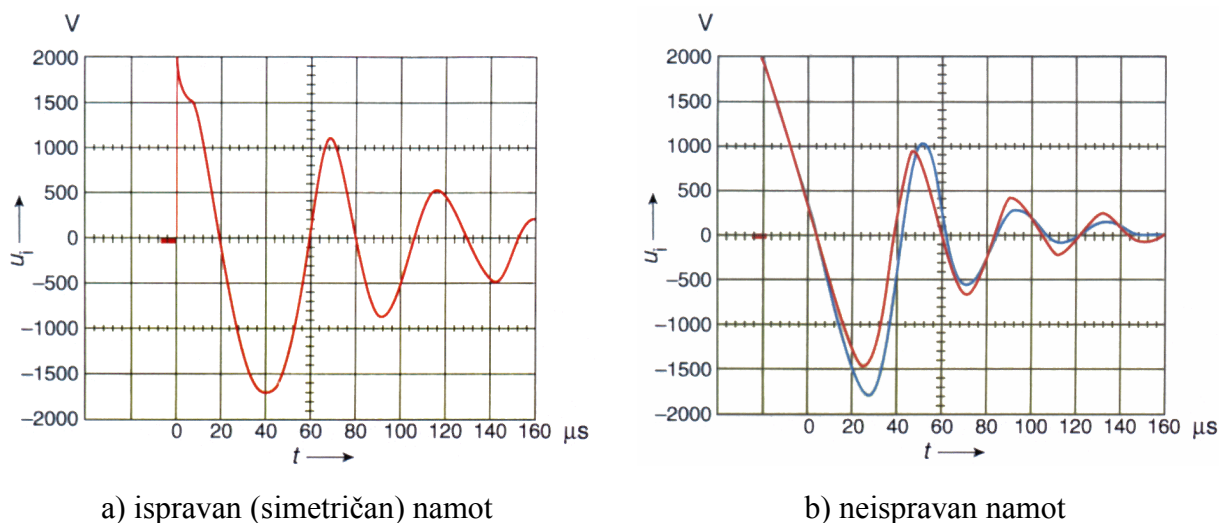


Slika 3.23 Valni oblik udarnog napona 0,8/144μs uređaja BAKER ST212RP

Ovaj uređaj generira udarni napon oblika 0,8/144 μs, vršne vrijednosti od 0 do 12 kV.

Numerički parametri izraženi u mikrosekundama čelo i hrbat vala, odnosno pokazuju vrijeme koje je potrebno da napon dostigne svoju maksimalnu vrijednost i vrijeme koje je potrebno da napon padne da 50% maksimalne vrijednosti. Primjena udarnih napona za provjeru statorskog namota ovisi o izvedbi samog namota. Statorski se namoti prema izvedbi mogu grubo podijeliti u dvije grupe: usipni namoti i namoti izrađeni od formiranih svitaka. Usipni su namoti jeftiniji i koriste se isključivo za niskonaponske motore, a izvode se od lakom izolirane bakrene žice. U ovom se slučaju udarni napon, čija je vršna vrijednost u granicama 2 do 5 kV [18], narine na stezaljke dvije faze i vizualno se na zaslonu osciloskopa uspoređuju valni oblici odziva. Postupak se ponovi za sve tri kombinacije parova faza. Ukoliko se valni oblici odziva u potpunosti vizualno preklapaju promatrani je par faza simetričan. Treba naglasiti da ovaj postupak ne garantira sa 100%-nom sigurnošću da namot nema međuzavojnog kratkog spoja. Naime, postoji mogućnost da sve tri faze imaju kratko spojen isti broj zavoja. U tom slučaju ova metoda neće moći ustvrditi postojanje međuzavojnog kratkog spoja jer će odzivi udarnog napona na stezaljkama motora biti identični. Slika 3.24 a) i b), također preuzete iz [18], prikazuju valne oblike odziva za ispravan motor i motor s

međuzavojnim kratkim spojem u jednoj fazi. Odabrane su slike niskonaponskih motora kod kojih ova metoda daje najbolje rezultate.



Slika 3.24 Valni oblik odziva udarnog napona na stezaljkama niskonaponskog motora

Kod motora čiji je statorski namot izveden od formiranih svitaka gore opisana metoda postaje gotovo neupotrebiva. Naime, kako se formirani svitci koriste uglavnom za visokonaponske motore, zbog količine izolacije koja se nalazi na svitku ovi motori imaju velike kapacitete namota. Ti su kapaciteti istog reda veličine kao kapaciteti izlaznih kondenzatora uređaja BAKER ST224RP, zbog čega je strujno opterećenje izlaznog kruga uređaja dosta veće nego u slučaju niskonaponskih motora. Posljedica toga je veliki pad vršnog iznosa udarnog napona što utječe na stvarni iznos vršne vrijednosti udarnog napona kojim se izolacija ispituje. Zbog toga se u IEC standardu [29] ova metoda ne uzima kao relevantna metoda za ispitivanje međuzavojne izolacije gotovih asinkronih motora. S druge strane, veliki visokonaponski i niskonaponski asinkroni motori imaju veliki broj statorskih utora tj. veliki broj svitaka formira namot. Provedenim je mjerenjima na visokonaponskim motorima u društvu KONČAR – Generatori i motori d.d. dokazano da će se uz narinuti udarni napon uređaja BAKER ST224RP na gotovi visokonaponski motor otkriti samo grube greške u namotima i to u slučajevima kad je kratko spojena ili je pregorila čitava grupa svitaka. Greške u namotu zbog međuzavojnog spoja unutar jednog svitka ili kratki spoj cijelog svitka ostaju uz pomoć ove metode neotkrivene. Zbog svega toga se primjena udarnih napona za provjere namota gotovih motora ograničava na male i srednje niskonaponske motore. U praksi izrade velikih visokonaponskih motora udarni se naponi koriste samo za provjeru međuzavojne izolacije na grupama svitaka prije ulaganja u utore na statoru motora, što predstavlja važnu točku u procesu međufaznog ispitivanja namota.

4 AUTOMATIZIRANI SUSTAVI ZA PROVJERU KVALITETE ASINKRONIH MOTORA

Automatizacija je po definiciji primjena „automata” za provođenje nekog procesa. Riječ automat grčkog je porijekla i označava uređaj koji sam od sebe vrši neki proces. Čovjek ovime nije potpuno isključen iz procesa, ali je njegova uloga svedena na najmanju moguću mjeru, tj. samo na pokretanje, nadzor i zaustavljanje procesa. Automatizacija, dakle, bitno pojednostavljuje ljudima život i oslobađa ih prevelike umiješanosti u određeni proces. Sustav za provjeru kvalitete asinkronih motora predstavlja skup raznovrsnih ispitivanja i mjerenja kojima se dokazuje i/ili provjerava njihova ispravnost. Pod automatizacijom tog sustava se podrazumijeva provođenje „parcijalne” automatizacije pojedinih ispitivanja. Automatizacija nekog ispitivanja se provodi u tri različite kategorije. Da bi ispitivanje bilo potpuno automatizirano potrebno je:

- automatizirati upravljanje električnim strojevima uključenim u ispitivanje
- automatizirati proces prikupljanja podataka te
- automatizirati proces obrade podataka.

Složenost izvedbe za automatizaciju svake od ovih kategorija varira i ovisi prvenstveno o vrsti ispitivanja, broju mjerenih veličina, ali i o korištenom instrumentariju. Primjera radi, mjerenje radnog otpora namota moguće je provesti bilo U-I metodom, bilo preciznim ommetrom. U prvom se slučaju mjere dvije veličine - napon i struja iz kojih se izračunava vrijednost otpora. U drugom je slučaju mjerna veličina, bez ulaženja u princip rada instrumenta, jedino otpor. Dakle, u prvom će slučaju biti potrebno automatizirati upravljanje iznosom struje koja teče kroz namot, zatim prikupljanje podataka o mjerenom naponu, struji i temperaturi okoline. Uz to, treba automatizirati i obradu podataka, koja se svodi na izračunavanje radnog otpora dijeljenjem snimljenog napona sa strujom te preračunavanje tako izračunatog otpora na referentnu temperaturu. U drugom se slučaju, korištenjem gotovog instrumenta za mjerenje otpora sve radnje iz prethodnog slučaja provode unutar tog jednog instrumenta. Ovo naravno predstavlja elegantnije rješenje sa stanovišta automatizacije. Ono je i skuplje od izvedbe u prvom slučaju, ali je u radu ispitne stanice tvornice prihvatljivije koristiti umjerene instrumente u dozvoljenoj klasi točnosti. Za ovakve instrumente postoji certifikat o umjeravanju i točno je definirana klasa točnosti čime se zadovoljavaju zakonske odredbe u mjernoj tehnici. Na ovom je jednostavnom primjeru ukratko objašnjeno kako broj ispitivanja i korišteni instrumentarij utječu na složenost automatizacije. Ako se umjesto jedne ili dviju veličina mjeri više njih, problemi automatizacije postaju još složeniji. No, baš se u

takvim ispitivanjima automatizacija puno više isplati. Tipična ispitivanja u kojima se mjeri puno veličina su snimanje karakteristika praznog hoda, kratkog spoja i opterećenja srednjih i velikih asinkronih motora u tvorničkim uvjetima. U ovim ispitivanjima, ako se provode na klasičan način, mora sudjelovati više ispitivača što zbog očitavanja instrumenata, a što zbog upravljanja samim ispitivanjem. Automatizacija upravljanja ispitivanjem podrazumijeva automatsko podešavanje radne točke motora pri snimanju karakteristika. Ovo je ujedno najsloženiji i najskuplji zahvat u procesu automatizacije. Prikupljanje podataka je i ovdje preporučljivo vršiti pomoću gotovih instrumenata (analizatora snage) koje se upravlja preko računala. Upravljanje računalom je potrebno zbog automatiziranja obrade podataka tj. izračunavanja karakterističnih veličina i izrade protokola. Osim ovih ispitivanja poželjno je i automatizirati snimanje momentne karakteristike motora iz pokusa zaleta najviše zbog obrade podataka koja je vrlo složena, ako se radi na klasičan način.

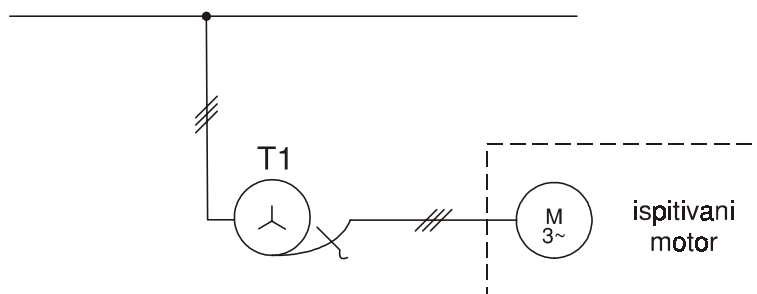
Ukratko, prednosti automatiziranih mjernih sustava nad klasičnim se očituju u smanjenju mjerne nesigurnosti mjernih veličina, smanjenju broja ljudi koji sudjeluju u ispitivanju i ubrzavanju obrade podataka tj. izrade protokola. Ovime se povećava protočnost i pouzdanost ispitne stanice u tvornici čime se povećava njena efikasnost. Obzirom da je za skuplje objekte uobičajeno da kupac prisustvuje završnom ispitivanju, suvremena ispitna stanica ulijeva dodatno povjerenje kupcu da je proizvod koji je kupio doista kvalitetan.

4.1 AUTOMATIZACIJA UPRAVLJANJA ELEKTRIČNIM STROJEVIMA

U ovom će poglavlju biti navedena oprema za upravljanje najsloženijim ispitivanjima asinkronog motora. To su pokus praznog hoda, kratkog spoja, opterećenja te pokus zaleta. Da bi se ova ispitivanja provela prema zahtjevima iz IEC 34-1 potrebno je mjeriti veći broj veličina, a postavljaju se i posebni zahtjevi na izvor napajanja te način opterećenja ispitivanog motora. Prije svega izvor napajanja mora biti promjenjivog napona i frekvencije kako bi se mogle snimiti karakteristike praznog hoda i kratkog spoja. Nadalje izvor napajanja treba biti dovoljno jak da izdrži zalet motora i na kraju treba odabrati optimalan način opterećenja ispitivanog motora.

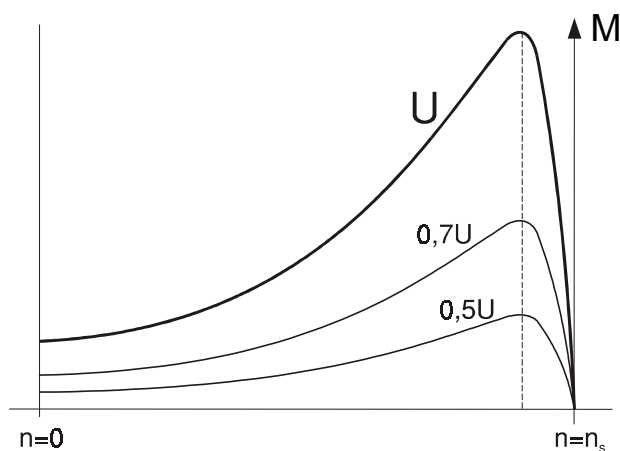
4.1.1 NAPAJANJE ISPITIVANOG MOTORA

Slika 4.1 prikazuje shemu napajanja motora pomoću autotransformatora. Ovo je najjednostavniji izvor koji ima mogućnost promjene iznosa napona napajanja.



Slika 4.1 Shema napajanja motora pomoću autotransformatora

Njegova je primjena jako dobra za ispitivanje strojeva manje snage pogotovo u laboratorijskim uvjetima. Regulirani sustav napajanja s transformatorom u štednom spoju detaljno je opisan je u [14] i daje izvrsne rezultate za ispitivanje motora malih snaga. Međutim za motore srednjih i većih snaga situacija je malo složenija. Problem nastaje kod pokretanja motora. Da bi se motor zavrteo na nazivnu brzinu vrtnje, treba savladati trenje u ležajevima. Ono je kod pokretanja veće nego pri nazivnoj brzini vrtnje, a još više, treba savladati i moment tromosti rotirajućih dijelova. Zbog toga se na samom početku zaleta motor nalazi u stanju kratkog spoja. Slika 4.2 prikazuje naponsku ovisnost momenta asinkronog motora. Iz literature je poznato da moment asinkronog motora ovisi o kvadratu napona napajanja, dok struja kratkog spoja ovisi gotovo linearno.



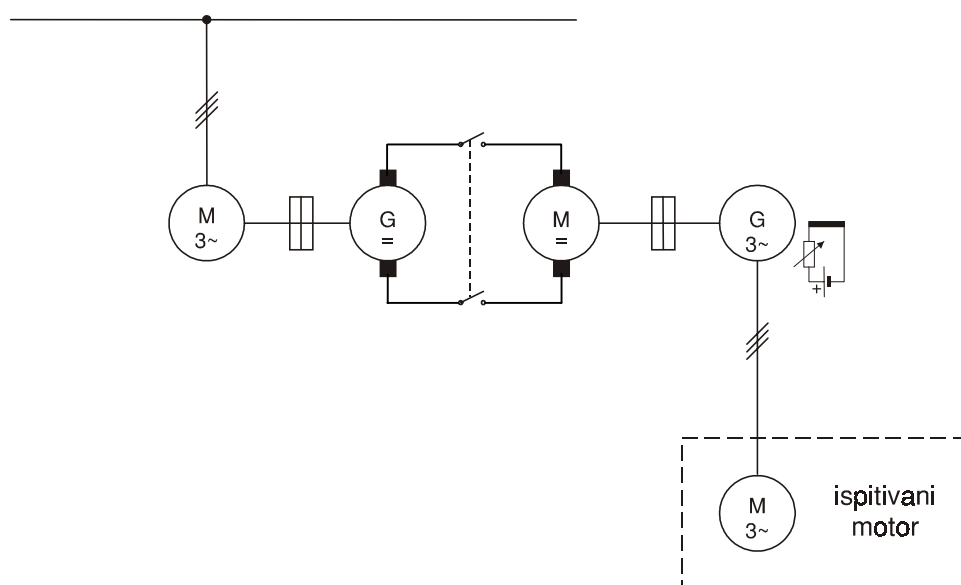
Slika 4.2 Karakteristika momenta motora u ovisnosti napona napajanja

Veliki motori, (veći od 1 MW) zbog veličine momenta tromosti teško se pokreću s naponima manjim od 20% nazivnog. To pogotovo vrijedi za kolutne motore koji imaju relativno mali potezni moment. S druge strane na višim naponima teku struje veće od nazivne struje, pa transformator u štednom spoju mora biti projektiran za takva opterećenja. Dakle za motor snage 1 MW, potreban je transformator snage veće od 1 MVA, koji je vrlo skup. Stvari se još više kompliciraju s visokonaponskim motorima kod kojih bi trebalo između ispitivanog motora i transformatora u štednom spoju staviti međutransformator koji bi dodatno poskupio cijenu sustava za napajanje. Nedostatak ovakvog sustava je i nemogućnost promjene

frekvencije napajanja, osim ako mreža na koju je transformator spojen nema tu mogućnost. Dakle, s transformatorom u štednom spoju nije moguće mijenjati brzinu vrtnje ispitivanog motora, što znači da nije moguće tijekom ispitivanja u praznom hodu provesti vitlanje rotirajućih dijelova motora čime se garantira njihova mehanička čvrstoća. Zbog svega toga se na izvor napajanja postavljaju dva glavna uvjeta:

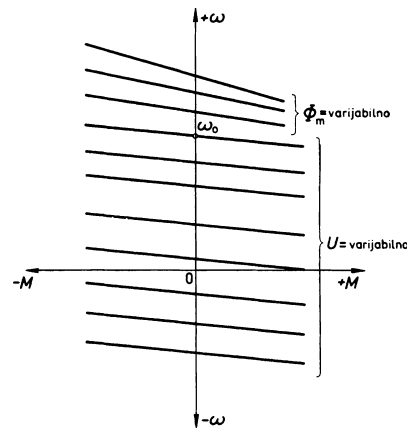
- mogućnost promjene iznosa napona napajanja i
- mogućnost promjene frekvencije napona napajanja.

Slika 4.3 prikazuje shemu za napajanje ispitivanog motora na kojoj se primjenjuje klasična Leonardova grupa [7] i sinkroni generator. Ovakav se sustav primjenjuje u tvornici KONČAR - Generatori i motori d.d.



Slika 4.3 Shema za upravljanje naponom napajanja pomoću Leonardove grupe i sinkronog generatora

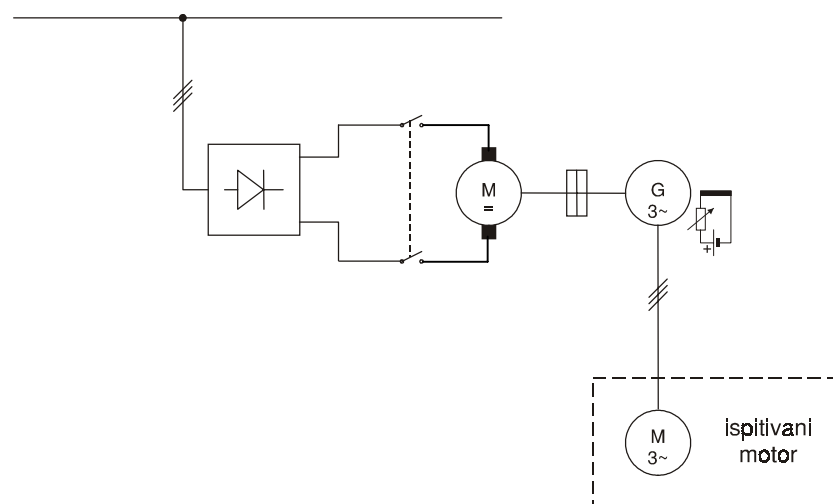
Regulacija iznosa napona napajanja se provodi promjenom uzbude sinkronog generatora, a Leonardova se grupa koristi za regulaciju brzine vrtnje sinkronog generatora tj. za promjenu frekvencije napajanja ispitivanog motora. Leonardova se grupa sastoji od tri stroja: asinkronog motora, istosmjernog generatora i istosmjernog motora. Asinkroni se motor priključuje na mrežu frekvencije 50 Hz i pokreće istosmjerni generator. Regulacijom napona armature istosmjernog generatora mijenja se brzina vrtnje nezavisno uzbuđenog istosmjernog motora, kojem je armatura priključena na armaturu istosmjernog generatora.



Slika 4.4 Mehaničke karakteristike nezavisno uzbuđenog istosmjernog motora priključenog na Leonardov agregat

Ovo je primjer neautomatiziranog elektromotornog pogona u kojem ispitivač za pultom regulira frekvenciju i iznos napona napajanja. Ovo dosta otežava snimanje karakteristika praznog hoda i kratkog spoja, jer se promjenom iznosa napona napajanja mijenja i njegova frekvencija zbog karakteristike sinkronog generatora. Dakle, trebalo bi provesti regulaciju brzine vrtnje istosmjernog motora koji pokreće sinkroni generator i s druge strane regulaciju napona napajanja sinkronog generatora. No i takav bi elektromotorni pogon bio zastarjeli jer je Leonardov agregat odavno zamijenjen poluvodičkim ispravljačima.

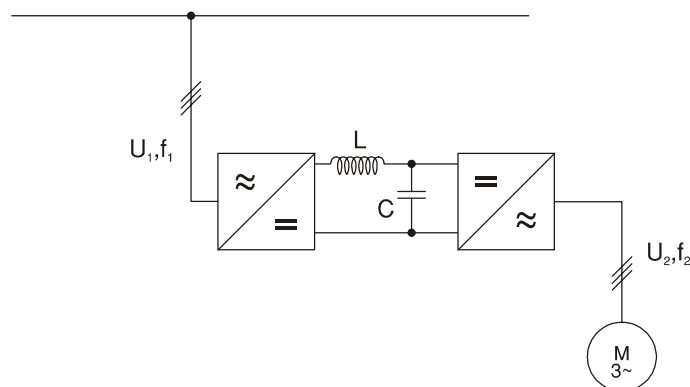
Slika 4.5 prikazuje jednopolnu shemu za upravljanje naponom napajanja ispitivanog motora korištenjem ispravljača.



Slika 4.5 Shema za upravljanje naponom napajanja pomoću ispravljača, istosmjernog motora i sinkronog generatora sa stranom uzbuđenjem

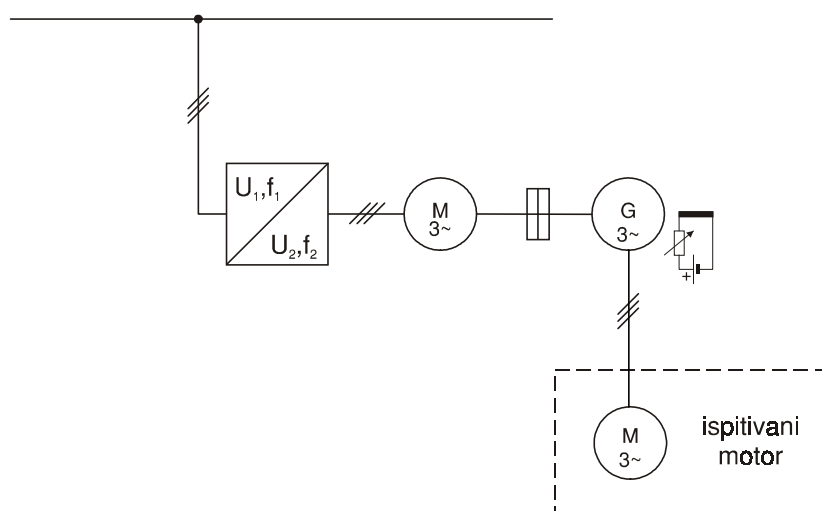
Daljnji korak u modernizaciji elektromotornog pogona je zamjena istosmjernog stroja za pokretanje sinkronog generatora s izmjeničnim (asinkronim) strojem. Ovdje se misli na asinkroni motor s kaveznom rotorom čija je cijena izrade znatno niža od cijena izrade

istosmjernog motora za istu snagu. Asinkroni motor ima prednost i tijekom eksploatacije, jer su troškovi njegovog održavanja znatno niži. Upravljanje brzinom vrtnje asinkronog motora s kaveznim rotorom vrši se pomoću statičkih pretvarača frekvencije. Slika 4.6 prikazuje principnu shema takvog pretvarača s istosmjernim međukrugom.



Slika 4.6 Shema za upravljanje brzinom vrtnje asinkronog motora pomoću pretvarača frekvencije s istosmjernim međukrugom

Ovaj se pretvarač sastoji od serijske kombinacije ispravljača i izmjenjivača između kojih je ugrađen LC međukrug. On se ugrađuje zato što trenutna vrijednost istosmjernog napona kojeg daje ispravljač, ne odgovara potrebama izmjenjivača. LC međukrug ima funkciju spremnika energije koji pokriva trenutne razlike energije i na taj način odvaja utjecaj jedne mreže na drugu. Slika 4.7 prikazuje principnu jednopolnu shemu suvremenog elektromotornog pogona za upravljanje naponom napajanja ispitivanog motora korištenjem statičkog pretvarača frekvencije i sinkronog generatora.



Slika 4.7 Shema za upravljanje naponom napajanja asinkronog motora pomoću statičkog pretvarača frekvencije, asinkronog motora s kaveznim rotorom i sinkronog generatora sa stranom uzбудom

Ovdje se može primijetiti da je sinkroni generator zajedno s pogonskim asinkronim motorom suvišan, jer bi se ispitivani motor mogao priključiti izravno na pretvarač frekvencije i napona. Veliki proizvođači asinkronih motora nude i ovakav način ispitivanja. Ono je naročito

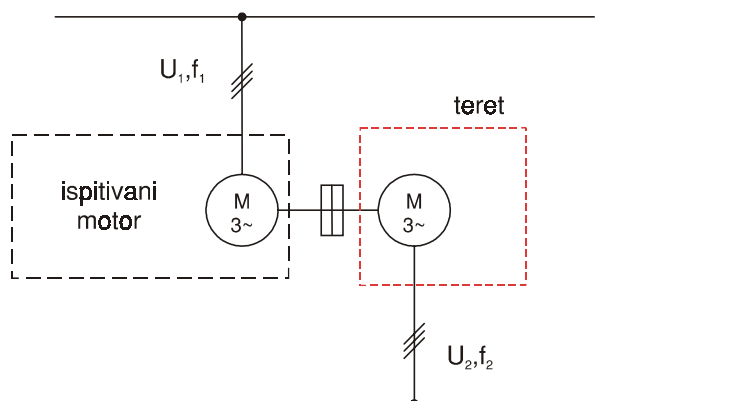
prihvatljivo za ispitivanje asinkronih motora koji će u normalnom pogonu biti napajani preko pretvarača zbog regulacije brzine vrtnje predviđenih za rad preko pretvarača jer se dobiva realnija slika o gubicima motora (vidi poglavlje 3.16).

Svjetski proizvođači velikih motora kao izvor napajanja ispitivanog motora koriste sinkroni generator, koji se pokreće bilo istosmjernim bilo izmjeničnim motorom. Dakle, za napajanje se koristi sinusoidalni napon, a frekvencija napona napajanja se mijenja promjenom brzine vrtnje pogonskog stroja sinkronog generatora. Kad je taj pogonski stroj istosmjerni motor njegov se napon napajanja dobiva preko ispravljača priključenog na trofaznu mrežu industrijske frekvencije 50Hz. Ako je pak, pogonski stroj asinkroni motor s kaveznim rotorom, napon napajanja se za njega dobiva iz pretvarača frekvencije, također priključenog na mrežu 50 Hz. Ako se u budućnosti želi približiti velikim proizvođačima motora na svjetskom tržištu treba prilikom kapitalnih ulaganja u ispitnu stanicu društva KONČAR - Generatori i motori d.d. voditi računa o zamjeni postojećeg elektromotornog pogona za napajanje ispitivanih motora. Dobici takvog ulaganja su: bolja dinamička svojstva, niže cijene održavanja te manja potrošnja energije tijekom ispitivanja.

4.1.2 TEREĆENJE ISPITIVANOG MOTORA

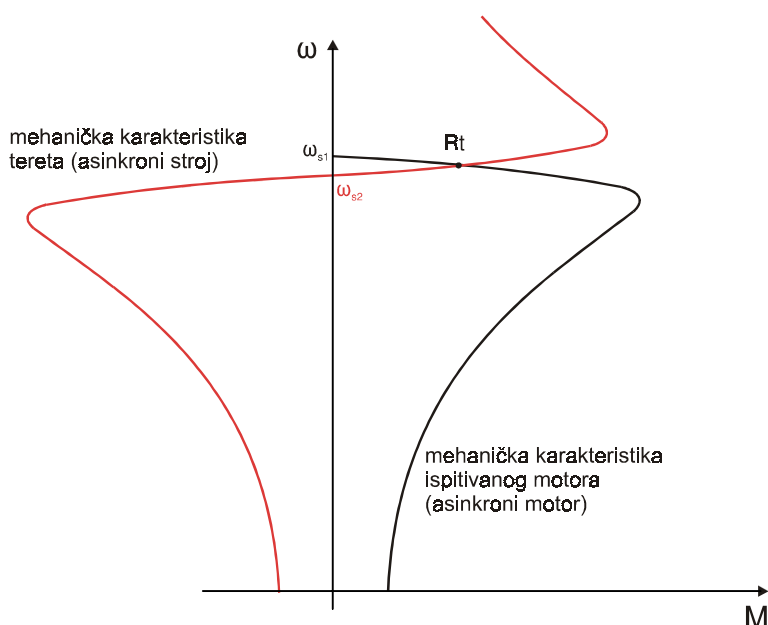
U pokusu opterećenja potrebno je opteretiti osovinu motora kako bi se dobili važni podaci koji određuju ponašanje motora pri različitom opterećenju. Ovdje se prvenstveno misli na korisnost i faktor snage ($\cos\varphi$) motora. Isto je tako potrebno tijekom pokusa zagrijavanja opteretiti osovinu motora s nazivnim teretom, kako bi se mogao izmjeriti konačni porast temperature namota, a sve to u cilju određivanja granične termičke snage motora. Dakle, jedini zahtjev koji se postavlja za ispravan način terećenja motora je mogućnost promjene iznosa opterećenja. U [14] je prikazan primjer automatiziranog terećenja malih asinkronih motora. Tamo se za teret uzimaju otpornici spojeni na armaturu istosmjernog generatora čija je osovina mehanički spojena s osovinom ispitivanog motora. Ovo je elegantno rješenje, ali opet za motore male snage. Za tvornička se ispitivanja odabiru složeniji načini opterećenja gdje se kao teret istosmjernom generatoru koriste drugi rotacijski strojevi. Slika 4.8 prikazuje shemu elektromotornog pogona za napajanje ispitivanog motora i terećenje s istosmjernim strojem koji se koristi u ispitnoj stanici društva KONČAR – Generatori i motori d.d. za motore čija snaga ne prelazi 800 kW.

elektromotornog pogona koji se može ostvariti u ispitnoj stanici društva KONČAR - Generatori i motori d.d.



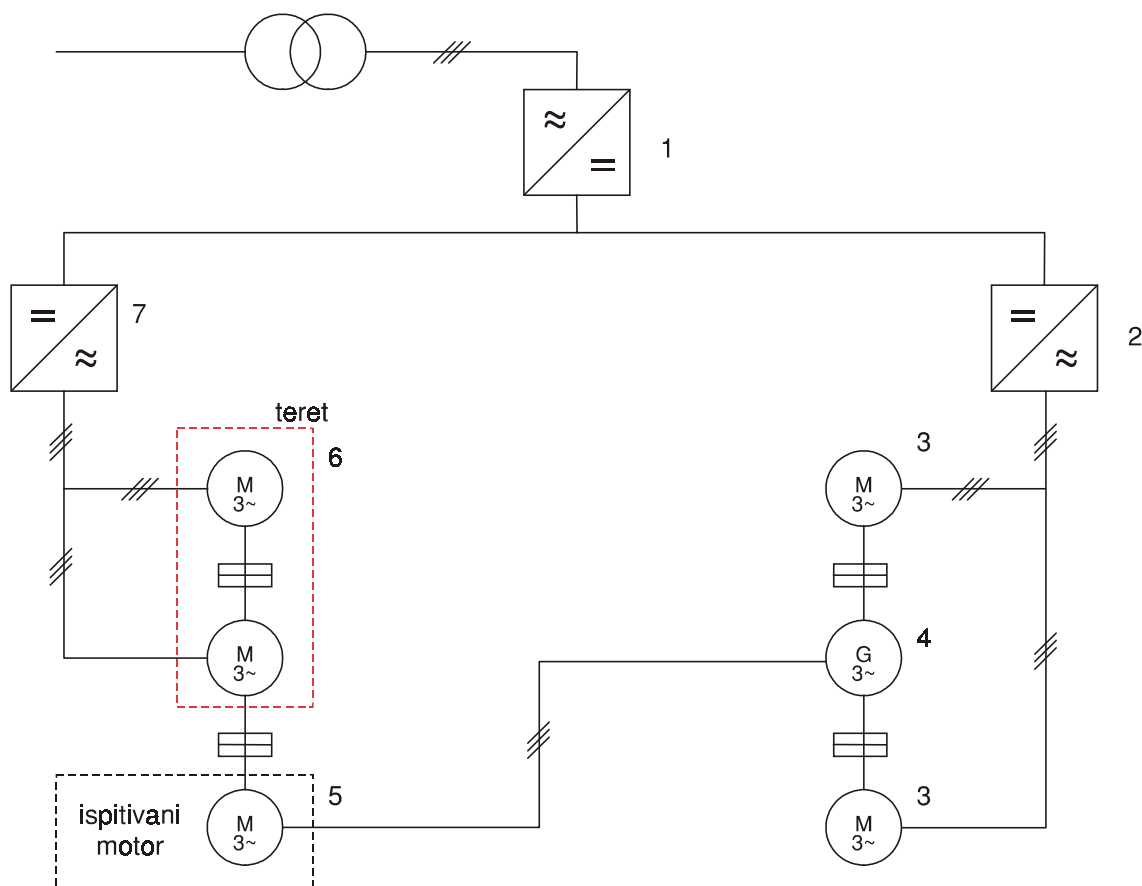
Slika 4.10 Shema elektromotornog pogona za ispitivanje asinkronih motora korištenjem asinkronog stroja kao tereta

Ispitivani se motor napaja pomoću sinkronog generatora, kojeg pokreće Leonardova grupa. S druge strane, napon napajanja opterećenog asinkronog motora dolazi iz sinkronog generatora koji se pokreće pomoću druge Leonardove grupe. Frekvencija napona napajanja asinkronog stroja koji se koristi kao teret je niža od frekvencije napajanja ispitivanog motora, tako da on radi u generatorskom režimu rada i koči ispitivani motor. Da bi način terećenja asinkronog motora drugim asinkronim strojem bio jasniji prikazane su mehaničke karakteristike ovog pogona.



Slika 4.11 Mehanička karakteristika za terećenje asinkronog motora pomoću asinkronog stroja

Slika 4.12 prikazuje shemu suvremenog elektromotornog pogona koji u odnosu na ove konvencionalne koristi sklopove energetske elektronike.



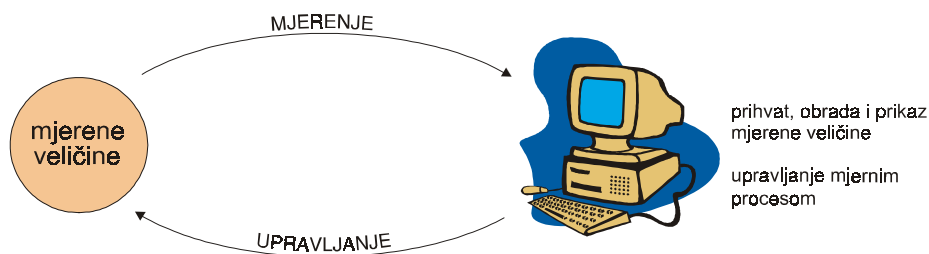
Slika 4.12 Suvremeni elektromotorni pogon za terećenje asinkronog motora

Mrežni napon industrijske frekvencije se ispravlja u istosmjerni korištenjem ispravljača (1). Na sabirnice istosmjernog napona su paralelno priključena dva pretvarača. Jedan (2) radi kao izmjenjivač i daje napon napajanja asinkronim strojevima (3) za pogon sinkronog generatora s nezavisnom uzбудom (4). Ovaj daje sinusoidalni napon napajanja ispitivanom motoru (5) na čiju su osovinu paralelno spojena dva asinkrona stroja (6). Oni terete ispitivani motor i rade kao asinkroni generatori vraćajući snagu u krug napajanja preko usmjerivača (7).

4.2 OPREMA ZA AUTOMATIZACIJU MJERNOG PROCESA

Mjerni je proces po definiciji niz dosljednih postupaka kojima se pribavlja informacija o mjernim veličinama nakon čega se vrši potrebna obrada podataka. Da bi se pribavila informacija o mjernoj veličini potrebno je u tijeku mjernog procesa izvršiti jednu ili više pretvorbi te veličine. Postupak kojim se to radi naziva se prikupljanje podataka. Način prikupljanja podataka o mjernoj veličini važno je ispravno odabrati kako bi informacija o toj veličini nakon procesa prikupljanja bila što bliža stvarnosti. Obrada podataka je završni dio mjernog procesa, gdje se informaciju o mjernoj veličini preračunava i/ili kombinira s drugim mjernim veličinama da bi se dobili željeni podaci o stanju sustava kojeg se promatra. Ponekad

je potrebno promijeniti parametre promatranog sustava, kako bi se utvrdila zakonitost ponašanja mjerne veličine ovisno o tim promjenama. Postupak promjene ovih parametara postaje tako dio mjernog procesa. Iako nije naglašeno, treba znati da i zapisivanje obrađenih podataka također spada u domenu mjernog procesa.



Slika 4.13 Korištenje računala u mjernom procesu

Ako mjerni proces obuhvaća praćenje većeg broja mjernih veličina ili se jedna veličina vrlo često mjeri, način provođenja procesa može postati vrlo složen, a i vremenski može dugo trajati. Da bi se to izbjeglo provodi se automatizacija mjernog procesa. Ona obuhvaća niz postupaka i radnji kojima se upravljanje dotičnim procesom pojednostavljuje i vremenski skraćuje. Učestali razvoj elektroničkih računala i informacijske tehnologije bitno pojednostavljuje izgradnju samog sustava za automatizaciju mjernog procesa. Računalo se ovdje koristi kao upravljačka jedinica kojom se provodi:

- prikupljanje podataka,
- obrada podataka,
- promjena parametara mjernog sustava te
- zapis (ispis) obrađenih podataka.

Glavne dijelove automatiziranog sustava za ispitivanje čine: elektroničko računalo s uređajima za zapis (ispis) podataka, oprema za automatizirano prikupljanje podataka i promjenu parametara promatranog sustava i programska podrška za obradu podataka.

4.2.1 ELEKTRONIČKO RAČUNALO S UREĐAJIMA ZA ZAPIS

Elektroničko je računalo stavljeno na prvo mjesto zato što ono predstavlja središnji upravljački dio automatiziranog sustava. Njime se vrši nadzor nad cijelim mjernim procesom što znači da bez računala, praktički nema automatizacije. Zahtjevi koji se postavljaju na računalo ovise prvenstveno o programskoj podršci koja se koristi za obradu podataka. Što je program noviji to su i zahtjevi na računalo veći. Drugim riječima pri odabiru računala treba se prvo odlučiti za programsku podršku jer zahtjevi mjernog procesa ne ograničavaju rad računala. Kad se govori o elektroničkom računalu znači da se može koristiti bilo industrijsko

računalo, osobno računalo ili prijenosno računalo (laptop, notebook). Industrijsko računalo je najrobusnije što znači da je i najotpornije na udarce i što je važnije na pogonske smetnje (rasipna magnetska polja, lutajuće struje, itd.). Ovo ga čini najpogodnijim za ispitivanja u pogonskim prilikama. Osobno je računalo osjetljivije za rukovanje, ali je cijenom pristupačnije. Suvremena rješenja predlažu korištenje prijenosnih računala zbog njihovih malih dimenzija u odnosu na prethodna dva rješenja, što olakšava rukovanje i korištenje. Ovdje treba naglasiti da će o vrsti računala ovisiti i daljnji odabir opreme za prikupljanje podataka i promjenu parametara promatranog sustava. Naime, zbog dimenzija je kod prijenosnih računala razvijen drugi standard utičnih kartica za A/D D/A pretvorbu, te kontrolera sa sučeljima za priključak instrumenata. Razlika je u vrsti sabirnice na matičnoj ploči računala pa tako postoje kartice za PCI, ISA i PCMCIA sabirnice. Prve se dvije (PCI, ISA) koriste u osobnim i industrijskim računalima, dok se PCMCIA sabirnica pojavljuje u prijenosnim računalima. Prijenosna su računala manja i skuplja od osobnih, pa su i kartice za njih također po dimenzijama manje i skuplje. Iako svjesni nedostataka osobnog računala vezanih uz nespretno prenašanje i rukovanje u pogonima koji ne naliče na laboratorij, mnogi se ipak odlučuju za njega. Naime, cijene su im niske u odnosu na industrijska i prijenosna računala, a budući da su osobna računala roba široke potrošnje to je i prodajno-servisna mreža najraširenija.

Zapis obrađenih podataka iz mjernog procesa važan je za kasniju analizu obrade podataka i, u krajnjem slučaju, kao dokaz da je neko mjerenje provedeno. On se postavlja i kao potreba sustava kvalitete izgrađenog prema standardu ISO 9000. Kao što je već navedeno zapisi se mogu čuvati na bilo kojem mediju za spremanje podataka pomoću računala. To su čvrsti diskovi računala, diskete, ZIP diskete, kompakt diskovi i sl. Ponekad je dovoljno popunjeni obrazac s obrađenim podacima ispisati na štampaču i spremi ga u arhivu.

4.2.2 OPREMA ZA AUTOMATIZIRANO PRIKUPLJANJE PODATAKA I PROMJENU PARAMETARA PROMATRANOG SUSTAVA

Prikupljanje podataka i promjena parametara promatranog sustava su dva odvojena pojma. Iako bi se trebali promatrati odvojeno oni su ovdje stavljeni zajedno zbog toga što ih suvremena oprema objedinjavaju na jednom mjestu (na jednoj kartici). Tijekom prikupljanja podataka se provode razni postupci pretvaranja mjerene veličine tako da bi se dobio krajnji rezultat u digitalnom obliku koji je razumljiv za računalo. Pretvorba u digitalni oblik se vrši pomoću analogno-digitalnih (A/D) pretvarača, na čiji ulaz mora stići mjerena veličina pretvorena u adekvatan (standardizirani) naponski signal. Ova se pretvorba vrši pomoću

raznih modula za prilagodbu signala. Ako modul nije dovoljan za pravilnu prilagodbu signala mogu se upotrijebiti izolacijska pojačala, koja na svom izlazu daju signal prilagođen za A/D pretvorbu. Da bi se izvršila promjena parametara promatranog sustava signal putuje u suprotnom smjeru od smjera prikupljanja podataka. Neke utične kartice na kojima se nalaze A/D pretvarači posjeduju i mogućnost digitalnog ulaza, tj. izlaza (engl. digital I/O), odnosno digitalno analogne (D/A) pretvorbe signala. Upravljački signal definiran u računalu se na taj način, u digitalnom ili analognom obliku, šalje prema promatranom sustavu kako bi mu se promijenili parametri.³ Ako se za prikupljanje podataka koriste suvremeni mjerni instrumenti (osciloskopi, analizatori snage, itd.) tada se proces prilagodbe signala i pretvorbe u digitalni oblik vrši unutar njih. Da bi podaci pristigli u računalu dovoljno je priključiti ove instrumente na računalu pomoću prikladnog sučelja i izvršiti prebacivanje podataka. Najraširenija sučelja za prijenos podataka u računarstvu su IEEE 488 (GPIB) za paralelni prijenos podataka i RS 232 za serijski. Pomoću ovih sučelja se osim prijenosa podataka može vršiti i upravljanje dotičnim instrumentom pomoću računala čime se upotpunjuje automatizacija mjernog procesa. Nakon što je objašnjen način na koji se vrši prikupljanje podataka o mjernoj veličini i koji se elementi nalaze na putu pretvorbe, u nastavku teksta će ih se pojedinačno objasniti:

Moduli za prilagodbu signala:

Svi A/D pretvarači vrše digitalnu pretvorbu naponskog signala. Zbog različitosti mjernih veličina je potrebna specijalna prilagodba signala za mnoge davače. Primjerice otpornički termometri, termistori i tenzometri su pasivni (otpornički) elementi i trebaju izvor napajanja da bi se moglo pomoću promjene pada napona odrediti veza s promjenom veličine koju mjere. Nadalje, da bi se prikupili podaci o struji potrebno ju je pretvoriti u naponski signal što se vrlo jednostavno radi pomoću shuntova. Drugim riječima, ovi moduli za prilagodbu signala povezuju mjernu veličinu s analognim ulazom A/D pretvarača. Osim modula s naponskim izlaznim signalom postoje i moduli sa strujnim izlaznim signalom. Ako je udaljenost od mjesta gdje se mjeri neka veličina do računala u kojem se nalazi A/D pretvarač velika, onda je poželjno signale prenositi u strujnom obliku. Naime, u pogonu postoje razni izvori parazitnih napona i smetnji. Ako se radi o naponskom prijenosu signala tada mu se parazitni naponi zbroje što rezultira pogrešnim mjerenjem. Neki su moduli napravljeni s galvanskim odvajanjem ulaza i izlaza čime se štiti elektronika A/D pretvarača i računala.

Izolacijska pojačala:

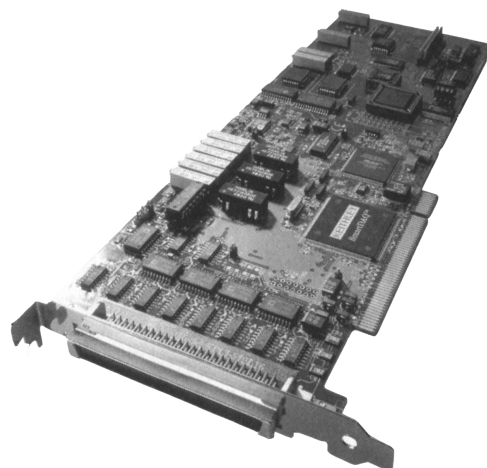
Ako moduli za prilagodbu signala nemaju galvansko odvajanje ulaza od izlaza potrebno je u

³Primjer promjena parametra nekog sustava može biti promjena napona napajanja u pokusu praznog hoda asinkronog motora ili promjena tereta na osovini motora tijekom pokusa opterećenja

put prikupljanja podataka staviti izolacijsko pojačalo. Ovisno o izvedbi izolacijsko pojačalo daje na izlazu napon najčešće ± 5 volti ili ± 10 volti⁴, što je standardizirani napon za većinu A/D pretvarača.

Data Acquisition utične kartice:

Slika 4.14 prikazuje tipičnu DAQ⁵ utičnu karticu. Analogno digitalna pretvorba poznata je u mjernoj tehnici dugi niz godina. Pojmovi vezani uz nju detaljno su objašnjeni u [14]. Ovdje će se neke od njih ponoviti uz osvrt na probleme koji se mogu pojaviti tijekom A/D pretvorbe.



Slika 4.14 DAQ utična kartica
Keithley Metrabyte DAS-1600

Razlučivost ulaznog signala važan je parametar pri odabiru utične kartice. On je vezan uz točnost prikaza analognog vremenski kontinuiranog signala u digitalnom obliku. Razlučivost se izražava brojem *bitova* koji se koriste za prikaz realnog broja u binarnom obliku. Što je taj broj veći to je veći broj podjela na koji se dijeli raspon ulaznog signala. Razlučivost zapravo predstavlja najmanji iznos mjerne veličine koji se može prepoznati pri A/D pretvorbi. U tablici 4.1, 4.2 i 4.3 su prikazani primjeri utjecaja razlučivosti na točnost A/D pretvorbe za 8 bitnu, 12 bitnu i 16 bitnu pretvorbu analognog signala iznosa 3.1 volt. Kao što se iz primjera vidi, treba voditi računa o rasponu ulaznog signala u odnosu na iznos mjerne veličine. Naime, kad se 3.1 volt iz primjera pretvarao u digitalni oblik pri rasponu od 0 do 10 volti ili od -5 do +5 volti pogreška zbog razlučivosti je bila duplo veća nego da se za raspon odabralo 0 do 5 volti. No, što je razlučivost A/D pretvarača veća to mu je veća i cijena.

⁴ Moguće su opcije i od 0 do 5 volti te od 0 do 10 volti

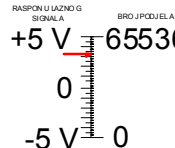
⁵ Kratica DAQ dolazi od engleskog Data AcQuisition što znači prikupljanje podataka

ULAZNI SIGNAL	RAZLUČIVOST	RASPON ULAZNOG SIGNALA	GRAFIČKI PRIKAZ	RAZLUČIVOST (mV/bit)	NAJVEĆA POGREŠKA ZBOG RAZLUČIVOSTI (%)
3.1 V	8 bita	0 do 10 V		39.06	1.26
3.1 V	8 bita	0 do 5 V		19.53	0.63
3.1 V	8 bita	-5 do +5 V		39.06	1.26

Tablica 4.1 Pogreška zbog razlučivosti pri 8 bitnoj A/D pretvorbi

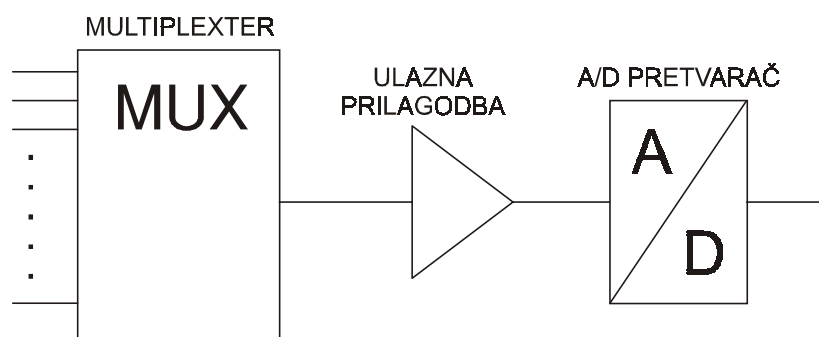
ULAZNI SIGNAL	RAZLUČIVOST	RASPON ULAZNOG SIGNALA	GRAFIČKI PRIKAZ	RAZLUČIVOST (mV/bit)	NAJVEĆA POGREŠKA ZBOG RAZLUČIVOSTI (%)
3.1 V	12 bita	0 do 10 V		2.44	$7.87 \cdot 10^{-2}$
3.1 V	12 bita	0 do 5 V		1.22	$3.94 \cdot 10^{-2}$
3.1 V	12 bita	-5 do +5 V		2.44	$7.87 \cdot 10^{-2}$

Tablica 4.2 Pogreška zbog razlučivosti pri 12 bitnoj A/D pretvorbi

ULAZNI SIGNAL	RAZLUČIVOST	RASPON ULAZNOG SIGNALA	GRAFIČKI PRIKAZ	RAZLUČIVOST (mV/bit)	NAJVEĆA POGREŠKA ZBOG RAZLUČIVOSTI (%)
3.1 V	16 bita	0 do 10 V		0.153	$4.9 \cdot 10^{-3}$
3.1 V	16 bita	0 do 5 V		0.076	$2.45 \cdot 10^{-3}$
3.1 V	16 bita	-5 do +5 V		0.153	$4.9 \cdot 10^{-3}$

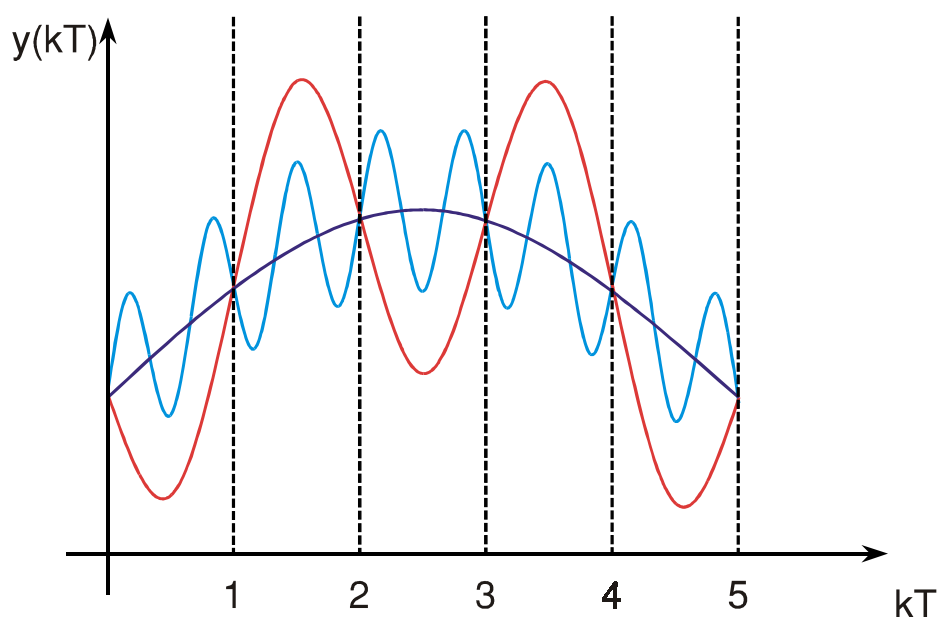
Tablica 4.3 Pogreška zbog razlučivosti pri 16 bitnoj A/D pretvorbi

Točnost je pojam koji se odnosi na rad niza elektroničkih elemenata i sklopova koji se nalaze na putu kojim prolazi analogni signal tijekom pretvorbe u digitalni oblik. Sama je točnost A/D pretvarača usko vezana uz već objašnjen pojam razlučivosti. No neovisno o razlučivosti, ulazne komponente A/D pretvarača (ulazni multipleksor, razna pojačala signala - Slika 4.15) unose pogrešku u analogni signal prije A/D pretvorbe. Točnost se može izraziti kao apsolutna ili relativna točnost. Apsolutna točnost pri određenom pretvorenom digitalnom obliku signala je razlika između stvarne vrijednosti ulaznog napona i teoretske vrijednosti tog napona potrebne da bi se dobio baš takav digitalni oblik signala. Relativna točnost je također odstupanje stvarne vrijednosti ulaznog napona od teoretske, ali iskazana u odnosu na punu vrijednost raspona ulaznog signala.



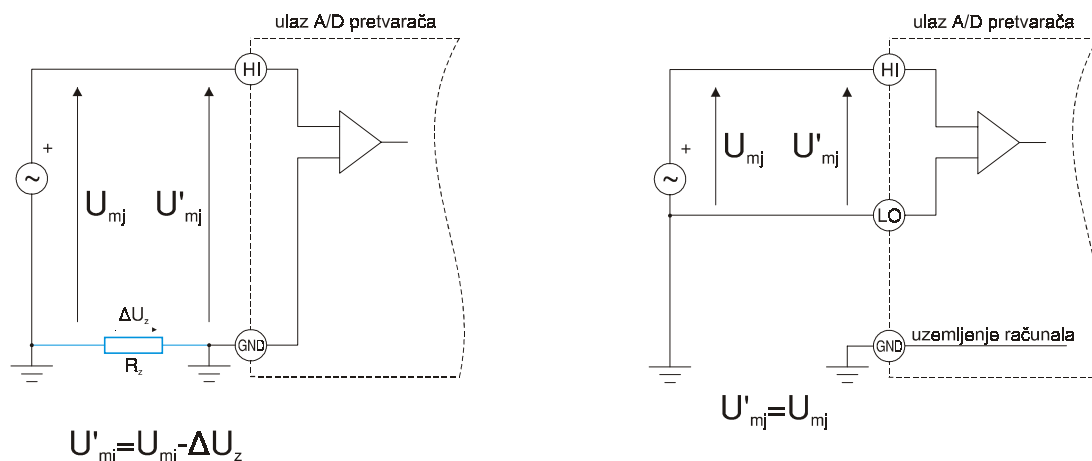
Slika 4.15 Ulazni krug 16 kanalne DAQ utične kartice

Frekvencija uzorkovanja je uz razlučivost i točnost DAQ utične kartice najvažnija osobina za ispravnu pretvorbu analognog signala u digitalni. Uzorkovanje je zapravo uzimanje trenutne vrijednosti mjerne veličine koja je vremenski promjenjivi signal. Kada se uzorkovanje odvija u pravilnim vremenskim razmacima može se govoriti o frekvenciji tj. učestalosti. Frekvencija se obično izražava u hercima, no u ovom se slučaju frekvencija uzorkovanja izražava brojem uzoraka mjerne veličine uzetih tijekom jedne sekunde. Ako je DAQ utična kartica višekanalna tada je najčešće izvedena s jednim A/D pretvaračem i ulaznim multiplekserom. Multiplekser se ponaša kao preklopka koja sukcesivno uključuje ulazne kanale s kojih šalje analogne signale na A/D pretvarač. Ovo ima izravan utjecaj na frekvenciju uzorkovanja koja je specificirana za A/D pretvarač. Ako se želi odrediti frekvencija uzorkovanja za svaki kanal, potrebno je frekvenciju uzorkovanja A/D pretvarača podijeliti s brojem ulaznih kanala. Teoretski gledano, ako utična kartica ima veliku frekvenciju uzorkovanja i veliki broj ulaznih kanala, može se desiti da frekvencija uzorkovanja po kanalu ne bude dovoljna za vjernu pretvorbu analognog signala u digitalni. DA bi A/D pretvorba bila uspješna, vrijedi [14] da bi frekvencija uzorkovanja trebala biti barem duplo veća od maksimalne frekvencije ulaznog signala, tj. njegovog najvišeg harmonika.



Slika 4.16 Utjecaj frekvencije uzorkovanja na vjernost A/D pretvorbe

Diferencijalni i jednostruki ulazi su dvije mogućnosti konfiguracije ulaznog signala DAQ utične kartice.



a) jednostruka konfiguracija ulaznog signala

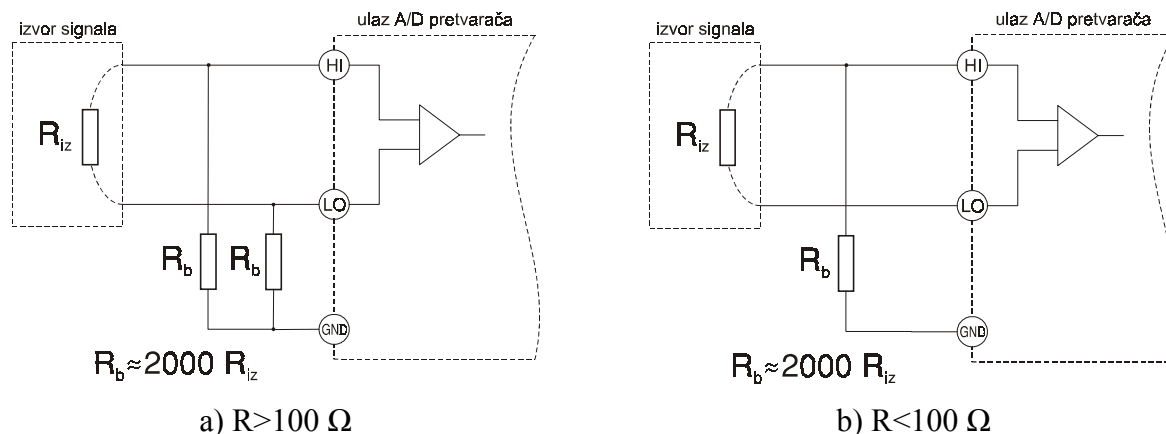
b) diferencijalna konfiguracija ulaznog signala

Slika 4.17 Razlika između jednostrukog i diferencijalnog ulaza

Jednostruki su ulazi jednostavniji za uporabu i u konačnici jeftiniji. No, kako se sa slike vidi diferencijalni su ulazi manje osjetljivi na smetnje koje se mogu javiti pri dovođenju signala mjerne veličine do ulaza DAQ utične kartice. To je posebno važno za mjerne sustave kojima je mjesto gdje se mjeri signal mjerne veličine jako udaljen od mjesta gdje se nalazi DAQ utična kartica. Tada više pad napona (ΔU_z) na otporniku R_z nije zanemariv i dolazi do većeg odstupanja između stvarne vrijednosti mjernog signala (U_{mj}), koji se mjeri pomoću diferencijalnog ulaza, od onog koji se mjeri jednostrukim ulazom ($U_{mj} - \Delta U_z$). Diferencijalni su ulazi skuplji od jednostrukih zbog toga što se prepolavlja broj ulaznih kanala DAQ utične kartice. Naime, ako kartica može imati 16 kanala s jednostrukim ulazom, u slučaju da se koriste diferencijalni ulazi taj će broj biti 8. Drugi je razlog u broju žica koje su potrebne da bi signal stigao do DAQ utične kartice. On je duplo veći za diferencijalne ulaze, nego za jednostruke. To je zato što jednostruki ulazi imaju zajednički niski nivo⁶ tj. zajedničku točku uzemljenja. Pri radu s diferencijalnim ulazima treba voditi računa o struji prednapona (engl. bias current). Ona se javlja zbog toga što elektronički sklopovi, odnosno komponente, u ulaznom krugu DAQ utične kartice nisu idealni. Zato kad je izlazni napon tog kruga jednak nuli vodičima visokog i niskog nivoa koji dolaze od mjerne veličine ipak teče neka struja - struja prednapona. Utjecaj struje prednapona na točnost mjerenja se može ukloniti ugradnjom otpornika R_b , koji se spaja između vodiča visokog, tj. niskog nivoa i uzemljenja računala). Slika 4.18 prikazuje kako se ugrađuje otpornik za eliminaciju prednapona. Da li će se ugraditi

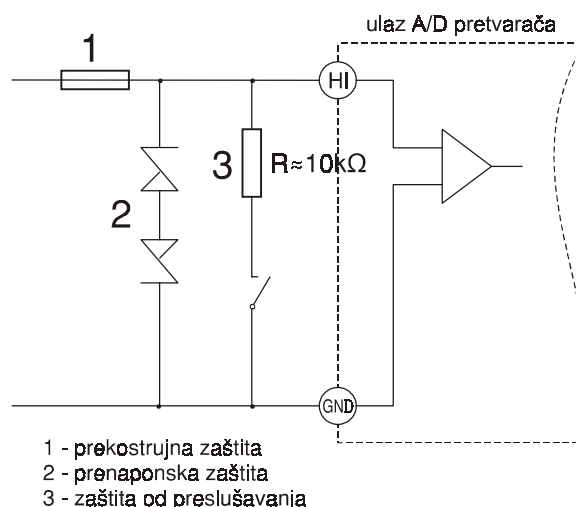
⁶ Signal se sastoji od visokog nivoa (HI) i niskog nivoa (LO) - slika 4.20. Jednostruki ulazi imaju različite visoke nivoe, dok su im niski zajednički. Kod diferencijalnih signala svaki signal ima različiti visoki i pripadajući niski nivo.

jedan ili dva otpornika te koji je njihov iznos određuje se u ovisnosti o izlaznom otporu mjernog modula (uređaja) koji služi kao izvor mjernog signala. Tako će se za izlazni otpor mjernog modula veći od $100\ \Omega$, ugraditi dva R_b otpornika - Slika 4.18 a). Njihov će otpor iznositi bar 2000 puta više od izlaznog otpora tog mjernog modula. Ako je pak izlazni otpor mjernog modula manji od $100\ \Omega$, tada se ugrađuje jedan R_b otpornik - Slika 4.18 b) - čiji će otpor biti veći od izlaznog otpora mjernog modula bar 1000 puta.



Slika 4.18 Ugradnja otpornika za eliminaciju struje prednapona za diferencijalni ulaz mjernog signala

Zaštita DAQ utične kartice je važna za prevenciju kvarova na kartici koji nastaju uslijed prenapona i prevelikih struja koje se mogu pojaviti u ulaznom krugu. U svrhu zaštite je potrebno izraditi priključnu kutiju koja se smješta između DAQ utične kartice i ostatka mjernog kruga. Ovisno o broju kanala na kartici na priključnoj se ploči ugrade standardizirani priključci za signale mjernih veličina. Zbog smanjenja utjecaja smetnje na mjerni signal pogodno je da se koriste BNC priključci. Slika 4.19 prikazuje shemu zaštitnog sklopa za jedan kanal kartice.



Slika 4.19 Shema sklopa za zaštitu DAQ utične kartice

Osigurač (1) se stavlja kao prekostrujna zaštita. Za zaštitu od prenapona se koristi suprotan spoj Zenerova dioda (2). Otpornik (3) se koristi za eliminaciju preslušavanja kanala koje se javlja unutar priključne kutije. Ako se tijekom mjerenja ne koriste svi kanali, vrlo je vjerojatno da će se na njima ipak generirati signal koji je rezultat preslušavanja s drugim kanalima. Tako će A/D pretvarač na DAQ utičnoj kartici pretvarati u digitalni oblik i ovu smetnju pa će izgledati kao da su svi kanali u uporabi. Posljedica ovog problema je povratno djelovanje smetnje zbog preslušavanja kanala na njihov izvor tj. na kanale koji su u uporabi. Zbog povratnog će se djelovanja zasigurno unijeti pogreška u mjereni signal što će, naravno, rezultirati pogrešnim mjerenjem. Da bi se ovaj problem izbjegao potrebno je kanale koji se ne koriste preko odgovarajuće dimenzioniranog otpornika⁷ spojiti na masu. Kad je kanal u uporabi sklopka kod otpornika (3) je otvorena tako da on nije u funkciji.

Kontroler za paralelan prijenos podataka:

Standard IEEE488⁸ definira električne parametre, kabele, sučelje, kontrolni protokol i poruke za paralelan prijenos podataka. Ovaj je standard vrlo raširen tako da se pomoću njega može vršiti komunikacija između računala i preko 2000 raznih instrumenata koje proizvodi više od 200 proizvođača. IEEE488 kontroler služi kao upravljački mehanizam. Na njega se može istovremeno paralelno priključiti 14 instrumenata. Kontroler jednoznačno dodjeljuje adresu svakom od tih instrumenata kako bi ga mogao prepoznati tijekom rada. Ovakav način prijenosa podataka nije povoljan za veće udaljenosti zbog velike osjetljivosti na elektromagnetske smetnje okoline. Najbolji se rezultati postižu na udaljenostima do 2 metra, ali sam standard IEEE488 definira da je ovakav prijenos podataka moguć i do udaljenosti od 20 metara. Sam protokol prijenosa podataka između računala i instrumenata vrlo je specifičan. Računalo se najčešće uzima za upravljanje prijenosom podataka. Ono dodjeljuje statuse instrumentima, definirajući tako, trebaju li se podaci slati iz instrumenta prema računalu ili obratno. Postoje, dakle, dva statusa koji se nazivaju TALK i LISTEN. Ako se želi prebaciti podatke o mjernoj veličini iz instrumenta u računalo tada će instrument imati status TALK, a računalo LISTEN. Računalo zapravo „sluša” što mu instrument „govori”. Uloge se mijenjaju, ako se želi upravljati radom instrumenta pomoću računala. Računalo će tada slati naredbe instrumentu i imat će status TALK, dok će ovaj drugi „slušati” te naredbe i imati status LISTEN.

⁷ Praktična iskustva iz mjerenja pokazala su da je odgovarajuća vrijednost otpornika 10 kΩ

⁸ Sučelje za paralelan prijenos podataka prema standardu IEEE488 je izmislio i prvu počeo koristiti poznati proizvođač mjernih instrumenata HEWLETT PACKARD pod imenom HPIB (Hewlett Packard Interface Bus). Kako je takav prijenos podataka brz i pouzdan postao je opće priznatim standardom tako da se počeo pojavljivati pod imenom GPIB (General Purpose Interface Bus) iz čega je izrastao standard IEEE488.

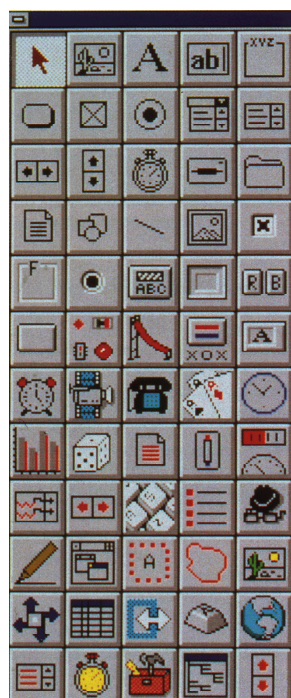
Kontroler za serijski prijenos podataka:

Serijski je prijenos podataka sporiji od paralelnog, ali je puno otporniji na smetnje pa je pogodan za prijenos podataka na veće udaljenosti. Postoji nekoliko različitih standarda za serijski prijenos podataka, koji su po proceduri prijenosa signala isti. Razlikuju se u organizaciji prijenosa podataka i izgledu sučelja za spoj instrumenta. *RS232* standard se najčešće susreće jer je kontroler s ovim sučeljem ugrađen u gotovo svako računalo. Protokol po kojem se vrši prijenos podataka preko *RS232* sučelja omogućava spajanje dva uređaja (računalo + instrument) i prijenos podataka u oba smjera. *RS422* standard je isti kao i *RS232*, samo što je spoj žica kojima se podaci prenose drukčiji. Ovaj je standard prilagođen za prijenos podataka na veće udaljenosti. Sljedeći, u praksi vrlo čest slučaj za serijski prijenos podataka, je *RS485* standard. On je također predviđen za prijenos podataka na veće udaljenosti, a osim toga omogućava i priključak više od dva uređaja/instrumenta. Istovremeno mogu komunicirati sam dva instrumenta, tako da se ostalima dodjeljuje status mirovanja, tj. prekida im se slanje podataka. Ako se s dotičnim instrumentom želi ponovo uspostaviti komunikacija mora ga se „pokrenuti” što prekida status mirovanja.

4.2.3 PROGRAMSKA PODRŠKA ZA OBRADU PODATAKA

Kako napreduje razvoj hardvera i operativnih sistema, razvijaju se programi koji pružaju podršku mjernom procesu i omogućavaju jasan prikaz rezultata. Nekad je korisnik bio prisiljen birati između dvije krajnosti pri odabiru programske podrške. Ovisno o stupnju znanja o programiranju, korisnik se mogao odlučiti na pisanje programa u jednom od programskih jezika (npr. C, Basic, Pascal) ili se odlučiti na kupnju gotovih programa prilagođenih potrebama mjerenja i mjernog procesa. U prvom se slučaju zahtijevalo veliko umijeće u programiranju, ali se osiguravala maksimalna prilagodljivost programske aplikacije potrebama korisnika. U drugom je slučaju korisnik bio zakinut za prilagodljivost programske podrške specifičnim problemima, ali mu je bilo znatno olakšano pisanje programa. Danas, kad je razvijeno vizualno programiranje korištenjem grafičkih sučelja⁹. Na ovaj se način korisniku lakše uključiti u pisanje vlastitih programa, čime se potiskuje uporaba gotovih programskih paketa. Vizualno programiranje pomoću programskih jezika Visual C++, Visual Basic ili Delphi znatno je olakšano korištenjem ActiveX korisničkih kontrolnih objekata od Microsofta. ActiveX kontrolni objekti su unaprijed definirane komponente vizualnih programskih jezika s kojima je lakše izraditi programsku aplikaciju.

⁹ GUI - Graphical User Interface



Primjerice ActiveX omogućava upravljanje tipkama (engl. buttons), prozorima za unos podataka, prozorima za grafički prikaz podataka, paralelnim i serijskim prijenosom podataka, itd. Uloga proizvođača programske podrške koji su prije razvijali korisničke programske pakete, svodi se danas na razvijanje ActiveX objekata za specifične slučajeve, npr. prikupljanje podataka, analiza signala i sl. Slika 4.20 prikazuje izgled ActiveX objekata za Visual Basic i Visual C++, koje nudi proizvođač IOtech. Oni su specijalizirani za prikupljanje podataka i upravljanje mjernim procesom.

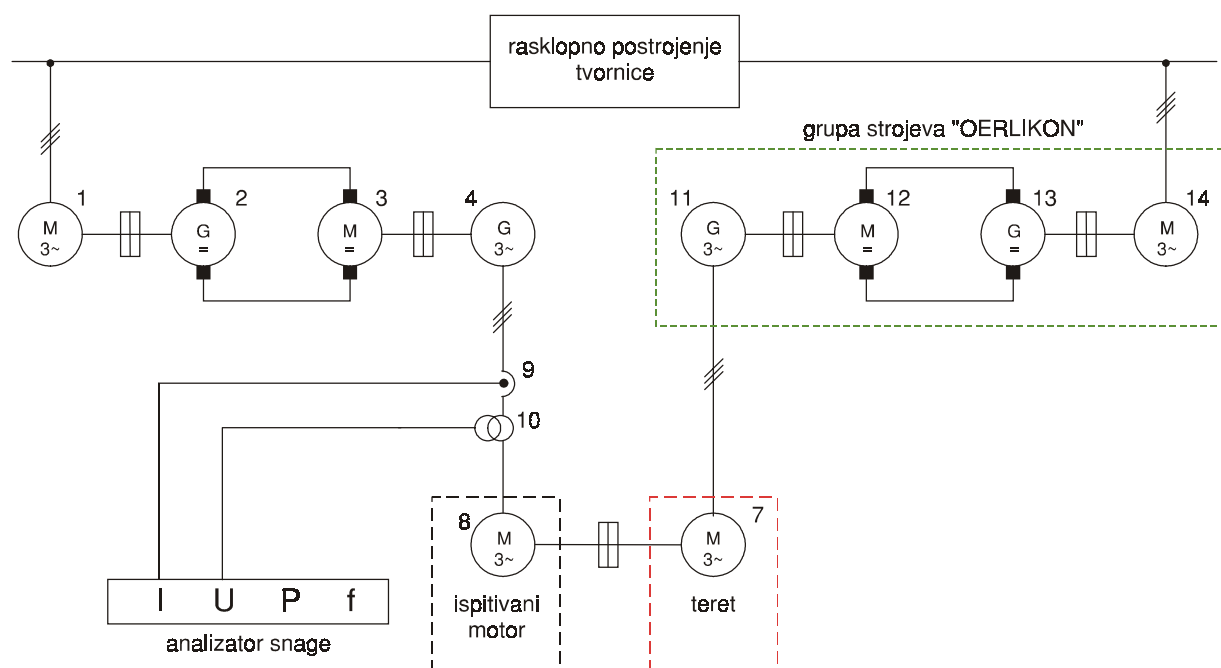
Slika 4.20 ActiveX objekti za Visual Basic i Visual C

No, u nekim je slučajevima još uvijek povoljnije koristiti gotove programske pakete koji su usredotočeni na prikupljanje podataka i upravljanje mjernim procesom. Jedan od najrasprostranjenijih programskih paketa iz ovog područja je TESTPOINT od proizvođača Keithley. Ovo je programski paket za prikupljanje podataka i upravljanje mjernim procesom pomoću DAQ utičnih kartica i instrumenata s ugrađenim IEEE488 ili RS232/485 sučeljima. Osim toga se pomoću Testpointa može izvršiti i obrada snimljenog signala, te izvršiti prikaz snimljenih i obrađenih podataka na razne načine, bilo numerički, bilo grafički. Ovdje se također koristi vizualno programiranje, no korisnik se ne opterećuje pisanjem naredbi, već ih Testpoint automatski generira. Način rada s programskim paketom Testpoint će se naknadno detaljnije objasniti budući da je sastavni dio mjernog sustava koji je objašnjen u sljedećem poglavlju.

5 PRIMJER AUTOMATIZIRANOG ISPITIVANJA ASINKRONOG MOTORA U TVORNICI

Da bi se dobila slika o svakodnevnom radu ispitne stanice treba navesti da je ona posljednje odredište novog ili servisiranog motora u tvornici prije isporuke naručitelju. Vrlo često, zbog objektivnih razloga, nastaju kašnjenja u proizvodnom procesu motora, koja se pokušavaju nadoknaditi na kraju procesa, tj. u ispitnoj stanici. Zbog toga je potrebno optimizirati sve postupke tijekom završnog ispitivanja asinkronog motora kako bi sam postupak trajao što kraće. Stoga se u ovoj radnji započelo s razvojem automatiziranog sustava za ispitivanje asinkronih motora po uzoru na svjetske proizvođače. Tako je u tvorničkim uvjetima složen sustav za automatizirano prikupljanje i obradu podataka tijekom ispitivanja asinkronih motora tijekom pokusa praznog hoda, kratkog spoja i opterećenja. Naglasak je ovog sustava stavljen na automatiziranu obradu podataka, budući da se klasičnim načinom gubilo puno vremena na razradu rezultata. Korištenjem računala za upravljanje prikupljanjem i obradom podataka ubrzava se izrada protokola, i što je još važnije povećava se pouzdanost ispitivanja. Na ovaj se način vrijeme izrade protokola o ispitivanju skraćuje na otprilike sat vremena. Nedostatak je ovog sustava što nije potpuno automatiziran. No, već je prije objašnjeno da bi potpuna automatizacija zahtijevala kapitalna ulaganja što nije bilo moguće. Već mali dio kompletnog sustava, kao što je automatizirano prikupljanje i obrada podataka, dovodi do značajnih ušteda gledajući na skraćenje trajanja ispitivanja i obrade podataka. Kraće trajanje ispitivanja znači i smanjenje troškova energije što još više opravdava investiciju u jedan takav sustav.

Obrađeni se sustav za ispitivanje asinkronih motora sastoji od elektromotornog pogona za napajanje ispitivanog motora, elektromotornog pogona za terećenje motora i sustava za automatizirano prikupljanje podataka. Slika 5.1 prikazuje jednopolnu shemu za ispitivanje visokonaponskih motora. Treba napomenuti da je postrojenje ispitne stanice društva KONČAR – Generatori i motori d.d, rasprostranjeno po cijeloj tvornici. Upravljanje iznosom i frekvencijom napona napajanja ispitivanog motora, provodi se s jednog od više ispitivačkih pultova. Upravljačka i energetska veza između pulta i strojeva vrši se preko centralnog birača. Na taj se način napon napajanja zajedno s upravljačkim signalom može poslati na bilo koji pult. Za dovodenje napona napajanja i upravljačkog signala do pulta odgovoran je uklopničar, koji upravlja s biračem ostvarujući tako vezu između pulta i strojeva.



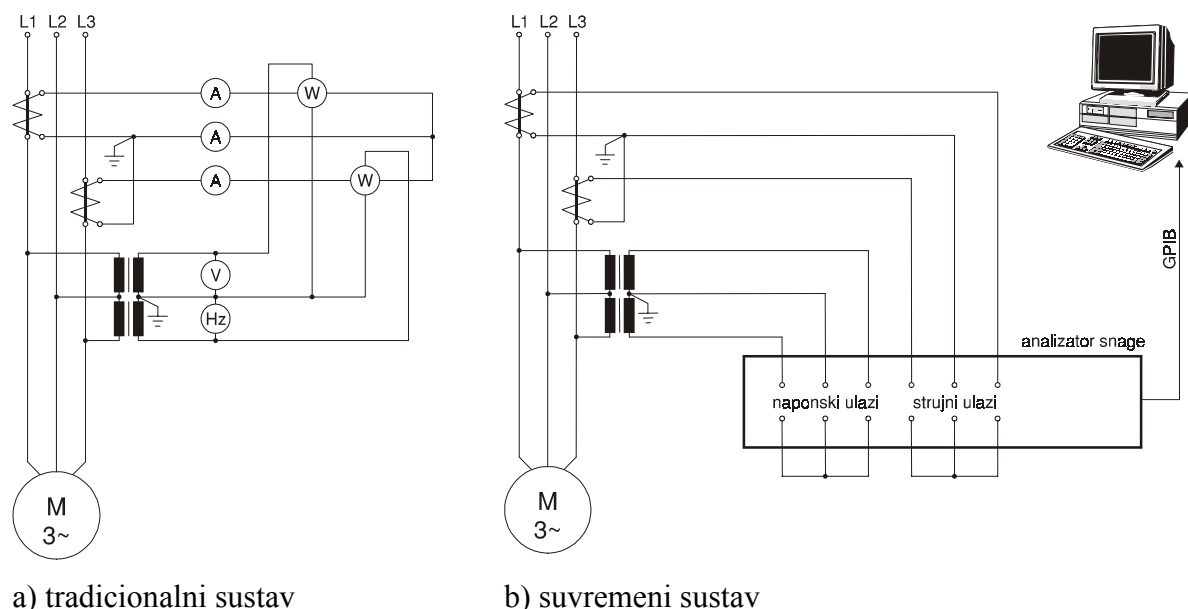
Slika 5.1 Shema sustava za ispitivanje asinkronog motora s automatiziranim prikupljanjem podataka i terećenjem motora pomoću asinkronog stroja

5.1 DIJELOVI SUSTAVA AUTOMATIZIRANOG PRIKUPLJANJA I OBRADE PODATAKA

S gornje se slike može izdvojiti automatizirani mjerni sustav za prikupljanje i obradu podataka. On se sastoji od dva naponska (10) i dva strujna (9) mjerna transformatora te od trofaznog analizatora snage koji je pomoću IEEE488 (GPIB) sučelja vezan na osobno računalo s instaliranom potrebnom programskom podrškom. Slika 5.2 prikazuje usporedbu mjernog sustava s analizatorom snage i tradicionalnog sustava s klasičnim mjernim. U nastavku teksta će pojedini dijelovi sustava biti detaljnije objašnjeni. Prirodno se nameće zaključak da je automatizirani sustav s analizatorom snage bitno jednostavniji i da ubrzava sam proces mjerenja. Nadalje, računalo upravlja snimanjem mjernih veličina. U klasičnom se sustavu pojedina mjerna točka sastoji od mjerenja linijskog napona, tri fazne struje, i snage na dva vatmetra u Aaronovom spoju. Nakon toga se izračunava srednja vrijednost faznih struja i faktora snage¹⁰ ($\cos\phi$) iz očitanih vrijednosti. Treba dodati da se tijekom mjerenja rijetko kada očitavaju stvarne vrijednosti mjernih veličina. Zbog korištenja mjernih transformatora i analognih instrumenata, svaka mjerna veličina ima svoju konstantu mjerenja. Rezultat toga je da se tijekom ispitivanja očitava samo otklon kazaljke instrumenta, dok se preračunavanje

¹⁰Faktor snage za sinusoidalni napon napajanja predstavlja $\cos\phi$, gdje je ϕ fazni pomak između napona i struje. Općenito se faktor snage označava grčkim slovom λ i pri nesinusoidalnim naponima napajanja se definira kao omjer radne i prividne snage.

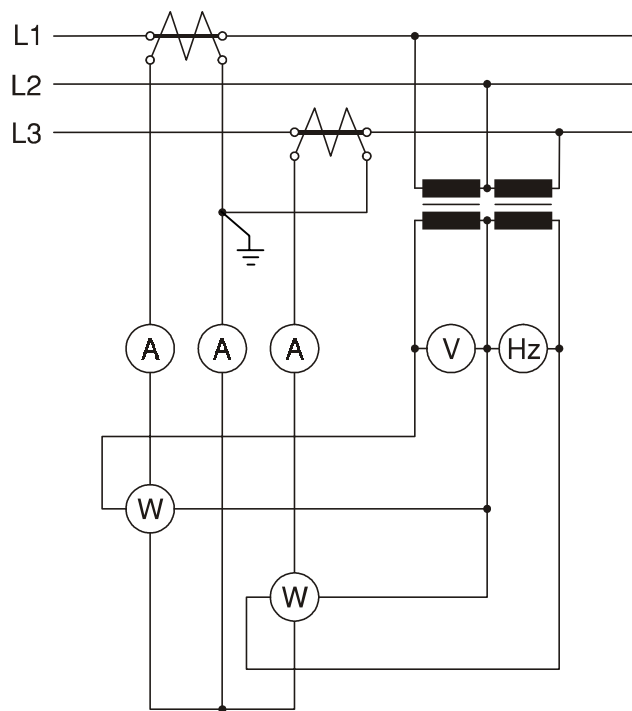
vrši kasnije, nakon mjerenja. U automatiziranom sustavu računalo upravlja očitavanjem mjernih veličina. Na početku ispitivanja se definira konstanta mjerenja napona i struje ovisno o mjernim transformatorima. Tako se tijekom ispitivanja vrši zapis stvarnih vrijednosti mjernih veličina. Očitavanje mjerne točke se dešava gotovo trenutno, a sva izračunavanja i preračunavanja se odvijaju u analizatoru snage prije nego dođu u računalo. Ovime se smanjuje broj ljudi potrebnih za ispitivanje i povećava se pouzdanost mjernog procesa.



Slika 5.2 Trofazna shema spoja mjerne opreme tradicionalnog i suvremenog načina ispitivanja asinkronog stroja

5.1.1 NAPONSKI I STRUJNI MJERNI TRANSFORMATORI

Naponski i strujni mjerni transformatori se koriste za mjerenje visokih izmjeničnih napona i velikih struja. Korištenjem mjernih transformatora se omogućava korištenje klasične mjerne opreme za niski napon i male struje za ovakva specifična mjerenja. Osim toga njima se štite i osobe uključene u mjerni proces, jer transformator galvanski odvaja energetske krug od mjernog. Primarni se namoti uključuju u energetske krug, dok se na sekundarni namot spajaju mjerni instrumenti. Za mjerenje snage trofaznog sustava bi trebalo imati tri naponska i tri strujna mjerna transformatora koji će mjeriti fazni napon, struju i snagu, kako bi se iz sume triju faznih snaga dobila snaga trofaznog sustava. Za ispitivanje asinkronih motora je takav način mjerenja snage nepraktičan. Naime, zvijezdište motora je najčešće nedostupno pa se mora mjeriti linijski napon. Osim toga se za mjerenje snage trofaznog sustava koristi Aronov spoj instrumenata, koji je pogodniji za ispitivanje, jer koristi samo dva naponska i dva strujna mjerna transformatora. Slika 5.3 prikazuje shemu spajanja mjerne opreme u Aronovom spoju.



Slika 5.3 Priključivanje strujnog i naponskog mjernog transformatora za mjerenje snage u Aronovom spoju

U mjerni su sustav, za ispitivanje asinkronih motora ugrađeni mjerni transformatori s promjenjivim mjernim područjem sljedećih nazivnih podataka:

<u>naponski mjerni transformatori:</u> - proizvođač: KONČAR - tip: NTP16 - broj: MU 3146/96 i MU 3148/96 - klasa: 0.1 do 0.2 - primar: 4-8-12-16 kV - sekundar: 100 V - prividna snaga: 15 VA - max. prividna snaga: 30 VA	<u>strujni mjerni transformatori:</u> - proizvođač: KONČAR - tip: ST 600-12 - broj: MU 1529 i MU 2999 - klasa: 0.1 do 0.2 - primar: 0.5-1-2-5-10-20-50-100-300-600 A - sekundar: 5 A - prividna snaga: 10 VA - max. prividna snaga: 15 VA
--	---

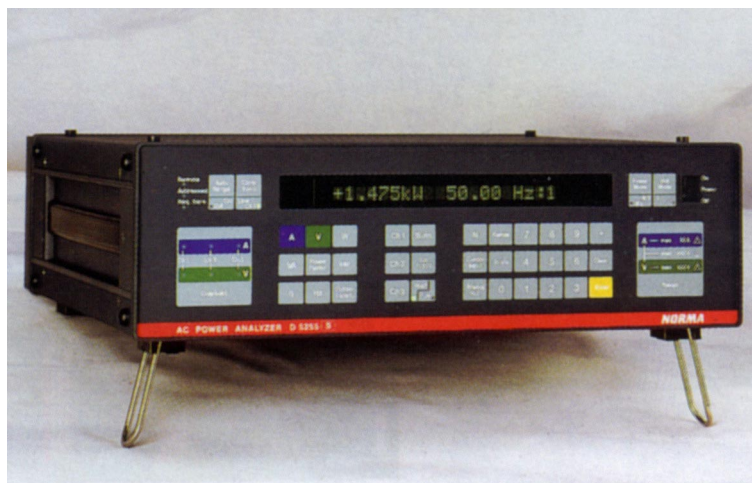
Tablica 5.1 Nazivni podaci mjernih transformatora

Tablica 5.2 sadrži podatke o pogreškama mjernih transformatora sukladno tablicama iz [5]. Naponska i strujna pogreška u postotcima izražava se u odnosu na mjerenu vrijednost.

naponski mjerni transformatori:			strujni mjerni transformatori:					
pogreška između 80 i 120% U _n	klasa		opterećenje	0.05 I _n	0.2 I _n	1.0 I _n	1.2 I _n	klasa
- naponska pogreška: ±0.1%	0.1		- strujna pogreška	±0.4%	±0.2%	±0.1%	±0.1%	0.1
- fazna pogreška: ±5′	0.1		- fazna pogreška	±15′	±8′	±5′	±5′	0.1
- naponska pogreška: ±0.2 %	0.2		- strujna pogreška	±0.75%	±0.35%	±0.2%	±0.2%	0.2
- fazna pogreška: ±10′	0.2		- fazna pogreška	±30′	±15′	±10′	±10′	0.2

Tablica 5.2 Granice pogrešaka mjernih transformatora

5.1.2 ANALIZATOR SNAGE

**Slika 5.4** Trofazni analizator snage NORMA D 5255 M

Analizator snage je precizni digitalni vatmetar. On služi za ispitivanje svih električnih strojeva: transformatora te generatora i motora, bilo za izmjeničnu ili istosmjernu struju. Instrumentu se dovode tri signala proporcionalna mjerenom naponu i tri signala proporcionalna mjerenoj struji. Iz se ovih veličina pomoću mikroprocesora ugrađenog u analizator snage izračunava: radna snaga, jalova snaga, prividna snaga, faktor snage, energija, impedancija mjernog objekta, radni otpor mjernog objekta i druge specifične veličine vezane uz objekt ispitivanja. Ovisno objektu ispitivanja napravljene su različite verzije¹¹ analizatora snage. NORMA korištena u ovom sustavu je trofazni analizator snage specijaliziran za ispitivanje motora. Inače proizvođač NORMA ima u svom proizvodnom programu veliki

¹¹ NORMA D 5255 S je standardna izvedba trofaznog analizatora snage
 NORMA D 5255 T je trofazni analizator snage za ispitivanje transformatora
 NORMA D 5255 G je trofazni analizator snage za ispitivanje generatora
 NORMA D 5255 M je trofazni analizator snage za ispitivanje trofaznih izmjeničnih motora s mogućnosti mjerenja brzine vrtnje, momenta na osovini iz čega se izračunava predana snaga i korisnost motora.

izbor analizatora snage od modela D 5235 preko modela D 5255 do najsofisticiranijeg i najskupljeg modela D 6000. Tablica 5.3 navodi tehničke podatke za trofazni analizatora snage NORMA D 5255 M.

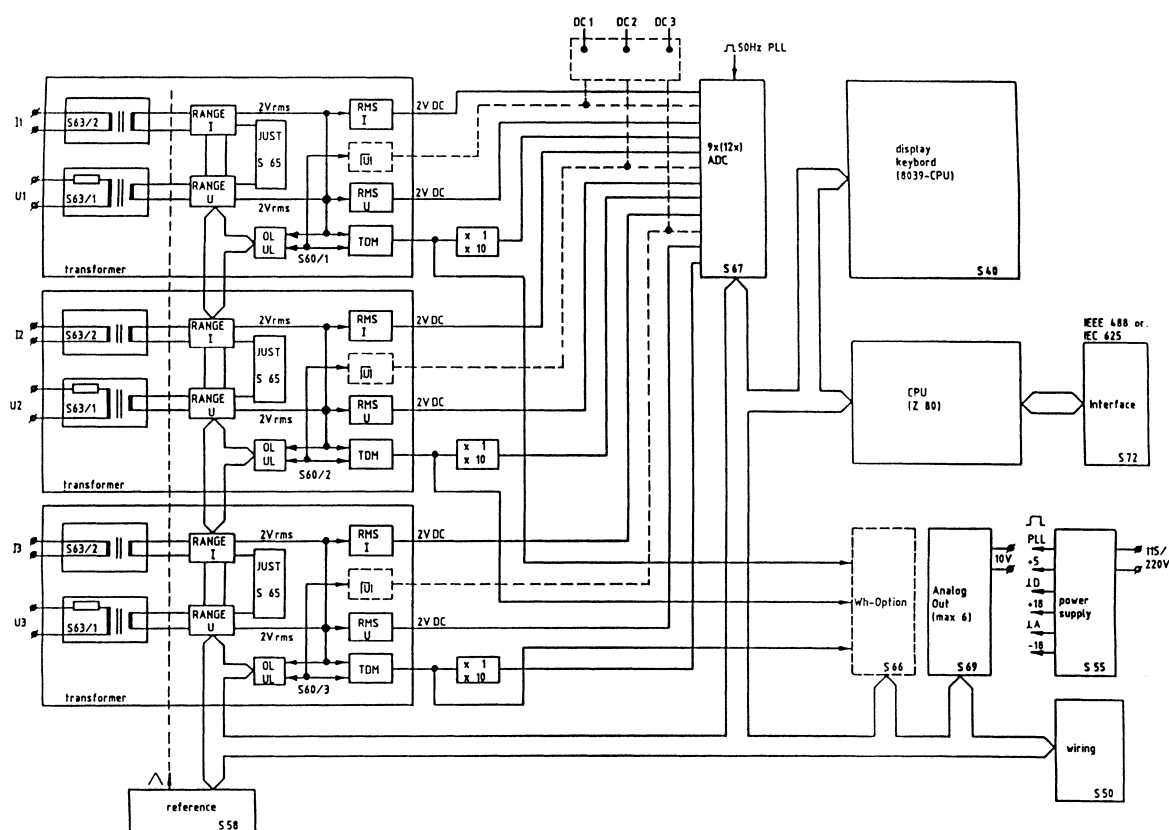
broj ulaznih kanala	• 3 naponska ulaza • 3 strujna ulaza
mjerna područja strujnih kanala	• 0.1-0.2-0.5-1-2-5-10-20-50 ampera • dozvoljeno preopterećenje 60 A trajno, 100 A kratkotrajno (5 sekundi)
mjerna područja naponskih kanala	• 65-130-260-520-650 volti • dozvoljeno preopterećenje 800 V trajno, 1.4 kV kratkotrajno (5 sekundi)
razlučivost	• 10 μA za mjerenje struje • 10 mV za mjerenje napona • 1 mW za mjerenje snage • 1 mWh za mjerenje energije
točnost mjerenja napona i struje	• $\pm(0.1\%$ izmjerene vrijednosti + 0.1% mjernog područja) • NAPOMENA: uz frekvenciju mjernog signala od 45 do 65 Hz
točnost mjerenja radne snage	• za $\cos\varphi=1$ $\pm 0.1\%$ mjernog područja • za $\cos\varphi=0.1$ $\pm 0.5\%$ mjernog područja • NAPOMENA: uz frekvenciju mjernog signala od 45 do 65 Hz
točnost mjerenja prividne snage	• suma pogrešaka pri mjerenju napona i struje
točnost mjerenja faktora snage	• suma pogrešaka pri mjerenju prividne i radne snage
temperaturni koeficijent	• $<0.1\%$ mjernog područja po kelvinu za mjerenja napona, struje i radne snage
dugoročna točnost	• $\pm 0.02\%$ mjernog područja godišnje za mjerenja napona, struje i radne snage
vrijeme mjerenja	• 480 ms uz napon napajanja 50 Hz
vrijeme zagrijavanja	• 30 min

Tablica 5.3 Tehnički podaci trofaznog analizatora snage NORMA D 5255 M

Prilagodba ulaznih signala

Svaki se ulazni signal pomoću posebnog mjernog transformatora pretvara u standardizirani oblik maksimalnog iznosa 2 V efektivno. Na svakom kanalu se nalazi jedan strujni i jedan naponski transformator - Slika 5.5. Primar strujnog transformatora predstavlja jedan bakreni zavoj čiji je presjek 16 mm^2 . Tako veliki presjek je odabran da bi se zaštitio ulazni strujni transformator od uništenja. Na sekundaru se nalazi paralelno spojeni otpornik koji služi za pretvorbu strujnog signala u naponski. Ovisno o iznosu ulaznog signala automatski se odabire mjerno područje, tako da se na izlazu iz strujnog transformatora dobije izmjenični signal efektivne vrijednosti 2 V. Odabir mjernog područja se vrši pomoću tri otcjepa na sekundarnom namotu transformatora u omjeru zavoja 1-2-5 te uz promjenjivi iznos paralelno spojenog otpornika u koracima 0.1-1-10. Na ovaj se način dobije 9 mjernih područja 0d 0.1 do 50 A. Naponski transformator radi na istom principu kao i strujni. Razlika je u tome što se ulazni napon pretvara u strujni signal pomoću otpornika $660 \text{ k}\Omega$. Ovaj je otpornik spojen u seriju s primarnim namotom koji ima puno zavoja. Mjerno se područje, također, odabire ovisno o iznosu ulaznog signala tako da se na izlazu naponskog transformatora i u ovom slučaju dobije izmjenični signal efektivne vrijednosti 2 V. Mjerno se područje automatski

odabire pomoću 5 otcjepa na sekundarnom namotu naponskog transformatora u granicama od 65 do 650 V. Nakon ove prilagodbe dobiveno je šest izmjeničnih naponskih signala maksimalnog iznosa 2 V efektivno od kojih su tri proporcionalna mjerenoj struji, a tri mjerenom naponu. Svaki od ovih šest standardiziranih izmjeničnih signala se pretvara u istosmjerni signal proporcionalan efektivnoj vrijednosti mjenjenog signala. Pretvorba se obavlja pomoću mjernih pretvarača efektivne vrijednosti [5].



Slika 5.5 Shema ulaznog kruga analizatora snage

Takav se sklop sastoji od elektroničkog multiplikatora, filtra, elektroničkog sklopa koji vrši korjenovanje i izlaznog pojačala. Prvo se u elektroničkom multiplikatoru kvadriraju trenutne vrijednosti izmjeničnog signala. Nakon toga se, pomoću filtra, prigušuju izmjenične komponente i ostaje istosmjerni napon proporcionalan kvadratu trenutnih vrijednosti mjerne veličine. Taj se napon odvodi na korjenator čiji je izlazni napon proporcionalan korijenu ulaznog. Na kraju se napon odvodi na pojačalo koje ga standardizira na vrijednost od 0 do 2 V. Tako dobiveni istosmjerni signal je proporcionalan efektivnoj vrijednosti izmjeničnog signala i nalazi se u granicama od 0 do 2 V. Radna snage se mjeri pomoću pretvarača snage s impulsnim multiplikatorom [5]. Osnovni sklop impulsnog multiplikatora je astabilni multivibrator koji na izlazu daje pravokutan signal. Ovisno o trenutnoj vrijednosti mjenjenog napona i struje izlazni napon ugrađenog multivibratora poprima pozitivne ili negativne

vrijednosti. Srednja vrijednost tako dobivenog pravokutnog signala proporcionalna je radnoj snazi. Ona se odvodi na izlazno pojačalo koje ju pojačava na standardizirani izlazni napon od 0 do 2 V. Sada svaki kanal ima tri istosmjerna signala u granicama od 0 do 2 V, koji su proporcionalni radnoj snazi te efektivnoj vrijednosti napona i struje. Ovako prilagođeni signali odlaze na analogno digitalnu pretvorbu. Obzirom da se pri mjerenjima na trofaznim sustavima koriste sva tri kanala, na A/D pretvarač dolazi devet istosmjernih signala. Za povećanje točnosti A/D pretvorbe svaka od devet veličina ima svoj A/D pretvarač, čime se osigurava istovremena A/D pretvorba svih devet signala.

Računanje veličina iz izmjerenih podataka

Mikroprocesor ugrađen u analizator snage omogućava izračunavanje raznih veličina iz izmjerenih podataka. Podaci koji se dobivaju iz mjerenja odnose se na izmjerene vrijednosti napona, struja i snaga svakog kanala. Računanje veličina će biti objašnjeno na klasičnom spoju analizatora snage za mjerenja na trofaznim sustavima prema metodi tri vatmetra [5]. Tamo se na svakom kanalu mjeri fazni napon i fazna struja iz čega se određuje radna snaga za svaku fazu posebno.

Ako se faze označe s L1, L2 i L3 mjerene veličine tada dobivaju sljedeće oznake:

- mjereni fazni naponi: U_{10}, U_{20}, U_{30}
- mjerene fazne struje: I_1, I_2, I_3
- mjerene radne snage po fazi: P_1, P_2, P_3

Iz ovih se veličina računa sljedeće:

- srednja vrijednost faznih napona $\overline{U}_f = \frac{U_{10} + U_{20} + U_{30}}{3}$
- srednja vrijednost faznih struja $\overline{I} = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}$
- ukupna radna snaga trofaznog sustava $P = P_1 + P_2 + P_3$
- prividna snaga po fazi $S_1 = U_{10} \cdot I_1, S_2 = U_{20} \cdot I_2, S_3 = U_{30} \cdot I_3$
- ukupna prividna snaga trofaznog sustava $S = S_1 + S_2 + S_3$
- faktor snage po fazi $\lambda_1 = \frac{P_1}{S_1}, \lambda_2 = \frac{P_2}{S_2}, \lambda_3 = \frac{P_3}{S_3}$
- ukupan faktor snage trofaznog sustava $\lambda = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{S_1 + S_2 + S_3}$
- utrošena energija trofaznog sustava $W = (P_1 + P_2 + P_3) \cdot t$
- impedancija po fazi $|Z_1| = \frac{U_{10}}{I_1}, |Z_2| = \frac{U_{20}}{I_2}, |Z_3| = \frac{U_{30}}{I_3}$

- impedancija trofaznog sustava

$$|Z| = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}}$$

- radni otpor po fazi

$$R_1 = \frac{P_1}{I_1^2}, R_2 = \frac{P_2}{I_2^2}, R_3 = \frac{P_3}{I_3^2}$$

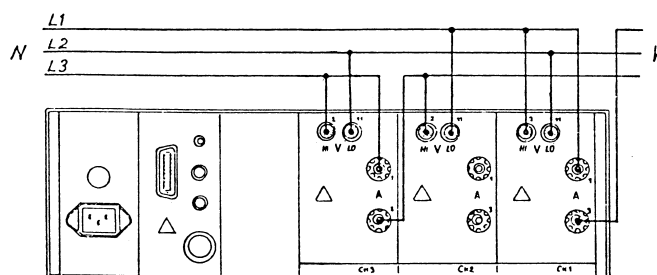
- radni otpor trofaznog sustava

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

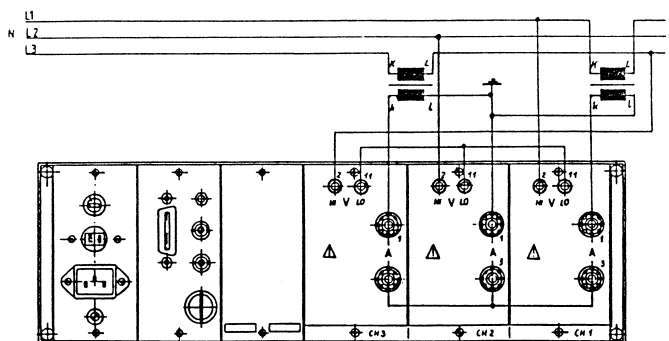
Ako je mjerni sustav opremljen opremom za mjerenje brzine vrtnje i momenta na osovini motora tada je moguće mjeriti predanu snagu motora (P). Na osnovu toga se može izračunati korisnost motora, a osim toga se u ovisnosti o frekvenciji napajanja i brzini vrtnje može izračunati i klizanje motora.

Sheme spajanja ulaznih signala

O načinu spajanja mjernih veličina na ulazne kanale ovisit će ispravnost izračunavanja veličina u analizatoru snage. Naponski su ulazi označeni slovom V i svaki od njih ima dva priključka koji su označeni sa slovima HI i LO. Strujni ulazi su označeni slovom A i također imaju dva priključka koji su označeni brojevima 1 i 3. Naponski priključci označeni s HI i strujni priključci označeni s 1 su ulazni priključci. O tome treba voditi računa da ne bi došlo do nepotrebnog faznog zakretanja između napona i struje što vodi na neispravno izračunavanje radne snage. Slika 5.6 prikazuje ulaznu konfiguraciju mjernih signala pri kojemu neće biti moguće očitavati fazne vrijednosti veličina izračunatih u analizatoru snage, zbog toga što se struja u fazi L2 ne mjeri. Slika 5.7 pak, prikazuje ulaznu konfiguraciju mjernih signala pri kojoj će se fazne vrijednosti veličina ispravno izračunavati, iako se mjerenje faznih struja provodi neizravno.



Slika 5.6 Spoj analizatora za izravno mjerenje snage



Slika 5.7 Spoj analizatora za neizravno mjerenje snage

Iako se u oba slučaja mjeri linijska vrijednost napona napajanja, spajanjem umjetnog zvijezdišta na LO priključcima naponskih ulaza, analizator snage prividno mjeri fazni napon. Isto tako je sa strujom. U oba slučaja strujni mjerni transformatori mjere struju u fazi L1 i L3, dok se struja u fazi L2 ne mjeri. Spajanjem umjetnog zvijezdišta na donjim priključcima strujnih ulaza analizator prividno mjeri i struju faze L2 čija je trenutna vrijednost jednaka sumi trenutnih vrijednosti struja faze L1 i L3, ali suprotnog predznaka. Ovakav privid je moguće napraviti pri ispitivanju asinkronih motora koji gotovo nikad nemaju uzemljeno zvijezdište i izvedeni nulvodič. Ovakvim spajanjem mjernih signala izračunavanje veličina odgovara relacijama napisanim u prethodnom odlomku. Na ovaj način, analizator snage mjeri snagu prema metodi dva vatmetra - Slika 5.3, a računa ih kao da je korištena metoda tri vatmetra [5]. Analizator snage se može spojiti i za mjerenje jalove snage za što se koristi posebna shema spajanja. Kako mjerenje jalove snage nije predmet ovog rada više informacija o shemama spajanja treba potražiti u [34].

Daljinsko upravljanje instrumentom i slanje podataka preko IEEE488 sučelja

Analizator snage NORMA D 5255 M je opremljen IEEE488 sučeljem što predstavlja ključ za izgradnju automatiziranog sustava za prikupljanje podataka. Kako je već ranije objašnjeno IEEE488 sučelje služi za paralelan prijenos podataka i upravlja se pomoću IEEE488 kontrolera koji je sastavni dio računala. Obzirom da je ovakav prijenos podataka osjetljiv na udaljenost analizator snage se mora smjestiti blizu računala. Da bi se moglo upravljati instrumentom i slanjem podataka, postoje upravljačke naredbe za daljinsko upravljanje specifične ovom analizatoru snage. Naredbe se šalju mikroprocesoru unutar analizatora snage koji upravlja protokom podataka preko IEEE488 sučelja u oba smjera, i od analizatora do računala i obratno. Sve moguće veličine koje se mjere i nakon toga preračunavaju mogu se prebaciti u računalo gotovo trenutno korištenjem samo jedne naredbe. Da bi se analizator snage dovelo u stanje daljinskog upravljanja treba mu poslati naredbu REN (*REN = engl. Remote ENable*). Sada će analizator raditi prema naredbama dobivenim iz računala, ali će

promjena parametara moći izvršiti i preko tipkovnice na prednjoj strani instrumenta. Da bi se spriječilo neovlašteno korištenje tipkovnicu je moguće potpuno isključiti slanjem naredbe LLO (*LLO = engl Local LockOut*). Naredbe za daljinsko upravljanje su podijeljene u tri grupe. Prvu grupu čine opće naredbe, zatim definiraju naredbe za upravljanje instrumentom, i na kraju, naredbe za upravljanje slanjem podataka (Tablica 5.4).

OPĆE NAREDBE	
A	- kanal 1
B	- kanal 2
C	- kanal 3
D	- svi kanali kad se koristi u kombinaciji s naredbama za upravljanje instrumentom - srednja vrijednost ili suma kad se koristi u kombinaciji s naredbama za upravljanje slanjem podataka
NAREDBE ZA UPRAVLJANJE INSTRUMENTOM	
I	- strujni ulaz
U	- naponski ulaz
S	- mjerna konstanta
R	- mjerni opseg
RX	- uključeno automatsko postavljanje mjernog opsega
RM	- isključeno automatsko postavljanje mjernog opsega
MV0	- mjeri se fazni napon
MV1	- mjeri se linijski napon
MW2	- snaga se mjeri metodom dva vatmetra
MW3	- snaga se mjeri metodom tri vatmetra
H0	- kreni (RUN)
H1	- stani (HOLD)
NAREDBE ZA UPRAVLJANJE SLANJEM PODATAKA - zahtjevi za slanjem odabranih veličina	
I	- struja (može se zatražiti po kanalu ili kao srednja vrijednost svih kanala <i>npr. AI - struja s prvog kanala, DI - srednja vrijednost struja sva tri kanala</i>)
U	- napon (može se zatražiti po kanalu ili kao srednja vrijednost svih kanala <i>npr. BU - napon s drugog kanala, DU - srednja vrijednost napona sva tri kanala</i>)
P	- radna snaga (može se zatražiti jednofazno po kanalu ili kao ukupna radna snaga trofaznog sustava - suma svih kanala) <i>npr. CP - radna snaga na trećem kanalu, DP - suma radnih snaga sva tri kanala</i>
L	- prividna snaga (može se zatražiti jednofazno po kanalu ili kao ukupna prividna snaga trofaznog sustava – suma svih kanala)
X	- jalova snaga (može se zatražiti jednofazno po kanalu ili kao ukupna jalova snaga trofaznog sustava - suma svih kanala)
F	- faktor snage (može se zatražiti po kanalu ili kao ukupan faktor snage trofaznog sustava)
Z	- frekvencija (ista na sva tri kanala u trofaznom sustavu)
DODATNE NAREDBE koje se koriste kad je priključena oprema za mjerenje brzine vrtnje i momenta motora	
W	- dodatni kanal: WA - moment na osovini motora WB - brzina vrtnje motora WC - dodatni istosmjerni napon WD - klizanje motora
Q	- snaga na osovini motora
T	- korisnost motora

Tablica 5.4 Naredbe za daljinsko upravljanje analizatorom snage NORMA D 5255 M

Općim se naredbama ne može ništa izvršiti. One služe kao pomoćne naredbe kojima se određuje kanal i ulaz na kojem se treba izvršiti naredba bilo iz grupe za upravljanje instrumentom ili iz grupe za upravljanje slanjem podataka. Naredbe za upravljanje instrumentom se koriste npr. za podešenje konstante mjerenja napona i struje, podešenje mjernog opsega, uključanjem ili isključanjem automatskog podešavanja mjernog opsega,

odabirom metode mjerenja snage bilo s dva ili tri vatmetra itd. Naredbe za upravljanje slanjem podataka se koriste za određivanje koje veličine treba poslati iz analizatora snage u računalo. Način slanja naredbe i njen potpuni oblik ovisi o programskoj podršci koja se koristi za upravljanje procesom mjerenja u upravljanje radom IEEE488 kontrolera. Kad se pošalje naredba za slanje podataka, mikroprocesor u analizatoru snage odabere tražene veličine i pošalje ih u računalo odjednom. Blok podataka koji dođe u računalo je podijeljen u retke. Svaki redak ima točno 16 znakova od kojih prvih pet otpada na prepoznavanje mjerne veličine, a ostali na broj kojim je iskazan iznos te mjerne veličine. Broj je zapisan s predznakom u obliku broja s pomičnim zareзом.

5.1.3 KONTROLER S IEEE488 SUČELJEM

U prethodnom je poglavlju pod točkom 4.2.2 opisan standard za paralelan prijenos podataka IEEE488. U ovom se sustavu za automatizirano prikupljanje podataka konkretno koristi KEITHLEY Metrabyte kartica s oznakom KPC-488.2. Ona na sebi nosi kontroler koji upravlja paralelnim prijenosom podataka preko IEEE488 sučelja. Kartica s kontrolerom se utakne u slobodan utor za proširenje na matičnoj ploči računala. Nakon što se kartica utakne u utor matične ploče potrebno je upaliti računalo i provjeriti da li kontroler ispravno radi. Programi za provjeru rada IEEE488 kontrolera dolaze s karticom, u ovom slučaju to su bili programi pod imenom TEST488.EXE i TRTEST.EXE. Ako programi za provjeru jave poruku da kartica nije dobro instalirana najčešći je problem u adresi memorije računala rezerviranoj za IEEE488 kontroler. Tvornički je ta adresa podešena na CC00 heksadecimalno, koja je u većini računala slobodna. Ako se desi slučaj da je ova memorijska adresa rezervirana za neki drugi uređaj, treba promijeniti adresu IEEE488 kartice pomoću posebnih preklopki na pločici. Budući da se radom pločice upravlja iz Testpointa nije bilo potrebno instalirati dodatne pogonske programe (engl. driver). Naime Testpoint sadrži pogonske programe za sve KEITHLEY Metrabyte proizvode.

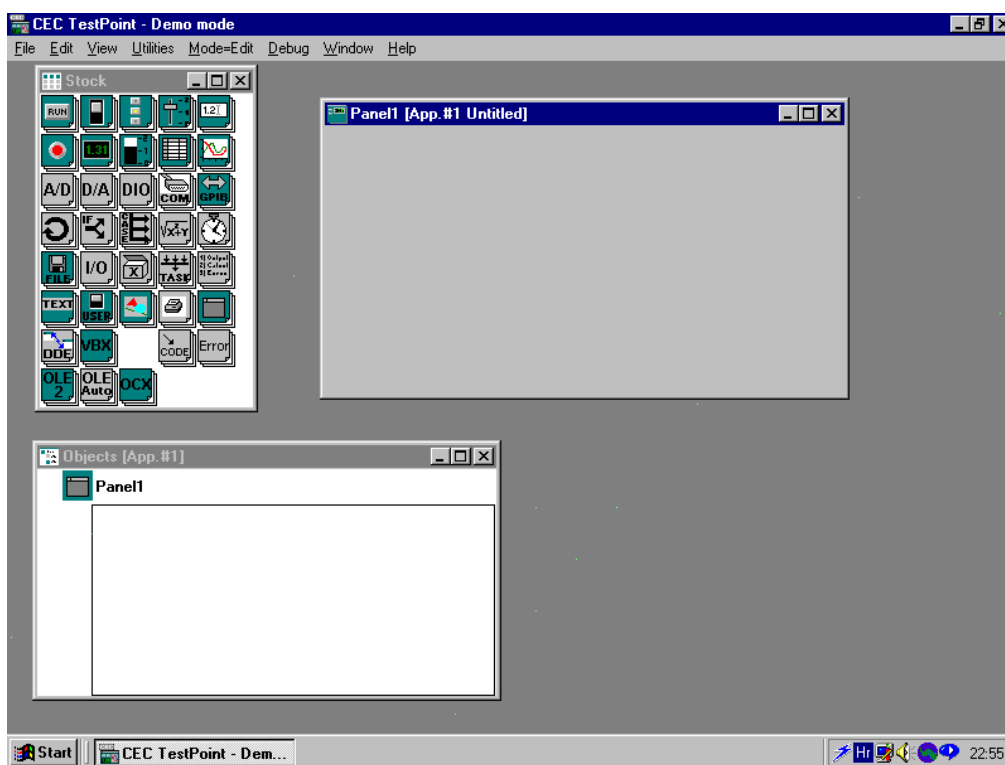
5.1.4 RAČUNALO

Opisivanje dijelova sustava za automatizirano prikupljanje podataka ide redom od mjerne veličine preko mjernih transformatora, analizatora snage i IEEE488 kontrolera do računala. Iako je navedeno na kraju, računalo je najvažniji dio automatiziranog sistema jer se pomoću njega provodi automatizacija. Računalo korišteno u okviru ovog sustava je PC, dakle osobno računalo. Procesor ugrađen u računalo je ekvivalent Intelovom procesoru 486DX4 s

radnom frekvencijom 100 MHz. Memorija (RAM) računala je proširen na 40 Mb koristeći četiri memorijske SIM pločice (1x16+2x8+1x4 Mb). Čvrsti disk računala je kapaciteta 1.2 Gb, a osim njega računalo ima dvije alternativne mogućnosti spremanja podataka: 3.5 inčni floppy disk kapaciteta 1.44 Mb i 3.5 inčni ZIP disk kapaciteta 100 Mb. Monitor računala je u boji, i ima dijagonalu zaslona 17 inča. Operativni sistem koji upravlja radom računala je Microsoft DOS verzija 6.22, nadgrađen sa grafičkim operativnim sustavom Microsoft Windows for Workgroups 3.11.

5.1.5 PROGRAMSKA PODRŠKA - TESTPOINT

Testpoint spada u grupu gotovih programskih paketa za prikupljanje podataka i upravljanje mjernim procesom pomoću DAQ utičnih kartica i instrumenata s ugrađenim IEEE488 ili RS232/485 sučeljima.



Slika 5.8 Slika početnog ekrana Testpointa

U početku se glavni prozor sastoji od tri osnovna prozora:

- *Stock* ⇔ *skladište*
- *Objects* ⇔ *objekti*
- *Panel* ⇔ *ploča*

Prozor *Stock* je „skladište” svih objekata koji se mogu koristiti u Testpointu. Prozor *Objects* služi za spremanje objekata koji se koriste unutar korisničkog programa. Na kraju je ostao prozor *Panel*, on je „ploča” na kojoj se razmještaju objekti koji se koriste unutar korisničkog programa, čime se zapravo definira njegov izgled. U Testpointu je pisanje korisničkih programa vrlo jednostavno. Naprosto se iz prozora *Stock* odaberu potrebni objekti i pomoću miša se povuku, bilo u prozor *Objects* ili u prozor *Panel*. Kad se neki objekt povuče iz prozora *Stock* otvori se četvrti prozor unutar kojeg se definiraju parametri objekta podijeljeni u četiri grupe:

- Podešenja objekta (*Settings*) - ovdje se definiraju određeni parametri, ovisno o vrsti objekta. To su prvenstveno parametri vezani za izgled objekta na ploči, ali i ostali parametri potrebni za ispravno funkcioniranje objekta u programu;
- Aktivnosti objekta (*Actions*) - ovdje se definira lista aktivnosti koje se izvršavaju aktiviranjem dotičnog objekta. Zapisom na listi aktivnosti upravlja Testpoint prema uputama korisnika;
- Komentari (*Comments*) - u ovoj grupi korisnik može napisati bilo kakav komentar vezan za dotični objekt
- Veza s drugim objektima (*XRef*¹²) - ovdje korisnik može napisati vezu dotičnog objekta s ostalim objektima unutar programa

Programiranje u Testpointu je vrlo jednostavno. Korisnika se ne treba opterećivati s pisanjem naredbi već se one automatski generiraju. Ako se povuče analogija s klasičnim programiranjem objekte se može podijeliti u četiri grupe:

- objekti koji se ponašaju kao procedure: unutar njih se izvršava niz naredbi (aktivnosti), nakon što se dotični objekt aktivira pritiskom lijeve tipke miša, tijekom izvođenja programa;
- objekti koji se ponašaju kao funkcije: unutar njih se izvršava jedna operacija (aritmetička logička, znakovna) čiji se rezultat pridružuje dotičnom objektu;
- objekti koji se ponašaju kao konstante ili varijable: oni se koriste kao operandi funkcija, zatim za unos podataka, za prikaz podataka i sl.
- ostali objekti koji ne spadaju niti u jednu od navedenih grupa, a to su objekti za upravljanje prikupljanjem podataka, objekti za grafički prikaz, objekti za kreiranje izvještaja o ispitivanju, objekti za povezivanje s drugim programskim paketima, objekti za programske petlje, itd.

¹² XRef od engl. Cross-reference

Prednost Testpointa nije samo u jednostavnosti programiranja. On sadrži pogonske programe za veliki broj DAQ utičnih kartica sljedećih proizvođača: Keithley Metrabyte, Data Translation, National Instruments, United Electronic Industries (UEI), Analogic FAST, ADAC i Eagle Technologies. Spomenuti treba da Testpoint može istovremeno upravljati s najviše četiri DAQ utične kartice bilo kojeg tipa. Osim toga u njemu već postoje gotovi predlošci za upravljanje preko 200 instrumenata s IEEE488 sučeljem. Što se tiče rada s ovim sučeljem, Testpoint dozvoljava korištenje najviše četiri IEEE488 kontrolera na kojeg se mogu priključiti po 14 instrumenata, što znači da bi se, teoretski, moglo upravljati radom 56 instrumenata istovremeno. Nadalje, tu je mogućnost upravljanja instrumenata s RS232, RS422 i RS485 sučeljima. Pristup njima se vrši pomoću standardnog pogonskog programa za pristup serijskim ulazima računala. Ovako snažan sustav bitno pojednostavljuje prikupljanje i slanje podataka. Osim toga, Testpoint ima snažan matematički alat koji mu omogućava provođenje od najjednostavnijih matematičkih operacija s brojevima i poljima, preko interpolacije krivulja, do složenih analiza signala uključujući njegovo deriviranje, integriranje, frekvencijsku analizu. Uz to, Testpoint sadrži razne mogućnosti povezivanja s drugim programskim paketima u MS Windows okruženju (npr. OLE), no njihova praktična primjena ovisi o stabilnosti operativnog sistema osobnog računala. Iz svega se iznesenog vidi da je Testpoint vrlo moćan programski paket s kojim je moguće napraviti gotovo sve, vezano uz mjerenje i obradu podataka. U nastavku će se objasniti objekti, koji su se koristili pri izradi programske podrške objašnjene u sljedećim poglavljima ovog teksta, gdje će biti više riječi i o tehnikama programiranja. Opise ostalih objekata, kao i detaljnija objašnjenja za rad u Testpointu treba potražiti u [33].



Objekt za definiranje prozora - Panel Object

Unutar jednog programa može biti definirano više “ploča”, tj. prozora, na kojima se prikazuju različiti podaci ili se pokreću razne aktivnosti. Dodatni se prozori mogu prikazati ili sakriti tijekom izvođenja programa, a svaki od njih obično sadrži ostale objekte.



Objekt za prijenos podataka preko IEEE488 sučelja - GPIB Object

Svaki instrument priključen preko IEEE488 sučelja, predstavlja se u programu iz Testpointa ovim objektom. On se koristi za upravljanje prijenosom podataka iz instrumenta u računalo i obratno čime se vrši daljinsko upravljanje radom tog instrumenta. Iz grupe podešenja najvažnije je definirati adresu dotičnog instrumenta. Osim toga, na rad IEEE488 kontrolera utječe i vremenski interval čekanja na odziv instrumenta. Ako se nakon tog vremena ne uspostavi veza s IEEE488 instrumentom Testpoint javlja grešku kojom upućuje korisnika da provjeri vezu između instrumenta i kontrolera. Sljedeće je podešenje važno, ako unutar

računala postoji više IEEE488 kontrolera tj. više utičnih kartica. Tad je potrebno definirati i broj pločice na koju je instrument priključen. Na kraju treba navesti i podatak, da ovaj objekt može raditi i kao izvršni objekt. Budući da ova mogućnost nije korištena unutar programa objašnjenih u sljedećim poglavljima, više pojedinosti za ovakav način rada treba potražiti u [33].



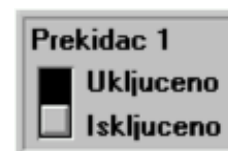
Izvršni objekt tipka - Pushbutton Object

Ovo je jedan od izvršnih objekata u Testpointu. Originalni engleski naziv *Pushbutton*, slobodno se prevodi kao *tipka*. Naime, ako se na taj objekt postavi pokazivač miša i pritisne lijeva tipka na mišu korisniku se učini kao da je *tipka* pritisnuta. Pritiskom na *tipku* se izvršavaju sve naredbe koje su navedene u listi aktivnosti tog izvršnog objekta. On, sam po sebi ne radi ništa, ako mu je lista aktivnosti prazna.



Izvršni objekt prekidač - Switch Object

Prekidač je objekt koji pruža korisniku odabir jednog od dva ponuđena stanja: „uključeno” i „isključeno”. Kad se prekidač nalazi u stanju „uključeno” numerička mu je vrijednost 1, a u stanju „isključeno” 0. Korisnik može izabrati između dva ponuđena izgleda prekidača. Prvi je stil *kliznog prekidača* čiji je gornji položaj definiran kao „uključeno”, a donji kao „isključeno”. Nazive koji stoje uz stanje „uključeno” i „isključeno” korisnik može promijeniti u podešenjima objekta. Drugi je stil *checkbox* prekidača, gdje se on predstavlja bijelim kvadratićem. Kad je kvadratić prekrižen, prekidač se nalazi u stanju „uključeno”, ako je pak kvadratić prazan, prekidač je u stanju „isključeno”. Prekidač može također biti i izvršni objekt. Naime, pri svakoj promjeni iz stanja „isključeno” u stanje „uključeno” izvršit će se sve aktivnosti, navedene u listi aktivnosti tog objekta.



Objekt za unos podataka - Data-Entry Object

Objekt za unos podataka omogućava, kako i samo ime kaže, unos podataka tj. raznih parametara bilo kojeg tipa, tijekom izvođenja programa. Posebnim se podešenjem može definirati da objekt služi samo za numeričke podatke čime se znakovni podaci ignoriraju i ne prikazuju. No, vrijednost objekta za unos podataka se može definirati i unutar samog programa, što je korisno kad se želi vidjeti rezultat neke operacije. Ovaj se objekt može sastojati od jednog ili više redova. Onaj s više redova praktičan je za prikaz vektora i matrica. Unutar samog programa, ovaj se objekt tretira kao konstanta pa može služiti i kao parametar za izračunavanje neke matematičke operacije. Dodatno se pri definiranju objekta, mogu navesti njegove početne, te minimalne i maksimalne

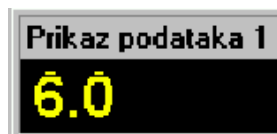


vrijednosti.



Objekt za prikaz podataka - Display Object

Pomoću ovog je objekta moguće samo prikazivati brojčane i znakovne podatke. Podaci se mogu prokazati samo u jednom redu tako da se ne koristi za prikaz vektora ili matrica. Podešenjima se može definirati da li se s objektom za prikaz podataka prikazuju numerički podaci ili znakovni. Osim toga se može definirati i boja podloge, boja s kojom će biti ispisan tekst prikazanog podatka te vrsta slova.



Objekt za tablični prikaz podataka - Grid Object

Objekt za tablični prikaz podataka se koristi za pregled i unos vektora, listi i polja u tabličnom formatu. Ovakav je način prikaza pogodan za zapis snimljenih mjernih točaka kako bi se omogućio njihov pregled. Kod definiranja objekta moguće je definirati maksimalan broj redova i stupaca, a osim toga i definirati ime svakog stupca.

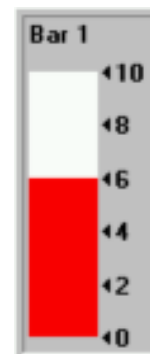
Tablica 1				
	A	B	C	↑
0	2.3	4.5	5.6	
1	3.3	1.1	4.2	
2	4.1	2.5	3.2	
3				
4				
5				↓

Tijekom izvršenja programa moguće je izravno pristupiti podatku u bilo kojem retku ili stupcu i promijeniti ga.



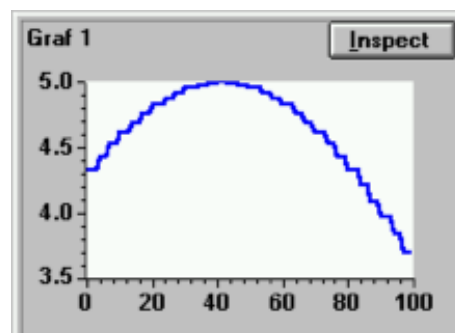
Objekt za stupčasti prikaz - Bar Indicator Object

Objekt prikazuje numeričku vrijednost kao stupčasti graf. Podjela grafa po visini kao i granice prikaza numeričke veličine mogu se mijenjati. Ovisno o iznosu numeričke veličine mijenjat će se visina pravokutnika na podlozi po principu rada alkoholnog termometra. Boja podloge kao i boja pravokutnika koji pokazuje iznos numeričke veličine mogu se mijenjati. Ovakav je način prikaza mjerne veličine pogodan za brzu ocjenu njenog iznosa u odnosu na druge mjerne veličine. Primjerice tijekom ispitivanja asinkronog motora ovim se objektom prati simetrija struja u sve tri faze motora.



Objekt za grafički prikaz rezultata - Graph Object

Ovaj objekt služi za prikazivanje podataka u dvodimenzionalnom XY koordinatnom sustavu. Objekt se može koristiti u slučaju kad se prilikom prikupljanja podataka mjerne točke sukcesivno dodaju nakon svakog mjernog ciklusa, ili kao statički graf koji se crta odjednom, pomoću vektora ili numeričkih podataka.



Graf se može nacrtati tako da se vektor mjerne veličine prikazuje na Y osi u odnosu na broj točaka ili u odnosu na drugi vektor koji definira X os. U jednom je objektu moguće nacrtati najviše osam različitih krivulja. Vrsta grafa se također može odrediti. Postoje četiri mogućnosti: linijski graf, strip graf, stupčasti graf i graf u kojem se krivulje crtaju u XY parovima. Linijski je graf klasičan grafički prikaz u kojem se mjerne točke međusobno spajaju linijom ili se ističu s posebnim znakom. Ako je X os toliko velika da ne stane u područje definirano za graf, može se odabrati opcija strip graf. Na ovaj se način u grafičkom prozoru prikazuje samo dio X osi, a pomoćnim se strelicama može po njoj „kretati” lijevo i desno. Stupčasti graf pruža prikaz snimljenih mjernih točaka u stupcima, što je korisno kad se želi naglasiti relativan odnos mjernih točaka. Na kraju, graf koji se crta s XY parovima je modificirani oblik linijskog grafa. Naime, sve krivulje koje se crtaju u linijskom grafu moraju imati zajedničku X os. To znači da im mora biti jednak broj točaka ili vektor koji definira X os mora biti isti. Kad se odabere opcija za crtanje grafa u XY parovima, svaka se krivulja promatra zasebno sa svojim vrijednostima za X os i Y os, što je prikladno za crtanje krivulja koje nemaju isti broj točaka ili nemaju isti vektor koji definira X os. Pod grupom podešenja za izgled krivulje (izvorno *Trace Settings*), može se utjecati na izgled linije ili znakova kojim se obilježavaju mjerne točke linijskog grafa ili grafa u XY parovima. Osim toga može se utjecati i na izgled X i četiri Y osi u grupi podešenja za osi (izvorno *Axis Settings*). Jedini i ne mali nedostatak koji je uočen kod grafičkog prikaza podataka u Testpointu je nemogućnost stvaranje legende nacrtanog grafa, odnosno nacrtane se krivulje ne mogu označiti. Da bi se doskočilo tom problemu, treba posebno, izvan Testpointa, nacrtati legendu i spremiti ju u bitmap (BMP) formatu, kako bi se mogla prikazati pomoću posebnog objekta za prikaz slika.



Objekt za ispis poruka - Text Object

Ovim se objektom definiraju poruke koje se ispisuju na ploči Testpointa. Poruke najčešće imaju funkciju uputa za korisnika programa, ali se mogu i koristiti za dodatne nazive ostalih objekata i sl. U podešenjima ovog objekta moguće je odabrati boju pozadine te boju i vrstu slova kojima će se poruka ispisati.



Objekt za prikaz slika - Picture Object

Jedna od zanimljivosti koje nudi Testpoint je prikaz slika. Slika koja se prikazuje mora biti u bitmap (BMP) formatu. Unutar programa za obradu podataka iz praznog hoda, kratkog spoja i opterećenja, ovaj se objekt koristi za prikaz legende grafova.



Objekt za izračunavanje matematičkih operacija - Math Object

Ovaj objekt može izračunati bilo kakav matematički izraz koji mu se definira u podešenjima.

Rezultat operacije se sprema pod imenom tog objekta, tako da se može reći kako se on ponaša kao funkcija u klasičnom programiranju. Kao dodatak ovom objektu, Testpoint ima jaku bazu matematičkih funkcija koje su podijeljene u sljedeće skupine:

- aritmetičke i relacijske funkcije
- trigonometrijske i logaritamske funkcije te funkcije potenciranja
- statističke funkcije
- funkcije za znakovne operacije
- funkcije za operacije s vektorima i poljima
- funkcije za operacije s listama vrijednosti
- funkcije za interpolaciju krivulja
- funkcije za generiranje valnih oblika
- funkcije filtriranja
- funkcije za analitičke operacije
- funkcije za pretvorbu
- ostale funkcije



Uvjetni objekt - Conditional Object

Logička operacija koja definira uvjet ovog objekta može poprimiti vrijednost 0 (FALSE) ili 1 (TRUE). Ovisno o rezultatu te operacije izvršit će se jedan od ponuđenog niza aktivnosti. Uloga ovog objekta istovjetna s *If/Then* i *If/Then/Else* naredbama iz klasičnih programskih jezika.



Višesmjerni uvjetni objekt - Case Object

Ovaj je objekt sličan uvjetnom objektu, samo što se ovisno o vrijednosti uvjeta može ponuditi više od dva smjera u kojima će krenuti izvršavanje programa. Objekt je istovjetan, *Case* naredbi u programskom jeziku Pascal.



Objekt za izvođenje programskih petlji - Loop Object

Petlja služi za uzastopno ponavljanje niza aktivnosti. Testpoint pruža mogućnost korištenja 2 vrste petlji. Jedna je s konačno definiranim brojem ponavljanja koja se dijeli u još tri podvrste: petlje kojima indeks varira kao aritmetički niz (npr. 1,2,3,4...), kao geometrijski niz (npr. 1,2,4,8,...) ili kao dekadski niz (npr. 1,2,5,10,20,...). Nizovi mogu biti i padajući što se postiže s negativnim korakom niza, koji može poprimiti bilo koju vrijednost. Druga vrsta petlji su one koje se izvršavaju sve dok se ne ispuni neki određeni uvjet. To su poznate *Repeat/Until* i *Do/While* petlje iz klasičnih programskih jezika.

**Objekt za privremeno spremanje podataka - Container Object**

Prijevod imena ovog objekta na hrvatski je spremnik. Ta riječ jako dobro odražava ulogu ovog objekta. Naime, ako se tijekom izvođenja programa želi neki od međurezultata privremeno spremiti za daljnju obradu podataka iskoristit će se ovaj objekt. U spremnik se može spremiti podatak bilo kojeg tipa.

**Objekt za pristup datotekama - File Object**

Ovaj se objekt koristi za učitavanje i spremanje podataka bilo na čvrsti disk računala ili na koji drugi medij za spremanje podataka. Primjerice, tijekom mjernog procesa su prikupljeni podaci spremljeni u memoriju računala. Ako ih se želi sačuvati za kasniju uporabu trebaju se spremiti na neki od navedenih medija. S druge strane kad se želi izvršiti naknadna obrada podataka prikupljenih u mjernom procesu, podatke je potrebno učitati. Sve se ove aktivnosti provode pomoću objekta za pristup datotekama. Datoteke kojima se može pristupiti pomoću ovog objekta moraju sadržavati samo ASCII tekst, tj. moraju biti zapisane u TXT formatu.

**Objekt za izradu izvještaja o ispitivanju - Report Object**

Prilikom prezentacije Testpointa jako se naglašava mogućnost izrade izvještaja o ispitivanju. Na izvještaju je moguće ispisati bilo kakav tekst, snimljene i obrađene podatke te nacrtane grafove. Pisanje izvještaja se provodi slično kao spremanje podataka u datoteku računala. No, kreiranje takvog izvještaja se provodi uz mnoge poteškoće o kojima se uopće ne govori u uputama za korištenje [33]. Naime, Testpoint ne pruža mogućnost provjere izgleda izvještaja prije ispisa pa je upravljanje izgledom izvještaja vrlo otežano.

**Vremenski objekt - Time Object**

Ponekad je važno koristiti sat unutar računala kako bi se moglo upravljati mjernim procesom. To je omogućeno korištenjem vremenskog objekta. Vremenski objekt poprima vrijednost sata i datuma definiranog u računalu, a pomoću njega je moguće pokrenuti ili zaustaviti mjerni proces na određeno vrijeme.

5.2 AUTOMATIZIRANO PRIKUPLJANJE PODATAKA IZ POKUSA PRAZNOG HODA I KRATKOG SPOJA ASINKRONOG MOTORA

Pokus praznog hoda i kratkog spoja gotovo su identični po izboru mjerne opreme i načina prikupljanja podataka. Izbor opreme ovisi o tipu motora kojeg se ispituje, prvenstveno da li je visokonaponski ili niskonaponski te koliki mu je iznos nazivne struje. Općenito gledajući, trebat će za prilagodbu mjerne veličine, i galvansko odvajanje mjernog od energetskog strujnog kruga, upotrijebiti strujne i naponske mjerne transformatore. Ako se

upotrijebe mjerni transformatori s promjenjivim mjernim opsegom tada se može reći da je oprema za prilagodbu mjerne veličine u oba slučaja ista, ali s drukčije podešenim mjernim područjem. Primjerice će u pokusu praznog hoda mjerni opseg naponskog mjernog transformatora biti veći, a strujnog mjernog transformatora manji, nego li je to potrebno u pokusu kratkog spoja. Kao uređaj koji mjeri potrebne mjerne veličine u pokusu praznog hoda i kratkog spoja korišten je trofazni analizator snage NORMA D51255M, koja osigurava visoku točnost mjerenja. Da bi se automatiziralo prikupljanje podataka pomoću ovog instrumenta napisan je program u TESTPOINT-u za njegovo upravljanje. Način prikupljanja podataka u pokusu praznog hoda je gotovo identičan onome u pokusu kratkog spoja. U pokusu praznog hoda snimaju se vrijednosti priključenog napona na stezaljkama statorskog namota, struja i snaga koju motor uzima iz mreže te faktor snage¹³. Ista je situacija i u pokusu kratkog spoja pa je iz tog razloga i napisan samo jedan program za upravljanje prikupljanjem podataka iz ta dva pokusa. Ovako izgrađen automatizirani sustav olakšava i ubrzava snimanje mjernih veličina tijekom pokusa. U klasičnom bi slučaju, gdje se koriste analogni instrumenti, za ispitivanje trebalo imati dva ispitivača, da bi se što točnije očitale mjerne veličine. Korištenjem ovakvog sustava se broj ispitivača smanjuje na jedan, a njegova se uloga preusmjerava na nadzor i upravljanje samim prikupljanjem podataka. Mjerne se veličine očitavaju gotovo istovremeno što još više povećava točnost mjerenja.

5.2.1 MJERNA OPREMA

Mjernu opremu za automatizirano prikupljanje podataka čine:

- dva strujna mjerna transformatora
- dva naponska mjerna transformatora
- jedan trofazni analizator snage
- jedno osobno računalo

Ovako konfigurirana oprema omogućava mjerenje sva tri linijska napona, izravno mjerenje dvije fazne struje i računanje vrijednosti treće te računanje snaga i faktora snage u svakoj fazi.

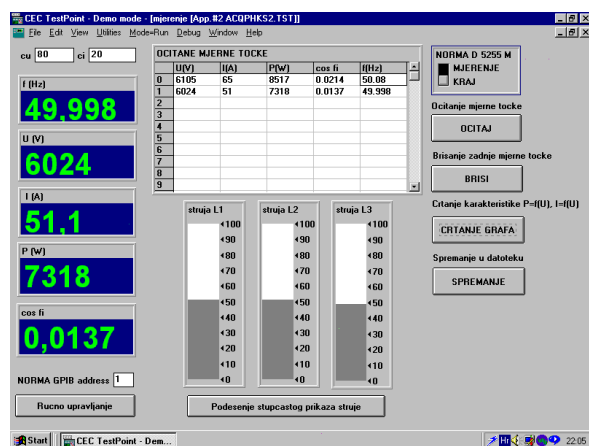
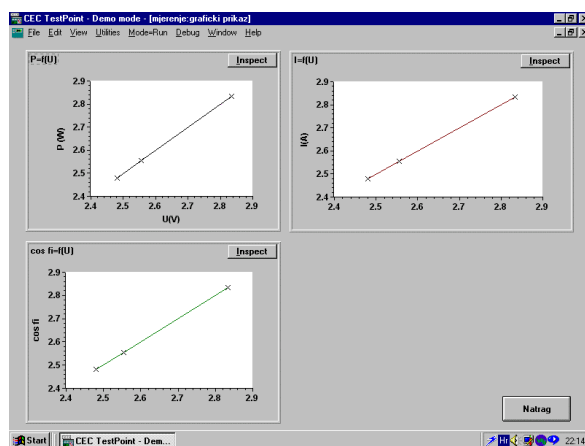
5.2.2 PROGRAM ZA AUTOMATIZIRANO PRIKUPLJANJE PODATAKA

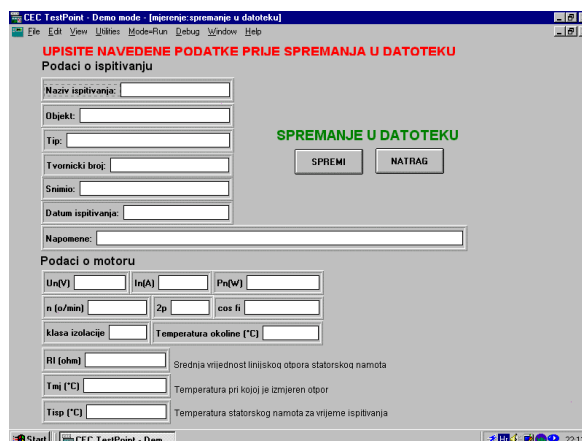
Ovaj je program napisan u TESTPOINT-u i služi za upravljanje procesom prikupljanja podataka tijekom izvođenja pokusa praznog hoda i kratkog spoja asinkronog

¹³Obzirom da ispitna stanica posjeduje samo sinusoidalni izvor napajanja, tako izmjeren faktor snage je jednostavno vrijednost $\cos\varphi$. U slučaju da napon napajanja motora nije sinusoidalni, npr. ako se motor napaja iz pretvarača, izmjereni faktor snage bi odstupao od izračunate vrijednosti $\cos\varphi$ za sinusoidalni napon.

motora. On sam po sebi ne vrši nikakvo izračunavanje parametara bilo praznog hoda ili kratkog spoja motora, već se njime upravlja radom trofaznog analizatora snage NORMA D5255M. Osim toga, program vrši zapis očitanih mjernih točaka i podataka o ispitivanju u datoteku koju je moguće spremiti bilo na čvrsti disk računala ili na neki od prijenosnih medija za pohranjivanje podataka. Zapis se vrši u prikladnom formatu, koji se kasnije može iskoristiti za obradu podataka i izračunavanje karakterističnih veličina, npr. gubitaka trenja i ventilacije, struje praznog hoda pri nazivnom naponu, struje kratkog spoja pri nazivnom naponu i sl. Kao uvodnu napomenu treba istaknuti da su riječi, koje se koriste kao imena određenih objekata u programu, napisane kosim slovima (*OBJEKT* ili *ime objekta*), dok su naredbe unutar pojedinih objekata su još i podvučene crtom (*naredba*).

Unutar programa su definirana četiri različita prozora tj. Panel objekta unutar kojih su smješteni razni izvršni objekti te objekti za prikaz i unos podataka. Korištenjem više prozora unutar jednog programa dobiva se na preglednosti slike koja se nalazi pred korisnikom. Dakle, glavni prozor koji se pojavljuje pred korisnikom nakon pokretanja programa zove se *mjerenje*. Glavni je prozor najviši po hijerarhiji i iz njega se pomoću raznih izvršnih objekata pozivaju ostali prozori. Ostala tri prozora koja su definirana unutar ovog programa su: prozor za iscrtavanje preliminarnih karakteristika - *graficki prikaz*, prozor za definiranje parametara za stupčasti prikaz faznih struja - *bar grafovi*, te prozor za spremanje podataka u datoteku - *spremanje*. Izgled ovih prozora na kojima su vidljivi svi važni objekti koji se koriste u programu prikazan je na sljedećim slikama:

Slika 5.9 Prozor *mjerenje*Slika 5.10 Prozor *graficki prikaz*

Slika 5.11 Prozor *bar grafovi*Slika 5.12 Prozor *spremanje*

Korištenje ovog programa se može podijeliti u tri nezavisne grupe radnji s kojima korisnik mora biti upoznat. Prvo su pripremne radnje kojima se osigurava ispravna komunikacija računala s analizatorom snage. Nakon pripremihi radnji dolaze radnje u tijeku mjernog procesa, koje su vezane za prikupljanje podataka i, na kraju, kad prođe ispitivanje, potrebno je prikupljene podatke spremiti u datoteku na računalu čime se formira treća i posljednja grupa radnji.

Pripremne radnje:

▪ DEFINIRANJE GPIB ADRESE ANALIZATORA U PROGRAMU

GPIB adresa analizatora snage se upisuje u objekt *NORMA GPIB address*, koji se nalazi u donjem lijevom kutu glavnog prozora *mjerjenje*.

▪ DEFINIRANJE GPIB ADRESE NA ANALIZATORU SNAGE

Isto tako treba provjeriti GPIB adresu koja je zapisana u samom analizatoru snage. Pritiskom na tipku ENTER, koja se nalazi na prednjoj ploči instrumenta, na jednoređnom se zelenom zaslonu pojavi poruka ADDR xx, gdje se na mjesto xx upisuje broj adrese analizatora od 01 do 30¹⁴.

▪ DEFINIRANJE PRIJENOSNIH OMJERA MJERNIH TRANSFORMATORA

U gornjem lijevom kutu glavnog prozora *mjerjenje* treba upisati prijenosni omjer naponskih i strujnih mjernih transformatora. Vrijednosti koje analizator snage mjeri nalaze se na sekundarnoj strani mjernih transformatora. Da bi analizator snage računao s ispravnim vrijednostima mjernih veličina treba stvarne izmjerene vrijednosti pomnožiti s faktorom koji odgovara prijenosnom omjeru mjernih transformatora. Prijenosni omjer naponskog mjernog

¹⁴VAŽNA NAPOMENA: GPIB adresa definirana u analizatoru snage MORA biti jednaka adresi definiranoj u objektu *NORMA GPIB address*

transformatora se upisuje u objekt *cu*, a strujnog u objekt *ci*. Ako se tijekom ispitivanja ne koriste mjerni transformatori, potrebno je u oba objekta upisati broj 1.

Radnje u tijeku mjernog procesa:

▪ **POČETAK PROCESA PRIKUPLJANJA PODATAKA**

Početkom i završetkom procesa prikupljanja podataka upravlja objekt *NORMA D 5255 M*, koji se nalazi u gornjem desnom kutu glavnog prozora *mjerenje*. Ovaj je objekt vizualno prikazan sklopkom koja ima dva položaja. Jedan je MJERENJE, a drugi KRAJ. Nakon pokretanja programa se ova sklopka nalazi u položaju KRAJ. Da bi se započelo s procesom prikupljanja podataka dovoljno je sklopku staviti u položaj MJERENJE. Ako je sve u redu u objektima za numerički prikaz, na lijevoj strani glavnog prozora, početak će se pojavljivati brojevi koji predstavljaju iznose mjernih veličina.

▪ **PROCES PRIKUPLJANJA PODATAKA**

U objektu *NORMA D 5255 M* se definiraju instrukcije analizatoru snage koje se prenose preko GPIB sučelja. Prvo se nizom naredbi daju upute analizatoru snage da se uključi automatsko podešavanje mjernog opsega, da se mjerne veličine uzastopno očitavaju te da krene proces prikupljanja podataka. Nakon ovih ulaznih instrukcija, definira se uvjetna petlja unutar koje se neprestano šalju naredbe i prikupljaju podaci o mjernim veličinama. Unutar te petlje se nakon svakog kruga izračunavaju faktori kojima se množe u analizatoru snage izmjereni napon i struja. Poslije toga se analizatoru šalje zahtjev koje mjerne veličine prebaciti u računalo. Odabrano je da lista podataka koju analizator snage prebacuje u računalo sadrži 8 veličina. Zahtjev je napisan u obliku *du;di;dp;df;z;ai;bi;ci* sukladno naredbama za daljinsko upravljanje analizatorom snage (Tablica 5.4).

NAREDBA ZA PRIKUPLJANJE	OPIS PRIKUPLJENE MJERNE VELIČINE	ZAPIS U LISTI <i>NORMA</i>
<u><i>du</i></u>	srednja vrijednost sva tri naponska kanala	<u><i>NORMA:NAPON</i></u>
<u><i>di</i></u>	srednja vrijednost sva tri strujna kanala	<u><i>NORMA:STRUJA</i></u>
<u><i>dp</i></u>	radna snaga koju motor uzima iz mreže	<u><i>NORMA:SNAGA</i></u>
<u><i>df</i></u>	faktor snage motora	<u><i>NORMA:COS FI</i></u>
<u><i>z</i></u>	frekvencija napajanja	<u><i>NORMA:FREQ</i></u>
<u><i>ai</i></u>	struja u fazi L1 (kanal 1)	<u><i>NORMA:I R</i></u>
<u><i>bi</i></u>	struja u fazi L2 (kanal 2)	<u><i>NORMA:I S</i></u>
<u><i>ci</i></u>	struja u fazi L3 (kanal 3)	<u><i>NORMA:I T</i></u>

Tablica 5.5 Popis mjernih veličina iz pokusa praznog hoda i kratkog spoja koje se očitavaju u svakom ciklusu prikupljanja podataka

Kad ovi podaci dođu iz analizatora snage, zapisani su u jednom redu i osim brojeva, sadrže svoje nazive i mjerne jedinice. Za daljnji tijek programa su bitne samo numeričke vrijednosti prikupljenih mjernih veličina. Zbog toga se GPIB objekt *NORMA* u kojeg se spremaju prikupljene mjerne veličine definira kao lista od osam brojčanih podataka. Nakon što se sve mjerne veličine prikupe potrebno ih je prikazati kako bi korisnik znao njihovu numeričku vrijednost. Zbog toga se svi elementi liste *NORMA* prikazuju u objektima za numerički prikaz koji nose istovjetne nazive. Jedino se zadnja tri elementa liste, koji predstavljaju struje po fazama, prikazuju na stupčastim grafovima. Takav je prikaz faznih struja odabran da bi se moglo provjeravati simetrija struja motora u sve tri faze. Treba naglasiti da je prikaz prikupljenih mjernih veličina kontinuiran i da još nema očitavanja. Naime, ovakav se režim rada kod prikupljanja podataka koristi za namještanje radne točke motora kada će se izvršiti očitavanje.

▪ PODEŠAVANJE STUPČASTOG PRIKAZA FAZNIH STRUJA

U stupčastom prikazu faznih struja donji dio stupca promijeni boju ovisno o izmjerenom iznosu. Ako gornja i donja granica stupčastog grafa nisu dobro definirane, tada i stupčasti prikaz struja neće biti dobar. U ovom slučaju treba pritisnuti izvršni objekt *Podesenje stupcastog prikaza struje*, koji se nalazi odmah ispod stupčastih grafova. Sada se otvara novi prozor koji se u programu zove *bar grafovi*. Tamo se u objekt *Imin(A)* upisuje donja granica stupčastog grafa, a u objekt *Imax(A)* gornja granica. Kad se završi s upisivanjem donje i gornje granice potrebno je pritisnuti izvršni objekt *Natrag*. Time se vrši podešavanje gornje i donje granice stupčastih grafova, a prozor *bar grafovi* se zatvara i pred korisnikom ostaje aktivan glavni prozor *mjerenje*. Treba napomenuti da sve ovo vrijeme računalo u pozadini komunicira s analizatorom snage i neprestano prikuplja podatke i numerički ih prikazuje na zaslonu monitora.

▪ OČITAVANJE MJERNE TOČKE

Kad se namjesti radna točka motora na zahtijevanu vrijednost, moguće ju je očitati. Očitavanje mjerne točke se vrši pritiskom izvršnog objekta *OCITAJ*. Unutar ovog objekta se analizatoru šalju instrukcije za zaustavljanje mjernog procesa na tri sekunde. Nakon toga se iz analizatora snage prikupljaju podaci o: srednjoj vrijednosti napona i struje, ukupnoj radnoj snazi, faktoru snage te frekvenciji napona napajanja. Zahtjev za mjernim veličinama se šalje u obliku *du;di;dp;df;z* (tablica 5.3), koji se spremaju u listu od 5 brojčanih podataka. Ove se vrijednosti spremaju u jednodimenzionalno polje, ali odvojeno, tako da je za svaku veličinu definirano zasebno polje. Matematičkim se operacijama prilagođavaju jednodimenzionalna polja snimljenih mjernih točaka u dvodimenzionalno polje, u kojem su mjerne veličine razvrstane po stupcima, a broj mjernih točaka raste s redovima tog polja. Ovo je neophodno

napraviti kako bi se mjerne točke prikazale u tabličnom objektu *OCITANE MJERNE TOCKE*. Svaki put kad se mjerna točka očita, u tabličnom se objektu doda jedan red. Sve se ovo izvrši unutar tri sekunde koliko je mjerenje na analizatoru snage blokirano. Za vrijeme blokade se objekti za numerički prikaz mjernih veličina “zamrznu” i nema kontinuiranog prikaza na njima. Nakon tri sekunde je mjerna točka sigurno očitana i analizatoru se šalje naredba kojom se ponovo započinje mjerenje i kontinuirani prikaz prikupljenih podataka u objektima za numerički prikaz.

▪ CRTANJE KARAKTERISTIKA

Da bi se kasnije olakšala obrada podataka i crtanje karakteristika, korisniku se pruža mogućnost crtanja preliminarnih karakteristika praznog hoda ili kratkog spoja. Ovo je potrebno napraviti kako bi korisnik mogao ocijeniti da li ima odstupanja očitanih mjernih točaka od fizikalno ispravnih krivulja karakteristika. Odstupanja se mogu pojaviti, ako npr. frekvencija napajanja motora nije približno ista za svaku mjernu točku. Pritiskom na izvršni objekt *CRTANJE GRAFA* otvara se novi prozor pod imenom *graficki prikaz*. U ovom se prozoru nalaze tri odvojena objekta za crtanje grafova u kojima se crtaju karakteristike snage, struje i faktora snage u funkciji napona napajanja. Grafovi se crtaju tako da se mjerne točke međusobno spajaju pravcem, a granice na x i y osima se automatski podešavaju. Povratak u glavni prozor *mjerenje* se provodi pritiskom na izvršni objekt *Natrag*.

▪ BRISANJE ZADNJE OČITANE TOČKE

Ukoliko postoji bilo kakav razlog da očitana mjerna točka ne valja i da ju treba izbrisati, potrebno je pritisnuti izvršni objekt *BRISI*. Ovdje se pomoću matematičkih operacija za dvodimenzionalna polja briše zadnji red iz tabličnog objekta *OCITANE MJERNE TOCKE*. Uzastopnim pritiskom na izvršni objekt *BRISI*, moguće je izbrisati sve redove tj. sve snimljene mjerne točke iz tabličnog objekta.

▪ KRAJ MJERENJA I POVRATAK NA RUČNO UPRAVLJANJE ANALIZATOROM SNAGE

Kad su sve mjerne točke očitane može se završiti s mjerenjem, tj. prikupljanjem podataka. Završetkom kao i početkom procesa prikupljanja podataka upravlja objekt *NORMA D5255M*, koji se nalazi u gornjem desnom kutu glavnog prozora *mjerenje*. Ovaj je objekt vizualno prikazan sklopkom koja ima dva položaja. Ako je proces prikupljanja podataka u tijeku, sklopka se nalazi u položaju *MJERENJE*. Da bi se mjerenje zaustavilo treba sklopku staviti u položaj *KRAJ*. Time se prekida uvjetna petlja definirana u objektu *NORMA D5255M* i proces prikupljanja podataka prestaje. Treba naglasiti da nakon prestanka procesa prikupljanja podataka analizator snage ostaje u daljinskom režimu rada. To znači da se njegovim funkcijama ne može upravljati preko tipkovnice na njegovoj prednjoj ploči. Da bi analizator snage prestao primati instrukcije od računala i prešao na ručni režim upravljanja potrebno je

pritisnuti izvršni objekt *Rucno upravljanje*, koji se nalazi u donjem lijevom kutu glavnog prozora *mjerenje*.

Radnje tijekom spremanja podataka:

▪ **SPREMANJE PODATAKA U DATOTEKU**

Nakon završenog mjerenja očitane su mjerne točke pohranjene u memoriji računala. To nije trajno rješenje budući da se radna memorija računala briše kad se ono isključi. Trajno spremanje snimljenih mjernih točaka vrši se u datoteci na čvrstom disku računala ili na nekom od prijenosnih medija za spremanje podataka (floppy disketa, ZIP disketa i sl). Pritiskom izvršnog objekta *SPREMANJE*, otvara se novi prozor pod imenom *spremanje u datoteku*, u kojem korisnik unosi dvije grupe podataka: podatke o ispitivanju i podatke o objektu ispitivanja.

Podaci o ispitivanju	Podaci o objektu ispitivanja	
- naziv ispitivanja (npr. prazni hod ili kratki spoj)	- nazivni napon	- broj pari polova
- objekt koji se ispituje (npr. asinkroni motor tri)	- nazivna struja	- nazivni faktor snage
- tip motora	- nazivna snaga	- klasa izolacije
- tvornički broj motora	- nazivna brzina vrtnje	- nazivna temperatura okoline
- ime i prezime ispitivača koji je vodio ispitivanje	- otpor statorskog namota	
- datum kada je provedeno ispitivanje i	- temperatura pri kojoj je taj otpor mjeren i	
- napomene vezane uz ispitivanje.	- temperatura statorskog namota motora na kraju ispitivanja.	

Tablica 5.6 Dodatni podaci koji se upisuju u datoteku prikupljenih podataka iz pokusa praznog hoda i kratkog spoja

Preporučljivo je upisati sve te podatke jer se kasnije kod obrade podataka mogu neke stvari već zaboraviti. Nakon što su podaci o ispitivanju i motoru upisani, pokreće se proces spremanja podataka pritiskom izvršnog objekta *SPREMI*. Time se otvara “SAVE AS” oblik prozora koji je definiran operativnim sistemom WINDOWS. U njemu se odabire disk i direktorij u koji će se spremiti datoteka s pohranjenim podacima o provedenom pokusu praznog hoda ili kratkog spoja. Format zapisa datoteke je TXT, tj. podaci su u nju zapisani kao tekst s ASCII znakovima. Ovaj je format zapisa najprihvatljiviji jer ga se može učitati u gotovo sve tekst procesore i tablične kalkulatore, a kako je najprimitivniji zahtjeva vrlo malo memorijskog prostora. Izgled zapisa datoteke se formira tijekom izvođenja naredbi u objektu *SPREMI* (Prilog A).

5.3 AUTOMATIZIRANO PRIKUPLJANJE PODATAKA IZ POKUSA OPTEREĆENJA

Pokus opterećenja se po tipu korištene mjerne opreme ne razlikuje od pokusa praznog hoda i kratkog spoja. Kao i tamo se za prilagodbu mjerne veličine, i galvansko odvajanje mjernog od energetskog strujnog kruga koriste strujni odnosno naponski mjerne

transformatore. Tako se za naponske mjerne transformatore tj. za njihovo mjerno područje odabire ono korišteno tijekom pokusa praznog hoda, dok se za strujne mjerne transformatore odabiru podešenja korištena tijekom pokusa kratkog spoja. Kao uređaj koji mjeri potrebne mjerne veličine korišten je trofazni analizator snage NORMA D51255M, koja osigurava visoku točnost mjerenja. Da bi se automatiziralo prikupljanje podataka pomoću ovog instrumenta napisan je program u TESTPOINT-u. U pokusu opterećenja snimaju se vrijednosti priključenog napona na stezaljkama statorskog namota, struja, snaga koju motor uzima iz mreže, faktor snage¹⁵ i brzina vrtnje motora. Ovako izgrađen automatizirani sustav olakšava i ubrzava snimanje mjernih veličina tijekom pokusa. Kad bi se koristili analogni mjerni instrumenti, trebalo bi tijekom ispitivanja na raspolaganju imati tri ispitivača, ne bi li se što točnije očitale mjerne veličine. Korištenjem ovakvog sustava se broj ispitivača se smanjuje na jedan, a njegova se uloga preusmjerava na nadzor i upravljanje samim prikupljanjem podataka. Mjerne se veličine očitavaju gotovo istovremeno što još više povećava točnost mjerenja.

5.3.1 MJERNA OPREMA

Mjernu opremu za ovo ispitivanje također čine:

- dva strujna mjerna transformatora
- dva naponska mjerna transformatora
- jedan uređaj za mjerenje brzine vrtnje (ako je dostupan)
- jedan trofazni analizator snage
- jedno osobno računalo

Ovakav sastav opreme (Slika 5.2a) omogućava mjerenje sva tri linijska napona, izravno mjerenje dvije fazne struje i računanje vrijednosti treće, računanje snaga i pripadajućih faktora snage u svakoj fazi te izravno mjerenje brzine vrtnje.

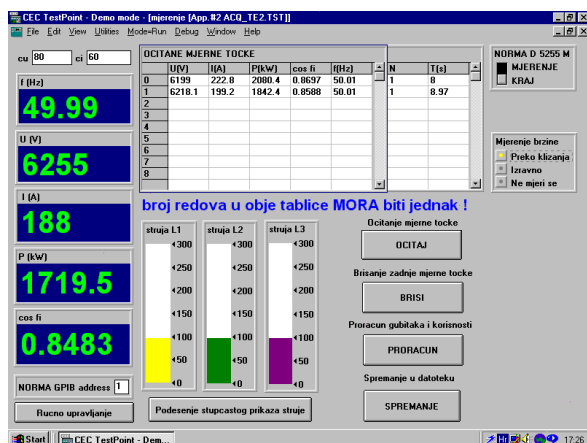
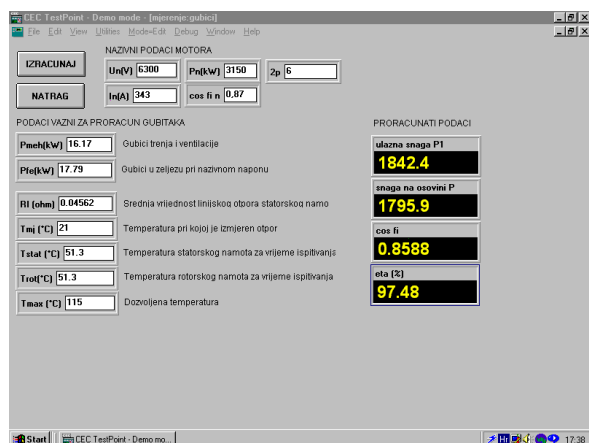
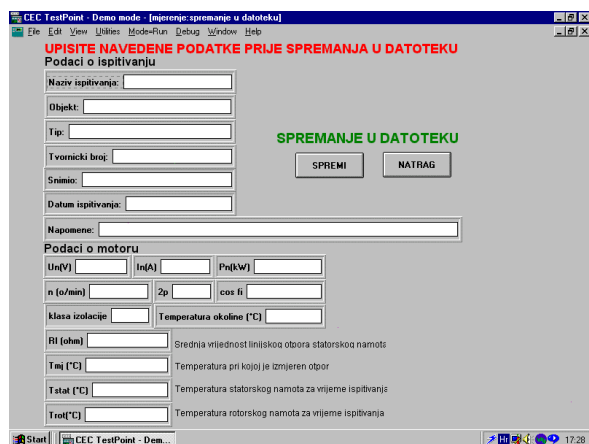
5.3.2 PROGRAM ZA AUTOMATIZIRANO PRIKUPLJANJE PODATAKA

Program je napisan u TESTPOINT-u, a svrha mu je upravljati prikupljanjem podataka tijekom pokusa opterećenja asinkronog motora. On zapravo upravlja radom trofaznog analizatora snage NORMA D5255M koji se koristi pri ovom ispitivanju. Kako korišteni mjerni sustav nije omogućavao izravno mjerenje snage na osovini motora, napisan je

¹⁵Obzirom da ispitna stanica posjeduje samo sinusoidalni izvor napajanja, tako izmjeren faktor snage je jednostavno vrijednost $\cos\varphi$. U slučaju da napon napajanja motora nije sinusoidaln, npr. ako se motor napaja iz pretvarača, izmjereni faktor snage bi odstupao od izračunate vrijednosti $\cos\varphi$ za sinusoidalni napon.

potprogram koji preliminarno izračunava i tu vrijednost. Naime sumacijom gubitaka motora i njihovim oduzimanjem od izmjerene ulazne snage dolazi se do vrijednosti snage na osovini. Ova je mogućnost vrlo korisna pri namještanju radne točke motora. Osim toga, program vrši zapis očitanih mjernih točaka i podataka o ispitivanju u datoteku koju je moguće spremati bilo na čvrsti disk računala ili na neki od prijenosnih medija za pohranjivanje podataka. Zapis se vrši u prikladnom formatu, koji se kasnije može iskoristiti za obradu podataka. Kao u prethodnom poglavlju, i ovdje su imena određenih objekata u programu napisane kosim slovima (*OBJEKT* ili *ime objekta*) dok su naredbe unutar pojedinih objekata su još i podvučene crtom (*naredba*).

Unutar programa su definirana četiri različita prozora. Glavni prozor u programu se zove *mjerjenje*. On je najviši prozor po hijerarhiji i iz njega se pomoću raznih izvršnih objekata pozivaju ostali prozori. Ostala tri prozora koja su definirana unutar ovog programa su: prozor za preliminarno izračunavanje snage na osovini i korisnosti motora - *gubici*, prozor za definiranje parametara za stupčasti prikaz faznih struja - *bar grafovi*, te prozor za spremanje podataka u datoteku - *spremanje*. Izgled ovih prozora na kojima su vidljivi svi važni objekti koji se koriste u programu prikazan je na slikama u nastavku teksta.

Slika 5.13 Prozor *mjerjenje*Slika 5.14 Prozor *gubici*Slika 5.15 Prozor *bar grafovi*Slika 5.16 Prozor *spremanje*

Korištenje ovog programa se može podijeliti u tri nezavisne grupe radnji s kojima korisnik mora biti upoznat. Prvo su pripremne radnje kojima se osigurava ispravna komunikacija računala s analizatorom snage. Nakon pripremihi radnji dolaze radnje u tijeku mjernog procesa, koje su vezane za prikupljanje podataka i, na kraju, kad prođe ispitivanje, potrebno je prikupljene podatke spremiti u datoteku na računalu čime se formira treća i posljednja grupa radnji.

Pripremne radnje

▪ **DEFINIRANJE GPIB ADRESE ANALIZATORA U PROGRAMU**

GPIB adresa analizatora snage se upisuje u objekt *NORMA GPIB address*, koji se nalazi u donjem lijevom kutu glavnog prozora *mjerenje*.

▪ **DEFINIRANJE GPIB ADRESE NA ANALIZATORU SNAGE**

Isto tako treba provjeriti GPIB adresu koja je zapisana u samom analizatoru snage. Pritiskom na tipku ENTER, koja se nalazi na prednjoj ploči instrumenta, na jednoreznom se zelenom zaslonu pojavi poruka ADDR xx, gdje se na mjesto xx upisuje broj adrese analizatora od 01 do 30¹⁶.

▪ **DEFINIRANJE PRIJENOSNIH OMJERA MJERNIH TRANSFORMATORA**

U gornjem lijevom kutu glavnog prozora *mjerenje* treba upisati prijenosni omjer naponskih i strujnih mjernih transformatora. Vrijednosti koje analizator snage mjeri nalaze se na sekundarnoj strani mjernih transformatora. Da bi analizator snage računao s ispravnim vrijednostima mjernih veličina treba stvarne izmjerene vrijednosti pomnožiti s faktorom koji odgovara prijenosnom omjeru mjernih transformatora. Prijenosni omjer naponskog mjernog transformatora se upisuje u objekt *cu*, a strujnog u objekt *ci*. Ako se tijekom ispitivanja ne koriste mjerni transformatori, potrebno je u oba objekta upisati broj 1.

▪ **DEFINIRANJE NAČINA MJERENJA BRZINE VRTNJE**

Program ACQTE.TST je predviđen za dva različita načina mjerenja brzine vrtnje. Prvo je mjerenje brzine vrtnje preko klizanja tj. preko frekvencije napona koji se inducira u rotorskom namotu. Drugi je način izravno mjerenje brzine vrtnje pomoću ugrađenog davača koji se spaja na analizator snage. Objekt koji upravlja izborom načina mjerenja brzine vrtnje je višeuvjetni objekt *Mjerenje brzine*, a nalazi se na desnoj strani glavnog prozora. Taj objekt nudi tri mogućnosti mjerenja brzine: preko klizanja, izravno i ne mjeri se. S lijeve strane svake od ponuđenih opcija je kvadratić s točkom u sredini. Samo jedan od njih ima žutu točku u sredini kvadratića, što znači da je ta opcija izabrana. Nakon pokretanja programa žuta točkica stoji uz opciju NE MJERI SE što znači da nema mjerenja brzine vrtnje. Sada je potrebno odabrati

¹⁶VAŽNA NAPOMENA: GPIB adresa definirana u analizatoru snage MORA biti jednaka adresi definiranoj u objektu *NORMA GPIB address*

željeni način mjerenja brzine vrtnje bilo PREKO KLIZANJA ili IZRAVNO. Ovisno o odabranoj opciji mijenjat će se izgled tabličnog objekta lijevo od višeuvijetnog objekta *Mjerenje brzine*.

Radnje u tijeku mjernog procesa:

▪ **POČETAK PROCESA PRIKUPLJANJA PODATAKA**

Početak i završetkom procesa prikupljanja podataka upravlja objekt *NORMA D 5255 M*, koji se nalazi u gornjem desnom kutu glavnog prozora *mjerenje*. Ovaj je objekt vizualno prikazan sklopkom koja ima dva položaja. Jedan je MJERENJE, a drugi KRAJ. Nakon pokretanja programa se ova sklopka nalazi u položaju KRAJ. Da bi se započelo s procesom prikupljanja podataka dovoljno je sklopku staviti u položaj MJERENJE. Ako je sve u redu u objektima za numerički prikaz, na lijevoj strani glavnog prozora, početak će se pojavljivati brojevi koji predstavljaju iznose mjernih veličina.

▪ **PROCES PRIKUPLJANJA PODATAKA**

U objektu *NORMA D 5255 M* se definiraju instrukcije analizatoru snage koje se prenose preko GPIB sučelja. Prvo se analizatoru snage nizom naredbi definira da se snaga mjeri metodom tri vatmetra, da se uključi automatsko podešavanje mjernog opsega te da se mjerne veličine uzastopno očitavaju i na kraju da krene proces prikupljanja podataka. Nakon ovih ulaznih instrukcija, definira se uvjetna petlja unutar koje se neprestano šalju naredbe i prikupljaju podaci o mjernim veličinama. Unutar te petlje se nakon svakog kruga izračunavaju faktori kojima se množe u analizatoru snage izmjereni napon i struja. Poslije toga se analizatoru šalje zahtjev koje mjerne veličine prebaciti u računalo. Odabrano je da lista podataka koju analizator snage prebacuje u računalo sadrži 8 veličina. Zahtjev je napisan u obliku *du;di;dp;df;z;ai;bi;ci* sukladno naredbama za daljinsko upravljanje analizatorom snage iz tablice 5.4 ovog poglavlja. Kad ovi podaci dođu iz analizatora snage, zapisani su u jednom redu i osim brojeva, sadrže svoje nazive i mjerne jedinice. Za daljnji tijek programa su bitne samo numeričke vrijednosti prikupljenih mjernih veličina. Zbog toga se GPIB objekt *NORMA* u kojeg se spremaju prikupljene mjerne veličine definira kao lista od osam brojevanih podataka. U slučaju da je uređaj za izravno mjerenje brzine vrtnje priključen na analizator snage moguće je dobiti informaciju o brzini vrtnje motora. U ovom će slučaju zahtjev za slanje mjernih veličina glasiti *du;di;dp;df;z;ai;bi;ci;wb*.

NAREDBA ZA PRIKUPLJANJE	OPIS PRIKUPLJENE MJERNE VELIČINE	ZAPIS U LISTI NORMA
$\underline{du}$	srednja vrijednost sva tri naponska kanala	<u>NORMA:NAPON</u>
$\underline{di}$	srednja vrijednost sva tri strujna kanala	<u>NORMA:STRUJA</u>
$\underline{dp}$	radna snaga koju motor uzima iz mreže	<u>NORMA:SNAGA</u>
$\underline{df}$	faktor snage motora	<u>NORMA:COS FI</u>
$\underline{z}$	frekvencija napajanja	<u>NORMA:FREQ</u>
$\underline{ai}$	struja u fazi L1 (kanal 1)	<u>NORMA:I R</u>
$\underline{bi}$	struja u fazi L2 (kanal 2)	<u>NORMA:I S</u>
$\underline{ci}$	struja u fazi L3 (kanal 3)	<u>NORMA:I T</u>
$\underline{wb}$	brzina vrtnje	<u>NORMA:BRZINA</u>

Tablica 5.7 Popis mjernih veličina iz pokusa opterećenja koje se očitavaju u svakom ciklusu prikupljanja podataka

Nakon što se sve mjerne veličine prikupe potrebno ih je prikazati kako bi korisnik znao njihovu numeričku vrijednost. Zbog toga se svi elementi liste *NORMA* prikazuju u objektima za numerički prikaz koji nose istovjetne nazive. Jedino se struje po fazama prikazuju na stupčastim grafovima, ne bi li se moglo provjeravati simetriju struja motora u sve tri faze. Treba naglasiti da je prikaz prikupljenih mjernih veličina kontinuiran i da još nema očitavanja. Naime, ovakav se režim rada kod prikupljanja podataka koristi za namještanje radne točke motora kada će se izvršiti očitavanje.

▪ PODEŠAVANJE STUPČASTOG PRIKAZA FAZNIH STRUJA

U stupčastom prikazu faznih struja donji dio stupca promijeni boju ovisno o izmjerenom iznosu. Ako gornja i donja granica stupčastog grafa nisu dobro definirane, tada i stupčasti prikaz struja neće biti dobar. U ovom slučaju treba pritisnuti izvršni objekt *Podesenje stupcastog prikaza struje*, koji se nalazi odmah ispod stupčastih grafova. Sada se otvara novi prozor koji se u programu zove *bar grafovi*. Tamo se u objekt *Imin(A)* upisuje donja granica stupčastog grafa, a u objekt *Imax(A)* gornja granica. Kad se završi s upisivanjem donje i gornje granice potrebno je pritisnuti izvršni objekt *Natrag*. Time se vrši podešavanje gornje i donje granice stupčastih grafova, a prozor *bar grafovi* se zatvara i pred korisnikom ostaje aktivan glavni prozor *mjerenje*. Treba napomenuti da sve ovo vrijeme računalo u pozadini komunicira s analizatorom snage i neprestano prikuplja podatke i numerički ih prikazuje na zaslonu monitora.

▪ OČITAVANJE MJERNE TOČKE

Očitavanje mjerne točke se vrši pritiskom izvršnog objekta *OCITAJ*. Unutar ovog objekta se analizatoru šalju instrukcije za zaustavljanje mjernog procesa na tri sekunde. Nakon toga se iz

analizatora snage prikupljaju podaci o: srednjoj vrijednosti napona i struje, ukupnoj radnoj snazi, faktoru snage te frekvenciji napona napajanja. Zahtjev za mjernim veličinama se šalje u obliku $\underline{du;di;dp;df;z}$ ili $\underline{du;di;dp;df;z;wb}$ (Tablica 5.7), koji se spremaju u listu od 5 odnosno 6 brojeanih podataka. Ove se vrijednosti spremaju u jednodimenzionalno polje, ali odvojeno, tako da je za svaku veličinu definirano zasebno polje. Matematičkim se operacijama prilagođavaju jednodimenzionalna polja snimljenih mjernih točaka u dvodimenzionalno polje, u kojem su mjerne veličine razvrstane po stupcima, a broj mjernih točaka raste s redovima tog polja. Ovo je neophodno napraviti kako bi se mjerne točke prikazale u tabličnom objektu *OCITANE MJERNE TOČKE*. Svaki put kad se mjerna točka očita, u tabličnom se objektu doda jedan red. U slučaju da se brzina vrtnje mjeri izravno pomoću ugrađenog davača automatski će se popunjavati stupac vezan uz tu veličinu. Ako se pak brzina vrtnje očitava neizravno pomoću brojanja njihaja induciranog napona zbog rasipnog polja rotora u određenom vremenskom intervalu potrebno je te vrijednosti ručno unijeti u tablicu. Treba napomenuti da je u ovom trenutku program prilagođen ručnom očitavanju brzine vrtnje bilo izravno ili neizravno. To je otežalo izradu programa, ali bilo potrebno prilagoditi se stvarnosti. Dok traje očitavanje i prijenos podataka iz analizatora u računalu analizator snage je blokiran. Za vrijeme blokade se objekti za numerički prikaz mjernih veličina “zamrznu” i nema kontinuiranog prikaza na njima. Nakon tri sekunde je mjerna točka sigurno očitana i analizatoru se šalje naredba kojom se ponovo započinje mjerenje i kontinuirani prikaz prikupljenih podataka u objektima za numerički prikaz. Ako je očitavanje brzine vrtnje ručno, nakon prijenosa podataka iz analizatora snage mogu se ručno unijeti podaci neovisno o tome da li je analizator snage blokiran ili je već nastavio s mjerenjem. Kako ne bi kasnije došlo do problema u obradi podataka, treba naglasiti da broj redova u tablici očitanih mjernih točaka mora biti jednak, što je jasno istaknuto tekstualnom porukom koja se nalazi ispod tablice.

▪ PRORAČUN SNAGE NA OSOVINI I KORISNOSTI MOTORA

Mjerni sustav za koji je pisan ovaj program nema mogućnost izravnog mjerenja snage na osovini motora. Snaga koju mjeri analizator snage predstavlja ulaznu snagu koju motor uzima iz mreže pa ispitivač nema točnu informaciju koliko je u kojem trenutku motor mehanički opterećen. Zbog toga se u programu nudi mogućnost preliminarog proračuna snage na osovini te korisnosti motora za posljednje očitane mjernu točku. Do snage na osovini motora se dolazi pomoću sumacije gubitaka motora [25]. Treba naglasiti da je ovo približna ocjena, kako gubitaka tako i snage na osovini, zbog toga što nije moguće točno znati temperature namota u svakom trenutku. Njih je potrebno poznavati za izračunavanje strujnih gubitaka motora. No i takva je približna ocjena bolja nego nikakva. Dakle, pritiskom na izvršni objekt *PRORACUN* u glavnom prozoru, otvara se prozor *gubici*. Kad se prozor otvori prvi put treba

upisati podatke važne za izračunavanje gubitaka. U prvom redu su to nazivni podaci motora: nazivni napon, struja, snaga, faktor snage i broj pari polova. Zatim treba upisati gubitke trenja i ventilacije te gubitke u željezu ispitivanog motora vezane uz napon na priključnim stezaljkama motora. Do ovih se podataka dolazi obradom podataka iz pokusa praznog hoda. To znači da bi se mogućnost izračunavanja snage na osovini motora mogla koristiti, treba prije pokusa opterećenja provesti pokus praznog hoda te provesti obradu podataka. Na kraju treba još upisati i podatke o linijskom otporu statorskog namota, temperaturi koja je bila pri mjerenju tog otpora, trenutnoj temperaturi statorskog namota, procijenjenoj trenutnoj temperaturi rotorskog namota te maksimalno dozvoljenoj temperaturi motora, koja je definirana klasom izolacije motora. Ovo posljednje je potrebno upisati kako bi se otpori statorskog i rotorskog namota mogli preračunati na referentnu temperaturu [24]. Kad se ovi podaci jednom upišu, ostaju zapamćeni u memoriji računala i ne treba ih ponovo upisivati u tijeku mjernog procesa, osim naravno temperatura statorskog i rotorskog namota koje se tijekom ispitivanja mijenjaju. Sada se može izvršiti izračunavanje mehaničke snage na osovini i stupnja korisnosti pritiskom na izvršni objekt *IZRACUNAJ* u prozoru *gubici*. Izračunate se vrijednosti prikazuju zajedno s izmjerenom ulaznom snagom i faktorom snage na objektima za numerički prikaz podataka smještenim na desnoj strani prozora *gubici*.

Izrazi koji se koriste za izračunavanje ovih vrijednosti detaljno su objašnjeni u poglavlju 3.

KORISNOST motora se izračunava pomoću relacije:

$$\eta = \frac{P}{P_1} \cdot 100 \quad (5.1)$$

gdje je P_1 ulazna snaga koju motor uzima iz mreže, a P mehanička snaga na osovini motora.

Da bi se mehanička snaga izračunala treba prvo odrediti sve gubitke. To su redom: P_{Cu1} (gubici u bakru statorskog namota), P_{Fe} (gubici u željezu statora), P_{2el} (gubici u bakru rotorskog namota), $P_{tr,v}$ (gubici trenja i ventilacije) i P_{dod} (dodatni gubici motora). Kad su ovi gubici poznati **MEHANIČKA SNAGA NA OSOVINI** se izračunava pomoću relacije:

$$P = P_1 - (P_{Cu1} + P_{Fe} + P_{2el} + P_{tr,v} + P_{dod}) \quad (5.2)$$

GUBICI U BAKRU STATORSKOG NAMOTA se računaju pomoću relacije:

$$P_{Cu1}(kW) = \frac{1}{1000} \cdot \frac{235 + T_{max}}{235 + T_{hl}} \cdot 1,5 \cdot I^2 \cdot R_{hl} \quad (5.3)$$

gdje su: T_{max} - maksimalno dozvoljena temperatura motora (upisana u objekt za unos podataka $T_{max}(^{\circ}C)$ u prozoru *gubici*), T_{hl} - temperatura na kojoj je mjeren linijski otpor statorskog namota (upisana u objekt za unos podataka $T_{mj}(^{\circ}C)$ u prozoru *gubici*), I - izmjerena struja koju motor uzima iz mreže i R_{hl} - linijski otpor statorskog namota (upisan u

objekt za unos podataka $R_{hl}(ohm)$ u prozoru *gubici*). Faktor 1/1000 na početku izraza dolazi zato da bi izračunati gubici bili izraženi u kilovatima.

GUBICI U ŽELJEZU P_{Fe} se izračunavaju iz pokusa praznog hoda i automatski se upisuju u objekt za unos podataka $P_{fe}(kW)$ u prozoru *gubici*;

GUBICI U NAMOTU ROTORA se računaju pomoću relacije:

$$P_{2el} = s \cdot (P_1 - P_{Cu1} - P_{Fe}) \quad (5.4)$$

ovdje je P_1 ulazna snaga koju motor uzima iz mreže, P_{Cu1} gubici u bakru statorskog namota, P_{Fe} gubici u željezu statora, a s je **KLIZANJE** koje se računa prema relaciji:

$$s = \frac{235 + T_{max}}{235 + T_{hl}} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot p \cdot n}{2 \cdot 60 \cdot f} \right) \quad (5.5)$$

Ova relacija vrijedi ako se mjeri brzina vrtnje. T_{max} je maksimalno dozvoljena temperatura motora (upisana u objekt za unos podataka $T_{max}(^{\circ}C)$ u prozoru *gubici*), T_{mj} je temperatura na kojoj je mjeren otpor statorskog namota (upisana u objekt za unos podataka $T_{mj}(^{\circ}C)$ u prozoru *gubici*), $2p$ je broj polova motora (upisan u objekt za unos podataka $2p$ u prozoru *gubici*), n je izmjerena brzina vrtnje motora, a f izmjerena frekvencija. Ako se klizanje izravno mjeri preko frekvencije induciranog napona u rotorskom namotu dobiva se izraz:

$$s = \frac{235 + T_{max}}{235 + T_{hl}} \cdot \frac{N}{T} \cdot \frac{1}{f} \quad (5.6)$$

T_{max} i T_{mj} poznati su od prije, a N predstavlja izmjereni broj njihaja galvanometra kojim se mjeri inducirani napon u rotoru, T je izmjereni vremenski interval za N njihaja, a f je izmjerena frekvencija napona napajanja motora;

GUBICI TRENJA I VENTILACIJE se izračunavaju iz pokusa praznog hoda i upisuju u objekt za unos podataka $P_{meh}(kW)$ u prozoru *gubici*;

DODATNI GUBICI koji su ostali za kraj računaju se pomoću relacije:

$$P_{dod}(kW) = \frac{1}{1000} \cdot \frac{0,5}{100} \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi_n \left(\frac{I}{I_n} \right)^2 \quad (5.7)$$

gdje su U_n , I_n , $\cos \varphi_n$, redom, nazivni napon, struja i faktor snage motora, dok je I očitana vrijednost struje motora koju uzima iz mreže. Faktor 1/1000 na početku izraza dolazi zato da bi izračunati dodatni gubici bili izraženi u kilovatima.

Treba naglasiti, da se ovo izračunavanje vrši samo za zadnje očitane mjernu točku, kako bi se približno ustvrdilo koliko je osovina motora bila mehanički opterećena u tom trenutku što daje informaciju o radnoj točki motora. Ako ispitivač nije zadovoljan odabirom radne točke može se vratiti u glavni prozor, izvršiti brisanje zadnje očitane mjerne točke te nakon podešavanja parametara opterećenja očitati novu mjernu točku za koju će izvršiti ovaj

preliminarni proračun. Povratak u glavni prozor *mjerenje* se provodi pritiskom na izvršni objekt *Natrag* u prozoru *gubici*, a postupak brisanja zadnje očitane mjerne točke dan je u nastavku teksta.

▪ **BRISANJE ZADNJE OČITANE TOČKE**

Ukoliko je mjerna točka krivo očitana ili postoji bilo kakav drugi razlog da ju treba izbrisati, potrebno je pritisnuti izvršni objekt *BRISI*. Ovim se objektom pokreće izvođenje niza matematičkih operacija za dvodimenzionalna polja čime se briše zadnji red iz tabličnog objekta *OCITANE MJERNE TOČKE*. Uzastopnim pritiskom na izvršni objekt *BRISI*, moguće je izbrisati sve redove tj. sve snimljene mjerne točke iz navedenog tabličnog objekta.

▪ **KRAJ MJERENJA I POVRATAK NA RUČNO UPRAVLJANJE ANALIZATORA SNAGE**

Završetkom kao i početkom procesa prikupljanja podataka upravlja objekt *NORMA D5255M*, koji se nalazi u gornjem desnom kutu glavnog prozora *mjerenje*. Ovaj je objekt vizualno prikazan sklopkom koja ima dva položaja. Ako je proces prikupljanja podataka u tijeku, sklopka se nalazi u položaju *MJERENJE*. Da bi se mjerenje zaustavilo treba sklopku staviti u položaj *KRAJ*. Time se prekida uvjetna petlja definirana u objektu *NORMA D5255M* i proces prikupljanja podataka prestaje. Treba naglasiti da nakon prestanka procesa prikupljanja podataka analizator snage ostaje u daljinskom režimu rada. To znači da se njegovim funkcijama ne može upravljati preko vlastite tipkovnice na prednjoj ploči instrumenta. Da bi analizator snage prestao primati instrukcije od računala i prešao u ručni režim upravljanja potrebno je pritisnuti izvršni objekt *Rucno upravljanje*, koji se nalazi u donjem lijevom kutu glavnog prozora *mjerenje*.

Radnje tijekom spremanja podataka

▪ **SPREMANJE PODATAKA U DATOTEKU**

Nakon završenog mjerenja očitane su mjerne točke pohranjene u memoriji računala. Da bi ih se trajno sačuvalo, potrebno je izvršiti njihovo spremanje u obliku datoteke na neki od medija za pohranjivanje podataka. U prvom je redu to čvrsti disk računala, a može biti i neki od prijenosnih medija kao npr. floppy disketa, ZIP disketa i sl. Pritiskom izvršnog objekta *SPREMANJE*, otvara se novi prozor pod imenom *spremanje u datoteku*. Tablica 5.8 sadržava dodatne podatke o ispitivanju koje se unose prilikom spremanja u datoteku

Podaci o ispitivanju	Podaci o objektu ispitivanja	
- naziv ispitivanja (npr. opterećenje)	- nazivni napon	- broj pari polova
- objekt koji se ispituje (npr. asinkroni motor tri)	- nazivna struja	- nazivni faktor snage
- tip motora	- nazivna snaga	- klasa izolacije
- tvornički broj motora	- nazivna brzina vrtnje	- nazivna temperatura okoline
- ime i prezime ispitivača koji je vodio ispitivanje	- otpor statorskog namota	
- datum kada je provedeno ispitivanje i	- temperatura pri kojoj je taj otpor mjereno i	
- napomene vezane uz ispitivanje.	- temperatura statorskog namota motora na kraju ispitivanja.	

Tablica 5.8 Dodatni podaci koji se upisuju u datoteku prikupljenih podataka iz pokusa opterećenja

Preporučljivo je upisati sve te podatke jer se kasnije kod obrade podataka mogu neke stvari već zaboraviti. Nakon što su podaci o ispitivanju i motoru upisani, pokreće se proces spremanja podataka pritiskom izvršnog objekta *SPREMI*. Time se otvara “SAVE AS” oblik prozora koji je definiran operativnim sistemom WINDOWS. U njemu se odabire disk i direktorij u koji će se spremiti datoteka s pohranjenim podacima o provedenom pokusu praznog hoda ili kratkog spoja. Format zapisa datoteke je TXT, tj. podaci su u nju zapisani kao tekst s ASCII znakovima. Ovaj je format zapisa najprihvatljiviji jer ga se može učitati u gotovo sve tekst procesore i tablične kalkulatore, a kako je najprimitivniji zahtjeva vrlo malo memorijskog prostora. Izgled zapisa datoteke se formira tijekom izvođenja naredbi u objektu *SPREMI* (Prilog A).¹⁷

5.4 AUTOMATIZIRANA OBRADA PODATAKA I IZRADA ISPITNOG PROTOKOLA

Obrada podataka i izrada izvještaja o ispitivanju se provode unutar programa MPHKSTE.TST koji je napisan u programu TESTPOINT. Sam je program podijeljen u tri dijela:

- obrada podataka prikupljenih u pokusu praznog hoda;
- obrada podataka prikupljenih u pokusu kratkog spoja;
- obrada podataka prikupljenih u pokusu opterećenja.

Podjela je izvršena kako bi se olakšalo upravljanjem podataka tijekom obrade i kako bi se

¹⁷ Potrebno je obratiti pažnju na broj jedan koji se nalazi na početku zapisa. Njime se kasnije u programu za obradu podataka signalizira način mjerenja brzine vrtnje što utječe na određene algoritme za proračun gubitaka motora. Tijekom snimanja karakteristike opterećenja, brzina vrtnje se može mjeriti izravno u okretajima u minuti ili s pomoću klizanja tj. mjerenjem frekvencije rasipnog polja rotorskog namota. Broj 1 na početku zapisa gore navedenog primjera ukazuje na to da se brzina vrtnje motora snimala s pomoću klizanja što se i vidi u tablici snimljenih mjernih točaka na kraju zapisa. Naime zadnja dva stupca N i T(s) predstavljaju broj njihaja kazaljke galvanometra kojim se mjeri inducirani napon u pomoćnom svitku za mjerenje rasipnog polja rotorskog namota i vrijeme koje je bilo potrebno za taj broj njihaja. Da se brzina snimala izravno, na početku bi zapisu umjesto broja 1 stajao broj 0, a u tablici snimljenih mjernih točaka bi umjesto stupaca N i T, stajao samo jedan stupac n za brzinu vrtnje.

izrada izvješća razdvojila i ograničila na svaki pokus zasebno. Ovo je praktično zbog toga što se većina motora ispituje serijski tj. na njima se provodi pokus praznog hoda i kratkog spoja, dok je pokus opterećenja izostavljen. Kod takvih motora nema obrade podataka iz pokusa opterećenja i u programu se jednostavno preskače objekt kojim se ta obrada aktivira. U svakom se dijelu programa izračunavaju karakteristične veličine asinkronog motora. To su u praznom hodu gubici trenja i ventilacije te struja i gubici praznog hoda na nazivnom naponu, u kratkom se spoju izračunavaju struja i snaga kratkog spoja na nazivnom naponu te napon kratkog spoja kod kojeg motorom protječe nazivna struja. Izračunavanje parametara iz pokusa opterećenja je najsloženije jer se korisnost određuje sumacijom gubitaka motora pa je za svaku snimljenu mjernu točku potrebno analitički odrediti čitav niz veličina. Osim toga se unutar programa crtaju karakteristike praznog hoda, kratkog spoja i opterećenja. Karakteristike se formiraju tako da se na osnovu očitanih mjernih točaka definiraju interpolacijski polinomi. Program pruža i mogućnost izrade izvještaja, koji sadrže sve potrebne podatke o provedenom ispitivanju i obradi podataka. Uz izvještaje postoji mogućnost ispisa samo karakteristika koje se na taj način mogu unijeti u službene mjerne listove¹⁸. Na kraju da bi se rezultati obrade trajno sačuvali, daje se mogućnost spremanja podataka u datoteku na čvrstom disku ili nekom drugom prijenosnom mediju za pohranjivanje podataka.

Dakle, nakon pokretanja programa pred korisnikom se otvara prozor nazvan *glavni prozor* (Slika 5.17). U njemu se nalaze tri izvršna objekta: *OBRADA PRAZNOG HODA*, *OBRADA KRATKOG SPOJA* i *OBRADA OPTEREĆENJA*. Pritiskom na svaki od tih objekata zasebno, korisnika se vodi u određeni dio programa MPMKSTE.TST.

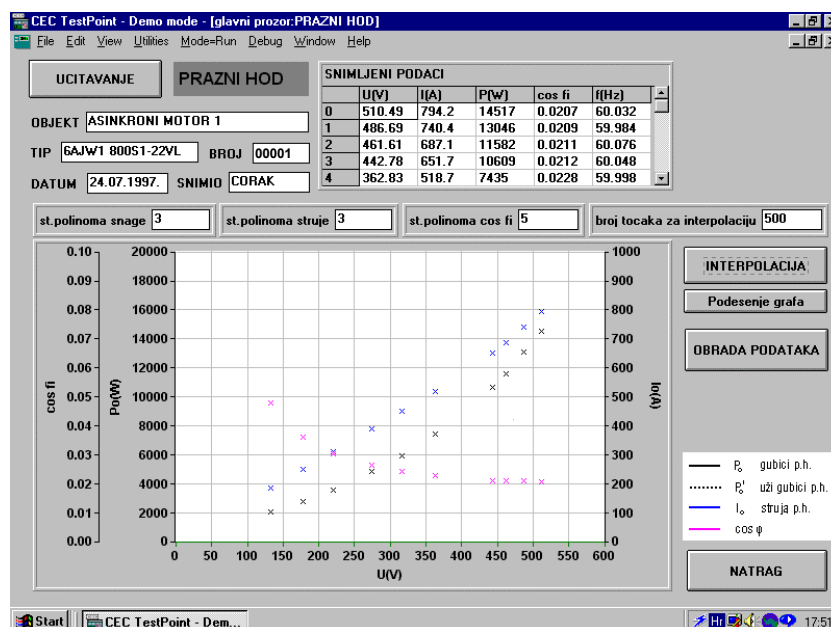


Slika 5.17 Glavni prozor MPMKSTE

¹⁸ TESTPOINT, ima objekt za kreiranje izvještaja, ali on ne pruža velike mogućnosti koje bi mogle parirati suvremenim tekst procesorima.

5.4.1 OBRADA PODATAKA IZ POKUSA PRAZNOG HODA

Pritiskom lijeve tipke miša na objekt *OBRADA PRAZNOG HODA*, u glavnom prozoru poziva se prozor za učitavanje i interpolaciju podataka iz pokusa praznog hoda koji se zove *PRAZNI HOD*.



Slika 5.18 Prozor PRAZNI HOD nakon učitavanja podataka

Učitavanje podataka iz pokusa praznog hoda

U gornjem se lijevom kutu novootvorenog prozora (Slika 5.18) nalazi objekt UCITAVANJE. Ovaj objekt upravlja učitavanjem podataka koji su prikupljeni u pokusu praznog hoda i spremljeni u datoteku na računalu. Pritiskom na ovaj objekt operativni sustav računala otvara prozor za učitavanje datoteke koji je definiran operativnim sustavom Windowsa. To je “OPEN” oblik prozora u kojem korisnik treba odabrati traženu datoteku i pritiskom na tipku Open učitati podatke program. Treba naglasiti da datoteka koja se može učitati u ovaj program mora biti napisana u TXT formatu, tj. mora sadržavati ASCII tekst i mora biti zapisana u formatu koji definira program ACQPHKS.TST (Prilog A).

Ovakav format zapisa sadrži sve potrebne podatke o ispitivanju, motoru i mjernim točkama koje su snimljene tijekom pokusa praznog hoda. Nakon učitavanja se u prozoru desno od objekta UCITAVANJE ispiše naziv ispitivanja. U ovom je slučaju to prazni hod kojeg je program preuzeo iz drugog reda učitane datoteke. Nadalje, se ispod objekta UCITAVANJE automatski upišu podaci o tipu i tvorničkom broju motora, ime ispitivača koji je vodio ispitivanje i datum kad je ispitivanje provedeno. Desno od ove grupe objekata se nalazi tablični objekt SNIMLJENI PODACI u kojeg se automatski učitaju snimljene mjerne točke. Treba naglasiti da sve ove podatke računalo učitava iz odabrane TXT datoteke što je

omogućeno definiranjem datoteke kao liste podataka, koja sadrži znakovne i brojčane podatke međusobno odvojene novim redom (znak CRLF¹⁹). Mjerne su točke u TXT datoteku spremljene u obliku dvodimenzionalnog numeričkog polja i to tako da su mjerne veličine razvrstane po stupcima. Da bi se kasnije moglo zasebno pristupiti svakoj mjernoj veličini, treba ovo dvodimenzionalno polje “razbiti” u pet jednodimenzionalnih polja (nizova). Ove se operacije vrše u matematičkim objektima koji se pozivaju tijekom izvršavanja naredbi u objektu *UCITAVANJE*. Sada je moguće nacrtati mjerne točke u objektu za crtanje grafova *snimljene točke praznog hoda*, koji se nalazi na središnjem dijelu prozora *PRAZNI HOD*. Ako slučajno nema mjernih točaka znači da ne valjaju podešenja na x i y osima grafa te ih treba korigirati.

Podešenje grafa

S desne strane objekta za crtanje grafova, u kojem se crtaju mjerne točke, nalazi se objekt *Podesenje grafa*. Pritiskom na taj objekt otvara se prozor *podesi graf*. U gornjem dijelu prozora se ispišu maksimalne vrijednosti mjernih veličina kako bi korisniku lakše bilo odabrati podešenja na osima. Ispod maksimalnih vrijednosti mjernih veličina, nalaze se objekti u koje treba upisati donju granicu intervala na osi (min), gornju granicu intervala na osi (max) te podjelu na osi i to redom za napon, struju, snagu i faktor snage. Nakon što se sve vrijednosti upišu, pritiskom na objekt *NATRAG*, vrši se podešavanje osi i povratak u prozor *PRAZNI HOD*. Ako i dalje podešenja osi na grafu ne valjaju potrebno je ponoviti korake podešenja osi.

MAKSIMALNE VRIJEDNOSTI			
U(V)	510.49	P(W)	14517
I(A)	794.2	cos fi	0.0479
U(V) min	0	I(A) min	0
U(V) max	600	I(A) max	1000
U(V) podjela	50	I(A) podjela	100
P(W) min	0	cos fi min	0
P(W) max	20000	cos fi max	0.1
P(W) podjela	2000	cos fi podjela	0.01

Slika 5.19 Prozor za podešavanje osi grafa

Interpolacija mjernih točaka iz pokusa praznog hoda

Ako je sve u redu s prikazom mjernih točaka u grafičkom objektu, mogu se definirati i nacrtati interpolacijski polinomi. U tu je svrhu potrebno definirati stupnjeve interpolacijskih polinoma. Ti se stupnjevi upisuju u objekte za unos podataka *st.polinoma snage*, *st.polinoma struje* i *st.polinoma cos fi*. Ovi objekti odmah po učitavanju dobivaju vrijednost 3, što se, naravno, u tijeku izvođenja programa može promijeniti. Osim toga važno je definirati i broj točaka s kojima će se crtati interpolacijski polinom. Ta je vrijednost također unaprijed postavljena na 500, što u gotovo svim slučajevima zadovoljava. Broj točaka definira glatkoću

¹⁹ CRLF (engl. Carriage Return Line Feed) označava znak u tekstu kojim se ispočetka započinje novi red.

interpolacijskog polinoma i što je taj broj veći to je krivulja interpolacijskog polinoma glađa. Interpolacija se vrši pomoću objekta *INTERPOLACIJA*, koji se nalazi s desne strane objekta za grafički prikaz podataka *snimljene točke praznog hoda*. U TESTPOINT-u se interpolacijski polinom određuje pomoću funkcije *fitPolynomial*. Ova funkcija ima tri argumenta: polje mjerne veličine koja se crta na x osi grafa, polje mjerne veličine koja se crta na y osi grafa i stupanj interpolacijskog polinoma. U ovom je slučaju napon mjerna veličina koja se crta na osi x, a snaga, struja i faktor snage su mjerne veličine koje se crtaju na osi y. Rezultat funkcije *fitPolynomial* su koeficijenti interpolacijskog polinoma:

Primjer:

za polinom trećeg stupnja koji se definira kao

$$y = a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0$$

rezultat funkcije *fitPolynomial* su koeficijenti

a_3, a_2, a_1 i a_0 .

Za snagu, struju i faktor snage se ovi koeficijenti računaju u matematičkim objektima: *koeficijenti snage, koeficijenti struje, koeficijenti cos fi*. Da bi se sad nacrtali interpolacijski polinomi treba odrediti jednodimenzionalno rastuće polje x vrijednosti, koje će se množiti s izračunatim koeficijentima. Kako se u ovom slučaju na x osi crta snimljeni napon to znači da treba napraviti tzv. “rampu” napona. Za ovo također postoji u TESTPOINT-u ugrađena funkcija - *ramp*. Prvo treba definirati interval između dvije susjedne točke tj. korak jednodimenzionalnog polja x vrijednosti:

$$k = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{N} \quad (5.8)$$

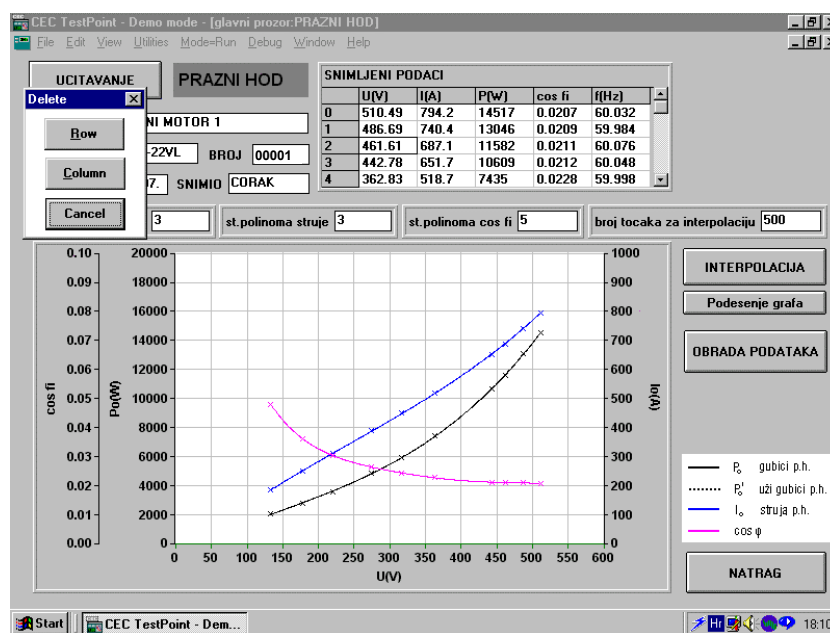
Ovdje je N broj točaka interpolacijskog polinoma, $U_{\max}$ je najveći član jednodimenzionalnog polja snimljenih napona, dok je $U_{\min}$ najmanji član istog polja. Kako se karakteristika praznog hoda snima silazno, to je najveći snimljeni napon na prvom mjestu u polju snimljenih napona, a najmanji je na zadnjem. Sada se može i iskoristiti funkcija *ramp*:

$$ramp(N) \cdot k + U_{\min} \quad (5.9)$$

i rezultat je jednodimenzionalni rastući niz, čiji je prvi član $U_{\min}$ i koji ima N elemenata. Kako je korak tog niza k, to je zadnji element niza jednak $U_{\max}$. Sada se izračunaju y vrijednosti interpolacijskih polinoma pomoću ugrađene funkcije *polynomial* koja ima dva argumenta: jednodimenzionalni niz x vrijednosti i koeficijente interpolacijskog polinoma. Ove se operacije provode u matematičkim objektima *inter snaga, inter struja* i *inter cos fi*. Na kraju se ponovo u objektu za grafički prikaz *snimljene točke praznog hoda* crtaju i snimljene mjerne točke i interpolacijski polinomi. Ovo je potrebno da bi korisnik mogao ocijeniti podudaranje interpolacijskog polinoma sa snimljenim mjernim točkama. Ako u prvom koraku neki od

interpolacijskih polinoma ne zadovoljava, može mu se promijeniti stupanj i ponovo pritisnuti lijevom tipkom miša objekt *INTERPOLACIJA*.

Postoji mogućnost da neke mjerne točke znatno odstupaju od zamišljene krivulje koja ih spaja tako da se samim postupkom interpolacije neće moći odrediti fizikalno ispravan interpolacijski polinom. Takve je točke moguće ukloniti, jer je na njima najčešće došlo do greške u mjerenju. Mjerna se točka uklanja tako da se s pomoću miša odabere red u objektu za tablični prikaz podataka u kojem se ona nalazi te se pritisne tipka "Delete" na tipkovnici. Prije samog brisanja TESTPOINT ispisuje poruku s kojom se provjerava da li da se obriše red (engl. row) ili stupac (engl. column). Ovdje naravno treba odabrati brisanje reda jer on predstavlja jednu mjernu točku - Slika 5.20.



Slika 5.20 Prozor za provjeru brisanja stupca ili retka prilikom brisanja mjerne točke (gornji lijevi kut prozora *PRAZNI HOD*)

Obrada podataka iz pokusa praznog hoda

Nakon što se dobije zadovoljavajući izgled interpolacijskih polinoma za snagu, struju i faktor snage, mogu se izračunati karakteristične vrijednosti u pokusu praznog hoda asinkronog motora. Ove se vrijednosti računaju i prikazuju u prozoru *racunanje ph podataka*, do kojeg se dolazi pritiskom lijeve tipke miša na objekt *OBRADA PODATAKA* u prozoru *PRAZNI HOD*. Tamo se automatski u lijevom gornjem kutu ispisuju podaci o objektu ispitivanja, tipu i tvorničkom broju motora te datumu kad je provedeno ispitivanje. Ispod toga se ispisuju i podaci o linijskom otporu statorskog namota te temperaturama namota za vrijeme mjerenja otpora i tijekom pokusa praznog hoda. Ovo je potrebno znati za definiranje strujnih gubitaka u praznom hodu motora. Treba naglasiti da su se te vrijednosti upisale prilikom spremanja podataka na kraju pokusa praznog hoda. Na desnoj strani prozora se nalazi objekt za tablični

prikaz podataka *MJERNE TOCKE*, u kojeg se upisuju snimljene mjerne točke u pokusu praznog hoda, koje su možda doživjele određene modifikacije²⁰ u tabličnom objektu *SNIMLJENI PODACI* iz prozora *PRAZNI HOD*. Pritiskom lijeve tipke miša na objekt *IZRACUNAVANJE* započinje se s računanjem parametara praznog hoda kod nazivnog napona, a to su: struja praznog hoda (I_0), faktor snage ($\cos\phi_0$), ukupni gubici praznog hoda (P_0), gubici u željezu (P_{Fe}), strujni gubici praznog hoda (P_{Cu0}) i gubici zbog trenja i ventilacije ($P_{tr,v}$). Ove se vrijednosti ispisuju u objektima za numerički prikaz koji se nalaze desno od izvršnog objekta *IZRACUNAVANJE*. Za izračunavanje struje, faktora snage i snage tj. ukupnih gubitaka na nazivnom naponu koristi se ugrađena funkcija *polynomial*, kojoj se sada kao jedan parametar daje nazivni napon motora, a kao drugi ranije izračunati koeficijenti interpolacijskog polinoma. Složeniji je način rastavljanja ukupnih gubitaka praznog hoda. Gubici praznog hoda asinkronog motora se sastoje se od gubitaka u željezu (P_{Fe}), gubitaka u namotu (P_{Cu0}) i mehaničkih gubitaka ($P_{tr,v}$):

$$P_0 = P_{Fe} + P_{Cu0} + P_{tr,v} \quad (5.10)$$

Gubici u željezu, pa tako i gubici zbog trenja i ventilacije stalni su za stalan napon i frekvenciju napajanja. Zbog toga ih je potrebno što točnije odrediti jer se oni ne mijenjaju ovisno o opterećenju. To je naročito važno za određivanje faktora korisnosti pri raznim opterećenjima motora. Da bi se točno odredili gubici u željezu asinkronog motora na određenom naponu, potrebno je točno poznavati snagu koju motor uzima iz mreže (P_0), struju praznog hoda (I_0) te gubitke zbog trenja i ventilacije ($P_{tr,v}$). Snaga P_0 i struja I_0 su izmjerene veličine, dok se gubici trenja i ventilacije određuju iz karakteristike praznog hoda. Naime, gubici trenja i ventilacije predstavljaju snagu koju bi stroj uzimao iz mreže pri naponu nula kad bi se vrtio nazivnom brzinom vrtnje. U praznom hodu asinkronog motora to je nemoguće stvarno izmjeriti jer za niske napone struja motora počinje rasti i motor počne izlaziti iz stanja praznog hoda [6]. Zbog toga je te gubitke potrebno odrediti grafički tj. treba ekstrapolirati krivulju praznog hoda koja pokazuje ovisnost snage o naponu napajanja do nulte vrijednosti napona. Da bi se to što točnije odredilo potrebno je odvojiti strujne gubici u praznom hodu (P_{Cu0}) čime se dobivaju uži gubici praznog hoda tj. samo zbroj gubitaka u željezu i gubitaka zbog trenja i ventilacije. U samom se programu pomoću matematičkog objekta *Po`uži gubici praznog hoda određuju prema:*

$$P'_0 = P_0 - \frac{235 + T_t}{235 + T_{hl}} \cdot 1,5 \cdot I_0^2 \cdot R_{hl} \quad (5.11)$$

²⁰ Moguće je da određene snimljene točke rade probleme pri interpolaciji polinoma te da ih je potrebno izbrisati. Izbrisane se mjerne točke neće pojaviti u tabličnom objektu *MJERNE TOCKE*

gdje je T_t temperatura namota statora na kraju pokusa praznog hoda, T_{hl} temperatura namota statorskog namota pri kojem je izmjeren radni otpor R_{hl} , a I_0 predstavlja struju praznog hoda koja protječe namotom statora tijekom pokusa praznog hoda. Kasnije se pomoću matematičkog objekta P_{cu} izračunaju strujni gubici u praznom hodu:

$$P_{Cu0} = P_0 - P'_0 \quad (5.12)$$

Kao što je ranije rečeno, nakon odvajanja strujnih gubitaka, dobiju se uži gubici praznog hoda (P'_0).

$$P'_0 = P_{Fe} + P_{tr,v} \quad (5.13)$$

Sada je potrebno izvršiti interpolaciju užih gubitaka praznog hoda pomoću objekata *koeficijenti P_0' i inter P_0'* . Stupanj interpolacijskog polinoma za uže gubitke praznog hoda jednak je onom za interpolacijski polinom snage, tj. gubitaka u praznom hodu. Obzirom da su gubici trenja i ventilacije stalni, a gubici u željezu proporcionalni kvadratu napona na stezaljkama motora, uži se gubici praznog hoda, kao funkcija kvadrata napona, mogu aproksimirati pravcem. Ovo vrijedi sve dok magnetski krug motora ne uđe u zasićenje. Dakle, sada treba odabrati one točke krivulje $P_0' = f(U^2)$ koje leže na pravcu. Odabir mjernih točaka se radi u uvjetnom objektu $I < 0.7I_0$. Tamo se u pomoćno polje *polje P_0' za P_{meh}* izdvajaju uži gubici praznog hoda onih mjernih točaka kojima je vrijednost struje praznog hoda manja od 70% iznosa struje praznog hoda pri nazivnom naponu (Poglavlje 3.12), a istovremeno im je iznos struje praznog hoda manji od iznosa struje praznog hoda prethodno očitane mjerne točke. Ova se posljednja provjera vrši za slučaj da je struja praznog hoda pri niskim naponima počela rasti²¹. Jednako tako se u pomoćno polje *polje U^2 za $P_{meh} * 10E6$* , spremaju pripadni naponi odabranih mjernih točaka koji se prije toga kvadriraju i dijele s 10^6 . Nakon što se odaberu mjerne točke krivulje $P_0' = f(U^2)$ koje leže na pravcu kroz njih se povlači interpolacijski pravac. Interpolacijski pravac za aproksimaciju linearnog dijela krivulje $P_0' = f(U^2)$ ima općeniti oblik:

$$y = a_1 \cdot x + a_0 \quad (5.14)$$

Nakon uvrštavanja oznaka za snagu i kvadrat napona dobije se izraz:

$$P'_0 = k \cdot U^2 + P_{tr,v} \quad (5.15)$$

Iz ovoga slijedi da odsječak interpolacijskog pravca na osi ordinate predstavlja gubitke trenja i ventilacije asinkronog motora. To je zapravo koeficijent a_0 , kojeg uz a_1 kao rezultat daje ugrađena funkcija u TESTPOINT-u *fitLinear*. Ove se operacije provode unutar matematičkog objekta *koeficijenti pravca $P_0' = f(U^2)$* , gdje se dobiju koeficijenti a_1 i a_0 te matematičkog

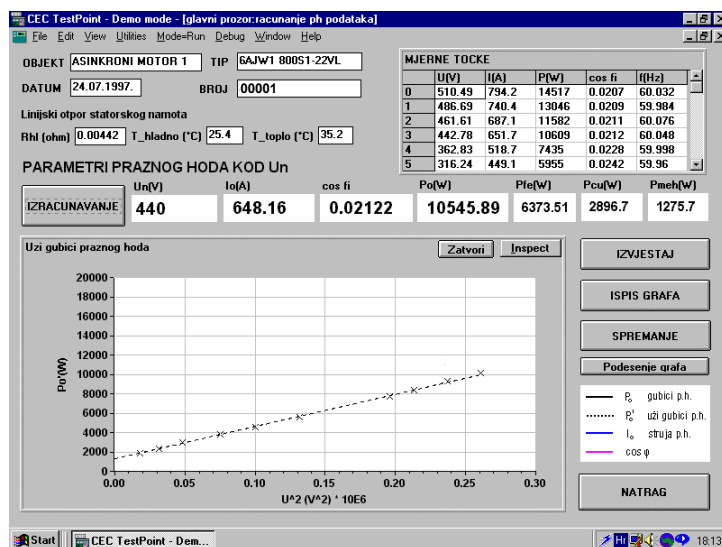
²¹ Kako kako je karakteristika praznog hoda snimana od višeg prema nižem naponu to padaju vrijednosti i u polju struja. To znači da je svaki element polja struja manji od prethodnog. Za slučaj da je struja pri niskim naponima počela rasti očitana bi struja bila veća od prethodne.

objekta P_{meh} u kojem se izdvaja samo koeficijent a_0 . Vrijednost koeficijenta a_0 tj. gubitaka trenja i ventilacije se prikazuje u objektu za numerički prikaz $P_{meh}(W)$ na desnoj strani prozora *racunanje ph podataka* ispod objekta za tablični prikaz podataka *MJERNE TOCKE*. Kako su gubici trenja i ventilacije stalni, neovisno o priključenom naponu, sada je moguće odrediti gubitke u željezu pri nazivnom naponu:

$$P_{Fe} = P'_0 - P_{tr,v} \quad (5.16)$$

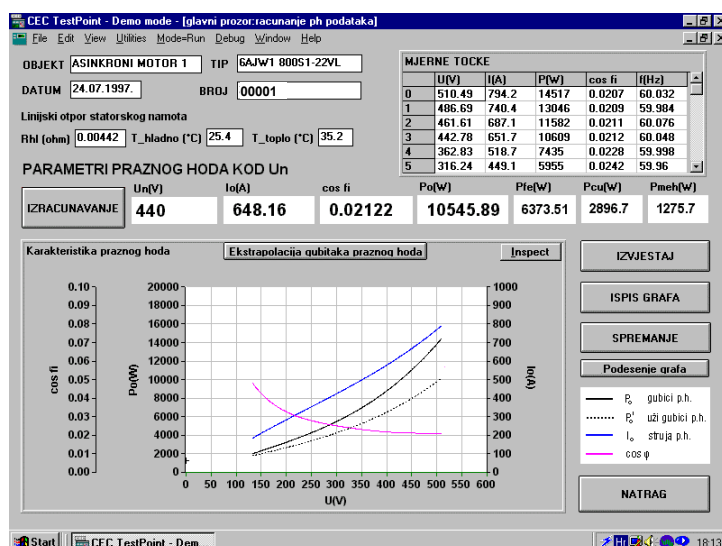
koji se prikazuju u objektu $P_{fe}(W)$. Točno određivanje gubitaka trenja i ventilacije uvjetuje točno određivanje gubitaka u željezu. Prema tome, pri snimanju karakteristika praznog hoda treba snimiti što više mjernih točaka pri sniženom naponu, da bi se što točnije odredili gubici trenja i ventilacije. No, treba imati na umu, da snimanje karakteristika praznog hoda treba prekinuti počne li motor odlaziti u nestabilnost tj. ako mu struja počne rasti.

Da bi se korisniku vizualno prikazalo grafičko određivanje gubitaka trenja i ventilacije napravljen je u prozoru *racunanje ph podataka* objekt za grafički prikaz podataka *Uzi gubici praznog hoda*. Na njemu se nacrtaju točke užih gubitaka praznog hoda i interpolacijski pravac koji se ekstrapolira do y osi.



Slika 5.21 Ekstrapolacija užih gubitaka praznog hoda

Pritiskom lijeve tipke miša na objekt *Zatvori* koji se nalazi na objektu za grafički prikaz podataka *Uzi gubici praznog hoda* zatvara se ovaj objekt ispod kojeg se pojavljuje novi, s nacrtanim karakteristikama praznog hoda. Ovaj se objekt zove *Karakteristika praznog hoda*, i osim krivulja $I=f(U)$, $P=f(U)$ i $\cos\varphi=f(U)$ ima krivulju $P'_0=f(U)$ te križić na y osi koji označava iznos gubitaka trenja i ventilacije.



Slika 5.22 Karakteristike praznog hoda

Na objektu za grafički prikaz karakteristika praznog hoda se nalazi izvršni objekt *Ekstrapolacija gubitaka praznog hoda* koji služi za ponovno prikazivanje objekta za crtanje grafova *Uzi gubici praznog hoda*. Podešenja za osi objekta za grafički prikaz podataka *Karakteristika praznog hoda* se preuzimaju od objekta za grafički prikaz iz prethodnog prozora *snimljene točke praznog hoda*. No, može se desiti da podešenje osi nije prikladno. Da bi se podešenje ispravilo potrebno je lijevom tipkom miša pritisnuti izvršni objekt *Podešenje grafa*, desno od objekta za crtanje grafova i ponoviti radnje iz točke **Podešenje grafa** u ovom poglavlju. Ovime su sve funkcionalnosti pri obrada podataka iz pokusa praznog hoda objašnjene i, ako je korisnik zadovoljan s obradom može se pristupiti završnim radnjama – ispisu izvještaja i spremanju obrađenih podataka u datoteku.

Ispis preliminarog izvještaja

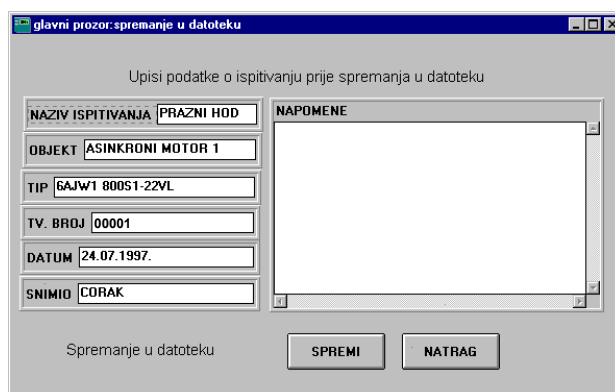
Kad je obrada podataka gotova moguće je ispisati preliminarni izvještaj, ako je na računalo priključen štampač. Izvještaj se ispisuje pritiskom lijeve tipke miša na objekt ***IZVJESTAJ*** u prozoru *racunanje ph podataka*. Izgled izvještaja se nalazi se u poglavlju 5.5, gdje su prikazani primjeri ispitivanja. Nažalost izgled izvještaja nije moguće provjeriti prije ispisivanja. Treba naglasiti da je izvještaj predviđen za ispis u boji, no ako takav štampač nije dostupan, može poslužiti i crno bijeli s time da krivulje na grafu treba označiti ručno (Prilog C).

Ispis karakteristika praznog hoda

Ovo je alternativna opcija predviđena za ispis karakteristika praznog hoda na službeni mjerni list društva KONČAR - Generatori i motori d.d. koji se daje kupcu. Graf se ispisuje na papir formata A4. Gornji lijevi kut grafa je pomaknut 2 cm od lijevog, i 16 cm od gornjeg ruba papira. Graf je širok 15 cm, a visok 10 cm i predviđen je za ispis u boji, no kao i ranije, može poslužiti i crno bijeli štampač s time da krivulje na grafu treba označiti ručno.

Spremanje obrađenih podataka u datoteku

Nakon završene obrade podataka sve su veličine pohranjene u memoriju računala. Da bi ih se trajno sačuvalo, potrebno ih je spremiti u datoteku na čvrstom disku računala ili na nekom od prijenosnih medija za spremanje podataka (floppy disketa, ZIP disketa i sl). Pritiskom lijeve tipke miša na objekt *SPREMANJE*, otvara se novi prozor koji se zove *spremanje u datoteku*.



Slika 5.23 Prozor za spremanje podataka u datoteku

U ovom prozoru korisnik unosi podatke o ispitivanju koji sadrže: Naziv ispitivanja (prazni hod), objekt koji se ispituje (npr. asinkroni motor HELMKE), tip motora, tvornički broj motora, ime i prezime ispitivača koji je vodio ispitivanje, datum kada je provedeno ispitivanje i napomene vezane uz ispitivanje. Ovdje se svi podaci unaprijed ispune s podacima iz datoteke u koju su bile spremljene snimljene mjerne točke. Pritiskom lijeve tipke miša na objekt *SPREMI*, otvara se “SAVE AS” oblik prozora koji je definiran operativnim sistemom WINDOWS. Ovdje se odabire direktorij u koji će se spremiti datoteka u koju su pohranjeni podaci o provedenom pokusu praznog hoda. Format zapisa datoteke je TXT, što znači da datoteka sadrži ASCII tekst. Ovaj je format zapisa najprihvatljiviji jer ga se može učitati u gotove sve tekst procesore i tablične kalkulatore, a kako je najprimitivniji zahtjeva malo memorijskog prostora. Izgled zapisa datoteke se formira tijekom izvođenja naredbi u objektu *SPREMI*. U datoteku su spremljeni svi podaci o ispitivanju, o motoru kojeg se ispitivalo, o očitanim mjernim točkama, o interpolacijskim polinomima i svim izračunatim veličinama (Prilog B). Ovako spremljene podatke moguće je učitati u npr. tablični kalkulator MS Excell i tamo vršiti daljnju obradu ispitivanja koristeći jake prezentacijske alate koje TESTPOINT ne posjeduje.

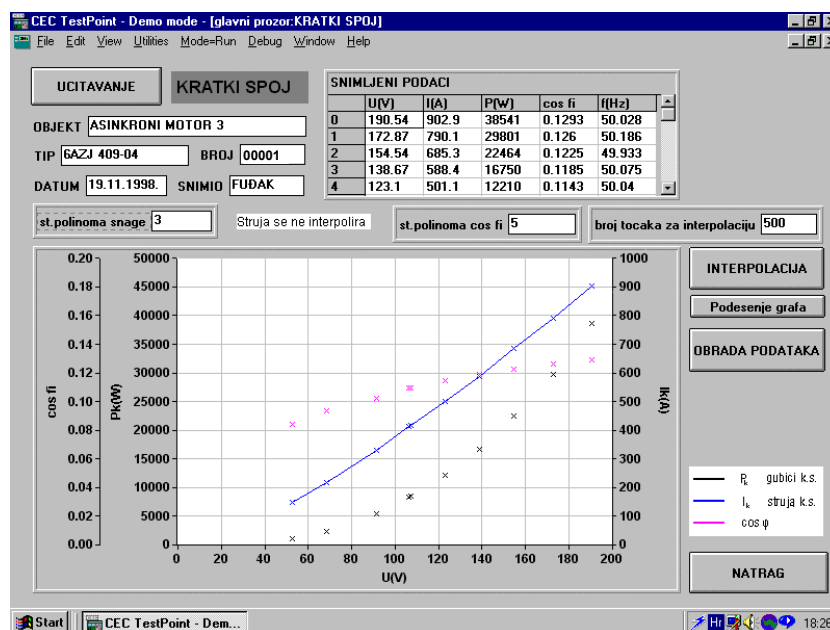
Povratak u prethodni prozor

Na prozoru *PRAZNI HOD* i *racunanje ph podataka* se u donjem desnom kutu nalazi izvršni objekt *NATRAG*. On ima funkciju povratka u prethodni prozor. Dakle, ako je trenutno aktivan prozor *racunanje ph podataka*, onda se pritiskom lijeve tipke miša na objekt *NATRAG*, zatvara taj prozor i otvara prozor *PRAZNI HOD*. Ako je pak trenutno aktivan prozor *PRAZNI*

HOD, tada se pritiskom lijeve tipke miša na istoimeni objekt *NATRAG* taj prozor zatvara i otvara se *glavni prozor* čime je korisnik spreman da započne s daljnjom obradom podataka kratkog spoja ili opterećenja.

5.4.2 OBRADA PODATAKA IZ POKUSA KRATKOG SPOJA

Pritiskom lijeve tipke miša na izvršni objekt *OBRADA KRATKOG SPOJA*, u glavnom prozoru, poziva se prozor za učitavanje i interpolaciju podataka iz pokusa kratkog spoja koji se zove *KRATKI SPOJ*.



Slika 5.24 Prozor KRATKI SPOJ nakon učitavanja podataka

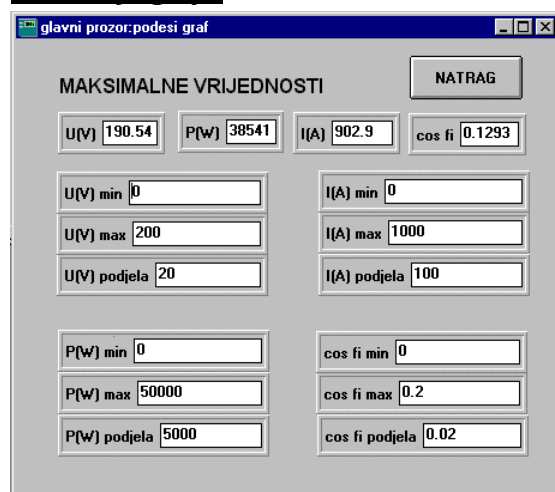
Učitavanje podataka iz pokusa kratkog spoja

Gotovo identično kao i pri obradi praznog hoda u gornjem se lijevom kutu novog prozora *KRATKI SPOJ* nalazi izvršni objekt *UCITAVANJE*. Ovaj objekt upravlja učitavanjem podataka koji su prikupljeni tijekom pokusa kratkog spoja i spremljeni su u datoteci na računalu. Pritiskom lijeve tipke miša na ovaj objekt operativni sustav računala otvara prozor za učitavanje datoteke. Korisnik treba odabrati ispravan direktorij u kojem je spremljena datoteka i pritiskom na tipku *Open* učitati podatke. Datoteka pogodna za učitavanje mora sadržavati ASCII tekst tj. mora biti u TXT formatu. Da bi učitavanje bilo ispravno datoteka mora biti zapisana u formatu kojeg definira program za prikupljanje podataka iz pokusa praznog hoda i kratkog spoja asinkronog motora - ACQPHKS.TST (Prilog A).

U ovom se zapisu nalaze svi potrebni podaci o ispitivanju, motoru i mjernim točkama koje su snimljene tijekom pokusa kratkog spoja. Nakon učitavanja se u prozoru desno od izvršnog objekta *UCITAVANJE* ispiše naziv ispitivanja. U ovom je slučaju to kratki spoj

kojeg je program preuzeo iz drugog reda učitane TXT datoteke. Nadalje, se ispod objekta *UCITAVANJE* ispišu podaci o tipu i tvorničkom broju motora te ime ispitivača koji je vodio ispitivanje i datum kad je ispitivanje provedeno. Desno od ove grupe objekata se nalazi objekt za tablični prikaz podataka *SNIMLJENI PODACI*. U njemu se automatski ispišu sve snimljene mjerne točke. Da bi učitavanje na ovakav način bilo moguće podaci se u datoteci definiraju kao lista, koja sadrži znakovne i brojčane vrijednosti koji su međusobno odvojeni novim redom (ASCII znak CRLF²²). Mjerne su točke u datoteku spremljene u obliku dvodimenzionalnog numeričkog polja i to tako da su mjerne veličine razvrstane po stupcima. Da bi se kasnije moglo zasebno pristupiti svakoj mjernoj veličini posebno, treba ovo dvodimenzionalno polje rastaviti u pet jednodimenzionalnih polja tj. nizova. Ove se operacije vrše u matematičkim objektima koji se pozivaju tijekom izvršavanja naredbi u objektu *UCITAVANJE*. Treba spomenuti da se identičan postupak učitavanja provodi i kod obrade praznog hoda i opterećenja pa ne treba zbunjivati, ako pojedini objekti u oba prozora imaju isto ime. Oni se u TESTPOINT-u tretiraju kao dva odvojena objekta i ne može doći do miješanja podataka. Zadnja od operacija tijekom učitavanja mjernih točaka je njihovo iscrtavanje u objektu za grafički prikaz podataka *snimljene točke kratkog spoja*. Kako se osi grafa u objektu za grafički prikaz automatski ne prilagođavaju iznosima mjernih točaka koje se unutra prikazuju, česta je situacija da ne valjaju podešenja na x i y osima grafa. Zbog toga je potrebno podesiti osi grafa, a sam je postupak objašnjen u nastavku teksta.

Podešenje grafa



S desne strane objekta za crtanje grafova, u kojem se crtaju mjerne točke, nalazi se izvršni objekt *Podesenje grafa*. Pritiskom lijeve tipke miša na taj objekt otvara se prozor *podesi graf*. U gornjem dijelu prozora se ispišu maksimalne vrijednost mjernih veličina kako bi korisniku lakše bilo odabrati podešenja na osima.

Slika 5.25 Prozor za podešavanje osi grafa

Ispod maksimalnih vrijednosti mjernih veličina, nalaze se objekti za unos podataka u koje treba upisati donju granicu intervala na osi (min), gornju granicu intervala na osi (max) te podjelu na osi, i to redom za napon, struju, snagu i faktor snage. Nakon što se sve vrijednosti

²² CRLF (engl. Carriage Return Line Feed) označava znak u tekstu kojim se ispočetka započinje novi red.

upišu, pritiskom lijeve tipke miša na objekt *NATRAG*, vrši se podešavanje osi i povratak u prozor *KRATKI SPOJ*.

Interpolacija mjernih točaka iz pokusa kratkog spoja

Ako je sve u redu s prikazom mjernih točaka u objektu za grafički prikaz, mogu se definirati i nacrtati interpolacijski polinomi. Ovdje se za razliku od praznog hoda krivulja struje ne interpolira. Obzirom da u kratkom spoju izmjerene točke struje u ovisnosti o naponu leže na pravcu koji samo može mijenjati nagib, odabrano je, radi jednostavnosti, da se te točke samo međusobno spoje linijom. Snaga kratkog spoja i faktor snage se kao i u praznom hodu interpoliraju. U tu je svrhu potrebno definirati stupnjeve interpolacijskih polinoma. Ti se stupnjevi upisuju u objekte *st.polinoma snage* i *st.polinoma cos fi*. Ovi objekti odmah po učitavanju dobivaju vrijednost 3 i što se, naravno, u tijeku izvođenja programa može promijeniti. Osim toga važno je definirati i broj točaka kojim će se crtati interpolacijski polinom. Ta je vrijednost također unaprijed postavljena na 500, što u gotovo svim slučajevima zadovoljava. Broj točaka definira glatkoću interpolacijskog polinoma i što je taj broj veći to je krivulja interpolacijskog polinoma glađa. Interpolacija se vrši pomoću objekta *INTERPOLACIJA*, koji se nalazi s desne strane objekta za grafički prikaz *snimljene točke kratkog spoja*. U *TESTPOINT*-u se interpolacijski polinom određuje pomoću funkcije *fitPolynomial*. Ova funkcija ima tri argumenta: polje mjerne veličine koja se crta na x osi grafa, polje mjerne veličine koja se crta na y osi grafa i stupanj interpolacijskog polinoma. U ovom je slučaju napon mjerna veličina koja se crta na x osi, a snaga, struja i faktor snage su mjerne veličine koje se crtaju na y osi. Rezultat funkcije *fitPolynomial* su koeficijenti interpolacijskog polinoma.

Primjer:

za polinom trećeg stupnja koji se definira kao

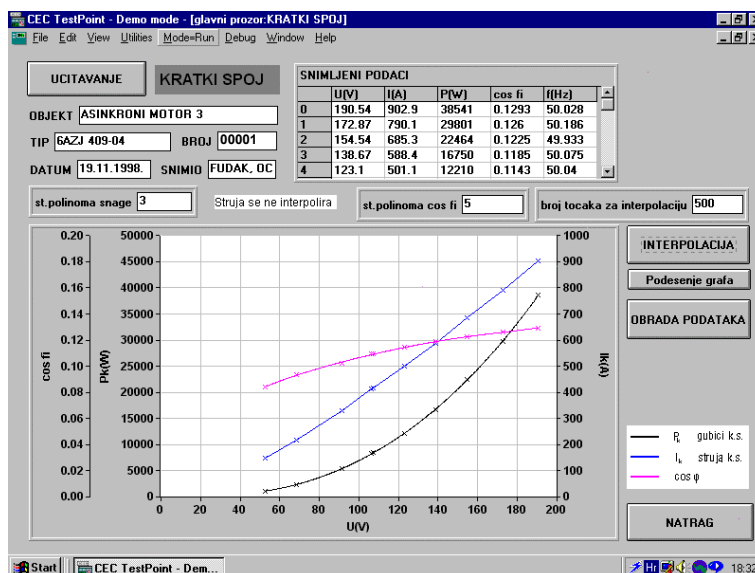
$$y = a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0$$

rezultat funkcije *fitPolynomial* su koeficijenti

a_3, a_2, a_1 i a_0 .

Za snagu i faktor snage se ovi koeficijenti računaju u matematičkim objektima: *koeficijenti snage* i *koeficijenti cos fi*. Da bi se sad nacrtali interpolacijski polinomi treba odrediti jednodimenzionalno polje rastućih x vrijednosti, koje će se množiti s izračunatim koeficijentima. Kako se u ovom slučaju na x osi crta snimljeni napon to znači da treba napraviti “rampu” napona. Za ovo također postoji ugrađena funkcija u *TESTPOINT*-u - *ramp*. Prvo treba definirati interval između dvije susjedne točke u “rampi” napona prema izrazu (5.8) i iskoristiti funkcija *ramp* prema izrazu (5.9). Rezultat je jednodimenzionalni rastući niz, čiji je prvi član najniži snimljeni napon, a zadnji najveći snimljeni napon. Sada se računaju y vrijednosti interpolacijskih polinoma pomoću ugrađene funkcije *polynomial* koja ima dva

argumenta: rampu x vrijednosti i koeficijente interpolacijskog polinoma. Ove se operacije provode u matematičkim objektima *inter snaga* i *inter cos fi*. Na kraju se ponovo u objektu za grafički prikaz *snimljene točke kratkog spoja* crtaju snimljene mjerne točke i interpolacijski polinomi. Ako u prvom koraku neki od interpolacijskih polinoma ne zadovoljava, može mu se promijeniti stupanj i ponovo pritisnuti lijevom tipkom miša objekt *INTERPOLACIJA*



Slika 5.26 Interpolacija krivulja

Moguće je da zbog nekih mjernih točaka koje znatno odstupaju sa zamišljene krivulje koja spaja mjerne točke, neće biti moguće odrediti fizikalno ispravan interpolacijski polinom. Takve se točke može ukloniti, jer su one najčešće uzrokovane greškom u mjerenju. Mjerna se točka uklanja tako da se s pomoću miša odabere red u kojoj se nalazi mjerna točka i pritisne tipku "Delete" na tipkovnici. Prije samog brisanja TESTPOINT ispisuje poruku u kojoj pita da li da se obriše red (engl. row) ili stupac (engl. column). Kako su mjerne veličine razvrstane po stupcima to znači da mjernu točku predstavljaju redovi objekta za tablični prikaz podataka. Stoga pri brisanju mjerne točke treba paziti da se izbriše red, a nikako ne stupac.

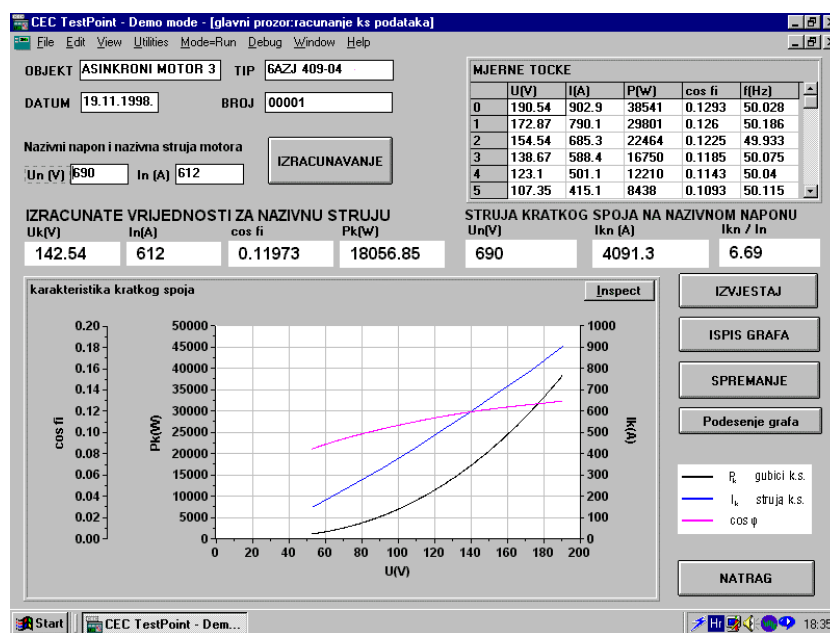
Obrada podataka iz pokusa kratkog spoja

Nakon što se dobije zadovoljavajući izgled interpolacijskih polinoma za snagu i faktor snage, mogu se izračunati karakteristične vrijednosti u pokusu kratkog spoja asinkronog motora. Ove se vrijednosti računaju i prikazuju u prozoru *racunanje ks podataka*, do kojeg se dolazi pritiskom lijeve tipke miša na objekt *OBRADA PODATAKA* u prozoru *KRATKI SPOJ*. Tamo se automatski u lijevom gornjem kutu ispisuju podaci o objektu, tipu i tvorničkom broju motora te datumu kad je provedeno ispitivanje. Ispod toga se ispisuju i podaci o nazivnom naponu i struji motora. Ovo je potrebno znati da bi se izračunala vrijednost struje kratkog spoja pri nazivnom naponu, kao i vrijednost napona, snage i faktora snage pri nazivnoj struji u kratkom spoju. Na desnoj strani prozora se nalazi objekt za tablični prikaz podataka *MJERNE*

TOCKE. U njega se upisuju mjerne točke zapisane u tabličnom objektu *SNIMLJENI PODACI* iz prozora *PRAZNI HOD* ²³. Pritiskom lijeve tipke miša na objekt *IZRACUNAVANJE* započinje se računanje parametara kratkog spoja za nazivnu struju, te računanje iznosa struje kratkog spoja na nazivnom naponu. Ove se vrijednosti ispisuju u objektima za numerički prikaz. Za izračunavanje snage i faktora snage pri nazivnoj struji koristi se ugrađena funkcija *polynomial*. Kako su interpolacijski polinomi za snagu i faktor snage definirani kao funkcija napona, to znači da prvo treba odrediti napon kratkog spoja kod kojeg statorskim namotom motora teče nazivna struja. Postupak za određivanje tog napona se sastoji u tome da se odredi interval u jednodimenzionalnom polju snimljenih struja unutar kojeg se nalazi nazivna struja motora, što se postiže brojanjem indeksa polja u uvjetnoj petlji *petlja2*. Poznavajući indekse struja odaberu se pripadne vrijednosti napona i dobiju se koordinate donjeg lijevog i gornjeg desnog kuta zamišljenog pravokutnika na grafu $I=f(U)$ unutar kojeg se nalazi točka $I_n=f(U_k)$. Koristeći jednadžbu pravca kroz dvije točke i poznavajući vrijednost nazivne struje može se izračunati napon kratkog spoja U_k što se i postiže istoimenim matematičkim objektom (U_k). Ovaj se napon sada uvrsti u koeficijente interpolacijskog polinoma snage kratkog spoja i faktora snage. Rezultat operacija su iznosi snage kratkog spoja i faktora snage za nazivnu struju motora. Ove se operacije provode u matematičkim objektima P_k i $\cos \phi_k$. Ostaje još izračunati struju kratkog spoja na nazivnom naponu i omjer te struje i nazivne struje motora. Struja kratkog spoja na nazivnom naponu se približno računa tako da se povuče pravac kroz dvije točke snimljene na najvišem naponu. Sama operacija se provodi u matematičkom objektu I_{kn} čiji se rezultat koristi za računanje omjera struje kratkog spoja na nazivnom naponu i nazivne struje motora u matematičkom objektu I_{kn}/I_n .

Da bi se vrijednost struje kratkog spoja na nazivnom naponu što točnije izračunala potrebno je snimiti struju pri što je moguće višem naponu. No, treba paziti da se ne pregrije motor. Izračunate se vrijednosti prikazuju u objektima za numerički prikaz podataka iznad objekta za grafički prikaz podataka *karakteristika kratkog spoja* u kojem su nacrtane krivulje: $I=f(U)$, $P=f(U)$ i $\cos \phi=f(U)$. Može se desiti da podešenje grafa ne odgovara što se ispravlja pritiskom lijeve tipke miša na objekt *Podešenje grafa*. Ovaj se objekt nalazi desno od objekta za crtanje grafova, za podešavanje osi grafa potrebno je ponoviti radnje iz paragrafa **Podešenje grafa** ovog poglavlja. Ovime je obrada podataka iz pokusa kratkog spoja završena.

²³ Moguće je da određene snimljene točke rade probleme pri interpolaciji polinoma te da ih je potrebno izbrisati. Izbrisane se mjerne točke neće pojaviti u tabličnom objektu *MJERNE TOCKE*



Slika 5.27 Prikaz prozora s nacrtanim karakteristikama kratkog

Ispis preliminarnog izvještaja

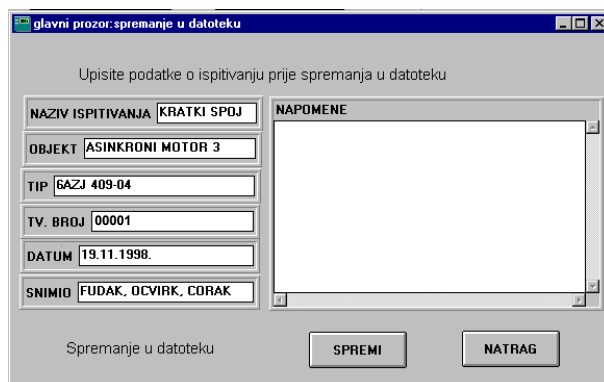
Kad je obrada podataka gotova prikladno je ispisati preliminarni izvještaj, uz uvjet da je na računalo priključen štampač. Izvještaj se ispisuje pritiskom lijeve tipke miša na objekt *IZVJESTAJ* u prozoru *racunanje ks podataka*. Izgled izvještaja se nalazi se u poglavlju 5.5 gdje su prikazani primjeri ispitivanja. Izgled izvještaja nije moguće provjeriti prije ispisa, ali treba naglasiti da je izvještaj predviđen za ispis u boji. Ako takav štampač nije dostupan, može poslužiti i crno bijeli s time da krivulje na grafu treba označiti ručno.

Ispis karakteristika kratkog spoja

Ovo je alternativna opcija predviđena za ispis karakteristika kratkog spoja na službeni mjerni list društva KONČAR – Generatori i motori d.d. koji se daje kupcu. Graf se ispisuje na papir formata A4. Gornji lijevi kut grafa je pomaknut 2 cm od lijevog, i 16 cm od gornjeg ruba papira. Graf je širok 15 cm, a visok 10 cm i predviđen je za ispis u boji, no kao i ranije, može poslužiti i crno bijeli štampač s time da krivulje na grafu treba označiti ručno.

Spremanje obrađenih podataka u datoteku

Da bi ih se obrađene podatke o pokusu kratkog spoja trajno sačuvalo, potrebno ih je spremiti u datoteku na čvrstom disku računala ili na nekom od prijenosnih medija za spremanje podataka (floppy disketa, ZIP disketa i sl). Pritiskom lijeve tipke miša na objekt *SPREMANJE*, otvara se novi prozor koji se zove *spremanje u datoteku* - Slika 5.28.



Slika 5.28 Prozor za spremanje podataka iz pokusa kratkog spoja

Na njemu korisnik unosi podatke o ispitivanju koji sadrže: Naziv ispitivanja (opterećenje), objekt koji se ispituje (npr. asinkroni motor NAŠICECEMENT), tip motora, tvornički broj motora, ime i prezime ispitivača koji je vodio ispitivanje, datum kada je provedeno ispitivanje i napomene vezane uz ispitivanje. Ovdje se svi podaci unaprijed ispune s podacima iz datoteke u koju su bile spremljene snimljene mjerne točke. Pritiskom lijeve tipke miša na objekt *SPREMI*, otvara se “SAVE AS” oblik prozora koji je definiran operativnim sistemom WINDOWS. Ovdje se odabire direktorij i naziv datoteke u koju će biti pohranjeni obrađeni podaci iz pokusa kratkog spoja. Format zapisa datoteke je TXT, tj. datoteka sadrži ASCII tekst. Ovaj je format zapisa najprihvatljiviji jer ga se može učitati u gotove sve tekst procesore i tablične kalkulatore, a kako je najprimitivniji zahtjeva malo memorijskog prostora. Time se omogućava daljnja obrada podataka iz pokusa kratkog spoja korištenjem npr. tabličnog kalkulatora MS Excell, koji ima puno jače prezentacijske alate od TESTPOINT-a. Izgled zapisa datoteke se formira tijekom izvođenja naredbi u objektu *SPREMI*. U datoteku su spremljeni svi podaci o ispitivanju, o motoru kojeg se ispitivalo, o očitanim mjernim točkama, o interpolacijskim polinomima i svim izračunatim veličinama (Prilog B).

Povratak u prethodni prozor

Unutar prozora *KRATKI SPOJ* i *racunanje ks podataka* se u donjem desnom kutu nalazi izvršna objekt *NATRAG*. On ima funkciju povratka u prethodni prozor. Dakle, ako je trenutno aktivan prozor *racunanje ks podataka*, onda se pritiskom lijeve tipke miša na objekt *NATRAG*, zatvara taj prozor i otvara prozor *KRATKI SPOJ*. Ako je pak trenutno aktivan prozor *KRATKI SPOJ*, tada se pritiskom lijeve tipke miša na izvršni objekt *NATRAG* taj prozor zatvara i otvara se *glavni prozor* čime je omogućen nastavak obrade podataka iz pokusa opterećenja.

5.4.3 OBRADA PODATAKA IZ POKUSA OPTEREĆENJA

Pritiskom lijeve tipke miša na objekt *OBRADA OPTEREĆENJA* u glavnom prozoru, poziva se prozor za učitavanje podataka iz pokusa opterećenja koji se u programu naziva *OPTEREĆENJE*.

CEC TestPoint - Demo mode - [glavni prozor:OPTEREĆENJE]

File Edit View Utilities Mode=Run Debug Window Help

OPTEREĆENJE PRORACUN INTERPOLACIJA KRIVULJA

UCITAVANJE

OBJEKT: ASINKRONI MOTOR 3
 TIP: 6AJZ 409-04
 BROJ: 00001
 DATUM: 20.11.1998.
 SNIMIO: FUDAK, OCVIRK, COR

PODACI MOTORA

Un[V]: 400 In[A]: 1060
 Pn[kW]: 630 cos fi: 0.89
 n(o/min): 1490 2p: 4
 klasa izolacije: F

LINIJSKI OTPOR NAMOTA

R(ohm): 0.00186 Tmj(°C): 11
 Tstat(°C): 100 Trol(°C): 100

	U[V]	I[A]	P1[kW]	cos fi	f[Hz]	N	T[s]
0	401.72	1226.9	765.5	0.8966	50.01	5	12.9
1	398.6	1178.1	730.8	0.8984	50.02	5	13.6
2	400.16	1064.4	661.8	0.8969	50	5	15.1
3	401.17	920.7	570.6	0.8917	50	5	17.7
4	400.33	828.9	510.2	0.8875	50.01	5	20
5	399.67	700	422.4	0.8714	49.99	5	24.5
6	399.42	601.4	355.6	0.8547	50.01	3	17.6

	Pcu1[kW]	Pfe[kW]	Pg1[kW]	P2el[kW]	Pmeh[kW]	Pdod[kW]	Pg2[kW]
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							

	P[kW]	Pg[kW]	P1[kW]	eta(%)	n(o/min)	s(%)	M(kNm)
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							

NATRAG

Slika 5.29 Prozor *OPTEREĆENJE* nakon učitavanja podataka

Učitavanje podataka iz pokusa opterećenja

Ovaj se prozor dosta razlikuje po izgledu od prozora za učitavanje podataka iz praznog hoda i kratkog spoja asinkronog motora. U njegovom se gornjem lijevom kutu nalazi objekt *UCITAVANJE*, koji upravlja učitavanjem podataka iz datoteke u koju su spremljeni prikupljeni podaci u pokusu opterećenja. Pritiskom lijeve tipke miša na ovaj objekt operativni sustav računala otvara prozor za učitavanje datoteke. Korisnik treba odabrati ispravnu datoteku, odnosno, direktorij u koji je spremljena dotična datoteka te pritiskom na tipku *Open* učitati podatke u program. Datoteka koju je moguće učitati mora biti u TXT formatu i što je još i važnije mora biti zapisana u formatu kojeg definira program ACQTE.TST (Prilog A).

Ovakav format zapisa sadrži sve potrebne podatke o ispitivanju, motoru i mjernim točkama koje su snimljene tijekom pokusa opterećenja. Nakon učitavanja se u prozoru desno od objekta *UCITAVANJE* ispiše naziv ispitivanja. U ovom je slučaju to “opterećenje” što je program preuzeo iz trećeg reda učitane datoteke. Nadalje, se ispod objekta *UCITAVANJE* upišu podaci o objektu ispitivanja, njegovom tipu i tvorničkom broju te datum kad je ispitivanje provedeno i ime ispitivača koji je vodio ispitivanje. Nadalje se ispod ove grupe objekata upisuju podaci o motoru. To su nazivni podaci (nazivni napon, struja, snaga, faktor snage, brzina vrtnje broj polova i klasa izolacije) i podaci linijskom otporu statorskog namota,

temperaturi pri kojoj je taj otpor mjereno te temperaturi statorskog i rotorskog namota za vrijeme ispitivanja. Dolje desno od objekata *UCITAVANJE* se nalazi objekt za tablični prikaz podataka u kojeg se automatski učitaju snimljene mjerne točke. Izgled, tj. odabir ovog objekta ovisi o tome da li je prvi broj na početku TXT datoteke 0 ili 1. Taj broj zapravo predstavlja način snimanja brzine vrtnje odnosno klizanja asinkronog motora. Ako je na početku zapisa broj 1 znači da se tijekom pokusa opterećenja snimalo klizanje s pomoću brojanja njihaja kazaljke galvanometra²⁴ koji je mjerio inducirani napon u rotorskom namotu. U ovom će se slučaju izmjerene mjerne točke upisati u objekt za tablični prikaz podataka sa sedam stupaca koji se zove *snimljeno klizanje*. Ako je, pak, na prvom mjestu učitane TXT datoteke broj 0 znači da se tijekom pokusa opterećenja brzina vrtnje motora mjerila izravno. U tom će se slučaju snimljene mjerne točke upisati u tablični objekt sa šest stupaca koji se zove *snimljena brzina*. Ova se dva objekta za tablični prikaz podataka ne pojavljuju istovremeno u prozoru *OPTEREĆENJE*. Oni se međusobno izmjenjuju ovisno o vrijednosti prvog broja učitane datoteke.

Izračunavanje gubitaka, korisnosti, i momenta motora

Ispod tablice u koju se učitaju snimljene mjerne točke nalaze se još dva objekta za tablični prikaz podataka: *TABLICA 1* i *TABLICA 2*. Oni sadrže podatke o gubicima, korisnosti i brzini vrtnje motora koje treba izračunati. Ovi su objekti nakon učitavanja prazni. U objektu *TABLICA 1* se nalaze: gubici u statorskom namotu (P_{cu1}), gubici u željezu statora (P_{fe}), ukupni gubici u statoru (P_{g1}), gubici u rotorskom namotu (P_{2el}), gubici zbog trenja i ventilacije (P_{meh}), dodatni gubici (P_{dod}) i ukupni gubici u rotoru (P_{g2}). *TABLICA 2* sadrži ove veličine: razvijenu snagu na osovini (P), ukupne gubitke (P_g), snagu koji motor uzima iz mreže (P_1), korisnost (η), brzinu vrtnje (n), klizanje motora (s) i moment motora preračunat na nazivni napon. Sve se ove veličine ionako izračunavanja ispisuju u tabličnim objektima. Izračunavanje se pokreće pritiskom lijeve tipke miša na izvršni objekt *PRORACUN* koji se nalazi na lijevoj strani prozora *OPTEREĆENJE*. Proces izračunavanja podataka započinje razdvajanjem snimljenih mjernih veličina iz jednog dvodimenzionalnog polja u više jednodimenzionalnih polja - nizova. Ovisno o tome je li snimano klizanje ili brzina vrtnje motora tih će nizova biti sedam ili šest. Nakon razdvajanja mjernih veličina se definira referentna temperatura za računanje strujnih gubitaka što ovisi klasi izolacije motora. Primjerice se za klasu izolacije B odabire temperatura 95°C, a za klasu F 115°C [27]. U nastavku se vrše neke pripremne radnje kojima se koje je potrebno izvršiti prije početka izračunavanja traženih veličina. Tablica 5.9 prikazuje na koji se način izračunavaju veličine u

²⁴ Kako je frekvencija induciranih napona u rotorskom namotu niska njihaji kazaljke osjetljivog galvanometra prate taj napon. Brojanjem njihaja kazaljke galvanometra moguće je odrediti klizanje tj. brzinu vrtnje asinkronog motora

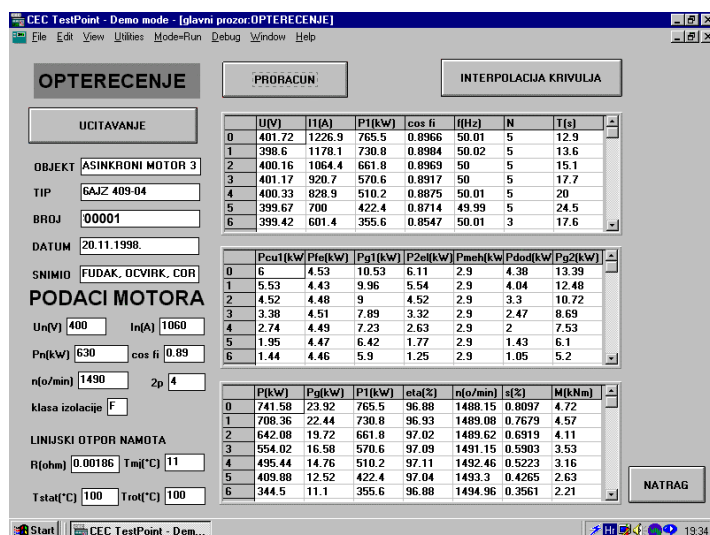
programu, gdje se u potpunosti poštivaju zahtjevi vezane uz određivanje korisnosti asinkronog motora sumacijom gubitaka definirane propisom [25].

NAZIV VELIČINE	NAZIV MATEMATIČKOG OBJEKTA	MATEMATIČKI IZRAZ	NAZIV OBJEKTA ZA SPREMANJE PODATAKA	NAPOMENA
klizanje	s snimljeni	$s[\%] = 100 \cdot \frac{N}{T \cdot f} \cdot \frac{235 + T_t}{235 + T_{hl}}$	klizanje	- brzina se snima preko klizanja - zaokruženo na četiri decimale
klizanje	s iz brzine	$s[\%] = 100 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot p \cdot n}{120 \cdot f} \right) \cdot \frac{235 + T_t}{235 + T_{hl}}$	klizanje	- brzina se snima izravno - zaokruženo na četiri decimale
gubici u bakru statora	P_{Cu1}	$P_{Cu1}[kW] = \frac{1}{1000} \cdot 1,5 \cdot I_1^2 \cdot R_l \cdot \frac{235 + T_t}{235 + T_{hl}}$	gubici Cu statora	- zaokruženo na dvije decimale
gubici u željezu	P_{Fe}	$P_{Fe}[kW] = P_0' - P_{tr,v}$	gubici Fe statora	- zaokruženo na dvije decimale
dodatni gubici	P_{dod}	$P_{dod}[kW] = \frac{1}{1000} \cdot \frac{0,5}{100} \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi_n \cdot \left(\frac{I_1}{I_n} \right)^2$	dodatni gubici	- zaokruženo na dvije decimale
ukupni gubici u statoru	P_{g1} (Pg1 prva točka) ²⁵	$P_{g1}[kW] = P_{Cu1} + P_{Fe}$	ukupni gubici statora	- zaokruženo na dvije decimale
gubici u rotorskom namotu	P_{2el} (P2 el prva točka) ²⁵	$P_{2el}[kW] = s \cdot (P_1 - P_g)$	gubici struje rotora	- zaokruženo na dvije decimale
gubici trenja i ventilacije	proračunava se tijekom obrade podataka iz pokusa praznog hoda		meh gubici	- zaokruženo na dvije decimale
ukupni gubici u rotoru	P_{g2} (Pg2 prva točka) ²⁵	$P_{Fe}[kW] = P_{2el} + P_{tr,v} + P_{dod}$	ukupni gubici rotora	- zaokruženo na dvije decimale
ukupni gubici motora	P_g (Pg prva točka) ²⁵	$P_g[kW] = P_{g1} + P_{g2}$	ukupni gubici	- zaokruženo na dvije decimale
razvijena snaga na osovini	P (P prva točka) ²⁵	$P[kW] = P_1 - P_g$	<u>korisna snaga</u>	- zaokruženo na dvije decimale
korisnost	η (eta prva točka) ²⁵	$\eta[\%] = 100 \cdot \frac{P}{P_1}$	korisnost	- zaokruženo na dvije decimale
brzina vrtnje	n iz klizanja (n iz klizanja prva točka) ²⁵	$n[\text{min}^{-1}] = \frac{120 \cdot f}{2p} \cdot (1 - s)$	brzina iz klizanja	- zaokruženo na dvije decimale
moment motora	M (M prva točka) ²⁵	$M[kNm] = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P}{n} \cdot \left(\frac{U_n}{U} \right)^2$	moment	- zaokruženo na dvije decimale

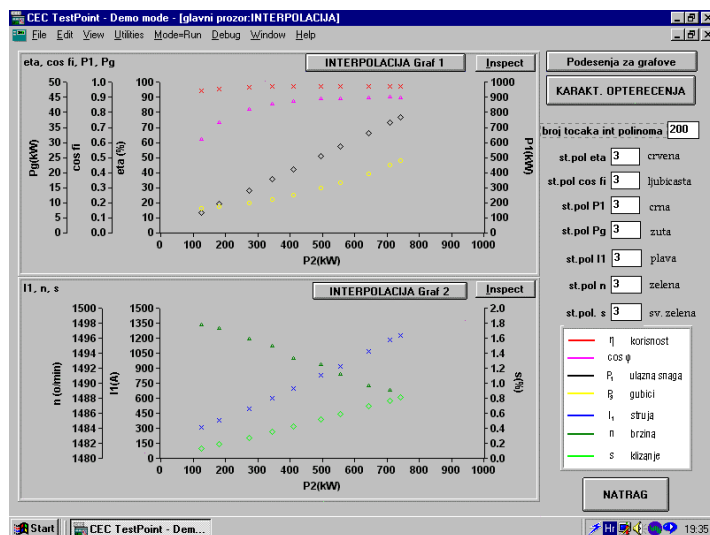
Tablica 5.9 Izračunavanje gubitaka u programu

U tablici su navedena imena matematičkih objekata koji se pozivaju unutar izvršnog objekta *PRORAČUN*, matematički izraz koji se koristi za izračunavanje i naziv polja u koje se izračunati elementi privremeno spremaju. Nakon što se sve ove veličine izračunaju prikažu se u objektima za tablični prikaz podataka *TABLICA 1* i *TABLICA 2*. Slika 5.30 prikazuje izgled prozora *OPTEREĆENJE*.

²⁵ TESTPOINT objektima automatski dodjeljuje tipove podataka. Kad se u praznom objektu nakon neke matematičke operacije spremi jedan broj, tada je taj objekt po definiciji broj, a ne jednodimenzionalno polje s jednim elementom. Nevolja nastaje pri korištenju matematičkih objekata u kojima se kao operandi koriste određeni elementi nizova. Ako se na to mjesto uvrsti objekt, koji kod računanja prve točke nije polje nego broj, nastaje greška i program se zaustavlja. Zbog toga su definirani pomoćni matematički objekti s dodatkom "prva točka" u kojima se kao parametar poziva običan broj, a ne element jednodimenzionalnog polja s indeksom. Ovi se objekti koriste samo za izračunavanje prve točke pojedinih veličina i kasnije se ne koriste.

Slika 5.30 Prozor *OPTEREĆENJE* nakon izračunavanja veličina**Priprema za interpolaciju karakteristika opterećenja**

Nakon što je izračunavanje veličina gotovo poželjno je izračunate vrijednosti prikazati grafički tj. nacrtati karakteristične krivulje za pokus opterećenja asinkronog motora. Te su krivulje smještene u drugom prozoru koji se zove *INTERPOLACIJA*, a do njega se dolazi pritiskom na izvršni objekt *INTERPOLACIJA KRIVULJA*, koji se nalazi u gornjem desnom kutu prozora *OPTEREĆENJE*.

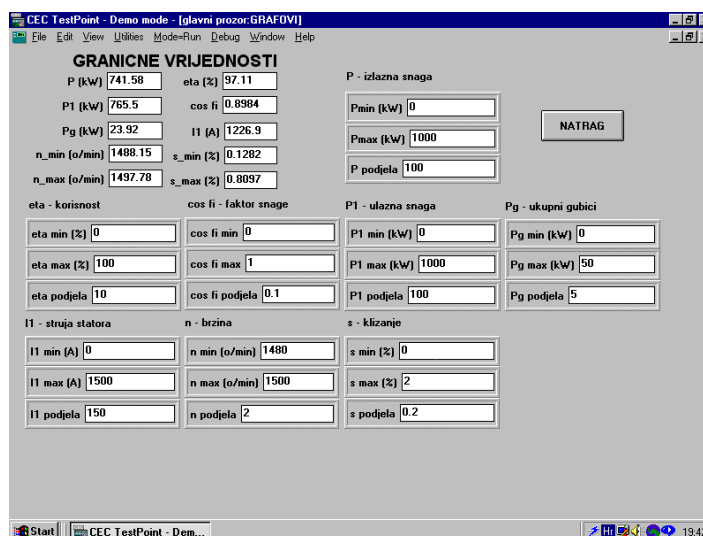
Slika 5.31 Prozor *INTERPOLACIJA* prije povlačenja interpolacijskih polinoma

Prozor *INTERPOLACIJA* (Slika 5.31) ima na desnoj strani dva objekta grafički prikaz podataka. Gornji se objekt zove *eta, cos fi, P1, Pg* i kao što mu samo ime kaže služi za crtanje karakteristika korisnosti $\eta=f(P)$, faktora snage $\cos \varphi=f(P)$, ulazne snage $P_1=f(P)$ i ukupnih gubitaka motora $P_g=f(P)$. Drugi pak objekt nosi naziv *I1, n, s* i služi za crtanje karakteristika struje $I_1=f(P)$, brzine vrtnje $n=f(P)$ i klizanja motora $s=f(P)$. Nakon prvog pozivanja prozora

INTERPOLACIJA u objektima za grafički prikaz se trebaju iscrtati izmjerene i izračunate točke karakteristika opterećenja. Ako se te točke ne vide znači da ne valjaju podešenja na grafovima te ih treba promijeniti.

Podešenje grafova

U gornjem se desnom kutu prozora *INTERPOLACIJA* nalazi izvršni objekt *Podesenja za grafove*. Pritiskom lijeve tipke miša na taj objekt otvara se novi prozor *podesi grafove* - Slika 5.32. Granične vrijednosti veličina se ispišu u gornjem lijevom dijelu prozora kako bi korisniku bilo lakše odabrati podešenja na osima karakteristika tereta. Ovo se koristi kasnije za podešenje grafova u kojima se vrši interpolacija karakteristika opterećenja. Desno od ovih vrijednosti su objekti za unos podataka u koje se upisuju podešenja za x os grafova tj. za os na kojoj se prikazuje razvijena snaga na osovini motora. Ispod toga se nalaze objekti za određivanje donjih i gornjih granica intervala na osima za prikaz ostalih veličina. Donju granicu intervala na osi treba upisati u objekt koji ima oznaku (min), gornju granicu intervala u objekt s oznakom (max), a podjelu osi u objekt s oznakom podjela. Nakon što se sve vrijednosti upišu, pritiskom lijeve tipke miša na izvršni objekt *NATRAG*, vrši se podešenje osi grafova i povratak u prozor *INTERPOLACIJA*.



Slika 5.32 Prozor PODESI GRAFOVE

Interpolacija točaka na karakteristikama opterećenja

Desno od objekata za grafički prikaz podataka u prozoru *INTERPOLACIJA* se nalaze objekti za unos podataka u koje se upisuju stupnjevi interpolacijskih polinoma. To su redom:

- *st. pol eta* za unos stupnja polinoma karakteristike $\eta=f(P)$ – korisnost
- *st. pol cos fi* za unos stupnja polinoma karakteristike $\cos \varphi=f(P)$ - faktor snage
- *st. pol P1* za unos stupnja polinoma karakteristike $P_1=f(P)$ - ulazna snaga
- *st. pol Pg* za unos stupnja polinoma karakteristike $P_g=f(P)$ - ukupni gubici

- *st. pol II* za unos stupnja stupanj polinoma karakteristike $I_1=f(P)$ - struja kroz stator
- *st. pol n* za unos stupnja polinoma karakteristike $n=f(P)$ - brzina vrtnje
- *st. pol s* za unos stupnja polinoma karakteristike $s=f(P)$ - klizanje.

Svi ovi objekti odmah po učitavanju dobivaju vrijednost 3, što se, naravno, tijekom izvođenja programa može promijeniti. Osim toga važno je definirati i broj točaka kojim će se crtati interpolacijski polinomi. Ta je vrijednost također unaprijed postavljena na 200, što u gotovo svim slučajevima zadovoljava. Broj točaka definira glatkoću interpolacijskog polinoma i što je taj broj veći to je krivulja interpolacijskog polinoma glađa. Interpolacija se vrši pomoću objekata *INTERPOLACIJA Graf 1* i *INTERPOLACIJA Graf 2*, koji se nalaze u gornjem desnom kutu svakog od objekata za crtanje grafova. Unutar ovih izvršnih objekata izvodi se niz naredbi za određivanje interpolacijskog polinoma. U TESTPOINT-u se interpolacijski polinom određuje pomoću funkcije *fitPolynomial*. Ova funkcija ima tri argumenta: polje mjerne veličine koja se crta na x osi grafa, polje mjerne veličine koja se crta na y osi grafa i stupanj interpolacijskog polinoma. U ovom je slučaju razvijena snaga na osovini motora veličina koja se crta na x osi, a ostale se veličine crtaju na y osi. Rezultat funkcije *fitPolynomial* su koeficijenti interpolacijskog polinoma:

Primjer:

za polinom trećeg stupnja koji se definira kao

$$y = a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0$$

rezultat funkcije *fitPolynomial* su koeficijenti

a_3, a_2, a_1 i a_0 .

Matematički objekti unutar kojih se određuju koeficijenti interpolacijskih polinoma su:

- *koeficijenti eta* - koeficijenti interpolacijskog polinoma $\eta=f(P)$ – korisnost
- *koeficijenti p.f* - koeficijenti interpolacijskog polinoma $\cos \varphi=f(P)$ - faktor snage
- *koeficijenti P1* - koeficijenti interpolacijskog polinoma $P_1=f(P)$ - ulazna snaga
- *koeficijenti Pg* - koeficijenti interpolacijskog polinoma $P_g=f(P)$ - ukupni gubici
- *koeficijenti II* - koeficijenti interpolacijskog polinoma $I_1=f(P)$ - struja kroz stator
- *koeficijenti n* - koeficijenti interpolacijskog polinoma $n=f(P)$ - brzina vrtnje
- *koeficijenti s* - koeficijenti interpolacijskog polinoma $s=f(P)$ - klizanje

Da bi se interpolacijski polinomi nacrtali treba odrediti jednodimenzionalno polje rastućih x vrijednosti, koje će se množiti s izračunatim koeficijentima. U ovom se slučaju na x osi crta izračunata razvijena snaga na osovini motora. To znači da je potrebno kreirati rastući niz čiji će se raspon vrijednosti kretati unutar granica izračunatih vrijednosti za razvijenu snagu na osovini motora. Broj članova tog niza određen je ranije upisanim brojem točaka s kojim će se

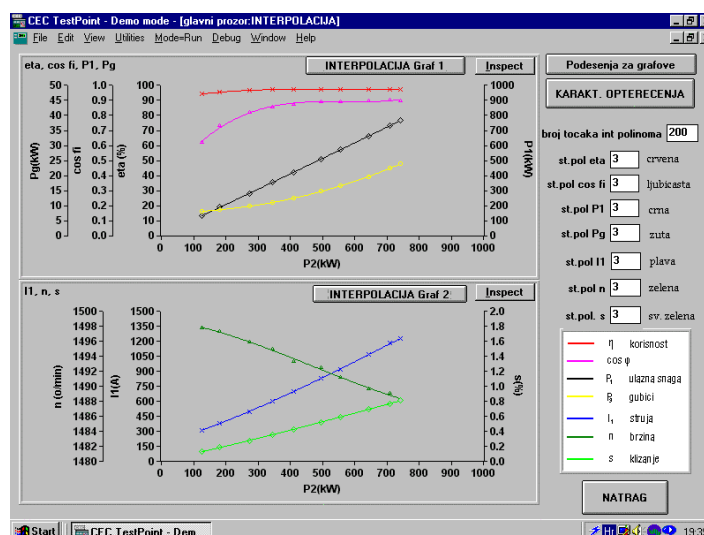
crtati interpolacijski polinomi. Za kreiranje takvog niza u TESTPOINT-u također postoji ugrađena matematička funkcija u *ramp*. Prvo treba definirati korak rastućeg niza, što je zapravo interval između dvije susjedne točke:

$$k = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{N} \quad (5.17)$$

Ovdje je N upisani broj točaka interpolacijskog polinoma iz istoimenog objekta za unos podataka, $P_{\max}$ je najveći član jednodimenzionalnog polja izračunatih razvijenih snaga na osovini, a $P_{\min}$ najmanji. Kako se karakteristika opterećenja snima silazno, to je najveća izračunata razvijena snaga na osovini motora na prvom mjestu polja, a najmanja na zadnjem. Sada se može iskoristiti ugrađena funkcija *ramp*:

$$\text{ramp}(N) \cdot k + P_{\min} \quad (5.18)$$

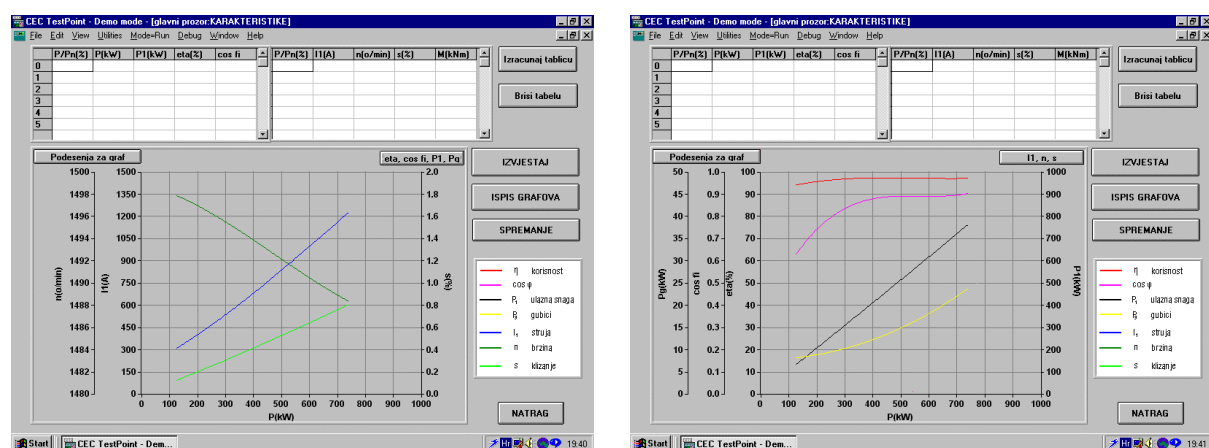
i rezultat je jednodimenzionalni rastući niz, čiji je prvi član $P_{\min}$ i ima N elemenata. Kako je korak tog niza k slijedi da je zadnji element niza jednak $P_{\max}$. Sada se računaju vrijednosti interpolacijskih polinoma pomoću ugrađene funkcije *polynomial* koja ima dva argumenta: niz x vrijednosti i koeficijente interpolacijskog polinoma. Ove se operacije provode u matematičkim objektima *inter eta*, *inter p.f*, *inter Pl*, *inter Pg*, *inter Il*, *inter n* i *inter s*. Na kraju se ponovo u objektima za crtanje grafova crtaju točke i interpolacijski polinomi karakteristika opterećenja. Ako u prvom koraku neki od interpolacijskih polinoma ne zadovoljavaju, može mu se promijeniti stupanj i ponovo pokrenuti interpolacija točaka. Neke točke mogu znatno odstupati od zamišljene krivulje koja ih spaja tako da neće biti moguće odrediti fizikalno ispravan interpolacijski polinom. Takve je točke potrebno ukloniti. Za brisanje točke se potrebno vratiti natrag u prozor *OPTEREĆENJE*. Tamo se pomoću miša u gornjem objektu za tablični prikaz podataka odabere red u kojem se nalazi dotična mjerna točka. Pritiskom na tipku Delete na tipkovnici računala TESTPOINT ispisuje poruku u kojoj pita da li da se obriše red (engl. row) ili stupac (engl. column). Ovdje treba odabrati brisanje reda, nakon čega treba ponoviti izračunavanje veličina pritiskom na tipku *PRORACUN*. Za završetak procesa interpolacije treba se vratiti u prozor *INTERPOLACIJA*, pritiskom na tipku *INTERPOLACIJA KRIVULJA* i ponoviti interpolaciju u oba objekta za crtanje grafova. Slika 5.33 prikazuje prozor *INTERPOLACIJA* nakon interpolacije krivulja.



Slika 5.33 Prozor *INTERPOLACIJA* nakon povlačenja interpolacijskih polinoma

Crtanje karakteristika opterećenja

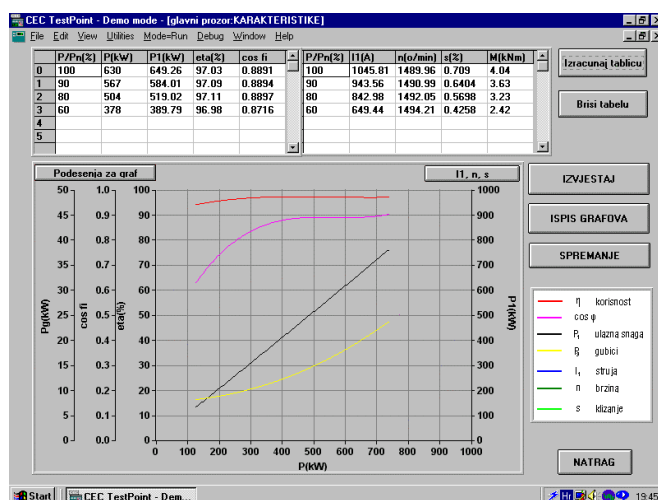
Nakon što se dobije zadovoljavajući izgled interpolacijskih polinoma u prozoru *INTERPOLACIJA* može se otići u daljnju obradu karakteristika opterećenja pritiskom na izvršni objekt *KARAKT. OPTEREĆENJA* koji se nalazi u gornjem desnom kutu prozora *INTERPOLACIJA*. Time se otvara novi prozor pod nazivom *KARAKTERISTIKE* u kojem se nalaze objekti za grafički prikaz karakteristika opterećenja prilagođeni ispisu izvještaja. Kao i do sad se u jednom objektu za grafički prikaz crtaju karakteristike za korisnost, faktor snage, snagu koju motor uzima iz mreže i ukupne gubitke, a u drugom za struju, brzinu vrtnje i klizanje motora. Ova su dva objekta zbog nedostatka mjesta smješteni jedan preko drugoga. Odmah po otvaranju prozora *KARAKTERISTIKE* vidljiv je objekt u kojem se crtaju korisnost, faktor snage, snaga koju motor uzima iz mreže i ukupni gubici. Pritiskom lijeve tipke miša na izvršni objekt *II, n, s* u gornjem desnom kutu samog objekta za grafički prikaz, postaje vidljiv objekt u kojem se crtaju karakteristike struje, brzine vrtnje i korisnosti motora. Povratak na prethodni objekt se postiže pritiskom lijeve tipke miša na objekt *eta, cos fi, P1, Pg* koji se pojavljuje s ovim objektom za grafički prikaz, a smješten mu je u gornjem desnom kutu. I ovdje je moguće izvršiti podešenja osi grafova pomoću izvršnog objekta *Podešenja za graf*. Pred korisnikom se pojavi prozor *GRAFOVI* i mogu se ponoviti radnje koje su opisane u postupku za podešenje grafova tijekom interpolacije karakteristika opterećenja.



Slika 5.34 Prozor KARAKTERISTIKE s nacrtanim karakteristikama tereta

Očitavanje točaka na karakteristikama opterećenja

U prozoru *KARAKTERISTIKE* se osim objekata za grafički prikaz nalazi i niz objekata pomoću kojih se vrši točno očitavanje vrijednosti na karakteristikama opterećenja. Ti su objekti smješteni iznad objekata za grafički prikaz. U prvom planu je to tablični objekt u kojem se izračunavaju tj. očitavaju točke s karakteristika tereta za definirano opterećenje. Definirano se opterećenje upisuje u prva dva stupca s na lijevoj strani objekta koji nose nazive $P/P_n(\%)$ i $P(kW)$. To znači da se u prvi stupac piše postotak opterećenja u odnosu na nazivnu snagu motora, a u drugi iznos snage u kilovatima. Važno je znati da ne treba ispuniti oba stupca, dovoljno je tražene vrijednosti upisati u jedan ili u drugi stupac. Nakon što se ove vrijednosti upišu u jedan od stupaca, pritisne se lijevom tipkom miša objekt *Izračunaj tablicu*, nakon čega se svi stupci tablice popunjavaju. Ako neka vrijednost nije dobro odabrana, poželjno je da se obriše cijela tablica nakon čega se ponovi postupak očitavanja.

Slika 5.35 Prozor KARAKTERISTIKE nakon očitavanja vrijednosti s karakteristika tereta - prikazane karakteristike: $P_g, \cos \varphi, \eta, P_1 = f(P)$

Ispis preliminarnog izvještaja

Ako je na računalo priključen štampač, može se ispisati preliminarni izvještaj o pokusu opterećenja. Izvještaj se ispisuje pritiskom lijeve tipke miša na objekt *IZVJESTAJ* u prozoru *KARAKTERISTIKE*. Izgled ispisanog izvještaja nalazi se u poglavlju 5.5, gdje su prikazani primjeri ispitivanja. Izvještaj je predviđen za ispis u boji, ali ako takav štampač nije dostupan, može poslužiti i crno bijeli s time da krivulje na grafu treba označiti ručno (Prilog C).

Ispis karakteristika opterećenja

Ova je opcija predviđena za ispis karakteristika praznog hoda na službeni mjerni list. Pritiskom lijeve tipke miša na izvršni objekt *ISPIS GRAFOVA*. Na papir formata A4 ispisuju se dva grafa. Jednom je grafu, koji sadrži karakteristike korisnosti, faktora snage, snage koju motor uzima iz mreže i ukupnih gubitaka motora, gornji lijevi kut pomaknut 1 cm od lijevog, i 15 cm od gornjeg ruba papira. Graf je širok 15 cm, a visok 10 cm. Drugi graf sadrži karakteristike struje, brzine vrtnje i klizanja motora i gornji mu je lijevi kut također pomaknut 1 cm od lijevog, i 15 cm od gornjeg ruba papira. Sam je graf isto širok 15 cm, i visok 10 cm. Oba su grafa predviđena za ispis u boji, no može poslužiti i crno bijeli štampač s time da krivulje na grafu treba označiti ručno.

Spremanje obrađenih podataka u datoteku

Nakon završene obrade podataka sve su veličine pohranjene u memoriju računala. Da bi ih se trajno sačuvalo, potrebno ih je spremiti u datoteku na čvrstom disku računala ili na nekom od prijenosnih medija za spremanje podataka (floppy disketa, ZIP disketa i sl). Pritiskom lijeve tipke miša na izvršni objekt *SPREMANJE*, otvara se novi prozor koji se zove *spremanje u datoteku*. Na njemu korisnik unosi podatke o ispitivanju koji sadrže: Naziv ispitivanja (opterećenje), naziv objekta koji se ispituje (npr. asinkroni motor TAIWAN), tip motora, tvornički broj motora, ime i prezime ispitivača koji je vodio ispitivanje, datum kada je provedeno ispitivanje i napomene vezane uz ispitivanje. Ovdje se svi podaci unaprijed ispune s podacima iz datoteke u koju su bile spremljene snimljene mjerne točke. Pritiskom lijeve tipke miša na objekt *SPREMI*, otvara se "SAVE AS" oblik prozora koji je definiran operativnim sistemom WINDOWS. Ovdje se odabire direktorij u koji će se spremiti datoteka u koju su pohranjeni obrađeni podaci pokusa opterećenja. Format zapisa datoteke je TXT, što znači da datoteka sadrži ASCII tekst. Ovaj je format zapisa najprihvatljiviji jer ga se može učitati u gotove sve tekst procesore i tablične kalkulatore, a kako je najprimitivniji zahtjeva malo memorijskog prostora. Izgled zapisa datoteke se formira tijekom izvođenja naredbi u objektu *SPREMI*. U datoteku su spremljeni svi podaci o ispitivanju, o motoru kojeg se ispitivalo, o očitanim mjernim točkama, o interpolacijskim polinomima i svim izračunatim veličinama (Prilog B).

Povratak u prethodni prozor

U prozorima *OPTERECENJE*, *INTERPOLACIJA* i *KARAKTERISTIKE* se u donjem desnom kutu nalazi izvršni objekt *NATRAG*. On ima funkciju povratka u prethodni prozor. Dakle, ako je trenutno aktivan prozor *KARAKTERISTIKE*, onda se pritiskom lijeve tipke miša na izvršni objekt *NATRAG*, zatvara taj prozor i otvara prozor *INTERPOLACIJA*. Ako je pak trenutno aktivan prozor *INTERPOLACIJA*, izvršni objekt *NATRAG* zatvara taj prozor i otvara prozor *OPTERECENJE*. Zaključno se, pritiskom lijeve tipke miša na izvršni objekt *NATRAG* u prozoru *OPTERECENJE* otvara se *glavni prozor*.

5.5 PRIMJER ISPITIVANJA

Sam proces razvoja i izgradnje automatiziranog mjernog sustava obuhvaćao je i više objekata za ispitivanje. Izgradnja novih načina ispitivanja se u ispitnoj stanici tvornice provodi uz poteškoće. Naime, vrlo je teško dobiti objekt za ispitivanje, a kad se objekt i dobije mjerenja na njemu treba odraditi što je moguće brže, tako da nema previše vremena za istraživanje, podešavanje parametara i pisanje novih programa. Zbog toga je princip rada samog sustava za prikupljanje podataka konceptualno izgrađen na niskonaponskom motoru nepoznatih podataka s natpisne pločice. Kad je program bio načelno gotov pristupilo se ispitivanju na konkretnom visokonaponskom motoru iz proizvodnje. Svako je ispitivanje donosilo nova iskustva i rađale su se nove ideje i rješenja. Poslije desetak probnih ispitivanja (što je trajalo nekoliko mjeseci), mjerni je sustav bio spreman za operativnu uporabu. Nakon toga su uslijedile “kozmetičke” intervencije vezene uz izgled i razmještaj objekata na prozoru programa za prikupljanje podataka. Razvoj programa za obradu podataka tekao je usporedo s razvojem programa za prikupljanje podataka, korištenjem izvornih podataka prikupljenih tijekom ispitivanja. Kad su svi programi poprimili konačni oblik odabrana su četiri motora za prikaz mogućnosti automatskog prikupljanja i obrade podataka. Sve su to kavezni motori, od kojih je jedan u 4-polnoj, jedan u 6-polnoj i dva u 22-polnoj izvedbi. Za potrebe prikaza, a zbog ograničenosti veličine radnje, ovdje će biti prikazan ogledni primjerak objekta ispitivanja. To je 6-polni visokonaponski asinkroni motor nazvan radnim imenom *Plomin* prema nazivu naručitelja motora.

Podaci s natpisne pločice

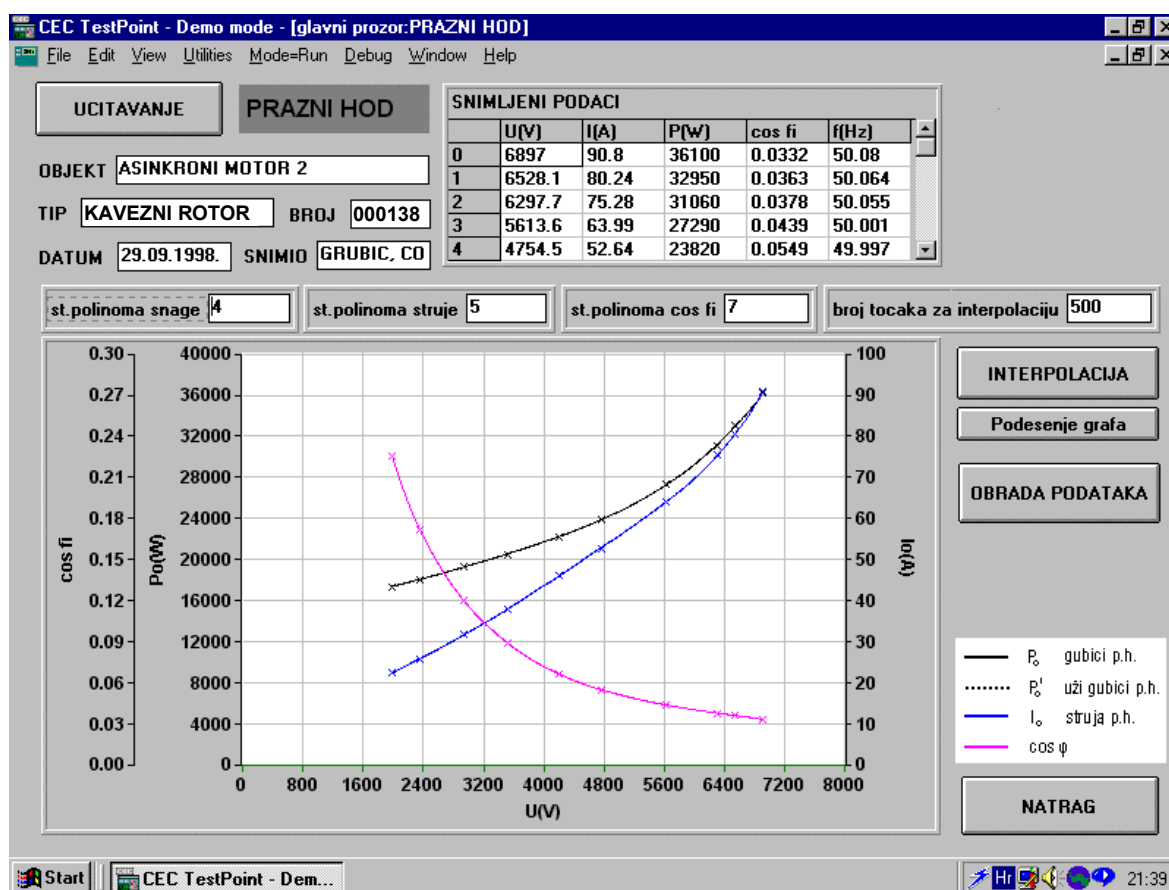
Nazivni napon: $U_n = 6300 \text{ V}$
Nazivna snaga: $P_n = 3150 \text{ kW}$
Radna frekvencija mreže: $f = 50 \text{ Hz}$
Broj polova: $2p = 6$

Nazivna struja: $I_n = 343 \text{ A}$
Nazivni $\cos \varphi$: $\cos \varphi_n = 0.87$
Nazivni broj okretaja: $n_n = 996 \text{ min}^{-1}$
Klasa izolacije: F

Ovdje je objekt ispitivanja visokonaponski trofazni asinkroni kavezni motor horizontalne izvedbe. Motor je izveden sa šest polova za nazivnu frekvenciju napona napajanja 50 Hz. Motor je isporučen pogonu termoelektrane Plomin 2, gdje se koristi kao pogonski motor ventilatora u stanici za odsumporavanje ispušnih dimova. Nazivni smjer vrtnje rotora je u desni.

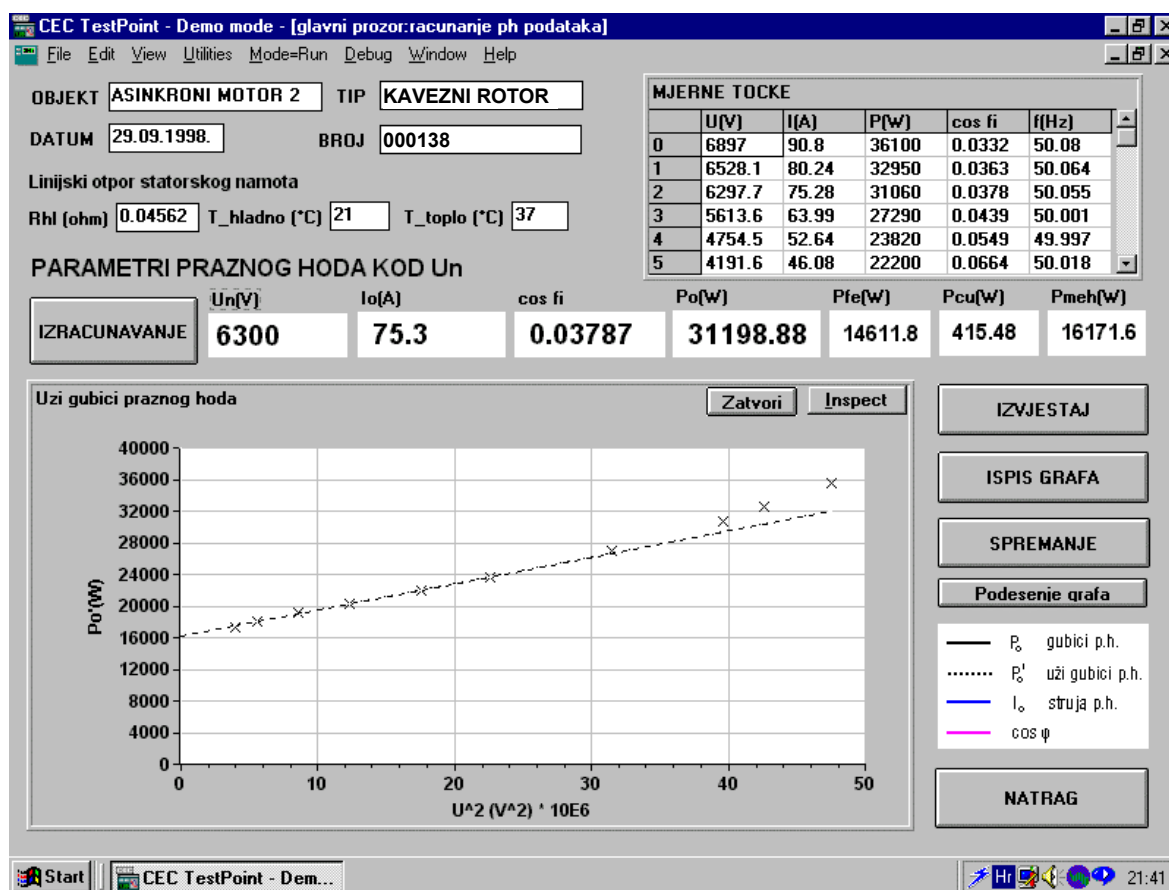
Pokus praznog hoda

Kao što je propisom definirano [24] tijekom pokusa praznog hoda osovina motora je bila mehanički neopterećena. Motor je bio montiran horizontalno, a na stator je priključen trofazni izmjenični napon sa smjerom vrtnje polja u desnu stranu. Za vrijeme mjerenja, podaci su prikupljeni pomoću programa opisanog u poglavlju 5.2.2. Za snimanje karakteristike praznog hoda se odabralo 10 mjernih točaka. Karakteristika se snimala silazno i to u rasponu od 110% do 32% nazivnog napona motora. Na kraju procesa snimanja podaci su spremljeni u datoteku kako bi se omogućila daljnja obrada podataka. Izgled datoteke nakon provedenog pokusa praznog hoda prikazan je u Prilogu A.

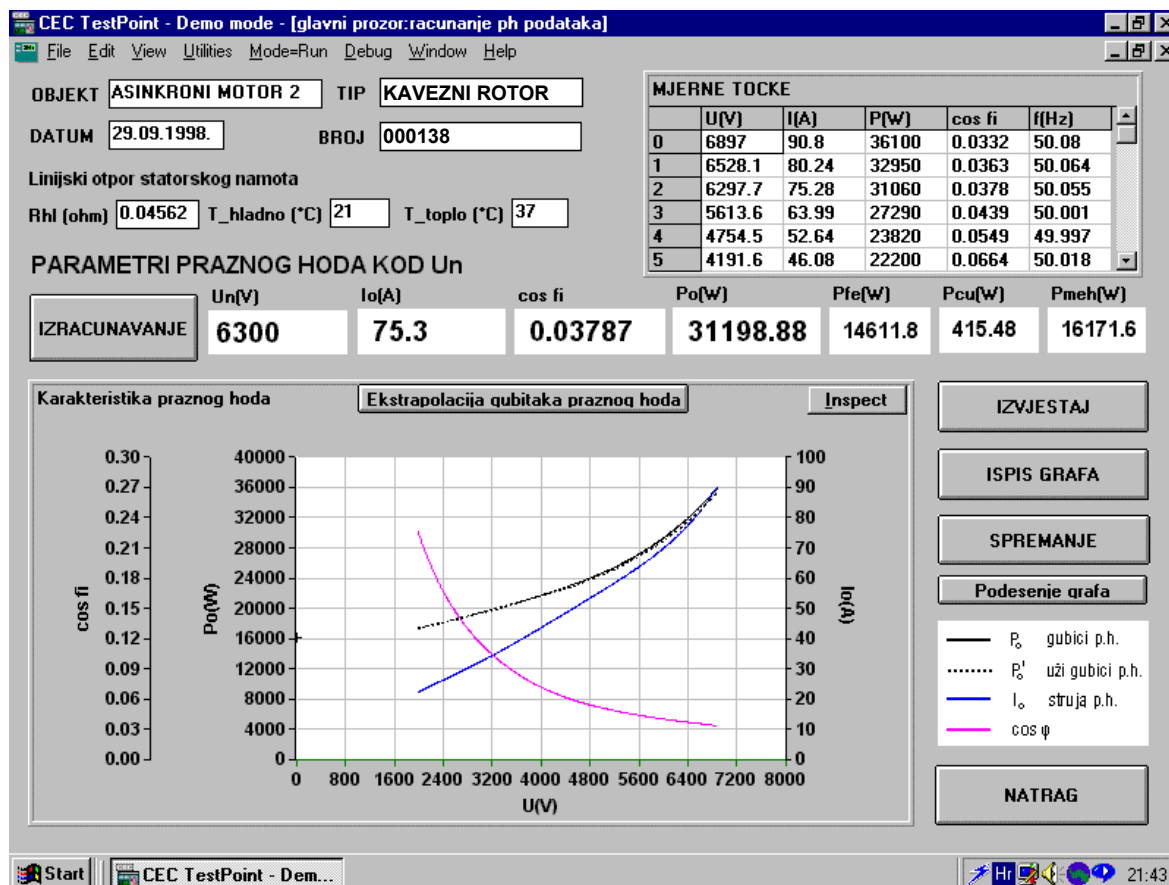


Slika 5.36 Prozor *PRAZNI HOD* nakon interpolacije krivulja

Obrada podataka je provedena izvođenjem programa opisanog u poglavlju 5.4.1. Slika 5.36 prikazuje izgled prozora *PRAZNI HOD* nakon učitavanja podataka iz mjerenja.



Slika 5.37 Grafičko određivanje gubitaka trenja i ventilacije

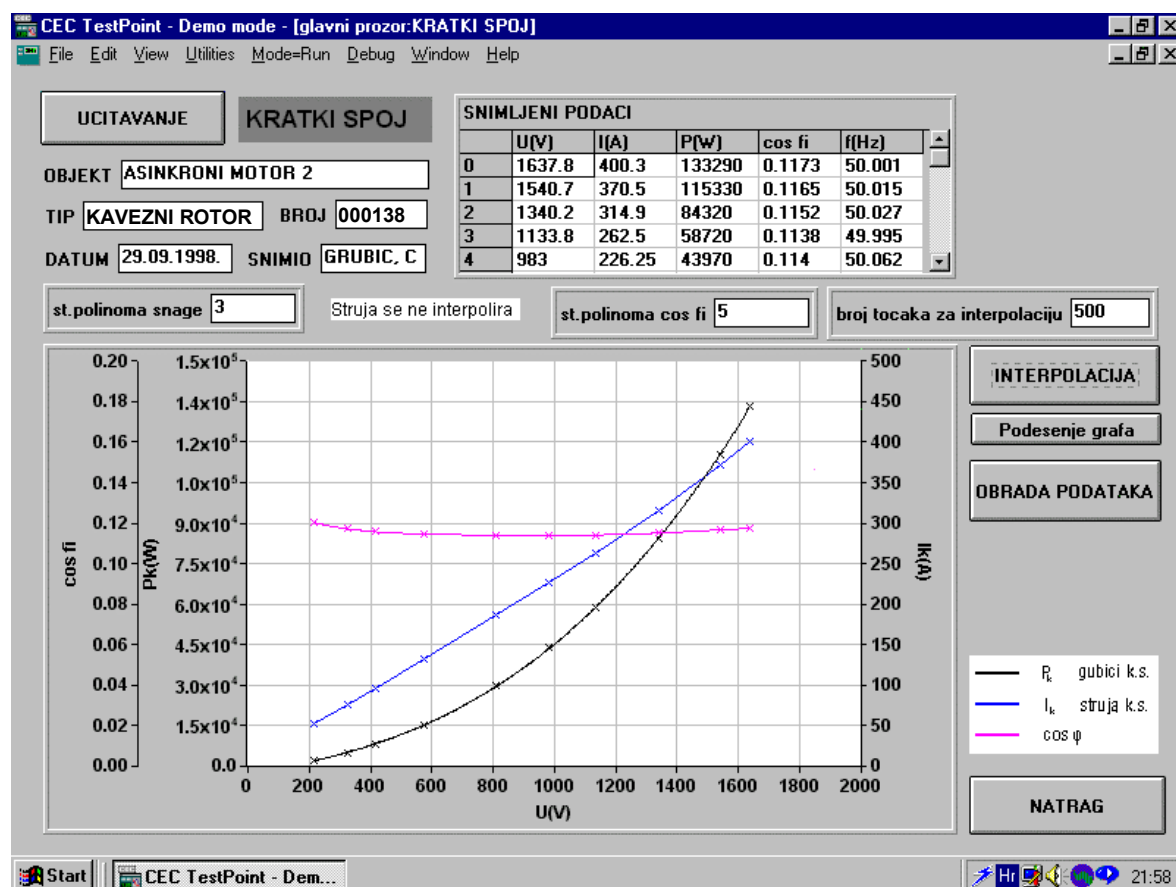


Slika 5.38 Završetak obrade podataka iz pokusa praznog hoda

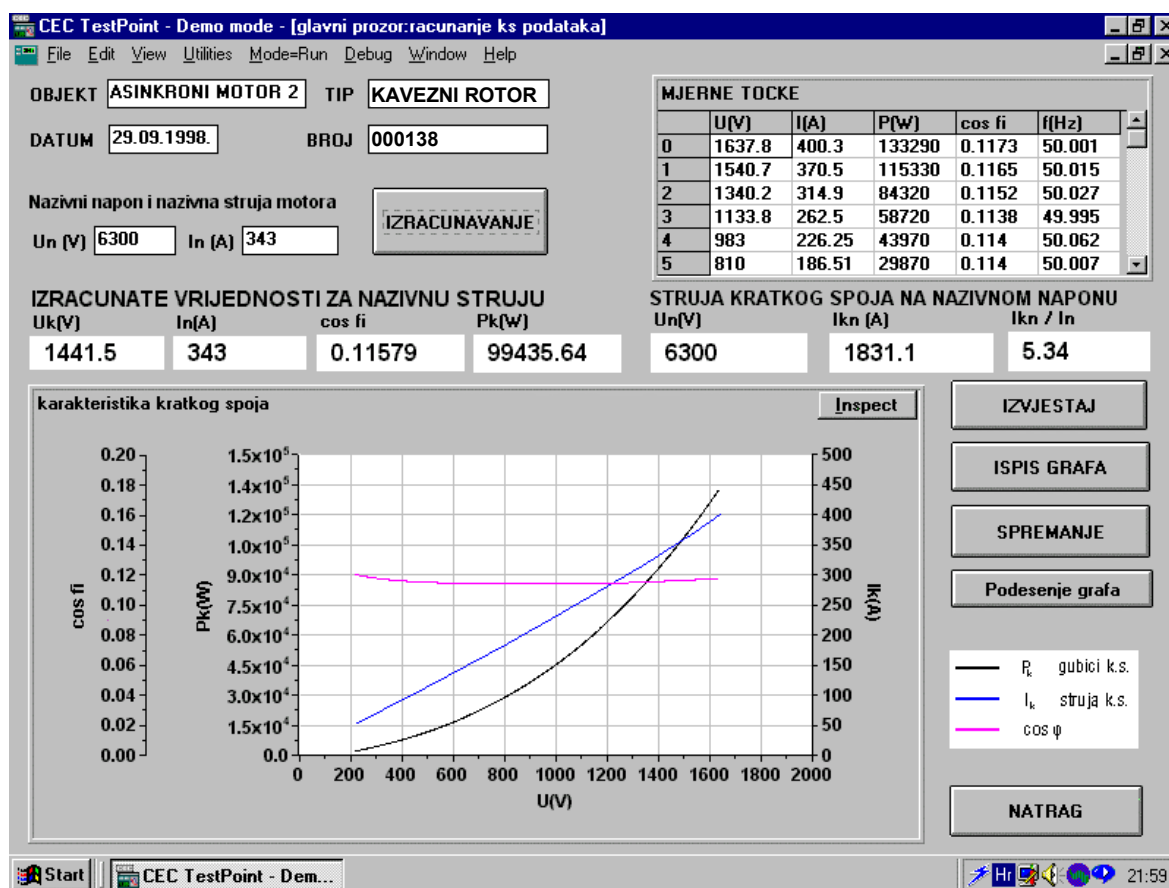
Slika 5.37 prikazuje prozor *racunanje ph podataka* u trenutku određivanja gubitaka trenja. Slika 5.38 prikazuje karakteristike praznog hoda nacrtane na kraju obrade podataka. Nakon obrade podataka, moguće je obrađene podatke spremiti u datoteku na računalo i tako arhivirati podatke. Izgled te datoteke u TXT formatu prikazan je u Prilogu B. Isto tako se nakon obrade podataka može ispisati preliminarni izvještaj za ispitivanje u praznom hodu koji je prikazan u Prilogu C.

Pokus kratkog spoja

Da bi se proveo pokusa kratkog spoja rotor motora mora biti mehanički zakočen. Karakteristika kratkog spoja se snima silazno s time da se pažljivo prati iznos struje koja teče namotom statora. Na statorske izvode se priključi sniženi napon nazivne frekvencije pri kojem kroz statorski namot teku struje kratkog spoja. Snimljeno je 10 mjernih točaka u rasponu od 117% do 15% nazivne struje motora. Izgled datoteke s podacima o ispitivanju nalazi se u Prilogu A. Nakon učitavanja ovih podataka u program MPH.KSTE.TST, prozori za obradu podataka iz pokusa kratkog spoja poprimaju sljedeći izgled:



Slika 5.39 Prozor KRATKI SPOJ nakon interpolacije krivulja

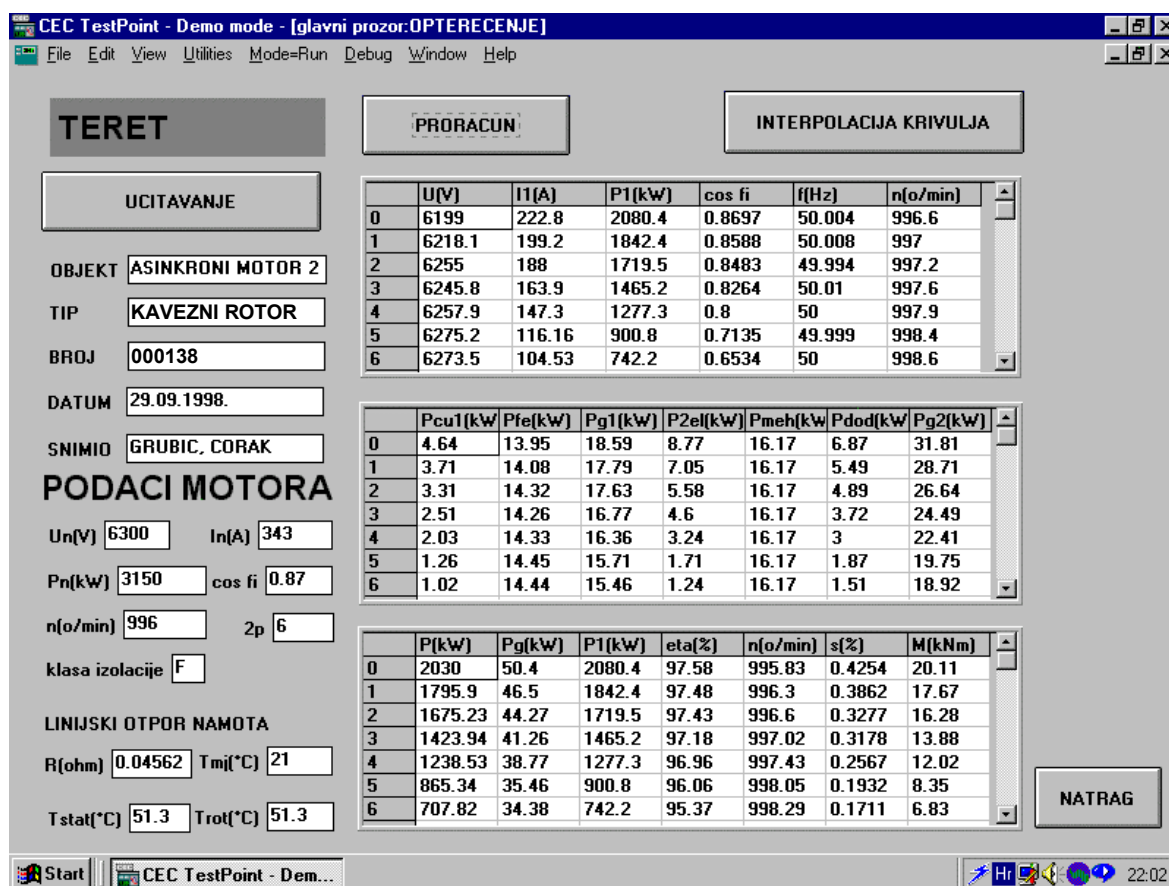


Slika 5.40 Kraj obrade podataka iz pokusa kratkog spoja

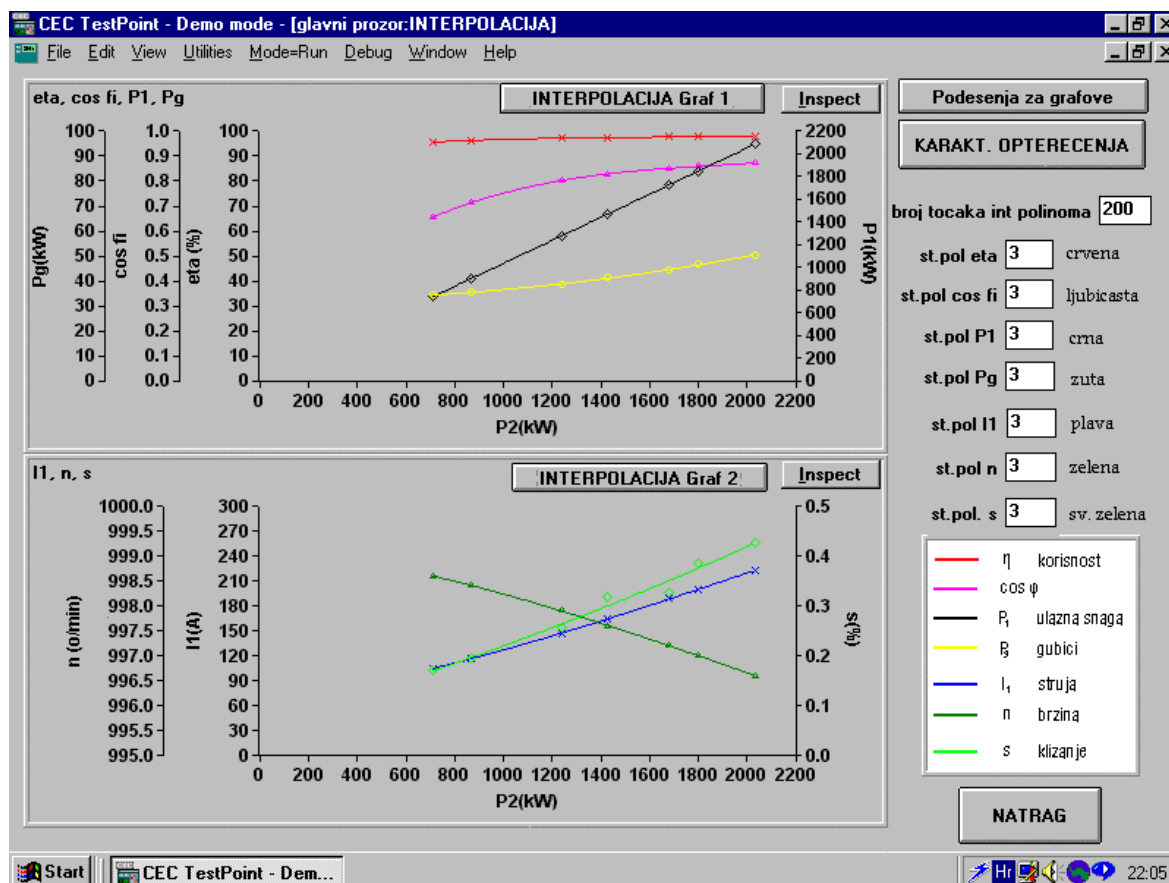
Kao i u pokusu praznog hoda, nakon obrade podataka se obrađeni podaci mogu spremiti u datoteku na računalu. Izgled datoteke u TXT formatu s pohranjenim obrađenim podacima je prikazan u Prilogu B. Također je moguće i ispisati preliminarni izvještaj za ispitivanje u kratkom spoju koji je prikazan u Prilogu C.

Pokus opterećenja

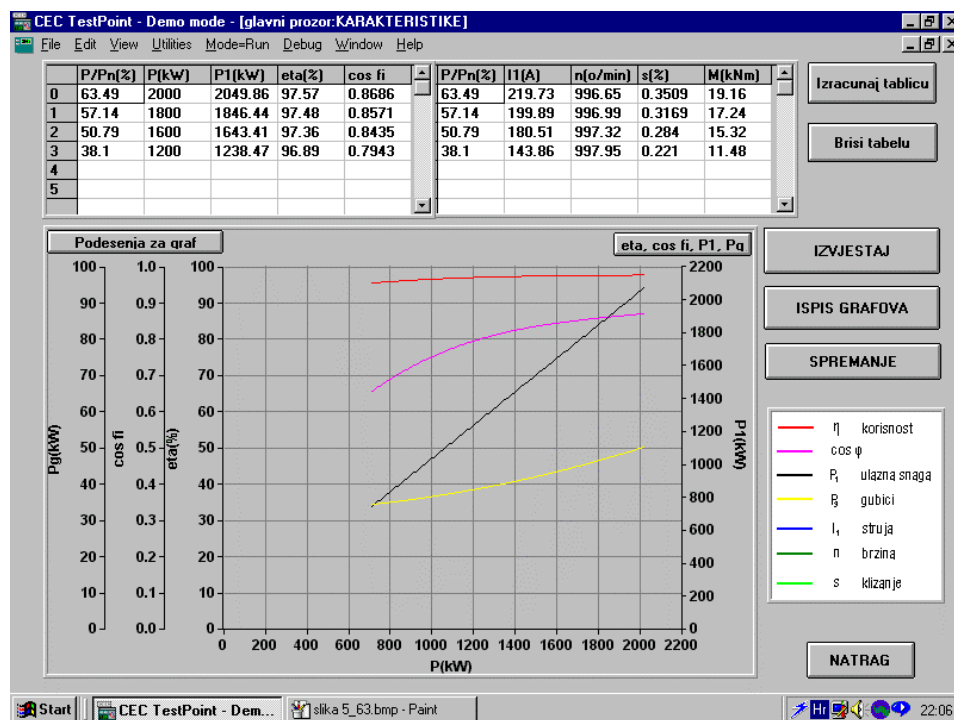
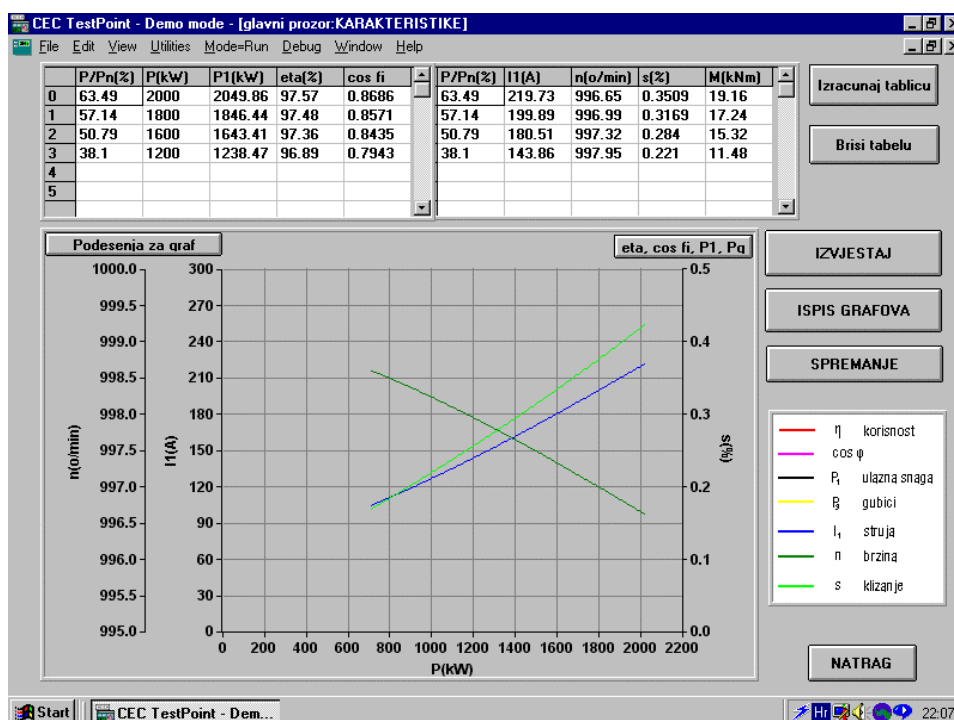
Kao stroj za terećenje ispitivanog motora iskoristio se drugi asinkroni stroj koji je radio u generatorskom režimu rada. Zbog granične snage opterećenog motora pokus opterećenja nije proveden do nazivnog opterećenja ispitivanog motora. To je čest slučaj u praksi kad se radi o motorima velikih snaga. Osovina oba motora je bila mehanički spojena, a brzina vrtnje se očitavala pomoću optičkog impulsnog mjerača brzine vrtnje koji je ugrađen na uređaj za mjerenje vibracija Schenck Vibroport 30. Na spojci motora je bila prilijepljena traka s deset, ravnomjerno raspoređenih, reflektirajućih markica. To znači da je razlučivost mjerenja brzine vrtnje iznosila 0,1 o/min. Tijekom pokusa opterećenja snimljeno je sedam mjernih točaka. Nakon snimanja podaci su spremljeni u datoteku i treba naglasiti da se na prvom mjestu te datoteke nalazi broj 0 koji signalizira način mjerenja brzine vrtnje (vidi poglavlje 5.3.2). Izgled datoteke u kojoj su spremljeni prikupljeni podaci nalazi se u Prilogu A. Nakon učitavanja tih podataka u program MPHKSTE.TST, prozori za obradu podataka iz pokusa opterećenja poprimaju sljedeći izgled:



Slika 5.41 Prozor OPTEREĆENJE nakon izračunavanja gubitaka motora



Slika 5.42 Prozor INTERPOLACIJA nakon interpolacije krivulja

a) karakteristike P_g , $\cos \varphi$, η , $P_1=f(P)$ b) karakteristike P_g , $\cos \varphi$, η , $P_1=f(P)$

Slika 5.43 Završetak obrade podataka u pokusu opterećenja

Kad se podaci iz pokusa opterećenja obrade moguće ih je spremiti u datoteku na računalu i na taj način arhivirati. Izgled takve datoteke u TXT formatu prikazan je u Prilogu B. Isto tako se nakon obrade podataka može ispisati preliminarni izvještaj za ispitivanje tijekom pokusa opterećenja koji je prikazan u Prilogu C.

6 DALJNI RAZVOJ AUTOMATIZIRANOG MJERNOG SUSTAVA

Mjerni sustav opisan u prethodnom poglavlju može se nastaviti razvijati u dva pravca. Jedan je pravac automatizacija elektromotornog pogona za napajanje i terećenje ispitivanih motora, ali to je kapitalna investicija tvornice i neće se razmatrati u okviru ovog rada. Drugi pravac razvoja mjernog sustava je automatizacija mjernih procesa koji nisu bili obuhvaćeni u ovim primjerom, a uveliko bi olakšali rad osoblju ispitne stanice. Prije svega to se odnosi na automatizaciju prikupljanja i obrade podataka pri snimanju momentne karakteristike motora iz pokusa zaleta te snimanje temperatura u pokusu zagrijavanja. U oba je slučaja moguće uspostaviti mjerni sustav pomoću opreme opisane u poglavlju 4.2.2, ali uz korištenje dodatnih uređaja koji su opisani u nastavku teksta.

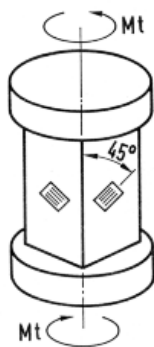
6.1 AUTOMATIZIRANO MJERENJE MOMENTA MOTORA

Moment motora moguće je izravno mjeriti i/ili odrediti iz krivulje zaleta motora (poglavlje 3.19). Ukoliko se moment motora određuje iz krivulje zaleta, dovoljno je u računalu ugraditi jednu A/D utičnu karticu i pomoću nje izvršiti prikupljanje podataka o brzini vrtnje u ovisnosti o vremenu. Naravno, da se pritom javljaju određeni problemi (npr. pad napona na stezaljkama motora u trenutku zaleta), no uz kvalitetnu programsku podršku takvi problemi se jednostavno rješavaju. Upravljanje prikupljanjem i obradom podataka iz pokusa zaleta, pomoću programskog paketa ASYSTANT detaljno je opisan u [13]. Programski paket ASYSTANT je u osnovi vrlo sličan programskom paketu TESTPOINT. Obzirom da je TESTPOINT programski paket novije generacije u odnosu na ASYSTANT, to ima jednostavniji način upravljanja prikupljanjem podataka, bolja grafička i matematička rješenja za prikaz i obradu podataka te softversku podršku za rad s većim brojem A/D utičnih kartica koje se pojavljuju na tržištu.

Drugi smjer u kojem može ići razvoj automatizacije mjernog procesa prikupljanja podataka o momentu motora je nabavka specijaliziranog mjernog pretvarača. Za prikaz osnova rada takvih uređaja, uzeti su mjerni pretvarači njemačke tvrtke Hottinger Baldwin Messtechnik (HBM). Prednost korištenja ovih uređaja je da se razvijeni moment motora može mjeriti izravno na osovini motora. Ovako izmjereni moment predstavlja stvarnu, statičku vrijednost momenta motora na osovini, što je kvalitetniji podatak od onog određenog iz zaleta motora²⁶.

²⁶ Moment određen iz zaleta motora je zapravo dinamički moment i može u određenim uvjetima bitnije odstupati od statičkog momenta

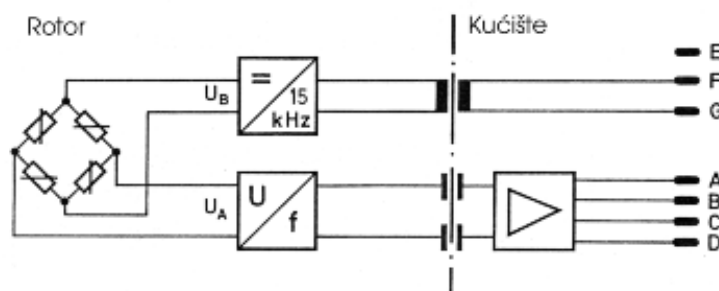
Glavni je nedostatak ovog uređaja njegova montaža. Naime, davač se montira na osovinu između stroja koji se ispituje i stroja koji ga opterećuje. Tijekom montaže treba obratiti pažnju na ispravno centriranje ispitivanog stroja s davačem kako da bi se izbjegle nepotrebne vibracije tijekom ispitivanja, ali i uništenje samog pretvarača. Princip rada HBM pretvarača



momenata zasniva se na korištenju tenzometara. Elastična deformaciju koja se pojavljuje u osovini, zbog postojanja torzijskog naprezanja se mjeri pomoću tenzometara, tj. rasteznih mjernih traka [5]. Tenzometri su najčešće, načinjeni od tanke žice konstantna debljine $20\ \mu\text{m}$ [5], koja je vijugavo zalijepljena na ljepljivu podlogu od papira. Male promjene otpora se najbolje registriraju pomoću mosnih metoda, od kojih je najpoznatija metoda s Wheatstoneovim mostom. Slika 6.1 prikazuje smještanje tenzometara na mjernu osovinu davača.

Slika 6.1 Izvedba međuosovine za mjerenje momenta

Prijenos se signala s rotirajućeg dijela pretvarača momenta vrši beskontaktno. Izmjenični napon frekvencije približno 15 kHz se induktivno prenosi sa statora na rotor pretvarača gdje se pomoću posebnog ispravljača pretvara u istosmjerni napon, koji napaja Wheatstoneov most. Izmjereni napon proporcionalan mjerenom zakretnom momentu, pretvara se na rotoru pomoću naponsko-frekventnog (U/f) pretvarača. Na izlazu iz naponsko-frekventnog pretvarača nalazi se signal čija je frekvencija proporcionalna mjerenom momentu. Ovaj se signal bilo kapacitivno ili induktivno prenosi na stator davača gdje se pomoću predpojačala pojačava. Slika 6.2 daje shematski prikaz beskontaktnog prijenosa signala.



Slika 6.2 Shema za beskontaktni prijenos signala

6.2 AUTOMATIZIRANO MJERENJE TEMPERATURA MOTORA

Uređaj za mjerenje temperatura treba zadovoljavati sljedeće uvjete: mora imati dovoljan broj mjesta za mjerenje temperature, mora biti fleksibilan obzirom na vrstu temperaturnog mjernog člana i mora imati mogućnost prijenosa snimljenih veličina u računalu na daljnju

obradu. Minimalan broj mjernih mjesta određuje se za potrebe pokusa zagrijavanja motora (poglavlje 3.17), gdje je potrebno, tijekom 3 do 4 sata koliko traje pokus, mjeriti u određenim vremenskim intervalima obično 9 do 12 temperatura:

- dva mjerna mjesta ulaznog (hladnog) zraka
- dva mjerna mjesta izlaznog (toplog) zraka
- po jedno mjerno mjesto u svakom od ležaja motora
- jedno do dva mjerna mjesta u svakoj fazi statorskog namota²⁷.

Osim toga uređaj za mjerenje temperature mora biti fleksibilan pri odabiru temperaturnog mjernog člana. Temperatura se u osnovi mjeri pomoću temperaturnih davača koji mogu biti razni tipovi otporničkih termosondi ili razni tipovi termoparova. Danas se u praksi najčešće sreću otporničke termosonde tipa Pt100 koje se ugrađuju u statorski namot i ležajeve motora. Obzirom da su otporničke termosonde relativno skupe za sva se dodatna mjerenja (temperature ulaznog i izlaznog zraka te ležajeva ukoliko motor nema ugrađene otporničke termosonde) najčešće koriste termoparovi bakar-konstantan (Cu-Cn). Na kraju treći zahtjev koji se postavlja na uređaj je mogućnost povezivanja s računalom na bilo koji od standardiziranih načina komunikacije (RS232, IEEE 488, ...). Primjer uređaja koji zadovoljava sve te uvjete je termometar tvrtke KEITHLEY tip 2001 *Sytem Scanning Thermometer* koji ima mogućnost proširenja do 80 ulaznih kanala, mogućnost mjerenja temperature pomoću otporničkih termometara i termoparova, a s računalom komunicira pomoću IEEE 488 standarda. Korištenjem ovakvog uređaja i uz program napisan u npr. TESPOINT-u, moguće je pratiti trend porasta temperature na svim zadanim mjernim mjestima i bilježiti je u računalu.

²⁷ Svaki visokonaponski motor koji se danas isporučuje ima po dvije termosonde u svakoj fazi namota, koje se ugrađuju tijekom proizvodnje. Često se prema želji kupaca i u ležajeve motora tijekom proizvodnje ugrađuju termosonde.

7 ZAKLJUČAK

Tijekom 1998 i 1999. godine u društvu KONČAR - Generatori i motori d.d. razvijen je i korišten suvremeni sustav za automatizirano prikupljanje i obradu podataka, iz pokusa praznog hoda, kratkog spoja te pokusa opterećenja asinkronog motora, najzahtjevnijih ispitivanja tijekom provjere kvalitete asinkronog motora. Glavne dijelove automatiziranog sustava za ispitivanje čine: elektroničko računalo s uređajima za zapis (ispis) podataka, oprema za automatizirano prikupljanje podataka i promjenu parametara promatranog sustava i programska podrška za obradu podataka. Proces razvoja automatiziranog mjernog sustava obuhvaćao je više desetaka objekata za ispitivanje i trajao je gotovo 10 mjeseci. Razvoj novih načina ispitivanja se u ispitnoj stanici tvornice provodi uz velike poteškoće. Naime, vrlo je teško osigurati jedan objekt za ispitivanje na duže vrijeme kako bi se odradio niz ispitivanja, na temelju čega je moguće donijeti određene zaključke. Zbog toga je princip sustava za prikupljanje podataka konceptualno izgrađen na niskonaponskom, malom motoru. Kad je program bio načelno gotov pristupilo se ispitivanju na konkretnom visokonaponskom motoru iz proizvodnje. Svako je ispitivanje donosilo nova iskustva tako da je već poslije desetak probnih ispitivanja mjerni sustav bio spreman za operativnu uporabu. Sva provedena ispitivanja i izračun veličina napravljeni su prema međunarodnim IEC preporukama [24], [25], [26] i [27] uz korištenje mnoštva iskustvenih podataka, ali sve u skladu s internim tvorničkim standardima. To znači da se izračunati podaci mogu koristiti i za izradu certifikata, odnosno, izvješća o ispitivanju kojim se potvrđuje ispravnost stroja. Ovakav pristup provođenju ispitivanja je u potpunosti u skladu s odrednicama sustava kvalitete poduzeća certificiranog prema nizu normi ISO 9000.

Smisao korištenja ovakvog mjernog sustava može se ukratko nazvati optimalizacijom mjernog procesa. Uočene prednosti tijekom rada sa sustavom su:

- izbjegavanje grube pogreške pri preračunavanju očitanih veličina tijekom prikupljanja podataka, čime se značajno smanjuje mjerna nesigurnost
- sve se karakteristične veličine izračunavaju automatski, što olakšava i ubrzava obradu podataka – ispitni je protokol moguće izraditi odmah nakon ispitivanja
- smanjuje se broj potrebnih ljudi uključenih u ispitivanje čime je moguće povećati protočnost ispitne stanice poduzeća
- obzirom na automatizaciju prikupljanja podataka skraćuje se trajanje ispitivanja, čime se jednim dijelom snižavaju troškovi energije potrebne za ispitivanje
- suvremeni sustav pruža kupcima dodatnu garanciju kod preuzimanja motora, da su ispitivanja i izračunavanje karakterističnih veličina provedena korektno.

U radnji su dani i prijedlozi za daljnji razvoj automatiziranog mjernog sustava. Idući korak bi trebao biti automatizacija određivanja momentne karakteristike iz pokusa zaleta, obzirom da je to trenutno najsloženije ispitivanje koje se i dalje vrši ručno. Osim toga treba automatizirati i prikupljanje podataka o temperaturama motora tijekom pokusa zagrijavanja. Na ovaj bi se način mogla automatski nacrtati vremenska ovisnost svih temperatura koje se snimaju tijekom pokusa. Za kraj treba istaknuti da ovaj mjerni sustav nije u potpunosti automatiziran. Da bi se to ostvarilo potrebno je, osim prikupljanja i obrade podataka, automatizirati i upravljanje električnim strojevima uključenim u ispitivanje. Automatizacija tog dijela mjernog sustava predstavlja veliku investiciju za tvornicu, no potrebno je uvidjeti sve prednosti i moguće uštede koje takav suvremeni sustav može ostvariti

LITERATURA

- [1] W. Nürnberg: Ispitivanje električkih strojeva, Školska knjiga, Zagreb 1951.
- [2] R. Wolf: Ispitivanje električnih strojeva III dio, Zagreb 1964.
- [3] F. Avčin, P. Jereb: Ispitivanje električnih strojeva, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana 1968.
- [4] L. M. Piotrovskij: Električki strojevi, Tehnička knjiga, Zagreb 1974.
- [5] V. Bego: Mjerenja u elektrotehnici, Tehnička knjiga, Zagreb 1988.
- [6] A. Dolenc: Asinhroni strojevi, Zagreb 1990.
- [7] B. Jurković: Elektromotorni pogoni, Školska knjiga, Zagreb 1990.
- [8] R. Wolf: Osnove električnih strojeva, Školska knjiga, Zagreb 1991.
- [9] M. Jadrić, B. Frančić: Dinamika električnih strojeva, Graphis, Zagreb 1997.
- [10] D. Ban, R. Wolf, M. Cettolo: Metode detekcije kvara kaveza rotora asinhronog motora, Elektrotehnika, Vol. 34, br. 6, str. 241-250, Zagreb 1991.
- [11] P. Zubović: O naponu osovine i ležajnim strujama velikih električnih strojeva (i agregata): uzroci, mjerenje, zaštita i sprečavanje, XI Stručno savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije, Ohrid 1972.
- [12] T. Čorak: Projekt automatizacije ispitivanja električnih strojeva u tvorničkim uvjetima, Diplomski rad br. 1504, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb 1995.
- [13] L. Ćustić: Kontrola kakvoće električnih strojeva primjenom osobnog računala, Diplomski rad br. 1505, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb 1995.
- [14] I. Bašić: Ispitivanje i kontrola kakvoće asinkronih strojeva, Magistarski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb 1996.
- [15] M. Vražić: Automatizacija ispitivanja električkih strojeva primjenom PROFIBUS industrijske komunikacijske mreže, Magistarski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb 2000.
- [16] D. Degoricija: Pouzdanost i ekonomičnost postupaka za prikaz nematematičkih krivulja, Doktorski rad, Elektrotehnički fakultet, Zagreb 1980.
- [17] R. Wolf, D. Ban: Ispitivanje velikih asinkronih strojeva u kratkom spoju, XIV Savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije, Referat broj 11.14, Sarajevo 1979.
- [18] N. Srb: Erfahrungen mit Stoßspannungsprüfungen an elektrischen Maschinen, Antriebstechnik Allianz Report 70, Heft 2 Seite 58-62, 1997
- [19] Z. Vuković, B. Mencl: Unaprijeđenje kvalitete proizvoda na višu razinu od postojeće, Priručnik za seminar, Savez elektroinženjera hrvatske, Zagreb 1995.

-
- [20] M. Boršić: Iskazivanje mjernih rezultata, Priručnik za seminar: Iskazivanje mjerne nesigurnosti, Hrvatsko mjeriteljsko društvo, Zagreb 1997.
 - [21] ISO: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, 1993.
 - [22] I. Pale: Kompatibilnost normi ISO 9000 s potpunim upravljanjem kvalitetom, Magistarski rad, Ekonomski fakultet, Zagreb 2000.
 - [23] IEEE Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators, The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standard 112 -1984, New York 1984.
 - [24] IEC 34-1 (1996) Part 1: Rating and performance, International Electrotechnical Commission, Geneva 1996.
 - [25] IEC 34-2 (1972) Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles), International Electrotechnical Commission, Geneva 1972.
 - [26] IEC 34-2 (1972) Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles), Amendment 1, International Electrotechnical Commission, Geneva 1995.
 - [27] IEC 34-2 (1972) Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles), Amendment 2, International Electrotechnical Commission, Geneva 1997.
 - [28] IEC 34-9 (1990) Part 9: Noise Limits, International Electrotechnical Commission, Geneva 1990.
 - [29] IEC 34-15 (1995) Impulse voltage with stand levels of rotating a.c. machines with form wound stator coils
 - [30] IEC 60-1 (1989) High-voltage test techniques
 - [31] IEC 651 (1979): Sound Level Meters, International Electrotechnical Commission, Geneva 1979.
 - [32] VDI 2056
 - [33] TESTPOINT User's Guide, Part number 04000-90100, vol. 2, Fourth edition, © Capital Equipment Corp. 1996
 - [34] NORMA AC-Power Analyzer D5255 Operating Instructions
 - [35] The Proper Use of Torque transducers, Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, 1990.

POPIS OZNAKA

P_{Cu1}	<i>gubici u namotu statora</i>
I_l	<i>linijska struja</i>
R_l	<i>linijski omski otpor namota</i>
R_f	<i>srednja vrijednost faznog otpora</i>
R_l	<i>srednja vrijednost linijskog otpora</i>
i_p	<i>indeks polarizacije</i>
R_{15s}	<i>otpor izolacije očitao 15 sekundi od početka mjerenja</i>
R_{60s}	<i>otpor izolacije očitao nakon 60 sekundi od početka mjerenja</i>
U_{isp}	<i>ispitni napon namota</i>
U_n	<i>nazivni napon namota/motora</i>
P_{fe}	<i>gubici u željezu u pokusu praznog hoda</i>
P_{Cu0}	<i>gubici u namotu u pokusu praznog hoda</i>
$P_{meh}, P_{tr,y}$	<i>mehanički gubici</i>
P_0	<i>snaga koju motor uzima iz mreže u pokusu praznog hoda</i>
P_0'	<i>uži gubici praznog hoda</i>
I_0	<i>struja motora u pokusu praznog hoda</i>
P_k	<i>snaga kratkog spoja</i>
I_k	<i>struja kratkog spoja</i>
I_{kn}	<i>struja kratkog spoja pri nazivnom naponu</i>
I_{kmj}	<i>izmjerena struja kratkog spoja</i>
M_k	<i>moment motora u kratkom spoju</i>
M_{kn}	<i>moment motora u kratkom spoju pri nazivnom naponu</i>
M_{kmj}	<i>izmjereni moment motora u kratkom spoju</i>
U_{mj}	<i>izmjereni napon</i>
ω_s	<i>sinkrona kutna brzina motora</i>
P_1	<i>snaga koju motor uzima iz mreže (ulazna snaga)</i>
P_g	<i>ukupni gubici motora</i>
η	<i>korisnost motora</i>
$\cos\varphi$	<i>faktor snage motora</i>
I_l	<i>struja koju motor uzima iz mreže</i>
n	<i>brzina vrtnje motora</i>
s	<i>klizanje motora</i>
p	<i>broj pari polova motora</i>
P_{Cu1}	<i>gubici u statorskom namotu</i>
R_t	<i>“topla” vrijednost otpora namota</i>
R_{hl}	<i>“hladna” vrijednost otpora namota</i>
T_t	<i>temperatura pri kojoj je mjeren „topli” otpor namota</i>
T_{hl}	<i>temperatura pri kojoj je mjeren „hladni” otpor namota</i>
R_2'	<i>reducirana vrijednost omskog otpora rotorskog namota</i>

P_{12}	<i>snaga okretnog polja</i>
P_{2el}	<i>gubici u rotorskom namotu motora</i>
P_{dod}	<i>dodatni gubici</i>
P	<i>snaga na osovini motora (izlazna snaga)</i>
P_{gr}	<i>granična snaga motora</i>
T_d	<i>dozvoljeno zagrijavanje određeno klasom izolacije</i>
T_n	<i>izmjereno zagrijavanje namota pod nazivnim opterećenjem</i>
J	<i>moment tromosti motora</i>
r	<i>udaljenost diferencijala mase od osi rotacije</i>
dm	<i>diferencijal mase</i>
T	<i>vrijeme fiktivnog zaustavljanja pri određivanju momenta tromosti motora</i>
M_m	<i>moment motora</i>
M_t	<i>moment tereta</i>
M_u	<i>moment ubrzanja motora</i>
R_s	<i>omski otpor statorskog namota</i>
$L_{\sigma s}$	<i>rasipni induktivitet statora</i>
R_r	<i>omski otpor rotorskog namota</i>
$L_{\sigma r}$	<i>rasipni induktivitet rotora</i>
L_m	<i>glavni induktivitet</i>
L_m	<i>razina buke motora</i>
L_o	<i>razina buke okoline</i>
L_{m+o}	<i>razina buke okoline i motora</i>

SAŽETAK

U društvu KONČAR - Generatori i motori d.d. razvijen je i korišten sustav za automatizirano prikupljanje i obradu podataka, iz *pokusa praznog hoda*, *kratkog spoja* i *pokusa opterećenja* asinkronog motora u tvorničkim uvjetima. Sustav se zasniva na računalu upravljanom procesu prikupljanja podataka iz trofaznog analizatora snage, nakon čega se vrši njihova obrada i prikaz rezultata. Svi se podaci prikupljaju uz pomoć trofaznog analizatora snage, kojemu se na ulaz dovode prilagođeni signali napona i struje motora. Nakon prikupljanja mjernih veličina i njihovog spremanja u datoteku na računalu, vrši se obrada podataka. Ovisno o vrsti pokusa izračunavaju se parametri važni za utvrđivanje ispravnosti stroja. Obradene podatke moguće arhivirati u datoteku na računalu ili ih ispisati kao preliminarni izvještaj o ispitivanju. Program koji upravlja mjernim sustavom napisan je pomoću programskog paketa TESTPOINT®.

Ključne riječi: asinkroni motor, sustav kvalitete, pokus praznog hoda, pokus kratkog spoja, pokus opterećenja, automatsko prikupljanje i obrada podataka

ABSTRACT

A system for automated acquisition of data from *no load test*, *locked rotor test* and *load test* of an induction machine in factory environment was developed and used in company KONČAR - Generators and Motors. The system is based on computer-controlled acquisition of data from three-phase power analyzer, after which the data is processed, calculated and presented to the user. Before being acquired by the power analyzer, measured voltage and current signals are transformed and adjusted to meet the requirements of power analyzer itself. Depending on the type of test, various parameters, which are important to determine whether the machine is correct, are calculated. The program that controls measuring system is created with software TESTPOINT®.

Key words: induction motor, quality system, no load test, locked rotor test, load test, automated data acquisition and processing

ŽIVOTOPIS

Tomislav Čorak rođen je 28. rujna 1971. godine u Zagrebu. Osnovnu školu završio je u Zagrebu 1986. godine. Iste je godine upisao srednju školu MIOC "Vladimir Popović" u Zagrebu. Nakon mature 1990. godine upisuje Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu kojeg završava 1995. Diplomirao je na Zavodu za elektrostrojarstvo i automatizaciju 1995. godine pod stručnim vodstvom prof. dr. sc. Drage Bana.

Od 1995. do 1999. radi kao razvojni inženjer u ispitnoj stanici društva KONČAR - Generatori d.o.o, koje je u međuvremenu promijenilo naziv u KONČAR - Generatori i motori d.d. Nakon toga odlazi u konzultantsku tvrtku SAP Hrvatska d.o.o, na radno mjesto konzultanta za logističke aplikacije. 01. svibnja 2001. godine prelazu u tvrtku Europapres Holding d.o.o, gdje radi i danas kao interni SAP konzultant.

PRILOG A: Izgled pohranjenih datoteka nakon prikupljanja podataka

NAZIV ISPITIVANJA

PRAZNI HOD

OBJEKT

ASINKRONI MOTOR PLOMIN

TIP

KAVEZNI ROTOR

TV.BROJ

000138

Un(V)

6300

In(A)

343

Pn(W)

3150000

cos ϕ

0.87

n(o/min)

996

2p

6

KLASA IZOLACIJE

F

TEMPERATURA OKOLINE (°C)

40

SREDNJA VRIJEDNOST OTPORA FAZE STATORA (ohm)

0.04562

TEMPERATURA NA KOJOJ JE IZMJEREN OTPOR FAZE STATORA (°C)

21

TEMPERATURA NAMOTA ZA VRIJEME ISPITIVANJA (°C)

37

SNIMIO

GRUBIC, CORAK

DATUM

29.09.1998.

NAPOMENE

"U(V)" "I(A)" "P(W)" "cos ϕ " "f(Hz)"

6897	90.8	36100	0.0332	50.08
6528.1	80.24	32950	0.0363	50.064
6297.7	75.28	31060	0.0378	50.055
5613.6	63.99	27290	0.0439	50.001
4754.5	52.64	23820	0.0549	49.997
4191.6	46.08	22200	0.0664	50.018
3510.9	37.84	20480	0.089	50.035
2930.6	31.61	19258	0.12	49.995
2352.1	25.84	18069	0.1716	50.005
1986.7	22.38	17352	0.2253	50.04

NAZIV ISPITIVANJA

KRATKI SPOJ

OBJEKT

ASINKRONI MOTOR PLOMIN

TIP

KAVEZNI ROTOR

TV.BROJ

000138

Un(V)

6300

In(A)

343

Pn(W)

3150000

cos ϕ

0.87

n(o/min)

996

2p

6

KLASA IZOLACIJE

F

TEMPERATURA OKOLINE (°C)

40

SREDNJA VRIJEDNOST OTPORA FAZE STATORA (ohm)

0.04562

TEMPERATURA NA KOJOJ JE IZMJEREN OTPOR FAZE STATORA (°C)

21

TEMPERATURA NAMOTA ZA VRIJEME ISPITIVANJA (°C)

45

SNIMIO

GRUBIC, CORAK

DATUM

29.09.1998.

NAPOMENE

"U(V)"	"I(A)"	"P(W)"	"cos ϕ "	"f(Hz)"
--------	--------	--------	---------------	---------

1637.8	400.3	133290	0.1173	50.001
--------	-------	--------	--------	--------

1540.7	370.5	115330	0.1165	50.015
--------	-------	--------	--------	--------

1340.2	314.9	84320	0.1152	50.027
--------	-------	-------	--------	--------

1133.8	262.5	58720	0.1138	49.995
--------	-------	-------	--------	--------

983	226.25	43970	0.114	50.062
-----	--------	-------	-------	--------

810	186.51	29870	0.114	50.007
-----	--------	-------	-------	--------

574.7	132.5	15100	0.1144	49.976
-------	-------	-------	--------	--------

415.2	96.34	8020	0.1157	50.054
-------	-------	------	--------	--------

323.7	75.86	4980	0.1171	50.08
-------	-------	------	--------	-------

216.6	51.91	2341	0.1201	50.004
-------	-------	------	--------	--------

0

NAZIV ISPITIVANJA

TERET

OBJEKT

ASINKRONI MOTOR PLOMIN

TIP

KAVEZNI ROTOR

TV.BROJ

000138

Un(V)

6300

In(A)

343

Pn(W)

3150

cos ϕ

0.87

n(o/min)

996

2p

6

KLASA IZOLACIJE

F

TEMPERATURA OKOLINE (°C)

40

SREDNJA VRIJEDNOST OTPORA FAZE STATORA (ohm)

0.04562

TEMPERATURA NA KOJOJ JE IZMJEREN OTPOR FAZE STATORA (°C)

21

TEMPERATURA STATORSKOG NAMOTA ZA VRIJEME ISPITIVANJA (°C)

51.3

TEMPERATURA ROTORSKOG NAMOTA ZA VRIJEME ISPITIVANJA (°C)

51.3

SNIMIO

GRUBIC, CORAK

DATUM

29.09.1998.

NAPOMENE

brzina je preračunata iz klizanja

"U(V)" "I(A)" "P(kW)" "cos ϕ " "f(Hz)" "n(o/min)"

6199	222.8	2080.4	0.8697	50.004	996.6
6218.1	199.2	1842.4	0.8588	50.008	997
6255	188	1719.5	0.8483	49.994	997.2
6245.8	163.9	1465.2	0.8264	50.01	997.6
6257.9	147.3	1277.3	0.8	50	997.9
6275.2	116.16	900.8	0.7135	49.999	998.4
6273.5	104.53	742.2	0.6534	50	998.6

PRILOG B: Izgled pohranjenih datoteka nakon obrade podataka

PRAZNI HOD

Objekt: ASINKRONI MOTOR PLOMIN
 Tip: KAVEZNI ROTOR
 Tv.broj: 000138
 Datum : 29.09.1998.
 Snimio: GRUBIC, CORAK
 Napomene:

SNIMLJENE MJERNE TOCKE

"U(V)"	"I(A)"	"P(W)"	"cos fi"	"f(Hz)"
6897	90.8	36100	0.0332	50.08
6528.1	80.24	32950	0.0363	50.064
6297.7	75.28	31060	0.0378	50.055
5613.6	63.99	27290	0.0439	50.001
4754.5	52.64	23820	0.0549	49.997
4191.6	46.08	22200	0.0664	50.018
3510.9	37.84	20480	0.089	50.035
2930.6	31.61	19258	0.12	49.995
2352.1	25.84	18069	0.1716	50.005
1986.7	22.38	17352	0.2253	50.04

LINIJSKI OTPOR STATORSKOG NAMOTA

R(ohm)= 0.04562
 Thl(. C)= 21
 Tisp(. C)= 37

IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA NAZIVNI NAPON

Un(V) = 6300
 Io(A) = 75.3
 Po(W) = 31198.88
 cos fi = 0.03807

RAZRADA GUBITAKA PRAZNOG HODA

Pmeh(W) = 16171.6
 Pfe(W) = 14611.8
 Pcu(W) = 415.48

INTERPOLACIJSKI POLINOMI

500 broj tocaka za interpolaciju
 4 stupanj polinoma snage
 5 stupanj polinoma struje
 5 stupanj polinoma cos fi

"U(V)"	"I(A)"	"P(W)"	"cos fi"
1986.7	22.3661595243554	17366.2368010143	0.224979757701836
1996.5206	22.4624427396377	17383.8015216154	0.223308989499758
2006.3412	22.5585260465736	17401.4192125835	0.221653918690487
2016.1618	22.6544177999585	17419.0893121079	0.22001441043901
2025.9824	22.7501262445329	17436.8112641973	0.218390330746634
2035.803	22.8456595155911	17454.5845186792	0.216781546448342
2045.6236	22.9410256395903	17472.4085312004	0.215187925210152
2055.4442	23.0362325347586	17490.2827632263	0.213609335526472
2065.2648	23.1312880117039	17508.2066820418	0.212045646717463
2075.0854	23.2261997740228	17526.1797607505	0.210496728926391

U nastavku je ispisan ostatak od 450 točaka interpolacijskih polinoma

KRATKI SPOJ

Objekt: ASINKRONI MOTOR PLOMIN
 Tip: KAVEZNI ROTOR
 Tv.broj: 000138
 Datum: 29.09.1998.
 Snimio: GRUBIC, CORAK
 Napomene:

SNIMLJENE MJERNE TOCKE

"U(V)"	"I(A)"	"P(W)"	"cos ϕ "	"f(Hz)"
1637.8	400.3	133290	0.1173	50.001
1540.7	370.5	115330	0.1165	50.015
1340.2	314.9	84320	0.1152	50.027
1133.8	262.5	58720	0.1138	49.995
983	226.25	43970	0.114	50.062
810	186.51	29870	0.114	50.007
574.7	132.5	15100	0.1144	49.976
415.2	96.34	8020	0.1157	50.054
323.7	75.86	4980	0.1171	50.08
216.6	51.91	2341	0.1201	50.004

IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA NAZIVNU STRUJU

Uk(V)= 1441.53
 In(A)= 343
 Pk(W)= 99435.64
 cos ϕ = 0.11579

STRUJA KRATKOG SPOJA NA NAZIVNOM NAPONU

Un(V)= 6300
 Ikn(A)= 1831.13
 Ikn/In= 5.34

INTERPOLIRANE KRIVULJE

500 broj tocaka za interpolaciju
 3 stupanj polinoma snage
 5 stupanj polinoma cos ϕ

"U(V)"	"I(A)"	"P(W)"	"cos ϕ "
216.6	400.3	2060.5970654262	0.12010755503131
219.4424	370.5	2133.63030513081	0.120003435993298
222.2848	314.9	2207.09153162418	0.119900833933261
225.1272	262.5	2280.98272668181	0.119799731491447
227.9696	226.25	2355.30587207921	0.119700111439452
230.812	186.51	2430.0629495919	0.119601956679758
233.6544	132.5	2505.25594099537	0.11950525024527
236.4968	96.34	2580.88682806514	0.119409975298851
239.3392	75.86	2656.95759257673	0.119316115132857
242.1816	51.91	2733.47021630563	0.119223653168673

U nastavku je ispisan ostatak od 450 točaka interpolacijskih polinoma. Treba primjetiti da se tijekom obrade podataka nije vršila interpolacija karakteristike struje kratkog spoja pa su snimljene mjerne točke samo prepisane u prvih sedam redova tablice.

TERET

Objekt: ASINKRONI MOTOR PLOMIN

Tip: KAVEZNI ROTOR

Tv.broj: 000138

Datum: 29.09.1998.

Snimio: GRUBIC, CORAK

Napomene:

SNIMLJENE MJERNE TOCKE

"U(V)"	"I(A)"	"P(W)"	"cos fi"	"f(Hz)"	"n(o/min)"
6199	222.8	2080.4	0.8697	50.004	996.6
6218.1	199.2	1842.4	0.8588	50.008	997
6255	188	1719.5	0.8483	49.994	997.2
6245.8	163.9	1465.2	0.8264	50.01	997.6
6257.9	147.3	1277.3	0.8	50	997.9
6275.2	116.16	900.8	0.7135	49.999	998.4
6273.5	104.53	742.2	0.6534	50	998.6

LINIJSKI OTPOR STATORSKOG NAMOTA

R(ohm)= 0.04562 fazni otpor namota statora

Thl(°C)= 21 temperatura na kojoj je mjereno otpor statora

Tst(°C)= 51.3 temperatura namota statora za vrijeme ispitivanja

Trt(°C)= 51.3 temperatura namota rotora za vrijeme ispitivanja

Tmax(°C)= 115 kl.izol. F

RAZRADA GUBITAKA OPTERECENJA

"Pcu1(kW)"	"Pdod(kW)"	"Pfe(kW)"	"Pg1(kW)"	"Pcu2(kW)"	"Pmeh(kW)"	"Pg2(kW)"
4.64	13.95	18.59	8.77	16.17	6.87	31.81
3.71	14.08	17.79	7.05	16.17	5.49	28.71
3.31	14.32	17.63	5.58	16.17	4.89	26.64
2.51	14.26	16.77	4.6	16.17	3.72	24.49
2.03	14.33	16.36	3.24	16.17	3	22.41
1.26	14.45	15.71	1.71	16.17	1.87	19.75
1.02	14.44	15.46	1.24	16.17	1.51	18.92
"P2(kW)"	"Pg(kW)"	"P1(kW)"	"eta"	"n(o/min)"	"s(%)"	"M(kNm)"
2030	50.4	2080.4	97.58	995.83	0.4254	20.11
1795.9	46.5	1842.4	97.48	996.3	0.3862	17.67
1675.23	44.27	1719.5	97.43	996.6	0.3277	16.28
1423.94	41.26	1465.2	97.18	997.02	0.3178	13.88
1238.53	38.77	1277.3	96.96	997.43	0.2567	12.02
865.34	35.46	900.8	96.06	998.05	0.1932	8.35
707.82	34.38	742.2	95.37	998.29	0.1711	6.83

IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA ZADANU SNAGU

"P2/P2n(%)"	"P2(kW)"	"P1(kW)"	"eta(%)"	"M(kNm)"
31.75	1000	1036.55	96.47	0.7508
47.62	1500	1542.03	97.27	0.8347
63.49	2000	2049.86	97.57	0.8686
"P2/P2n(%)"	"I(A)"	"cos fi"	"n(o/min)"	"s(%)"
31.75	126.96	998.23	0.193	9.57
47.62	171.04	997.49	0.267	14.36
63.49	219.73	996.65	0.3509	19.16

INTERPOLACIJSKI POLINOMI

200 broj tocaka za interpolacijske polinome
 3 stupanj polinoma cos fi
 3 stupanj polinoma klizanja
 3 stupanj polinoma brzine
 3 stupanj polinoma korisnosti
 3 stupanj polinoma struje
 3 stupanj polinoma ulazne snage
 3 stupanj polinoma gubitaka

"P2(kW)"	"P1(kW)"	"Pg(kW)"	"eta"	"I(A)"	"cos fi"	"n(o/min)"	"s(%)"
707.82	742.197079558443	34.377079558443	95.3888530622336	104.480534872725	0.654350768149652	998.596905591221	0.169118131244147
714.4309	748.848887719933	34.417987719933	95.4190567111775	104.956750385115	0.65703932162408	998.589289903983	0.170229241436638
721.0418	755.501070896469	34.459270896469	95.4489460779312	105.434561311437	0.659702445989041	998.581640416921	0.171341961652401
727.6527	762.153629381417	34.5009293814173	95.4785230003187	105.913961001868	0.66234028156644	998.573957281421	0.172456293575424
734.2636	768.806563468145	34.5429634681445	95.5077893161642	106.394942806584	0.66495296867818	998.566240648866	0.173572238889697
740.8745	775.459873450017	34.5853734500171	95.5367468632917	106.877500075759	0.667540647646163	998.558490670641	0.174689799279209
747.4854	782.113559620401	34.6281596204014	95.5653974795253	107.36162615957	0.670103458792292	998.550707498131	0.175808976427949
754.0963	788.767622272664	34.671322272664	95.5937430026891	107.847314408192	0.672641542438472	998.54289128272	0.176929772019906
760.7072	795.422061700172	34.7148617001714	95.6217852706071	108.334558171802	0.675155038906604	998.535042175794	0.17805218773907
767.3181	802.07687819629	34.7587781962899	95.6495261211034	108.823350800575	0.677644088518593	998.527160328735	0.17917622526943
773.929	808.732072054386	34.8030720543862	95.6769673920022	109.313685644686	0.680108831596341	998.51924589293	0.180301886294974
780.5399	815.387643567827	34.8477435678266	95.7041109211273	109.805556054311	0.682549408461751	998.511299019762	0.181429172499693
787.1508	822.043593029978	34.8927930299777	95.7309585463031	110.298955379627	0.684965959436727	998.503319860615	0.182558085567576
793.7617	828.699920734206	34.9382207342058	95.7575121053534	110.793876970808	0.687358624843171	998.495308566876	0.18368862718261
800.3726	835.356626973878	34.9840269738775	95.7837734361024	111.290314178031	0.689727545002988	998.487265289928	0.184820799028787
806.9835	842.01371204236	35.0302120423593	95.8097443763742	111.788260351471	0.692072860238079	998.479190181155	0.185954602790095
813.5944	848.671176233018	35.0767762330176	95.8354267639928	112.287708841304	0.694394710870349	998.471083391943	0.187090040150523
820.2053	855.329019839219	35.1237198392189	95.8608224367823	112.788652997706	0.6966932372217	998.462945073675	0.18822711279406
826.8162	861.98724315433	35.1710431543296	95.8859332325667	113.291086170852	0.698968579614035	998.454775377737	0.189365822404696
833.4271	868.645846471716	35.2187464717163	95.9107609891703	113.795001710918	0.701220878369258	998.446574455513	0.19050617066642
840.038	875.304830084746	35.2668300847453	95.9353075444169	114.30039296808	0.703450273809272	998.438342458387	0.191648159263221
846.6489	881.964194286783	35.3152942867833	95.9595747361308	114.807253292513	0.705656906255979	998.430079537744	0.192791789879088
853.2598	888.623939371197	35.3641393711966	95.9835644021359	115.315576034394	0.707840916031284	998.421785844969	0.193937064198011
859.8707	895.284065631352	35.4133656313516	96.0072783802564	115.825354543898	0.710002443457089	998.413461531446	0.195083983903979
866.4816	901.944573360615	35.462973360615	96.0307185083162	116.3365821712	0.712141628855297	998.40510674856	0.19623255068098
873.0925	908.605462852353	35.5129628523532	96.0538866241396	116.849252266477	0.714258612547812	998.396721647695	0.197382766213004
879.7034	915.266734399933	35.5633343999325	96.0767845655506	117.363358179904	0.716353534856536	998.388306380236	0.198534632184041
886.3143	921.92838829672	35.6140882967196	96.0994141703732	117.878893261657	0.718426536103373	998.379861097567	0.199688150278079
892.9252	928.590424836081	35.6652248360808	96.1217772764314	118.395850861912	0.720477756610227	998.371385951073	0.200843322179108
899.5361	935.252844311383	35.7167443113827	96.1438757215495	118.914224330844	0.722507336698999	998.362881092139	0.202000149571117

U nastavku je isписan ostatak od 230 točaka interpolacijskih polinoma karakteristika opterećenja.

PRILOG C: Protokoli o provedenim ispitivanjima

IZVJESTAJ ZA PRAZNI HOD

20:20 Mar. 19, 2001

Objekt: ASINKRONI MOTOR 2
 Tip: KAVEZNI ROTOR
 Tv.broj: 000138
 Datum ispitivanja: 29.09.1998.
 Snimio: GRUBIC, CORAK

U(V)	I(A)	P(W)	cos ϕ	f(Hz)
6897	90.8	36100	0.0332	50.08
6528.1	80.24	32950	0.0363	50.064
6297.7	75.28	31060	0.0378	50.055
5613.6	63.99	27290	0.0439	50.001
4754.5	52.64	23820	0.0549	49.997
4191.6	46.08	22200	0.0664	50.018
3510.9	37.84	20480	0.089	50.035
2930.6	31.61	19258	0.12	49.995
2352.1	25.84	18069	0.1716	50.005
1986.7	22.38	17352	0.2253	0

OTPOR NAMOTA

R(ohm)=0.04562

Thl(°C)=21

Tisp(°C)=37

IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA NAZIVNI NAPON

Un(V) =6300

Ion(A) =75.3

Pon(W) =31198.88 cos ϕ =0.03807

RAZRADA GUBITAKA PRAZNOG HODA NA NAZIVNOM NAPONU

Pmeh(W) =16171.6

Pfe(W) =14611.8

Pcu(W) =415.48

INTERPOLACIJSKI POLINOMI

broj tocaka za interpolaciju 500

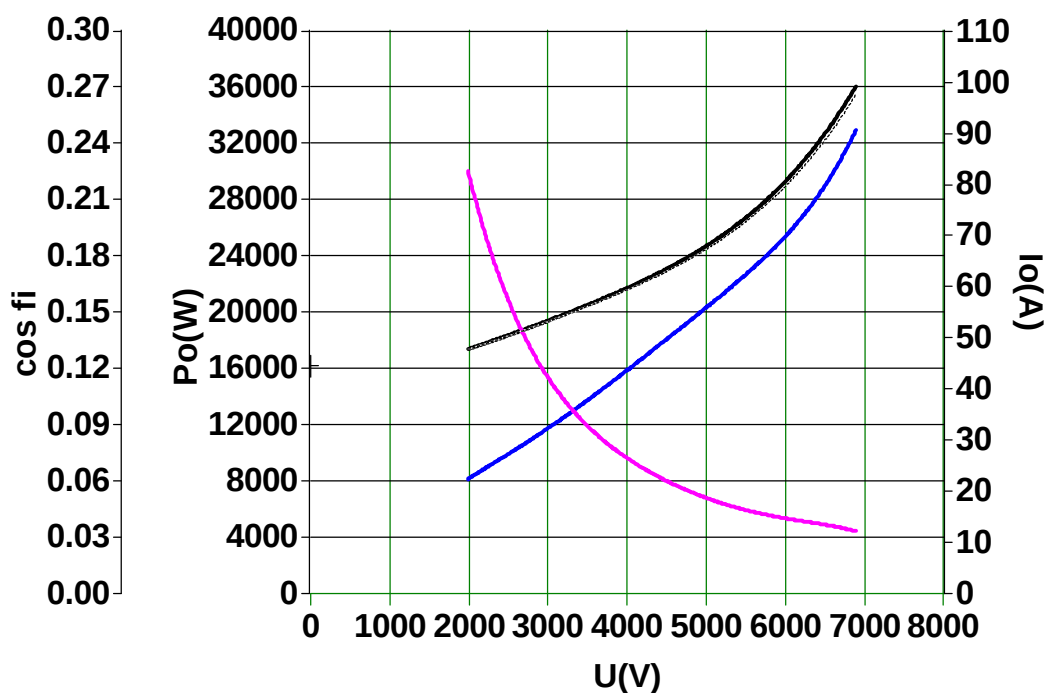
stupanj polinoma snage 4

stupanj polinoma struje 5

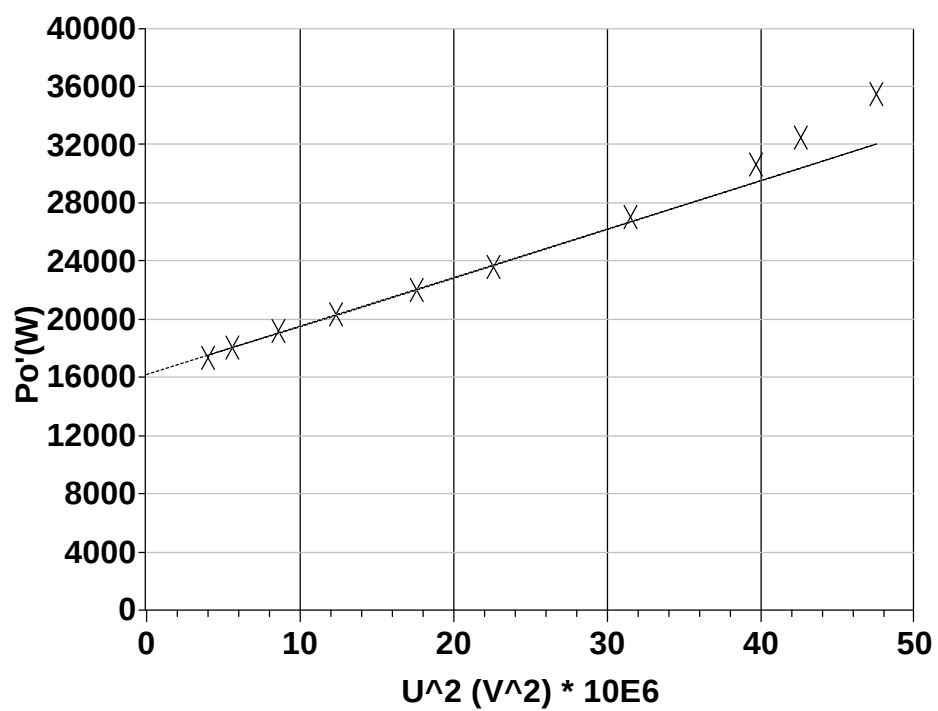
stupanj polinoma cos ϕ 5

KARAKTERISTIKA PRAZNOG HODA

— P_o gubici p.h.
 P_o' uži gubici p.h.
 — I_o struja p.h.
 — cos ϕ



EKSTRAPOLACIJA GUBITAKA PRAZNOG HODA



IZVJESTAJ ZA KRATKI SPOJ

20:31 Mar. 19, 2001

Objekt: ASINKRONI MOTOR 2
 Tip: KAVEZNI ROTOR
 Tv.broj: 000138
 Datum ispitivanja: 29.09.1998.
 Snimio: GRUBIC, CORAK

U(V)	I(A)	P(W)	cos ϕ	f(Hz)
1637.8	400.3	133290	0.1173	50.001
1540.7	370.5	115330	0.1165	50.015
1340.2	314.9	84320	0.1152	50.027
1133.8	262.5	58720	0.1138	49.995
983	226.25	43970	0.114	50.062
810	186.51	29870	0.114	50.007
574.7	132.5	15100	0.1144	49.976
415.2	96.34	8020	0.1157	50.054
323.7	75.86	4980	0.1171	50.08
216.6	51.91	2341	0.1201	0

IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA NAZIVNU STRUJU

$U_k(V)=1441.53$ $I_n(A)=343$ $P_k(W)=99435.64$ $\cos \phi = 0.11579$

STRUJA KRATKOG SPOJA NA NAZIVNOM NAPONU

$U_n(V)=6300$ $I_{kn}(A) = 1831.13$ $I_{kn} / I_n = 5.34$

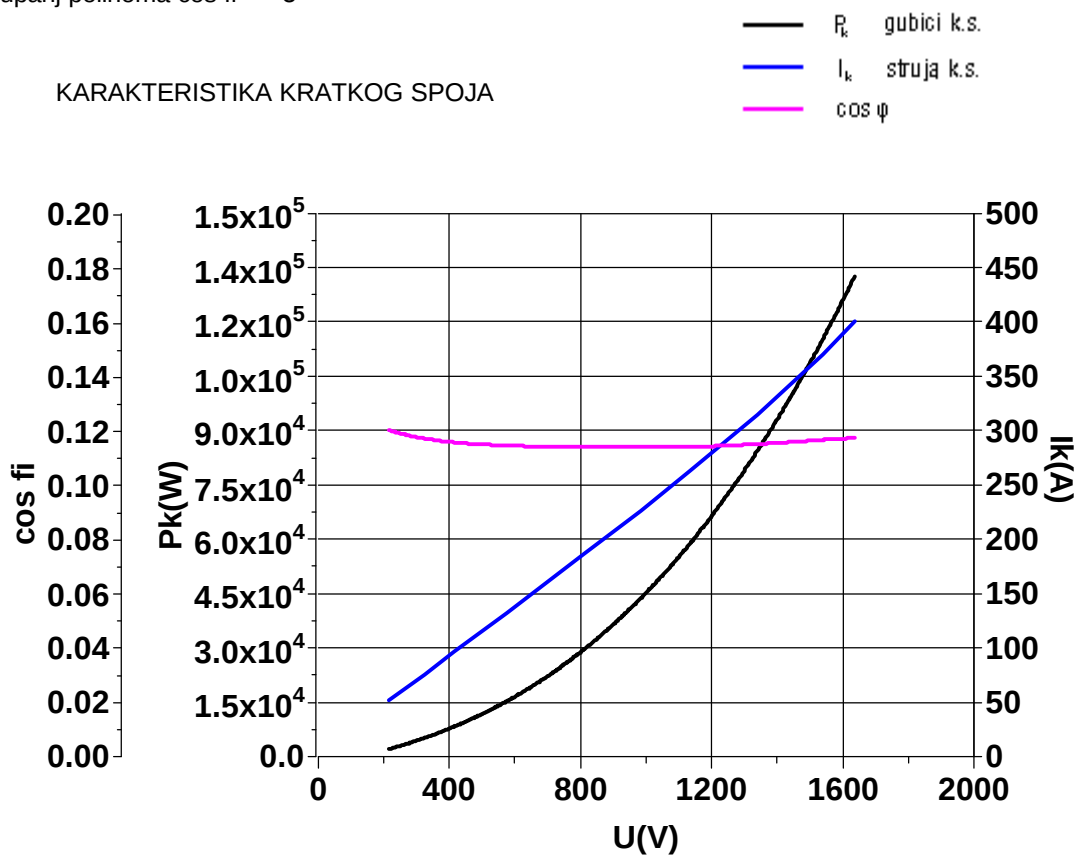
INTERPOLACIJSKI POLINOMI

broj tocaka za interpolaciju 500

stupanj polinoma snage 3

stupanj polinoma cos ϕ 5

KARAKTERISTIKA KRATKOG SPOJA



Objekt: ASINKRONI MOTOR 2
 Tip: KAVEZNI ROTOR
 Tv.broj: 000138
 Datum ispitivanja: 29.09.1998.
 Snimio: GRUBIC, CORAK

SNIMLJENE MJERNE TOCKE

U(V)	I1(A)	P1(kW)	cos fi	f(Hz)	n(o/min)
6199	222.8	2080.4	0.8697	50.004	996.6
6218.1	199.2	1842.4	0.8588	50.008	997
6255	188	1719.5	0.8483	49.994	997.2
6245.8	163.9	1465.2	0.8264	50.01	997.6
6257.9	147.3	1277.3	0.8	50	997.9
6275.2	116.16	900.8	0.7135	49.999	998.4
6273.5	104.53	742.2	0.6534	50	998.6

LINIJSKI OTPOR NAMOTA I TEMPERATURE

Rstat(ohm)=0.04562 Tshl(°C)=21 Tst(°C)=51.3 Trt(°C)=51.3 kl.iz. F

IZRACUNATE VRIJEDNOSTI

Pcu1(kW)	Pfe(kW)	Pg1(kW)	P2el(kW)	Pmeh(kW)	Pdod(kW)	Pg2(kW)
4.64	13.95	18.59	8.77	16.17	6.87	31.81
3.71	14.08	17.79	7.05	16.17	5.49	28.71
3.31	14.32	17.63	5.58	16.17	4.89	26.64
2.51	14.26	16.77	4.6	16.17	3.72	24.49
2.03	14.33	16.36	3.24	16.17	3	22.41
1.26	14.45	15.71	1.71	16.17	1.87	19.75
1.02	14.44	15.46	1.24	16.17	1.51	18.92

P(kW)	Pg(kW)	P1(kW)	eta(%)	n(o/min)	s(%)	M(kNm)
2030	50.4	2080.4	97.58	995.83	0.4254	20.11
1795.9	46.5	1842.4	97.48	996.3	0.3862	17.67
1675.23	44.27	1719.5	97.43	996.6	0.3277	16.28
1423.94	41.26	1465.2	97.18	997.02	0.3178	13.88
1238.53	38.77	1277.3	96.96	997.43	0.2567	12.02
865.34	35.46	900.8	96.06	998.05	0.1932	8.35
707.82	34.38	742.2	95.37	998.29	0.1711	6.83

IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA ZADANU SNAGU

P/Pn(%)	P(kW)	P1(kW)	eta(%)	cos fi
31.75	1000	1036.55	96.47	0.7508
47.62	1500	1542.03	97.27	0.8347
63.49	2000	2049.86	97.57	0.8686

P/Pn(%)	I1(A)	n(o/min)	s(%)	M(kNm)
31.75	126.96	998.23	0.193	9.57
47.62	171.04	997.49	0.267	14.36
63.49	219.73	996.65	0.3509	19.16

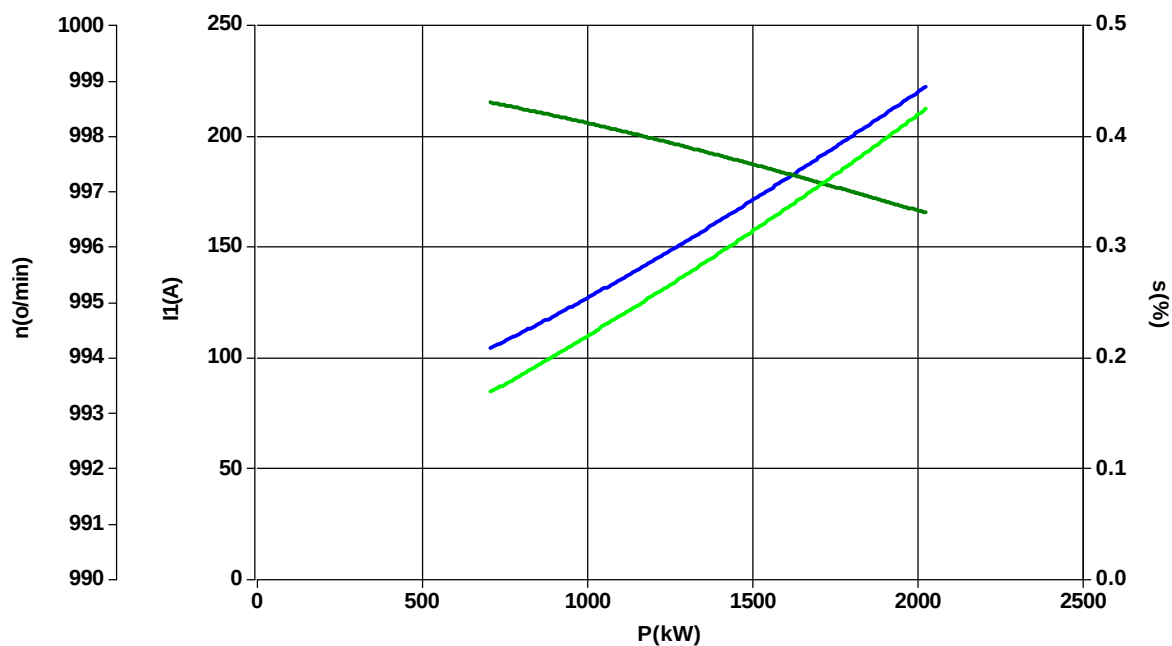
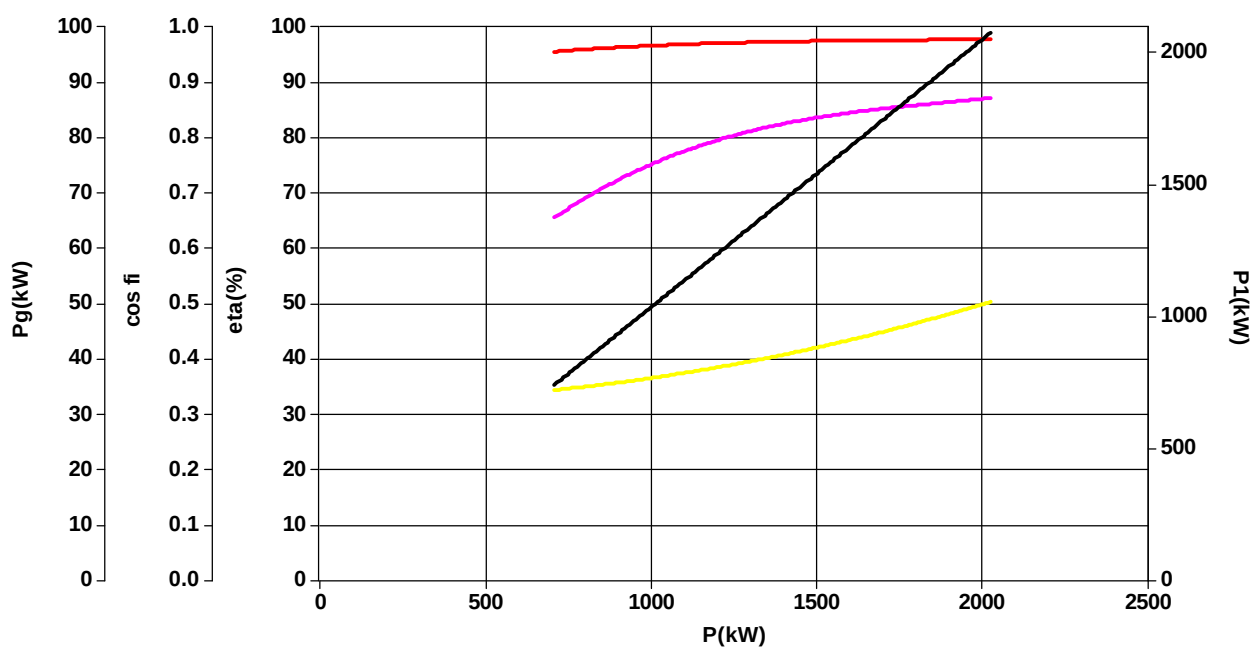
INTERPOLACIJSKI POLINOMI

broj tocaka za interpolaciju 200
 stupanj polinoma eta 3
 stupanj polinoma P1 3
 stupanj polinoma I1 3
 stupanj polinoma s 3

stupanj polinoma cos fi 3
 stupanj polinoma Pg 3
 stupanj polinoma n 3

— η korisnost
 — $\cos \varphi$
 — P_1 ulazna snaga
 — P_g gubici
 — I_1 struja
 — n brzina
 — s klizanje

KARAKTERISTIKE TERETA



PRILOG D: Dokumentacija programa u TESTPOINT®-u

Program Acq_PHKS.tst za prikupljanje podataka iz pokusa praznog hoda i kratkog spoja

Print options: all objects, panels=N, objectlists=Y, user-defined=N, action-lists=Y, comments=N, data-refs=N, settings=none

mjerjenje

Objects in panel "mjerjenje":

	NORMA		Poruka CRTANJE GRAFA
	Rucno upravljanje		CRTANJE GRAFA
	NORMA D 5255 M		graficki prikaz
	neprestano mjerenje		Poruka SPREMANJE
	Poruka OCITAJ		SPREMANJE
	OCITAJ		spremanje u datoteku
	ocitavanje		Podesenje stupcastog prikaza struje
	Poruka BRISI		bar grafovi
	BRISI		

Rucno upravljanje (mjerenje|Rucno upravljanje)

Action list for Pushbutton object "Rucno upravljanje":

- 1) Local NORMA all devices?=0

NORMA D 5255 M (mjerenje|NORMA D 5255 M)

Action list for Switch object "NORMA D 5255 M":

- 1) Set focus in mjerenje to object cu
- 2) Clear NORMA
- 3) Remote NORMA local lookout?=0
- 4) Output to NORMA with "MW3", term.=LF send EOI?=1
- 5) Output to NORMA with "RX", term.=LF send EOI?=1
- 6) Output to NORMA with "H0", term.=LF send EOI?=1
- 7) Output to NORMA with "NR 1", term.=LF send EOI?=1
- 8) Do loop Loop1 while NORMA D 5255 M is true (non-zero)
- 9) Calculate faktor u with a=cu
- 10) Output to NORMA with faktor u, term.=LF send EOI?=1
- 11) Calculate faktor i with a=ci
- 12) Output to NORMA with faktor i, term.=LF send EOI?=1
- 13) Output to NORMA with "du;di;dp;df;z.ai;bi;ci", term.=LF send EOI?=1
- 14) Enter from NORMA up to 256 bytes, stop on EOS=LF or EOI
- 15) Set U (V) to NORMA:NAPON
- 16) Set I (A) to NORMA:STRUJA
- 17) Set P (W) to NORMA:SNAGA
- 18) Set cos fi to NORMA:COS FI
- 19) Set f (Hz) to NORMA:FREQ
- 20) Set struja L1 to NORMA:I_R
- 21) Set struja L2 to NORMA:I_S
- 22) Set struja L3 to NORMA:I_T
- 23) End Loop1

OCITAJ (mjerenje|OCITAJ)

Action list for Pushbutton object "OCITAJ":

- 1) Output to NORMA with "H1", term.=LF send EOI?=1
- 2) Delay kasnjenje for 3 seconds
- 3) Output to NORMA with "du;di;dp;df;z", term.=LF send EOI?=1
- 4) Enter from NORMA up to 256 bytes, stop on EOS=LF or EOI
- 5) Append to naponi from NORMA:NAPON
- 6) Append to struje from NORMA:STRUJA
- 7) Append to snage from NORMA:SNAGA
- 8) Append to faktori snage from NORMA:COS FI
- 9) Append to frekvencije from NORMA:FREQ
- 10) Calculate snimljeni rezultati e=frekvencije
- 11) Set OCITANE MJERNE T to snimljeni rezultati
- 12) Output to NORMA with "H0", term.=LF send EOI?=1

BRISI (mjerenje|BRISI)

Action list for Pushbutton object "BRISI":

- 1) Calculate indeks predznadnjeg el with a=naponi
- 2) Calculate brisanje with a=naponi b=indeks predznadnjeg elementa
- 3) Clear naponi
- 4) Append to naponi from brisanje
- 5) Calculate brisanje with a=struje b=indeks predznadnjeg elementa
- 6) Clear struje
- 7) Append to struje from brisanje
- 8) Calculate brisanje with a=snage b=indeks predznadnjeg elementa
- 9) Clear snage
- 10) Store in snage from brisanje
- 11) Calculate brisanje with a=faktori snage b=indeks predznadnjeg elementa
- 12) Clear faktori snage
- 13) Store in faktori snage from brisanje
- 14) Calculate brisanje with a=frekvencije b=indeks predznadnjeg elementa
- 15) Clear frekvencije
- 16) Store in frekvencije from brisanje
- 17) Calculate snimljeni rezultati with a=naponi b=struje c=snage d=faktori snage e=frekvencije
- 18) Set OCITANE MJERNE T to snimljeni rezultati

CRTANJE GRAFA (mjerenje|CRTANJE GRAFA)

Action list for Pushbutton object "CRTANJE GRAFA":

- 1) Hide mjerenje
- 2) Show graficki prikaz
- 3) Draw graph $P=f(U)$ with naponi , snage
- 4) Draw graph $I=f(U)$ with naponi , struje
- 5) Draw graph $\cos \varphi=f(U)$ with naponi , faktori snage

SPREMANJE (mjerenje|SPREMANJE)

Action list for Pushbutton object "SPREMANJE":

- 1) Show spremanje u datoteku
- 2) Set focus in spremanje u datoteku to object Naziv ispitivanja:

Podesenje stupcastog prikaza struje (mjerenje|Podesenje stupcastog prikaza str

Action list for Pushbutton object "Podesenje stupcastog prikaza struje":

- 1) Show bar grafovi
- 2) Set focus in bar grafovi to object Imin(A)

neprestano mjerenje (mjerenje|neprestano mjerenje)

Objects in panel "neprestano mjerenje":

	Loop1		cos fi
	konstante napona i struje		f (Hz)
	U (V)		struja L1
	I (A)		struja L2
	P (W)		struja L3

konstante napona i struje (mjerenje|neprestano mjerenje|konstante napona i struje)

Objects in panel "konstante napona i struje":

	cu		ci
	faktor u		faktor i

ocitavanje (mjerenje|ocitavanje)

Objects in panel "ocitavanje":

	OCITANE MJERNE TOCKE		snage
	kasnjenje		faktori snage
	snimljeni rezultati		frekvencije
	naponi		indeks predznadnjeg elementa
	struje		brisanje

graficki prikaz (mjerenje|graficki prikaz)

Objects in panel "graficki prikaz":

	$P=f(U)$		$\cos \varphi=f(U)$
	$I=f(U)$		Natrag

Natrag

(\mjerenje\graficki prikaz\Natrag)

Action list for Pushbutton object "Natrag":

- 1) Hide graficki prikaz
- 2) Show mjerenje

spremanje u datoteku

(\mjerenje\spremanje u datoteku)

Objects in panel "spremanje u datoteku":



poruka za spremanje



podaci motora



Poruka za upis podataka



snimljeni podaci



File1



SPREMI



podaci ispitivanja



NATRAG

SPREMI

(\mjerenje\spremanje u datoteku\SPREMI)

Action list for Pushbutton object "SPREMI":

- 1) Calculate naziv rezultata
- 2) Calculate snimljeni rezultati with a=naponi b=struje c=snage d=faktori snage e=frekvencije
- 3) Show dialog File1
- 4) Open File1
- 5) Erase File1
- 6) Output to File1
- 7) Output to File1
- 8) Output to File1
- 9) Output to File1
- 10) Output to File1
- 11) Output to File1
- 12) Output to File1
- 13) Output to File1
- 14) Output to File1
- 15) Output to File1
- 16) Output to File1
- 17) Output to File1
- 18) Output to File1
- 19) Output to File1
- 20) Output to File1
- 21) Output to File1
- 22) Output to File1
- 23) Output to File1
- 24) Output to File1
- 25) Output to File1
- 26) Output to File1
- 27) Output to File1
- 28) Output to File1
- 29) Output to File1
- 30) Output to File1
- 31) Output to File1
- 32) Output to File1
- 33) Output to File1
- 34) Output to File1
- 35) Output to File1
- 36) Output to File1
- 37) Output to File1
- 38) Output to File1
- 39) Output to File1
- 40) Output to File1
- 41) Output to File1
- 42) Output to File1
- 43) Output to File1
- 44) Close File1
- with "NAZIV ISPITIVANJA", term.=CRLF
- with Naziv ispitivanja; term.=CRLF
- with "OBJEKT", term.=CRLF
- with Objekt; term.=CRLF
- with "TIP", term.=CRLF
- with Tip; term.=CRLF
- with "TV.BROJ", term.=CRLF
- with Tvornicki broj; term.=CRLF
- with "Un(V)", term.=CRLF
- with Un(V), term.=CRLF
- with "In(A)", term.=CRLF
- with In(A), term.=CRLF
- with "Pn(W)", term.=CRLF
- with Pn(W), term.=CRLF
- with "cos fi", term.=CRLF
- with cos fi, term.=CRLF
- with "n(o/min)", term.=CRLF
- with n (o/min), term.=CRLF
- with "2p", term.=CRLF
- with 2p, term.=CRLF
- with "KLASA IZOLACIJE", term.=CRLF
- with klasa izolacije, term.=CRLF
- with "TEMPERATURA OKOLINE (°C)", term.=CRLF
- with Temperatura okoline (°C), term.=CRLF
- with "SREDNJA VRIJEDNOST LINIJSKOG OTPORA STATORA (ohm)", term.=CRLF
- with Rl (ohm), term.=CRLF
- with "TEMPERATURA NA KOJOU JE IZMJEREN LINIJSKI OTPOR STATORA (°C)", term.=CRLF
- with Trmj (°C), term.=CRLF
- with "TEMPERATURA NAMOTA ZA VRIJEME ISPITIVANJA (°C)", term.=CRLF
- with Tisp (°C), term.=CRLF
- with "SNIMIO", term.=CRLF
- with Snmio; term.=CRLF
- with "DATUM", term.=CRLF
- with Datum ispitivanja; term.=CRLF
- with "NAPOMENE", term.=CRLF
- with Napomene; term.=CRLF
- with naziv rezultata, term.=CRLF
- with snimljeni rezultati, term.=CRLF

NATRAG

(\mjerenje\spremanje u datoteku\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide spremanje u datoteku
- 2) Show mjerenje

podaci ispitivanja

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja)

Objects in panel "podaci ispitivanja":



Poruka za ispitivanje



Tvornicki broj:



Naziv ispitivanja:



Napomene:



Objekt:



Snimio:



Tip:



Datum ispitivanja:

Naziv ispitivanja:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Naziv ispitivanja;)

Action list for Data-Entry object "Naziv ispitivanja:":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Objekt:

Objekt:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Objekt;)

Action list for Data-Entry object "Objekt:":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tip:

Tip:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Tip;)

Action list for Data-Entry object "Tip:":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tvornicki broj:

Tvornicki broj:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Tvornicki broj;)

Action list for Data-Entry object "Tvornicki broj:":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Snmio:

Napomene:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Napomene;)

Action list for Data-Entry object "Napomene:":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Un(V)

Snimio:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Snmio;)

Action list for Data-Entry object "Snmio:":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Datum ispitivanja:

Datum ispitivanja:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Datum ispitivanja;)

Action list for Data-Entry object "Datum ispitivanja:":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Napomene:

podaci motora

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora)

Objects in panel "podaci motora":



poruka za motor



cos fi



Un(V)



n (o/min)



In(A)



2p



Pn(W)



klasa izolacije

Un(V)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\Un(V))

Action list for Data-Entry object "Un(V)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object In(A)

In(A)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\In(A))

Action list for Data-Entry object "In(A)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Pn(W)

1.2.1

Pn(W)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\Pn(W))

Action list for Data-Entry object "Pn(W)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object n (o/min)

1.2.1

cos fi

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\cos fi)

Action list for Data-Entry object "cos fi":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object klasa izolacije

1.2.1

n (o/min)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\in (o/min))

Action list for Data-Entry object "n (o/min)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object 2p

1.2.1

2p

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\2p)

Action list for Data-Entry object "2p":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object cos fi

1.2.1

klasa izolacije

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\klasa izolacije)

Action list for Data-Entry object "klasa izolacije":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Temperatura okoline (°C)

snimljeni podaci

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci)

Objects in panel "snimljeni podaci":

1.2.1	Temperatura okoline (°C)	TEXT	poruka za temp ispitivanja
TEXT	poruka za otpor statora	1.2.1	Tisp (°C)
1.2.1	RI (ohm)		naziv rezultata
TEXT	poruka za temp otpora		snimljeni rezultati
1.2.1	Tmj (°C)		

1.2.1

Temperatura okoline (°C)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci\Temperatur

Action list for Data-Entry object "Temperatura okoline (°C)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object RI (ohm)

1.2.1

RI (ohm)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci\RI (ohm))

Action list for Data-Entry object "RI (ohm)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tmj (°C)

1.2.1

Tmj (°C)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci\Tmj (°C))

Action list for Data-Entry object "Tmj (°C)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tisp (°C)

1.2.1

Tisp (°C)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci\Tisp (°C))

Action list for Data-Entry object "Tisp (°C)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object SPREMI

bar grafovi

(\mjerenje\bar grafovi)

Objects in panel "bar grafovi":

1.2.1	Imin(A)	RUN	Natrag
1.2.1	Imax(A)		

1.2.1

Imin(A)

(\mjerenje\bar grafovi\Imin(A))

Action list for Data-Entry object "Imin(A)":

- 1) Set focus in bar grafovi to object Imax(A)

1.2.1

Imax(A)

(\mjerenje\bar grafovi\Imax(A))

Action list for Data-Entry object "Imax(A)":

- 1) Set focus in bar grafovi to object Natrag

RUN

Natrag

(\mjerenje\bar grafovi\Natrag)

Action list for Pushbutton object "Natrag":

- 1) Set struja L1(Min. value) to Imin(A)
- 2) Set struja L1(Max. value) to Imax(A)
- 3) Set struja L2(Min. value) to Imin(A)
- 4) Set struja L2(Max. value) to Imax(A)
- 5) Set struja L3(Min. value) to Imin(A)
- 6) Set struja L3(Max. value) to Imax(A)
- 7) Hide bar grafovi

Program Acq_TE.TST za prikupljanje podataka iz pokusa opterećenja

Print options: all objects, panels=N, objectlists=Y, user-defined=N, action-lists=Y, comments=N, data-refs=N, settings=none

mjerenje

Objects in panel "mjerenje":

	NORMA		Poruka PRORACUN GUBITAKA
	Rucno upravljanje		PRORACUN
	NORMA D 5255 M		gubici
	neprestano mjerenje		Poruka SPREMANJE
	Poruka OCITAJ		SPREMANJE
	OCITAJ		spremanje u datoteku
	ocitavanje		Podesenje stupcastog prikaza struje
	Poruka BRISI		bar grafovi
	BRISI		

Rucno upravljanje (mjerenje|Rucno upravljanje)

Action list for Pushbutton object "Rucno upravljanje":

- 1) Local NORMA all devices?=0

NORMA D 5255 M (mjerenje|NORMA D 5255 M)

Action list for Switch object "NORMA D 5255 M":

- 1) Set focus in mjerenje to object cu
- 2) Clear NORMA
- 3) Remote NORMA local lockout?=0
- 4) Output to NORMA with "MW3", term.=LF send EOI?=1
- 5) Output to NORMA with "RX", term.=LF send EOI?=1
- 6) Output to NORMA with "H0", term.=LF send EOI?=1
- 7) Output to NORMA with "NR1", term.=LF send EOI?=1
- 8) Do loop Loop1 while NORMA D 5255 M is true (non-zero)
- 9) Calculate faktor u with a=ou
- 10) Output to NORMA with faktor u, term.=LF send EOI?=1
- 11) Calculate faktor i with a=ci
- 12) Output to NORMA with faktor i, term.=LF send EOI?=1
- 13) Output to NORMA with "du;di;dp;dfz;ai;bi;ci", term.=LF send EOI?=1
- 14) Enter from NORMA up to 256 bytes, stop on EOS=LF or EOI
- 15) Calculate snaga kW with P=NORMA:SNAGA
- 16) Set U (V) to NORMA:NAPON
- 17) Set I (A) to NORMA:STRUJA
- 18) Set P (kW) to snaga kW
- 19) Set cos fi to NORMA:COS FI
- 20) Set f (Hz) to NORMA:FREQ
- 21) Set struja L1 to NORMA:I_R
- 22) Set struja L2 to NORMA:I_S
- 23) Set struja L3 to NORMA:I_T
- 24) End Loop1

OCITAJ (mjerenje|OCITAJ)

Action list for Pushbutton object "OCITAJ":

- 1) Output to NORMA with "H1", term.=LF send EOI?=1
- 2) Delay Time1 for 3 seconds
- 3) Output to NORMA with "du;di;dp;dfz", term.=LF send EOI?=1
- 4) Enter from NORMA up to 256 bytes, stop on EOS=LF or EOI
- 5) Calculate snaga kW with P=NORMA:SNAGA
- 6) Append to naponi from NORMA:NAPON
- 7) Append to struje from NORMA:STRUJA
- 8) Append to snage from snaga kW
- 9) Append to faktori snage from NORMA:COS FI
- 10) Append to frekvencije from NORMA:FREQ
- 11) Calculate ocitane tocke with a=naponi b=struje c=snage d=faktori snage e=frekvencije
- 12) Set OCITANE MJERNE T to ocitane tocke
- 13) Output to NORMA with "H0", term.=LF send EOI?=1

BRISI (mjerenje|BRISI)

Action list for Pushbutton object "BRISI":

- 1) Calculate indeks predzadnjeg el with a=naponi
- 2) Calculate brisanje with a=naponi b=indeks predzadnjeg elementa
- 3) Clear naponi
- 4) Append to naponi from brisanje
- 5) Calculate brisanje with a=struje b=indeks predzadnjeg elementa
- 6) Clear struje
- 7) Append to struje from brisanje
- 8) Calculate brisanje with a=snage b=indeks predzadnjeg elementa
- 9) Clear snage
- 10) Store in snage from brisanje
- 11) Calculate brisanje with a=faktori snage b=indeks predzadnjeg elementa
- 12) Clear faktori snage
- 13) Store in faktori snage from brisanje
- 14) Calculate brisanje with a=frekvencije b=indeks predzadnjeg elementa
- 15) Clear frekvencije
- 16) Store in frekvencije from brisanje
- 17) Calculate ocitane tocke with a=naponi b=struje c=snage d=faktori snage e=frekvencije
- 18) Set OCITANE MJERNE T to ocitane tocke

PRORACUN (mjerenje|PRORACUN)

Action list for Pushbutton object "PRORACUN":

- 1) Show gubici to object Pmeh(kW)
- 2) Set focus in gubici to ____
- 3) Set ulazna snaga P1 to ____
- 4) Set snaga na osovini P to ____
- 5) Set eta (%) to ____
- 6) Set cos fi to ____

SPREMANJE (mjerenje|SPREMANJE)

Action list for Pushbutton object "SPREMANJE":

- 1) Select Case1 A=Mjerenje brzine
- 2) When Case1 is 1
- 3) Calculate brojevi njihaja with NT=s-T21
- 4) Calculate vremena za njihaje with NT=s-T21
- 5) When Case1 is 0
- 6) Calculate brzine with n=n-T22
- 7) End Case1
- 8) Show spremanje u datoteku
- 9) Set Un(V) to Un(V)
- 10) Set In(A) to In(A)
- 11) Set Pn(kW) to Pn(kW)
- 12) Set cos fi to cos fi n
- 13) Set 2p to 2p
- 14) Set Ri (ohm) to Ri (ohm)
- 15) Set Tmj (°C) to Tmj (°C)
- 16) Set focus in spremanje u datoteku to object Naziv ispitivanja:

Podesenje stupcastog prikaza struje (mjerenje|Podesenje stupcastog prikaza str

Action list for Pushbutton object "Podesenje stupcastog prikaza struje":

- 1) Show bar grafovi

neprestano mjerenje (mjerenje|neprestano mjerenje)

Objects in panel "neprestano mjerenje":

	Loop1		cos fi
	konstante mjerenja		f (Hz)
	U (V)		struja L1
	I (A)		struja L2
	snaga kW		struja L3
	P (kW)		

konstante mjerenja (mjerenje|neprestano mjerenje|konstante mjerenja)

Objects in panel "konstante mjerenja":

	cu		ci
	faktor u		faktor i

ocitavanje (mjerenje|ocitavanje)

Objects in panel "ocitavanje":

	poruka za ocitane tocke		s-T21
	OCITANE MJERNE TOCKE		n-T22
	Mjerenje brzine		Time1
	Case1		ocitane tocke

Objects in panel "ocitavanje": ...continued

	indeks predzadnjeg elementa		faktori snage
	brisanje		frekvencije
	naponi		brzine
	struje		brojevi njihaja
	snage		vremena za njihaje

Mjerenje brzine

(\mjerenje\ocitavanje\Mjerenje brzine)

Action list for Selector object "Mjerenje brzine":

- 1) Select Case1 A=Mjerenje brzine
- 2) When Case1 is 1
- 3) Set s-T21(Visible) to 1
- 4) Set n-T22(Visible) to 0
- 5) When Case1 is 0
- 6) Set n-T22(Visible) to 1
- 7) Set s-T21(Visible) to 0
- 8) When Case1 is 2
- 9) Set s-T21(Visible) to 0
- 10) Set n-T22(Visible) to 0
- 11) End Case1

gubici

(\mjerenje\gubici)

Objects in panel "gubici":

	IZRACUNAJ		dodatni podaci za racunaje gubitaka
	racunanje velicina		prikaz proracunatih vrijednosti
	nazivni podaci motora		NATRAG

Objects in panel "racunanje velicina":

	indeks zadnjeg elementa		n
	Case2		s_klizanje
	P1		s_brzina
	I1		Pcu1
	cos fi		P2el
	f		Pdod
	N		P
	T		eta

nazivni podaci motora

(\mjerenje\gubici\nazivni podaci motora)

Objects in panel "nazivni podaci motora":

	Un(V)		cos fi n
	In(A)		2p
	Pn(kW)		poruka za nazivne podatke

Un(V)

(\mjerenje\gubici\nazivni podaci motora\Un(V))

Action list for Data-Entry object "Un(V)":

- 1) Set focus in gubici to object In(A)

In(A)

(\mjerenje\gubici\nazivni podaci motora\In(A))

Action list for Data-Entry object "In(A)":

- 1) Set focus in gubici to object Pn(kW)

IZRACUNAJ

(\mjerenje\gubici\IZRACUNAJ)

Action list for Pushbutton object "IZRACUNAJ":

- 1) Calculate indeks zadnjeg eleme
- 2) Calculate P1 with a=indeks zadnjeg elementa mt=OCITANE MJERNE TOCKE
- 3) Calculate I1 with a=indeks zadnjeg elementa mt=OCITANE MJERNE TOCKE
- 4) Calculate cos fi with a=indeks zadnjeg elementa mt=OCITANE MJERNE TOCKE
- 5) Calculate f with a=indeks zadnjeg elementa mt=OCITANE MJERNE TOCKE
- 6) Calculate Pcu1 with Tmax=Tmax (°C) Th=Tmj (°C) I=I1 R=RI (ohm)
- 7) Select Case2 a=Mjerenje brzine
- 8) When Case2 is 1
- 9) Calculate N with a=indeks zadnjeg elementa mt=s-T21
- 10) Calculate T with a=indeks zadnjeg elementa mt=s-T21
- 11) Calculate s_klizanje with Tmax=Tmax (°C) Tmj=Trot(°C) n=N T=T f=f
- 12) Calculate P2el with s=s_klizanje P1=P1 Pcu1=Pcu1 Pfe=Pfe(kW)
- 13) When Case2 is 0
- 14) Calculate n with a=indeks zadnjeg elementa mt=n-T22
- 15) Calculate s_brzina with Tmax=Tmax (°C) Tmj=Trot(°C) n=n f=f p=p2p
- 16) Calculate P2el with s=s_brzina P1=P1 Pcu1=Pcu1 Pfe=Pfe(kW)
- 17) End Case2
- 18) Calculate Pdod with Un=Un(V) ln=ln(A) pfn=cos fi n I=I1
- 19) Calculate P with P1=P1 Pcu1=Pcu1 Pfe=Pfe(kW) P2el=P2el Pm=Pmeh(kW) Pd=Pdod with P=P P1=P1
- 20) Calculate eta
- 21) Set ulazna snaga P1 to P1
- 22) Set snaga na osovini P to P
- 23) Set eta (%) to eta
- 24) Set cos fi to cos fi

NATRAG

(\mjerenje\gubici\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide gubici

racunanje velicina

(\mjerenje\gubici\racunanje velicina)

Pn(kW)

(\mjerenje\gubici\nazivni podaci motora\Pn(kW))

Action list for Data-Entry object "Pn(kW)":

- 1) Set focus in gubici to object cos fi n

cos fi n

(\mjerenje\gubici\nazivni podaci motora\cos fi n)

Action list for Data-Entry object "cos fi n":

- 1) Set focus in gubici to object 2p

2p

(\mjerenje\gubici\nazivni podaci motora\2p)

Action list for Data-Entry object "2p":

- 1) Set focus in gubici to object Pmeh(kW)

dodatni podaci za racunaje gubitaka

(\mjerenje\gubici\dodatni podaci za racunaje

Objects in panel "dodatni podaci za racunaje gubitaka":

	poruka za dodatne podatke		Tmj (°C)
	poruka za mehanicke gubitke		poruka za temp ispitivanja
	Pmeh(kW)		Tstat (°C)
	poruka za gubitke u zeljezu		poruka za temp ispitivanja 1
	Pfe(kW)		Trot(°C)
	poruka za otpor statora		poruka za maksimalnu temperaturu
	RI (ohm)		Tmax (°C)
	poruka za temp otpora		

Pmeh(kW)

(\mjerenje\gubici\dodatni podaci za racunaje gubitaka\Pmeh(kW))

Action list for Data-Entry object "Pmeh(kW)":

- 1) Set focus in gubici to object Pfe(kW)

 **Pfe(kW)** (mjerenje\gubici\podatni podaci za racunaje gubitaka\Pfe(kW))

Action list for Data-Entry object "Pfe(kW)":

- 1) Set focus in gubici to object RI (ohm)

 **RI (ohm)** (mjerenje\gubici\podatni podaci za racunaje gubitaka\RI (ohm))

Action list for Data-Entry object "RI (ohm)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tmj (°C)

 **Tmj (°C)** (mjerenje\gubici\podatni podaci za racunaje gubitaka\Tmj (°C))

Action list for Data-Entry object "Tmj (°C)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tstat (°C)

 **Tstat (°C)** (mjerenje\gubici\podatni podaci za racunaje gubitaka\Tstat (°C))

Action list for Data-Entry object "Tstat (°C)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Trot(°C)

 **Trot(°C)** (mjerenje\gubici\podatni podaci za racunaje gubitaka\Trot(°C))

Action list for Data-Entry object "Trot(°C)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tmax (°C)

 **Tmax (°C)** (mjerenje\gubici\podatni podaci za racunaje gubitaka\Tmax (°C))

Action list for Data-Entry object "Tmax (°C)":

- 1) Set focus in gubici to object IZRACUNAJ

 **prikaz proracunatih vrijednosti** (mjerenje\gubici\prikaz proracunatih vrijednosti)

Objects in panel "prikaz proracunatih vrijednosti":

 poruka za proracunate podatke	 eta (%)
 ulazna snaga P1	 cos fi
 snaga na osovini P	

 **spremanje u datoteku** (mjerenje\spremanje u datoteku)

Objects in panel "spremanje u datoteku":

 poruka za spremanje	 naziv rezultata N,T
 Poruka za upis podataka	 podaci ispitivanja
 File1	 podaci motora
 snimljeni rezultati n	 snimljeni podaci
 snimljeni rezultati N,T	 SPREMI
 naziv rezultata n	 NATRAG

 **SPREMI** (mjerenje\spremanje u datoteku\SPREMI)

Action list for Pushbutton object "SPREMI":

- | | | |
|----------------|-------------------------|--|
| 1) Select | Case1 | A=Mjerenje brzine |
| 2) When | Case1 | is 1 |
| 3) Calculate | naziv rezultata N,T | |
| 4) Calculate | snimljeni rezultati N,T | with a=naponi b=struje c=snage d=faktori snage
e=frekvencije f=brojevi njihaja g=vremena za njihaje
is 0 |
| 5) When | Case1 | |
| 6) Calculate | naziv rezultata n | |
| 7) Calculate | snimljeni rezultati n | with a=naponi b=struje c=snage d=faktori snage
e=frekvencije f=brzine |
| 8) End | Case1 | |
| 9) Show dialog | File1 | |
| 10) Open | File1 | |
| 11) Erase | File1 | |
| 12) Output to | File1 | with Mjerenje brzine, term.=CRLF |
| 13) Output to | File1 | with "NAZIV ISPITIVANJA", term.=CRLF |
| 14) Output to | File1 | with Naziv ispitivanja;, term.=CRLF |
| 15) Output to | File1 | with "OBJEKT", term.=CRLF |
| 16) Output to | File1 | with Objekt., term.=CRLF |
| 17) Output to | File1 | with "TIP", term.=CRLF |
| 18) Output to | File1 | with Tip., term.=CRLF |
| 19) Output to | File1 | with "TV.BROJ", term.=CRLF |
| 20) Output to | File1 | with Tvornicki broj., term.=CRLF |
| 21) Output to | File1 | with "Un(V)", term.=CRLF |
| 22) Output to | File1 | with Un(V), term.=CRLF |
| 23) Output to | File1 | with "In(A)", term.=CRLF |
| 24) Output to | File1 | with In(A), term.=CRLF |
| 25) Output to | File1 | with "Pn(kW)", term.=CRLF |
| 26) Output to | File1 | with Pn(kW), term.=CRLF |
| 27) Output to | File1 | with "cos fi", term.=CRLF |
| 28) Output to | File1 | with cos fi, term.=CRLF |
| 29) Output to | File1 | with "n(o/min)", term.=CRLF |
| 30) Output to | File1 | with n (o/min), term.=CRLF |
| 31) Output to | File1 | with "Zp", term.=CRLF |
| 32) Output to | File1 | with Zp, term.=CRLF |
| 33) Output to | File1 | with "KLASA IZOLACIJE", term.=CRLF |
| 34) Output to | File1 | with klasa izolacije, term.=CRLF |
| 35) Output to | File1 | with "TEMPERATURA OKOLINE", term.=CRLF |
| 36) Output to | File1 | with Temperatura okoline (°C), term.=CRLF |
| 37) Output to | File1 | with "SREDNJA VRIJEDNOST LINUSKOG OTPORA
STATORSKOG NAMOTA (ohm)", term.=CRLF |
| 38) Output to | File1 | with RI (ohm), term.=CRLF |
| 39) Output to | File1 | with "TEMPERATURA NA KOJOJ JE IZMJEREN
LINIUSKI OTPOR STATORSKOG NAMOTA (°C)",
term.=CRLF |
| 40) Output to | File1 | with Tmj (°C), term.=CRLF |
| 41) Output to | File1 | with "TEMPERATURA STATORSKOG NAMOTA ZA
VRIJEME ISPITIVANJA (°C)", term.=CRLF |
| 42) Output to | File1 | with Tstat (°C), term.=CRLF |
| 43) Output to | File1 | with "TEMPERATURA ROTORSKOG NAMOTA ZA
VRIJEME ISPITIVANJA (°C)", term.=CRLF |
| 44) Output to | File1 | with Trot(°C), term.=CRLF |
| 45) Output to | File1 | with "SNIMIO", term.=CRLF |
| 46) Output to | File1 | with Snimio., term.=CRLF |
| 47) Output to | File1 | with "DATUM", term.=CRLF |
| 48) Output to | File1 | with Datum ispitivanja;, term.=CRLF |

Action list for Pushbutton object "SPREMI": ...continued

- | | | |
|---------------|-------|--|
| 49) Output to | File1 | with "NAPOMENA", term.=CRLF |
| 50) Output to | File1 | with Napomene;, term.=CRLF |
| 51) Select | Case1 | A=Mjerenje brzine |
| 52) When | Case1 | is 1 |
| 53) Output to | File1 | with naziv rezultata N,T, term.=CRLF |
| 54) Output to | File1 | with snimljeni rezultati N,T, term.=CRLF |
| 55) When | Case1 | is 0 |
| 56) Output to | File1 | with naziv rezultata n, term.=CRLF |
| 57) Output to | File1 | with snimljeni rezultati n, term.=CRLF |
| 58) End | Case1 | |
| 59) Close | File1 | |

 **NATRAG** (mjerenje\spremanje u datoteku\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide spremanje u datoteku
2) Show mjerenje

 **podaci ispitivanja** (mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja)

Objects in panel "podaci ispitivanja":

 Poruka za ispitivanje	 Tvornicki broj:
 Naziv ispitivanja:	 Napomene:
 Objekt:	 Snimio:
 Tip:	 Datum ispitivanja:

 **Naziv ispitivanja:** (mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Naziv ispitivanja:)

Action list for Data-Entry object "Naziv ispitivanja:"

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Objekt:

 **Objekt:** (mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Objekt:)

Action list for Data-Entry object "Objekt:"

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tip:

1.2.1

Tip:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Tip:)

Action list for Data-Entry object "Tip:"

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tvornicki broj:

1.2.1

Tvornicki broj:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Tvornicki broj:)

Action list for Data-Entry object "Tvornicki broj:"

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Snimio:

1.2.1

Napomene:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Napomene:)

Action list for Data-Entry object "Napomene:"

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Un(V)

1.2.1

Snimio:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Snimio:)

Action list for Data-Entry object "Snimio:"

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Datum ispitivanja:

1.2.1

Datum ispitivanja:

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci ispitivanja\Datum ispitivanja:)

Action list for Data-Entry object "Datum ispitivanja:"

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Napomene:

podaci motora

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora)

Objects in panel "podaci motora":

1.2.1 poruka za motor	1.2.1 cos fi
1.2.1 Un(V)	1.2.1 n (o/min)
1.2.1 In(A)	1.2.1 2p
1.2.1 Pn(kW)	1.2.1 klasa izolacije

1.2.1

Un(V)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\Un(V))

Action list for Data-Entry object "Un(V)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object In(A)

1.2.1

In(A)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\In(A))

Action list for Data-Entry object "In(A)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Pn(kW)

1.2.1

Pn(kW)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\Pn(kW))

Action list for Data-Entry object "Pn(kW)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object n (o/min)

1.2.1

cos fi

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\cos fi)

Action list for Data-Entry object "cos fi":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object klasa izolacije

1.2.1

n (o/min)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\In (o/min))

Action list for Data-Entry object "n (o/min)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object 2p

1.2.1

2p

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\2p)

Action list for Data-Entry object "2p":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object cos fi

1.2.1

klasa izolacije

(\mjerenje\spremanje u datoteku\podaci motora\klasa izolacije)

Action list for Data-Entry object "klasa izolacije":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Temperatura okoline (°C)

snimljeni podaci

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci)

Objects in panel "snimljeni podaci":

1.2.1 Temperatura okoline (°C)	TEXT poruka za temp ispitivanja
TEXT poruka za otpor statora	1.2.1 Tstat (°C)
1.2.1 RI (ohm)	TEXT oruka za temp ispitivanja 1
TEXT poruka za temp otpora	1.2.1 Trot(°C)
1.2.1 Tmj (°C)	

1.2.1

Temperatura okoline (°C)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci\Temperatur

Action list for Data-Entry object "Temperatura okoline (°C)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object RI (ohm)

1.2.1

RI (ohm)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci\RI (ohm))

Action list for Data-Entry object "RI (ohm)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tmj (°C)

1.2.1

Tmj (°C)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci\Tmj (°C))

Action list for Data-Entry object "Tmj (°C)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Tstat (°C)

1.2.1

Tstat (°C)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci\Tstat (°C))

Action list for Data-Entry object "Tstat (°C)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object Trot(°C)

1.2.1

Trot(°C)

(\mjerenje\spremanje u datoteku\snimljeni podaci\Trot(°C))

Action list for Data-Entry object "Trot(°C)":

- 1) Set focus in spremanje u datoteku to object SPREMI

bar grafovi

(\mjerenje\bar grafovi)

Objects in panel "bar grafovi":

1.2.1 Imin(A)	RUN NATRAG
1.2.1 Imax(A)	

1.2.1

Imin(A)

(\mjerenje\bar grafovi\Imin(A))

Action list for Data-Entry object "Imin(A)":

- 1) Set focus in bar grafovi to object Imax(A)

1.2.1

Imax(A)

(\mjerenje\bar grafovi\Imax(A))

Action list for Data-Entry object "Imax(A)":

- 1) Set focus in bar grafovi to object NATRAG

RUN

NATRAG

(\mjerenje\bar grafovi\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Set struja L1(Min. value) to Imin(A)
- 2) Set struja L1(Max. value) to Imax(A)
- 3) Set struja L2(Min. value) to Imin(A)
- 4) Set struja L2(Max. value) to Imax(A)
- 5) Set struja L3(Min. value) to Imin(A)
- 6) Set struja L3(Max. value) to Imax(A)
- 7) Hide bar grafovi

**Program *Obrada PHKSTE.TST* za obradu podataka iz pokusa
praznog hoda, kratkog spoja i opterećenja**

Print options: all objects, panels=N, objectlists=Y, user-defined=N, action-lists=Y, comments=N, data-refs=N, settings=none

 glavni prozor

Objects in panel "glavni prozor":

-  TEXT1
-  TEXT2
-  TEXT3
-  maximum
-  minimum
-  OBRADA PRAZNOG HODA
-  PRAZNI HOD
-  OBRADA KRATKOG SPOJA
-  KRATKI SPOJ
-  OBRADA OPTERECENJA
-  OPTERECENJE

 OBRADA PRAZNOG HODA (\\glavni prozor\OBRADA PRAZNOG HODA)

Action list for Pushbutton object "OBRADA PRAZNOG HODA":

- 1) Hide glavni prozor
- 2) Show PRAZNI HOD
- 3) Set focus in PRAZNI HOD to object UCITAVANJE

 OBRADA KRATKOG SPOJA (\\glavni prozor\OBRADA KRATKOG SPOJA)

Action list for Pushbutton object "OBRADA KRATKOG SPOJA":

- 1) Hide glavni prozor
- 2) Show KRATKI SPOJ
- 3) Set focus in KRATKI SPOJ to object UCITAVANJE

 OBRADA OPTERECENJA (\\glavni prozor\OBRADA OPTERECENJA)

Action list for Pushbutton object "OBRADA OPTERECENJA":

- 1) Hide glavni prozor
- 2) Show OPTERECENJE

 UCITAVANJE (\\glavni prozor\PRAZNI HOD\UCITAVANJE)

Action list for Pushbutton object "UCITAVANJE":

- 1) Show dialog File1
- 2) Open File1
- 3) Input from File1 up to 32768 "bytes", stopping at ____
- 4) Close File1
- 5) Set NAZIV ISPITIVANJA to File1.naziv ispitivanja
- 6) Set OBJEKT to File1.ime objekta
- 7) Set TIP to File1.vrsta tipa
- 8) Set BROJ to File1.tvorn.broj
- 9) Set DATUM to File1.datum mjerenja
- 10) Set SNIMIO to File1.snimatelj
- 11) Set SNIMLJENI PODACI to File1.mjerne tocke
- 12) Calculate indeks zadnjeg eleme with a=SNIMLJENI PODACI
- 13) Calculate transponiranje polja with a=SNIMLJENI PODACI
- 14) Calculate napon with a=transponiranje polja b=indeks zadnjeg elementa polja
- 15) Calculate struja with a=transponiranje polja b=indeks zadnjeg elementa polja
- 16) Calculate snaga with a=transponiranje polja b=indeks zadnjeg elementa polja
- 17) Calculate cos fi with a=transponiranje polja b=indeks zadnjeg elementa polja
- 18) Calculate frekva with a=transponiranje polja b=indeks zadnjeg elementa polja
- 19) Draw graph snimljene tocke prazn with napon , snaga , napon , struja , napon , cos fi
- 20) Set focus in PRAZNI HOD to object st.polinoma snage
- 21) Calculate maximum with a=napon
- 22) Set U(V) to maximum
- 23) Calculate maximum with a=snaga
- 24) Set P(W) to maximum
- 25) Calculate maximum with a=struja
- 26) Set I(A) to maximum
- 27) Calculate maximum with a=cos fi
- 28) Set cos fi to maximum

 PRAZNI HOD (\\glavni prozor\PRAZNI HOD)

Objects in panel "PRAZNI HOD":

-  NATRAG
-  UCITAVANJE
-  podaci praznog hoda
-  INTERPOLACIJA
-  interpolacija praznog hoda
-  snimljene tocke praznog hoda
-  legenda
-  Podesenje grafa
-  podesi graf
-  OBRADA PODATAKA
-  racunanje ph podataka

 NATRAG (\\glavni prozor\PRAZNI HOD\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide PRAZNI HOD
- 2) Show glavni prozor

 INTERPOLACIJA (\\glavni prozor\PRAZNI HOD\INTERPOLACIJA)

Action list for Pushbutton object "INTERPOLACIJA":

- 1) Calculate indeks zadnjeg eleme with a=SNIMLJENI PODACI
- 2) Calculate transponiranje polja with a=SNIMLJENI PODACI
- 3) Calculate napon with a=transponiranje polja b=indeks zadnjeg elementa polja
- 4) Calculate struja with a=transponiranje polja b=indeks zadnjeg elementa polja
- 5) Calculate snaga with a=transponiranje polja b=indeks zadnjeg elementa polja
- 6) Calculate cos fi with a=transponiranje polja b=indeks zadnjeg elementa polja
- 7) Calculate frekva with a=transponiranje polja b=indeks zadnjeg elementa polja
- 8) Calculate korak rampe with a=napon b=indeks zadnjeg elementa polja c=broj tocaka za interpolaciju
- 9) Calculate rampa napona with a=napon b=indeks zadnjeg elementa polja c=korak rampe
- 10) Calculate koeficijenti snage with a=rampa napona b=koeficijenti snage
- 11) Calculate inter snaga with a=rampa napona b=koeficijenti snage
- 12) Calculate koeficijenti struje with a=napon b=struja c=st.polinoma struje
- 13) Calculate inter struja with a=rampa napona b=koeficijenti struje
- 14) Calculate koeficijenti cos fi with a=napon b=cos fi c=st.polinoma cos fi
- 15) Calculate inter cos fi with a=rampa napona b=koeficijenti cos fi
- 16) Draw graph snimljene tocke prazni with napon , snaga , napon , struja , napon , cos fi , rampa napona , inter snaga , rampa napona , inter struja , rampa napona , inter cos fi

 Podesenje grafa (\\glavni prozor\PRAZNI HOD\Podesenje grafa)

Action list for Pushbutton object "Podesenje grafa":

- 1) Set snimljene tocke prazn to "X"
- 2) Set U(V) min to snimljene tocke praznog hoda(From)
- 3) Set U(V) max to snimljene tocke praznog hoda(To)
- 4) Set U(V) podjela to snimljene tocke praznog hoda(Step)
- 5) Set snimljene tocke prazn to "Y1"
- 6) Set P(W) min to snimljene tocke praznog hoda(From)
- 7) Set P(W) max to snimljene tocke praznog hoda(To)
- 8) Set P(W) podjela to snimljene tocke praznog hoda(Step)
- 9) Set snimljene tocke prazn to "Y2"
- 10) Set I(A) min to snimljene tocke praznog hoda(From)
- 11) Set I(A) max to snimljene tocke praznog hoda(To)
- 12) Set I(A) podjela to snimljene tocke praznog hoda(Step)
- 13) Set snimljene tocke prazn to "Y3"
- 14) Set cos fi min to snimljene tocke praznog hoda(From)
- 15) Set cos fi max to snimljene tocke praznog hoda(To)
- 16) Set cos fi podjela to snimljene tocke praznog hoda(Step)
- 17) Show podesi graf
- 18) Set focus in podesi graf to object U(V) min

RUN

OBRADA PODATAKA

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\OBRADA PODATAKA)

Action list for Pushbutton object "OBRADA PODATAKA":

- 1) Show

racunanje ph podatak

to object Un(V)
- 2) Set focus in

racunanje ph podatak

to File1:nazivni napon
- 3) Set

Un(V)

to File1:sr vrij otpora faz
- 4) Set

Rhl (ohm)

to File1:temp mj otpora
- 5) Set

T_hladno (°C)

to File1:temp ispitivanja
- 6) Set

T_toplo (°C)

to File1:ime objekta
- 7) Set

OBJEKT

to File1:vrsta tipa
- 8) Set

TIP

to File1:tvorn.broj
- 9) Set

BROJ

to File1:datum mjerenja
- 10) Set

DATUM

to SNIMLJENI PODACI
- 11) Set

MJERNE TOCKE

podaci praznog hoda

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\podaci praznog hoda)

Objects in panel "podaci praznog hoda":

File1

1.2.1

BROJ

NAZIV ISPITIVANJA

1.2.1

DATUM

OBJEKT

1.2.1

SNIMIO

TIP

1.2.1

SNIMLJENI PODACI

interpolacija praznog hoda

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\interpolacija praznog hoda)

Objects in panel "interpolacija praznog hoda":

priprema polja za obradu p.h.

1.2.1

broj tocaka za interpolaciju

1.2.1

st.polinoma snage

1.2.1

st.polinoma struje

1.2.1

st.polinoma cos fi

korak rampe

1.2.1

st.polinoma cos fi

rampa napona

1.2.1

st.polinoma cos fi

1.2.1

koeficijenti snage

1.2.1

koeficijenti struje

1.2.1

koeficijenti cos fi

1.2.1

koeficijenti Po'

1.2.1

inter snaga

1.2.1

inter struja

1.2.1

inter cos fi

podesi graf

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf)

Objects in panel "podesi graf":

TEXT

poruka za max vrijednosti

1

MAX

cos fi

U

NATRAG

P

Objects in panel "interpolacija praznog hoda": ...continued

inter Po'

1.2.1

broj tocaka za interpolaciju

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\interpolacija praznog hoda\broj tocaka za interpolaciju)

Action list for Data-Entry object "broj tocaka za interpolaciju":

- 1) Set focus in PRAZNI HOD to object st.polinoma snage

1.2.1

st.polinoma snage

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\interpolacija praznog hoda\st.polinoma snage)

Action list for Data-Entry object "st.polinoma snage":

- 1) Set focus in PRAZNI HOD to object st.polinoma struje

1.2.1

st.polinoma struje

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\interpolacija praznog hoda\st.polinoma struje)

Action list for Data-Entry object "st.polinoma struje":

- 1) Set focus in PRAZNI HOD to object st.polinoma cos fi

1.2.1

st.polinoma cos fi

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\interpolacija praznog hoda\st.polinoma cos fi)

Action list for Data-Entry object "st.polinoma cos fi":

- 1) Set focus in PRAZNI HOD to object INTERPOLACIJA

priprema polja za obradu p.h.

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\interpolacija praznog hoda\priprema polja za obradu p.h.)

Objects in panel "priprema polja za obradu p.h.":

indeks zadnjeg elementa polja

snaga

transponiranje polja

cos fi

napon

frekva

struja

Po'

RUN

NATRAG

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Set snimljene tocke prazn to "X"
- 2) Set snimljene tocke prazn to U(V) min
- 3) Set snimljene tocke prazn to U(V) max
- 4) Set snimljene tocke prazn to U(V) podjela
- 5) Set Karakteristika praznog to "X"
- 6) Set Karakteristika praznog to U(V) min
- 7) Set Karakteristika praznog to U(V) max
- 8) Set Karakteristika praznog to U(V) podjela
- 9) Set snimljene tocke prazn to "Y1"
- 10) Set snimljene tocke prazn to P(W) min
- 11) Set snimljene tocke prazn to P(W) max
- 12) Set snimljene tocke prazn to P(W) podjela
- 13) Set Karakteristika praznog to "Y1"
- 14) Set Karakteristika praznog to P(W) min
- 15) Set Karakteristika praznog to P(W) max
- 16) Set Karakteristika praznog to P(W) podjela
- 17) Set snimljene tocke prazn to "Y2"
- 18) Set snimljene tocke prazn to I(A) min
- 19) Set snimljene tocke prazn to I(A) max
- 20) Set snimljene tocke prazn to I(A) podjela
- 21) Set Karakteristika praznog to "Y2"
- 22) Set Karakteristika praznog to I(A) min
- 23) Set Karakteristika praznog to I(A) max
- 24) Set Karakteristika praznog to I(A) podjela
- 25) Set snimljene tocke prazn to "Y3"
- 26) Set snimljene tocke prazn to cos fi min
- 27) Set snimljene tocke prazn to cos fi max
- 28) Set snimljene tocke prazn to cos fi podjela
- 29) Set Karakteristika praznog to "Y3"
- 30) Set Karakteristika praznog to cos fi min
- 31) Set Karakteristika praznog to cos fi max
- 32) Set Karakteristika praznog to cos fi podjela
- 33) Set Uzi gubici praznog ho to "Y1"
- 34) Set Uzi gubici praznog ho to P(W) min
- 35) Set Uzi gubici praznog ho to P(W) max
- 36) Set Uzi gubici praznog ho to P(W) podjela
- 37) Hide podesi graf

MAX

(\glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\MAX)

Objects in panel "MAX":

1.2.1

U(V)

1.2.1

I(A)

1.2.1

P(W)

1.2.1

cos fi

 U (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\U)

Objects in panel "U":

 **U(V) min**

 **U(V) podjela**

 **U(V) max**

 U(V) min (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\U\U(V) min)

Action list for Data-Entry object "U(V) min":

- 1) Set focus in podesi graf to object U(V) max

 U(V) max (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\U\U(V) max)

Action list for Data-Entry object "U(V) max":

- 1) Set focus in podesi graf to object U(V) podjela

 U(V) podjela (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\U\U(V) podjela)

Action list for Data-Entry object "U(V) podjela":

- 1) Set focus in podesi graf to object P(W) min

 P (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\P)

Objects in panel "P":

 **P(W) min**

 **P(W) podjela**

 **P(W) max**

 P(W) min (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\P\P(W) min)

Action list for Data-Entry object "P(W) min":

- 1) Set focus in podesi graf to object P(W) max

 P(W) max (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\P\P(W) max)

Action list for Data-Entry object "P(W) max":

- 1) Set focus in podesi graf to object P(W) podjela

 cos fi max (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\cos fi\cos fi max)

Action list for Data-Entry object "cos fi max":

- 1) Set focus in podesi graf to object cos fi podjela

 cos fi podjela (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\cos fi\cos fi podjela)

Action list for Data-Entry object "cos fi podjela":

- 1) Set focus in podesi graf to object NATRAG

 racunanje ph podataka (glavni prozor\PRAZNI HOD\racunanje ph podataka)

Objects in panel "racunanje ph podataka":

 **Podesenje grafa**

 **Karakteristika praznog hoda**

 **IZRACUNAVANJE**

 **legenda za prazni hod**

 **podaci motora i mjerenja p.h.**

 **IZVJESTAJ**

 **prikaz izracunatih parametara p.h.**

 **izvjestaj za prazni hod**

 **racunanje parametara kod Un p.h.**

 **ISPIS GRAFA**

 **racunanje snaga p.h.**

 **grafovi praznog hoda**

 **Ekstrapolacija gubitaka praznog hoda**

 **SPREMANJE**

 **Zatvori**

 **spremanje u datoteku**

 **Uzi gubici praznog hoda**

 **NATRAG**

 P(W) podjela (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\P\P(W) podjela)

Action list for Data-Entry object "P(W) podjela":

- 1) Set focus in podesi graf to object I(A) min

 I (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\I)

Objects in panel "I":

 **I(A) min**

 **I(A) podjela**

 **I(A) max**

 I(A) min (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\I\I(A) min)

Action list for Data-Entry object "I(A) min":

- 1) Set focus in podesi graf to object I(A) max

 I(A) max (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\I\I(A) max)

Action list for Data-Entry object "I(A) max":

- 1) Set focus in podesi graf to object I(A) podjela

 I(A) podjela (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\I\I(A) podjela)

Action list for Data-Entry object "I(A) podjela":

- 1) Set focus in podesi graf to object cos fi min

 cos fi (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\cos fi)

Objects in panel "cos fi":

 **cos fi min**

 **cos fi podjela**

 **cos fi max**

 cos fi min (glavni prozor\PRAZNI HOD\podesi graf\cos fi\cos fi min)

Action list for Data-Entry object "cos fi min":

- 1) Set focus in podesi graf to object cos fi max

 Podesenje grafa (glavni prozor\PRAZNI HOD\racunanje ph podataka\Podesenje grafa)

Action list for Pushbutton object "Podesenje grafa":

- | | | |
|------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 1) Set | snimljene tocke prazn | to "X" |
| 2) Set | U(V) min | to snimljene tocke praznog hoda(From) |
| 3) Set | U(V) max | to snimljene tocke praznog hoda(To) |
| 4) Set | U(V) podjela | to snimljene tocke praznog hoda(Step) |
| 5) Set | snimljene tocke prazn | to "Y1" |
| 6) Set | P(W) min | to snimljene tocke praznog hoda(From) |
| 7) Set | P(W) max | to snimljene tocke praznog hoda(To) |
| 8) Set | P(W) podjela | to snimljene tocke praznog hoda(Step) |
| 9) Set | snimljene tocke prazn | to "Y2" |
| 10) Set | I(A) min | to snimljene tocke praznog hoda(From) |
| 11) Set | I(A) max | to snimljene tocke praznog hoda(To) |
| 12) Set | I(A) podjela | to snimljene tocke praznog hoda(Step) |
| 13) Set | snimljene tocke prazn | to "Y3" |
| 14) Set | cos fi min | to snimljene tocke praznog hoda(From) |
| 15) Set | cos fi max | to snimljene tocke praznog hoda(To) |
| 16) Set | cos fi podjela | to snimljene tocke praznog hoda(Step) |
| 17) Show | podesi graf | |
| 18) Set focus in | podesi graf | to object U(V) min |

IZRACUNAVANJE (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje ph podataka|IZRACUNAVANJE

Action list for Pushbutton object "IZRACUNAVANJE":

- 1) Calculate Po' with $P=snaga$ $t_t=T_{toplo}$ ("C") $t_h=T_{hladno}$ ("C")
 $R_{hl}=R_{hl}$ (ohm) $i=struja$
- 2) Calculate koefijcienti Po' with $a=napon$ $b=Po'$ $c=st.polinoma$ $snage$
- 3) Calculate inter Po' with $a=rampa$ $napona$ $b=koefijcienti$ Po'
- 4) Calculate Pon with $a=Un(V)$ $b=koefijcienti$ $snage$
- 5) Calculate Ion with $a=Un(V)$ $b=koefijcienti$ $struje$
- 6) Calculate cos fi o n with $a=Un(V)$ $b=koefijcienti$ cos fi
- 7) Calculate Po'n with $a=Un(V)$ $b=koefijcienti$ Po'
- 8) Clear polje Po' za Pmeh
- 9) Clear polje U'2 za Pmeh * 1
- 10) Linear series Petlja1 from indeks zadnjeg elementa polja to 1, step by -1
- 11) If/Then I<0.7Io with $j=Petlja1$ $i=struja$ $io=Ion$
- 12) Calculate Po' (j) with $j=Petlja1$ $i=Po'$
- 13) Append to polje Po' za Pmeh from Po' (j)
- 14) Calculate U'2 (j) * 10E6 with $j=Petlja1$ $u=napon$
- 15) Append to polje U'2 za Pmeh * 1 from U'2 (j) * 10E6
- 16) End If I<0.7Io
- 17) End Petlja1
- 18) Calculate koefijcienti pravca Po' with $u=polje$ U'2 za Pmeh * 10E6 $p=polje$ Po' za Pmeh
- 19) Calculate Pmeh with $a=koefijcienti$ pravca Po'= $f(U^2)$
- 20) Calculate Pfe with $a=Po'n$ $b=Pmeh$
- 21) Calculate Pcu with $a=Pon$ $b=Po'n$
- 22) Set Po(W) to Pon
- 23) Set Io(A) to Ion
- 24) Set cos fi to cos fi o n
- 25) Set Pmeh(W) to Pmeh
- 26) Set Pfe(W) to Pfe
- 27) Set Pcu(W) to Pcu
- 28) Set Zatvori(Visible) to 1
- 29) Set Uzi gubici praznog ho with U^2 * 10E6 with $u=napon$
- 30) Calculate U'2 od nule * 10E6 with $u=U^2$ * 10E6
- 31) Calculate U'2 od nule * 10E6 with $u=U^2$ od nule * 10E6 $k=koefijcienti$ pravca
- 32) Calculate pravac Po'= $f(U^2)$ Po'= $f(U^2)$
- 33) Draw graph Uzi gubici praznog ho with U'2 * 10E6, Po', U'2 od nule * 10E6, pravac Po'= $f(U^2)$
- 34) Draw graph Karakteristika praznog with rampa napona, inter snaga, rampa napona, inter struja, rampa napona, inter cos fi, rampa napona, inter Po', 0, Pmeh

Ekstrapolacija gubitaka praznog hoda (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje pl

Action list for Pushbutton object "Ekstrapolacija gubitaka praznog hoda":

- 1) Set Uzi gubici praznog ho to 1
- 2) Set Zatvori(Visible) to 1

Zatvori (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje ph podataka|Zatvori)

Action list for Pushbutton object "Zatvori":

- 1) Set Uzi gubici praznog ho to 0
- 2) Set Zatvori(Visible) to 0

IZVJESTAJ (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje ph podataka|IZVJESTAJ)

Action list for Pushbutton object "IZVJESTAJ.":

- 1) Set Uzi gubici praznog ho to 0
- 2) Set Zatvori(Visible) to 0
- 3) Set Karakteristika praznog ho to 1
- 4) Start izvjestaj za prazni hod
- 5) Print izvjestaj za prazni hod "Objekt", TAB, OBJEKT
- 6) Print izvjestaj za prazni hod "Tip", TAB, TAB, TIP
- 7) Print izvjestaj za prazni hod "Tv broj", TAB, BROJ
- 8) Print izvjestaj za prazni hod "Datum ispitivanja", TAB, DATUM
- 9) Print izvjestaj za prazni hod "Snimio", TAB, SNIMIO
- 10) Print izvjestaj za prazni hod CRLF
- 11) Print izvjestaj za prazni hod MJERNE TOCKE
- 12) Print izvjestaj za prazni hod CRLF
- 13) Print izvjestaj za prazni hod "OTPOR NAMOTA"
- 14) Print izvjestaj za prazni hod "R(ohm)=", Rhl (ohm), TAB, "Thl("C)=", T_hladno ("C), TAB, "Tisp("C)=", T_toplo ("C)
- 15) Print izvjestaj za prazni hod CRLF
- 16) Print izvjestaj za prazni hod "IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA NAZIVNI NAPON"
- 17) Print izvjestaj za prazni hod "Un(V) =", Un(V), TAB, "Ion(A) =", Io(A), TAB, "Pon(W) =", Po(W), TAB, "cos fi =", cos fi
- 18) Print izvjestaj za prazni hod CRLF
- 19) Print izvjestaj za prazni hod "RAZRADA GUBITAKA PRAZNOG HODA NA NAZIVNOM NAPONU"
- 20) Print izvjestaj za prazni hod "Pmeh(W) =", Pmeh(W), TAB, "Pfe(W) =", Pfe(W), TAB, "Pcu(W) =", Pcu(W)
- 21) Print izvjestaj za prazni hod CRLF
- 22) Print izvjestaj za prazni hod "INTERPOLACIJSKI POLINOMI"
- 23) Print izvjestaj za prazni hod "broj tocaka za interpolaciju ", broj tocaka za interpolaciju
- 24) Print izvjestaj za prazni hod "stupanj polinoma snage", TAB, st.polinoma snage
- 25) Print izvjestaj za prazni hod "stupanj polinoma struje", TAB, st.polinoma struje
- 26) Print izvjestaj za prazni hod "stupanj polinoma cos fi", TAB, st.polinoma cos fi
- 27) Set position in izvjestaj za prazni hod x=0, y=15
- 28) Print izvjestaj za prazni hod "KARAKTERISTIKA PRAZNOG HODA"
- 29) Print (at) izvjestaj za prazni hod x=0, y=16, w=15, h=10, value=Karakteristika praznog hoda
- 30) Set position in izvjestaj za prazni hod x=10, y=13.5
- 31) Print izvjestaj za prazni hod legenda za prazni hod
- 32) Set Karakteristika praznog ho to 0
- 33) Set Uzi gubici praznog ho to 1
- 34) Set Zatvori(Visible) to 1
- 35) New page izvjestaj za prazni hod
- 36) Print izvjestaj za prazni hod "EKSTRAPOLACIJA GUBITAKA PRAZNOG HODA"

Action list for Pushbutton object "IZVJESTAJ.": ...continued

- 37) Print (at) izvjestaj za prazni hod x=1.8, y=1.5, w=13, h=10, value=Uzi gubici praznog hoda
- 38) Set Uzi gubici praznog ho to 0
- 39) Set Zatvori(Visible) to 0
- 40) Set Karakteristika praznog ho to 1
- 41) End izvjestaj za prazni hod

ISPIS GRAFA (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje ph podataka|ISPIS GRAFA)

Action list for Pushbutton object "ISPIS GRAFA":

- 1) Start grafovi praznog hoda
- 2) Print (at) grafovi praznog hoda x=2, y=16, w=15, h=10, value=Karakteristika praznog hoda
- 3) Print (at) grafovi praznog hoda x=16.5, y=22.5, w=3, h=1.5, value=legenda za prazni hod
- 4) End grafovi praznog hoda

SPREMANJE (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje ph podataka|SPREMANJE)

Action list for Pushbutton object "SPREMANJE":

- 1) Show spremanje u datoteku
- 2) Set focus in spremanje u datoteku to object NAZIV ISPITIVANJA
- 3) Set NAZIV ISPITIVANJA to File1:naziv ispitivanja
- 4) Set OBJEKT to File1:ime objekta
- 5) Set TIP to File1:vrsta tipa
- 6) Set TV. BROJ to File1:tvorn.broj
- 7) Set DATUM to File1:datum mjerenja
- 8) Set SNIMIO to File1:snimatelj

NATRAG (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje ph podataka|NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide racunanje ph podataka
- 2) Set focus in glavni prozor to object st.polinoma snage

podaci motora i mjerenja p.h. (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje ph podataka|p

Objects in panel "podaci motora i mjerenja p.h.":

1.2.1	OBJEKT	1.2.1	Rhl (ohm)
1.2.1	TIP	1.2.1	T_hladno ("C)
1.2.1	BROJ	1.2.1	T_toplo ("C)
1.2.1	DATUM		MJERNE TOCKE
TEXT	poruka za otpor		

prikaz izracunatih parametara p.h. (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje ph pod

Objects in panel "prikaz izracunatih parametara p.h.":

TEXT	poruka za parametre	1.2.1	cos fi
1.2.1	Un(V)	1.2.1	Pmeh(W)
1.2.1	Po(W)	1.2.1	Pfe(W)
1.2.1	Io(A)	1.2.1	Pcu(W)

racunanje parametara kod Un p.h. (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje ph pod

Objects in panel "racunanje parametara kod Un p.h.":

$\sqrt{x^2+y^2}$	Pon	$\sqrt{x^2+y^2}$	cos fi o n
$\sqrt{x^2+y^2}$	Ion	$\sqrt{x^2+y^2}$	Po'n

racunanje snaga p.h. (glavni prozor|PRAZNI HOD|racunanje ph podataka|racunanje sna

Objects in panel "racunanje snaga p.h.":

	Petlja1		U^2 * 10E6
	indeks predzadnjeg elementa polja		U^2 od nule * 10E6
	I<0.7Io		koeficijenti pravca Po'=f(U^2)
	Po' (j)		pravac Po'=f(U^2)
	polje Po' za Pmeh		Pmeh
	U^2 (j) * 10E6		Pcu
	polje U^2 za Pmeh * 10E6		Pfe

spremanje u datoteku (glavni prozor\PRAZNI HOD\racunanje ph podataka\spremanje u

Objects in panel "spremanje u datoteku":

	poruka za spremanje		naziv interpoliranih rezultata
	poruka za upis podataka		interpolacijske krivulje
	File11		SPREMI
	podaci o ispitivanju		NATRAG
	naziv snimljenih rezultata		

NATRAG (glavni prozor\PRAZNI HOD\racunanje ph podataka\spremanje u datoteku\NATRAG;

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide spremanje u datoteku
- 2) Show racunanje ph podataka

podaci o ispitivanju (glavni prozor\PRAZNI HOD\racunanje ph podataka\spremanje u da

Objects in panel "podaci o ispitivanju":

	OBJEKT		DATUM
	NAZIV ISPITIVANJA		SNIMIO
	TIP		NAPOMENE
	TV. BROJ		

KRATKI SPOJ (glavni prozor\KRATKI SPOJ)

Objects in panel "KRATKI SPOJ":

	NATRAG		LEGENDA
	UCITAVANJE		Podesenje grafa
	podaci kratkog spoja		podesi graf
	INTERPOLACIJA		OBRADA PODATAKA
	interpolacija kratkog spoja		racunanje ks podataka
	snimljene tocke kratkog spoja		

NATRAG (glavni prozor\KRATKI SPOJ\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide KRATKI SPOJ
- 2) Show glavni prozor

SPREMI (glavni prozor\PRAZNI HOD\racunanje ph podataka\spremanje u datoteku\SPREMI)

Action list for Pushbutton object "SPREMI":

- | | | |
|----------------|--------------------------|--|
| 1) Calculate | naziv snimljenih rezult | |
| 2) Calculate | naziv interpoliranih re | |
| 3) Calculate | interpolacijske krivulje | with a=rampa napona b=inter struja c=inter snaga d=inter cos fi |
| 4) Show dialog | File11 | |
| 5) Open | File11 | |
| 6) Erase | File11 | |
| 7) Output to | File11 | with File1:naziv ispitivanja, term.=CRLF |
| 8) Output to | File11 | with "Objekt:", TAB , OBJEKT, term.=CRLF |
| 9) Output to | File11 | with "Tip:", TAB , TIP , term.=CRLF |
| 10) Output to | File11 | with "Tv.broj:", TAB , BROJ , term.=CRLF |
| 11) Output to | File11 | with "Datum :", TAB , DATUM , term.=CRLF |
| 12) Output to | File11 | with "Snimio:", TAB , SNIMIO, term.=CRLF |
| 13) Output to | File11 | with "Napomene:", term.=CRLF |
| 14) Output to | File11 | with NAPOMENE, term.=CRLF |
| 15) Output to | File11 | with ____, term.=CRLF |
| 16) Output to | File11 | with "SNIMIJENE MJERNE TOCKE", term.=CRLF |
| 17) Output to | File11 | with naziv snimljenih rezultata, term.=____ |
| 18) Output to | File11 | with MJERNE TOCKE, term.=CRLF |
| 19) Output to | File11 | with ____, term.=CRLF |
| 20) Output to | File11 | with "LINIJSKI OTPOR STATORSKOG NAMOTA", term.=CRLF |
| 21) Output to | File11 | with "R(ohm)=", TAB , Rn (ohm), term.=CRLF |
| 22) Output to | File11 | with "Thl("C)=", TAB , T_hladno ("C), term.=CRLF |
| 23) Output to | File11 | with "Tisp("C)=", TAB , T_toplo ("C), term.=CRLF |
| 24) Output to | File11 | with ____, term.=CRLF |
| 25) Output to | File11 | with "IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA NAZIVNI NAPON", term.=CRLF |
| 26) Output to | File11 | with "Un(V) =", TAB , Un(V), term.=CRLF |
| 27) Output to | File11 | with "Io(A) =", TAB , Io(A), term.=CRLF |
| 28) Output to | File11 | with "Po(W) =", TAB , Po(W), term.=CRLF |
| 29) Output to | File11 | with "cos fi =", TAB , cos fi, term.=CRLF |
| 30) Output to | File11 | with ____, term.=CRLF |
| 31) Output to | File11 | with "RAZRADA GUBITAKA PRAZNOG HODA", term.=CRLF |
| 32) Output to | File11 | with "Pmeh(W) =", TAB , Pmeh(W), term.=CRLF |
| 33) Output to | File11 | with "Pfe(W) =", TAB , Pfe(W), term.=CRLF |
| 34) Output to | File11 | with "Pcu(W) =", TAB , Pcu, term.=CRLF |
| 35) Output to | File11 | with ____, term.=CRLF |
| 36) Output to | File11 | with "INTERPOLACIJSKI POLINOMI", term.=CRLF |
| 37) Output to | File11 | with broj tocaka za interpolaciju , TAB , "broj tocaka za interpolaciju", term.=CRLF |
| 38) Output to | File11 | with st.polinoma snage , TAB , "stupanj polinoma snage", term.=CRLF |
| 39) Output to | File11 | with st.polinoma struje , TAB , "stupanj polinoma struje", term.=CRLF |
| 40) Output to | File11 | with st.polinoma cos fi , TAB , "stupanj polinoma cos fi", term.=CRLF |
| 41) Output to | File11 | with ____, term.=CRLF |
| 42) Output to | File11 | with naziv interpoliranih rezultata, term.=____ |
| 43) Output to | File11 | with interpolacijske krivulje, term.=CRLF |
| 44) Close | File11 | |

UCITAVANJE (glavni prozor\KRATKI SPOJ\UCITAVANJE)

Action list for Pushbutton object "UCITAVANJE":

- | | | |
|------------------|------------------------|--|
| 1) Show dialog | File2 | |
| 2) Open | File2 | |
| 3) Input from | File2 | up to 32768 "bytes", stopping at ____ |
| 4) Close | File2 | |
| 5) Set | NAZIV ISPITIVANJA | to File2:naziv ispitivanja |
| 6) Set | OBJEKT | to File2:ime objekta |
| 7) Set | TIP | to File2:vrsta tipa |
| 8) Set | BROJ | to File2:tvorn.broj |
| 9) Set | DATUM | to File2:datum mjerenja |
| 10) Set | SNIMIO | to File2:snimatelj |
| 11) Set | SNIMIJENI PODACI | to File2:mjerne tocke |
| 12) Calculate | indeks zadnjeg eleme | with a=SNIMIJENI PODACI |
| 13) Calculate | transponiranje polja k | with a=SNIMIJENI PODACI |
| 14) Calculate | napon k.s. | with a=transponiranje polja k.s. b=indeks zadnjeg elementa |
| 15) Calculate | struja k.s. | with a=transponiranje polja k.s. b=indeks zadnjeg elementa |
| 16) Calculate | snaga k.s. | with a=transponiranje polja k.s. b=indeks zadnjeg elementa |
| 17) Calculate | cos fi k.s. | with a=transponiranje polja k.s. b=indeks zadnjeg elementa |
| 18) Calculate | frekvencija k.s. | with a=transponiranje polja k.s. b=indeks zadnjeg elementa |
| 19) Draw graph | snimljene tocke kratkc | with napon k.s. , snaga k.s. , napon k.s. , struja k.s. , napon k.s. , cos fi k.s. |
| 20) Set focus in | KRATKI SPOJ | to object st.polinoma snage |
| 21) Calculate | maximum | with a=napon k.s. |
| 22) Set | U(V) | to maximum |
| 23) Calculate | maximum | with a=snaga k.s. |
| 24) Set | P(W) | to maximum |
| 25) Calculate | maximum | with a=struja k.s. |
| 26) Set | I(A) | to maximum |
| 27) Calculate | maximum | with a=cos fi k.s. |
| 28) Set | cos fi | to maximum |

INTERPOLACIJA (glavni prozor\KRATKI SPOJ\INTERPOLACIJA)

Action list for Pushbutton object "INTERPOLACIJA":

- | | | |
|--------------|------------------------|--|
| 1) Calculate | indeks zadnjeg eleme | with a=SNIMIJENI PODACI |
| 2) Calculate | transponiranje polja k | with a=SNIMIJENI PODACI |
| 3) Calculate | napon k.s. | with a=transponiranje polja k.s. b=indeks zadnjeg elementa |
| 4) Calculate | struja k.s. | with a=transponiranje polja k.s. b=indeks zadnjeg elementa |
| 5) Calculate | snaga k.s. | with a=transponiranje polja k.s. b=indeks zadnjeg elementa |
| 6) Calculate | cos fi k.s. | with a=transponiranje polja k.s. b=indeks zadnjeg elementa |
| 7) Calculate | frekvencija k.s. | with a=transponiranje polja k.s. b=indeks zadnjeg elementa |
| 8) Calculate | korak rampe | with a=napon k.s. b=indeks zadnjeg elementa c=broj tocaka za interpolaciju |

Action list for Pushbutton object "INTERPOLACIJA": ...continued

9)	Calculate	rampa napona	with a=napon k.s. b=indeks zadnjeg elementa c=korak rampe
10)	Calculate	koeficijenti snage	with a=napon k.s. b=snaga k.s. c=st.polinoma snage
11)	Calculate	inter snaga	with a=rampa napona b=koeficijenti snage
12)	Calculate	koeficijenti cos fi	with a=napon k.s. b=cos fi k.s. c=st.polinoma cos fi
13)	Calculate	inter cos fi	with a=rampa napona b=koeficijenti cos fi
14)	Draw graph	snimljene tocke kratk	with napon k.s. , snaga k.s. , napon k.s. , struja k.s. , napon k.s. , cos fi k.s. , rampa napona , inter snaga , rampa napona , inter cos fi

 Podesenje grafa

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|Podesenje grafa)

Action list for Pushbutton object "Podesenje grafa":

1)	Set	snimljene tocke kratk	to "X"
2)	Set	U(V) min	to snimljene tocke kratkog spoja(From)
3)	Set	U(V) max	to snimljene tocke kratkog spoja(To)
4)	Set	U(V) podjela	to snimljene tocke kratkog spoja(Step)
5)	Set	snimljene tocke kratk	to "Y1"
6)	Set	P(W) min	to snimljene tocke kratkog spoja(From)
7)	Set	P(W) max	to snimljene tocke kratkog spoja(To)
8)	Set	P(W) podjela	to snimljene tocke kratkog spoja(Step)
9)	Set	snimljene tocke kratk	to "Y2"
10)	Set	I(A) min	to snimljene tocke kratkog spoja(From)
11)	Set	I(A) max	to snimljene tocke kratkog spoja(To)
12)	Set	I(A) podjela	to snimljene tocke kratkog spoja(Step)
13)	Set	snimljene tocke kratk	to "Y3"
14)	Set	cos fi min	to snimljene tocke kratkog spoja(From)
15)	Set	cos fi max	to snimljene tocke kratkog spoja(To)
16)	Set	cos fi podjela	to snimljene tocke kratkog spoja(Step)
17)	Show	podesi graf	
18)	Set focus in	podesi graf	to object U(V) min

 OBRADA PODATAKA

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|OBRADA PODATAKA)

Action list for Pushbutton object "OBRADA PODATAKA":

1)	Show	racunanje ks podataka	
2)	Set focus in	racunanje ks podataka	to object Un (V)
3)	Set	Un (V)	to File2:nazivni napon
4)	Set	In (A)	to File2:nazivna struja
5)	Set	OBJEKT	to File2:ime objekta
6)	Set	TIP	to File2:vrsta lipa
7)	Set	BROJ	to File2:tvorn.broj
8)	Set	DATUM	to File2:datum mjerenja
9)	Set	MJERNE TOCKE	to SNIMLJENI PODACI

 podaci kratkog spoja

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podaci kratkog spoja)

Objects in panel "podaci kratkog spoja":

 File2	 BROJ
 NAZIV ISPITIVANJA	 DATUM
 OBJEKT	 SNIMIO
 TIP	 SNIMLJENI PODACI

 interpolacija kratkog spoja

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|interpolacija kratkog spoja)

Objects in panel "interpolacija kratkog spoja":

 priprema polja za obradu k.s.	 rampa napona
 broj tocaka za interpolaciju	 koeficijenti snage
 st.polinoma snage	 inter snaga
 poruka za struju	 koeficijenti cos fi
 st.polinoma cos fi	 inter cos fi
 korak rampe	

 broj tocaka za interpolaciju

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|interpolacija kratkog spoja|broj tocaka za interpolaciju)

Action list for Data-Entry object "broj tocaka za interpolaciju":

- 1) Set focus in KRATKI SPOJ to object st.polinoma snage

 st.polinoma snage

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|interpolacija kratkog spoja|st.polinoma snage)

Action list for Data-Entry object "st.polinoma snage":

- 1) Set focus in KRATKI SPOJ to object st.polinoma cos fi

 st.polinoma cos fi

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|interpolacija kratkog spoja|st.polinoma cos fi)

Action list for Data-Entry object "st.polinoma cos fi":

- 1) Set focus in KRATKI SPOJ to object INTERPOLACIJA

 priprema polja za obradu k.s.

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|interpolacija kratkog spoja)

Objects in panel "priprema polja za obradu k.s.":

 indeks zadnjeg elementa	 snaga k.s.
 transponiranje polja k.s.	 cos fi k.s.
 napon k.s.	 frekvencija k.s.
 struja k.s.	

 podesi graf

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf)

Objects in panel "podesi graf":

 poruka za max vrijednosti k.s.	 I
 MAX	 PF
 U	 NATRAG
 P	

 NATRAG

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

1)	Set	snimljene tocke kratk	to "X"
2)	Set	snimljene tocke kratk	to U(V) min
3)	Set	snimljene tocke kratk	to U(V) max
4)	Set	snimljene tocke kratk	to U(V) podjela
5)	Set	karakteristika kratkog	to "X"
6)	Set	karakteristika kratkog	to U(V) min
7)	Set	karakteristika kratkog	to U(V) max
8)	Set	karakteristika kratkog	to U(V) podjela
9)	Set	snimljene tocke kratk	to "Y1"
10)	Set	snimljene tocke kratk	to P(W) min
11)	Set	snimljene tocke kratk	to P(W) max
12)	Set	snimljene tocke kratk	to P(W) podjela
13)	Set	karakteristika kratkog	to "Y1"
14)	Set	karakteristika kratkog	to P(W) min
15)	Set	karakteristika kratkog	to P(W) max
16)	Set	karakteristika kratkog	to P(W) podjela
17)	Set	snimljene tocke kratk	to "Y2"
18)	Set	snimljene tocke kratk	to I(A) min
19)	Set	snimljene tocke kratk	to I(A) max
20)	Set	snimljene tocke kratk	to I(A) podjela
21)	Set	karakteristika kratkog	to "Y2"
22)	Set	karakteristika kratkog	to I(A) min
23)	Set	karakteristika kratkog	to I(A) max
24)	Set	karakteristika kratkog	to I(A) podjela
25)	Set	snimljene tocke kratk	to "Y3"
26)	Set	snimljene tocke kratk	to cos fi min
27)	Set	snimljene tocke kratk	to cos fi max
28)	Set	snimljene tocke kratk	to cos fi podjela
29)	Set	karakteristika kratkog	to "Y3"
30)	Set	karakteristika kratkog	to cos fi min
31)	Set	karakteristika kratkog	to cos fi max
32)	Set	karakteristika kratkog	to cos fi podjela
33)	Hide	podesi graf	

 MAX

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|MAX)

Objects in panel "MAX":

 U(V)	 I(A)
 P(W)	 cos fi

 U

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|U)

Objects in panel "U":

1.2.1

U(V) min

1.2.1

U(V) podjela

1.2.1

U(V) max

1.2.1

U(V) min

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|U|U(V) min)

Action list for Data-Entry object "U(V) min":

1) Set focus in podesi graf to object U(V) max

1.2.1

U(V) max

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|U|U(V) max)

Action list for Data-Entry object "U(V) max":

1) Set focus in podesi graf to object U(V) podjela

1.2.1

U(V) podjela

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|U|U(V) podjela)

Action list for Data-Entry object "U(V) podjela":

1) Set focus in podesi graf to object P(W) min

P

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|P)

Objects in panel "P":

1.2.1

P(W) min

1.2.1

P(W) podjela

1.2.1

P(W) max

1.2.1

P(W) min

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|P|P(W) min)

Action list for Data-Entry object "P(W) min":

1) Set focus in podesi graf to object P(W) max

1.2.1

P(W) max

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|P|P(W) max)

Action list for Data-Entry object "P(W) max":

1) Set focus in podesi graf to object P(W) podjela

1.2.1

P(W) podjela

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|P|P(W) podjela)

Action list for Data-Entry object "P(W) podjela":

1) Set focus in podesi graf to object I(A) min

I

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|I)

Objects in panel "I":

1.2.1

I(A) min

1.2.1

I(A) podjela

1.2.1

I(A) max

1.2.1

I(A) min

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|I|I(A) min)

Action list for Data-Entry object "I(A) min":

1) Set focus in podesi graf to object I(A) max

1.2.1

I(A) max

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|I|I(A) max)

Action list for Data-Entry object "I(A) max":

1) Set focus in podesi graf to object I(A) podjela

1.2.1

I(A) podjela

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|I|I(A) podjela)

Action list for Data-Entry object "I(A) podjela":

1) Set focus in podesi graf to object cos fi min

PF

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|PF)

Objects in panel "PF":

1.2.1

cos fi min

1.2.1

cos fi podjela

1.2.1

cos fi max

1.2.1

cos fi min

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|PF|cos fi min)

Action list for Data-Entry object "cos fi min":

1) Set focus in podesi graf to object cos fi max

1.2.1

cos fi max

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|PF|cos fi max)

Action list for Data-Entry object "cos fi max":

1) Set focus in podesi graf to object cos fi podjela

1.2.1

cos fi podjela

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|podesi graf|PF|cos fi podjela)

Action list for Data-Entry object "cos fi podjela":

1) Set focus in podesi graf to object NATRAG

racunanje ks podataka

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka)

Objects in panel "racunanje ks podataka":

Podesenje grafa

IZVJESTAJ

IZRACUNAVANJE

izvjestaj za kratki spoj

podaci motora i mjerenja k.s.

ISPIS GRAFA

prikaz parametara kod In k.s.

grafovi kratkog spoja

prikaz parametara kod Un k.s.

SPREMANJE

racunanje ks velicina

spremanje u datoteku

karakteristika kratkog spoja

NATRAG

legenda za kratki spoj

RUN

Podosenje grafa

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|Podosenje grafa)

Action list for Pushbutton object "Podosenje grafa":

1) Set snimljene tocke kratk: to "X"

2) Set U(V) min to snimljene tocke kratkog spoja(From)

3) Set U(V) max to snimljene tocke kratkog spoja(To)

4) Set U(V) podjela to snimljene tocke kratkog spoja(Step)

5) Set snimljene tocke kratk: to "Y1"

6) Set P(W) min to snimljene tocke kratkog spoja(From)

7) Set P(W) max to snimljene tocke kratkog spoja(To)

8) Set P(W) podjela to snimljene tocke kratkog spoja(Step)

9) Set snimljene tocke kratk: to "Y2"

10) Set I(A) min to snimljene tocke kratkog spoja(From)

11) Set I(A) max to snimljene tocke kratkog spoja(To)

12) Set I(A) podjela to snimljene tocke kratkog spoja(Step)

13) Set snimljene tocke kratk: to "Y3"

14) Set cos fi min to snimljene tocke kratkog spoja(From)

15) Set cos fi max to snimljene tocke kratkog spoja(To)

16) Set cos fi podjela to snimljene tocke kratkog spoja(Step)

17) Show podesi graf

18) Set focus in podesi graf to object U(V) min

RUN

IZRACUNAVANJE

(glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|IZRACUNAVANJE)

Action list for Pushbutton object "IZRACUNAVANJE":

1) Set inkrement to 0

2) Calculate I() with j=inkrement I=struja k.s. In=In (A)

3) Calculate I>In while I=In is true (non-zero)

4) Do koop petlja 2 with i=inkrement

5) Calculate I() with j=inkrement I=struja k.s.

6) Calculate I() with i=inkrement I=struja k.s. In=In (A)

7) Calculate I>In with j=inkrement U=napon k.s. I=struja k.s. In=In (A)

8) End petlja 2

9) Calculate Uk with u=Uk kp=koefficienti snage

10) Calculate Pk with u=Uk kp=koefficienti snage

11) Calculate cos fi k with i=struja k.s. u=napon k.s. un=Un (V)

12) Calculate Ikn with i1=Ikn i2=In (A)

13) Calculate Ikn/In to Uk

14) Set Uk(V) to In (A)

15) Set In(A) to Pk

16) Set Pk(W) to cos fi k

17) Set cos fi to Un (V)

18) Set Un(V) to Ikn

19) Set Ikn (A) to Ikn/In

20) Set Ikn / In to Ikn/In

21) Draw graph karakteristika kratkog with rampa napona , inter snaga , napon k.s. , struja k.s. , rampa napona , inter cos fi

IZVJESTAJ (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|IZVJESTAJ)

Action list for Pushbutton object "IZVJESTAJ":

- 1) Start

izvjestaj za kratki spoj

"Objekt: ", TAB , OBJEKT
- 2) Print

izvjestaj za kratki spoj

"Tip: ", TAB , TAB , TIP
- 3) Print

izvjestaj za kratki spoj

"Tv.broj: ", TAB , BROJ
- 4) Print

izvjestaj za kratki spoj

"Datum ispitivanja: ", TAB , DATUM
- 5) Print

izvjestaj za kratki spoj

"Snimio: ", TAB , SNIMIO
- 6) Print

izvjestaj za kratki spoj

CRLF
- 7) Print

izvjestaj za kratki spoj

MJERNE TOCKE
- 8) Print

izvjestaj za kratki spoj

CRLF
- 10) Print

izvjestaj za kratki spoj

"IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA NAZIVNU STRUJU"
- 11) Print

izvjestaj za kratki spoj

"Uk(V)=" , Uk(V) , TAB , "In(A)=" , In(A) , TAB ,
"Pk(W)=" , Pk(W) , TAB , "cos fi =" , cos fi , TAB
- 12) Print

izvjestaj za kratki spoj

CRLF
- 13) Print

izvjestaj za kratki spoj

"STRUJA KRATKOG SPOJA NA NAZIVNOM NAPONU"
- 14) Print

izvjestaj za kratki spoj

"Un(V)=" , Un(V) , TAB , "Ikn (A) =" , Ikn (A) , TAB ,
TAB , "Ikn / In =" , Ikn / In
- 15) Print

izvjestaj za kratki spoj

CRLF
- 16) Print

izvjestaj za kratki spoj

CRLF
- 17) Print

izvjestaj za kratki spoj

"INTERPOLACIJSKI POLINOMI"
- 18) Print

izvjestaj za kratki spoj

"broj tocaka za interpolaciju " , broj tocaka za interpolaciju
- 19) Print

izvjestaj za kratki spoj

"stupanj polinoma snage" , TAB , st.polinoma snage
- 20) Print

izvjestaj za kratki spoj

"stupanj polinoma cos fi" , TAB , st.polinoma cos fi
- 21) Set position in

izvjestaj za kratki spoj

x=1, y=13
- 22) Print

izvjestaj za kratki spoj

"KARAKTERISTIKA KRATKOG SPOJA"
- 23) Print (at)

izvjestaj za kratki spoj

x=0, y=14, w=15, h=10, value=karakteristika kratkog spoja
- 24) Set position in

izvjestaj za kratki spoj

x=10, y=12
- 25) Print

izvjestaj za kratki spoj

legenda za kratki spoj
- 26) End

izvjestaj za kratki spoj

ISPIS GRAFA (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|ISPIS GRAFA)

Action list for Pushbutton object "ISPIS GRAFA":

- 1) Start

grafovi kratkog spoja
- 2) Print (at)

grafovi kratkog spoja

x=2, y=16, w=15, h=10, value=karakteristika kratkog spoja
- 3) Print (at)

grafovi kratkog spoja

x=16.5, y=22.5, w=3, h=1.5, value=legenda za kratki spoj
- 4) End

grafovi kratkog spoja

Objects in panel "prikaz parametara kod Un k.s.":

TEXT

poruka za naz napon

12.1

Ikn (A)

12.1

Un(V)

12.1

Ikn / In

racunanje ks velicina (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|racunanje ks

Objects in panel "racunanje ks velicina":

petlja 2

Pk

I(j)

cos fi k

I>In

Ikn

inkrement

Ikn/In

Uk

spremanje u datoteku (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|spremanje u

Objects in panel "spremanje u datoteku":

TEXT

poruka za spremanje

preprama podataka za izlaz u datoteku

TEXT

poruka za podatke

RUN

SPREMI

FILE

File21

RUN

NATRAG

podaci o ispitivanju

SPREMANJE (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|SPREMANJE)

Action list for Pushbutton object "SPREMANJE":

- 1) Show

spremanje u datoteku
- 2) Set focus in

spremanje u datoteku

to object OBJEKT
- 3) Set

OBJEKT

to File2:ime objekta
- 4) Set

NAZIV ISPITIVANJA

to File2:naziv ispitivanja
- 5) Set

TIP

to File2:vrsta tipa
- 6) Set

TV, BROJ

to File2:tvom.broj
- 7) Set

DATUM

to File2:datum mjerenja
- 8) Set

SNIMIO

to File2:snimatelj

NATRAG (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide

racunanje ks podataka
- 2) Set focus in

KRATKI SPOJ

to object st.polinoma snage

podaci motora i mjerenja k.s. (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|p

Objects in panel "podaci motora i mjerenja k.s.":

1.2.1

OBJEKT

TEXT

poruka za nazivne vel

1.2.1

TIP

1.2.1

Un (V)

1.2.1

BROJ

1.2.1

In (A)

1.2.1

DATUM

MJERNE TOCKE

prikaz parametara kod In k.s. (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|pr

Objects in panel "prikaz parametara kod In k.s.":

TEXT

poruka za naz struju

12.1

Uk(V)

12.1

PK(W)

12.1

In(A)

12.1

cos fi

prikaz parametara kod Un k.s. (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|p

SPREMI (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|spremanje u datoteku|SPREMI)

Action list for Pushbutton object "SPREMI":

- 1) Calculate

naziv snimljenih rezult
- 2) Calculate

naziv interpoliranih rez;
- 3) Calculate

interpolirani rezultati

with u=rampa napona i=struja k.s. p=inter snaga
c=inter cos fi
- 4) Show dialog

File21
- 5) Open

File21
- 6) Erase

File21
- 7) Output to

File21

with File2:naziv ispitivanja, term.=CRLF
- 8) Output to

File21

with "Objekt:", TAB , OBJEKT, term.=CRLF
- 9) Output to

File21

with "Tip:", TAB , TIP, term.=CRLF
- 10) Output to

File21

with "Tv.broj:", TAB , TV, BROJ, term.=CRLF
- 11) Output to

File21

with "Datum:", TAB , DATUM, term.=CRLF
- 12) Output to

File21

with "Snimio:", TAB , SNIMIO, term.=CRLF
- 13) Output to

File21

with "Napomene:", term.=CRLF
- 14) Output to

File21

with NAPOMENE, term.=CRLF
- 15) Output to

File21

with ____, term.=CRLF
- 16) Output to

File21

with "SNIMIJENE MJERNE TOCKE", term.=CRLF
- 17) Output to

File21

with naziv snimljenih rezultata, term.=____
- 18) Output to

File21

with MJERNE TOCKE, term.=CRLF
- 19) Output to

File21

with ____, term.=CRLF
- 20) Output to

File21

with "IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA NAZIVNU STRUJU", term.=CRLF
- 21) Output to

File21

with "Uk(V)", TAB , Uk(V), term.=CRLF
- 22) Output to

File21

with "In(A)", TAB , In(A), term.=CRLF
- 23) Output to

File21

with "Pk(W)", TAB , Pk(W), term.=CRLF
- 24) Output to

File21

with "cos fi", TAB , cos fi, term.=CRLF
- 25) Output to

File21

with ____, term.=CRLF
- 26) Output to

File21

with "STRUJA KRATKOG SPOJA NA NAZIVNOM NAPONU", term.=CRLF
- 27) Output to

File21

with "Un(V)", TAB , Un(V), term.=CRLF
- 28) Output to

File21

with "Ikn(A)", TAB , Ikn (A), term.=CRLF
- 29) Output to

File21

with "Ikn/In", TAB , Ikn / In, term.=CRLF
- 30) Output to

File21

with ____, term.=CRLF
- 31) Output to

File21

with "INTERPOLIRANE KRIVULJE", term.=CRLF
- 32) Output to

File21

with broj tocaka za interpolaciju , TAB , "broj tocaka za interpolaciju", term.=CRLF
- 33) Output to

File21

with st.polinoma snage , TAB , "stupanj polinoma snage", term.=CRLF
- 34) Output to

File21

with st.polinoma cos fi , TAB , "stupanj polinoma cos fi", term.=CRLF
- 35) Output to

File21

with ____, term.=CRLF
- 36) Output to

File21

with naziv interpoliranih rezultata, term.=____
- 37) Output to

File21

with interpolirani rezultati, term.=CRLF
- 38) Close

File21

NATRAG (glavni prozor|KRATKI SPOJ|racunanje ks podataka|spremanje u datoteku|NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide

spremanje u datoteku
- 2) Show

racunanje ks podataka

 podaci o ispitivanju (lglavni prozor\KRATKI SPOJ\racunanje ks podataka\spremanje u d

Objects in panel "podaci o ispitivanju":

 1.2.1	OBJEKT	 1.2.1	DATUM
 1.2.1	NAZIV ISPITIVANJA	 1.2.1	SNIMIO
 1.2.1	TIP	 1.2.1	NAPOMENE
 1.2.1	TV. BROJ		

 priprema podataka za izlaz u datoteku (lglavni prozor\...priprema podataka za izl

Objects in panel "priprema podataka za izlaz u datoteku":

 $\sqrt{x^2+y^2}$	naziv snimljenih rezultata	 $\sqrt{x^2+y^2}$	snaga u datoteku
 $\sqrt{x^2+y^2}$	naziv interpoliranih rezultata	 $\sqrt{x^2+y^2}$	faktor snage u datoteku
 $\sqrt{x^2+y^2}$	napon u datoteku	 $\sqrt{x^2+y^2}$	frekvencija u datoteku
 $\sqrt{x^2+y^2}$	struja u datoteku	 $\sqrt{x^2+y^2}$	interpolirani rezultati

 OPTERECENJE (lglavni prozor\OPTERECENJE)

Objects in panel "OPTERECENJE":

 RUN	NATRAG		racunanje velicina
 RUN	UCITAVANJE		polja izracunatih velicina
	podaci pokusa opterecenja		prikaz podataka u tablici
	podaci motora	 RUN	INTERPOLACIJA KRIVULJA
	priprema polja		INTERPOLACIJA
 RUN	PRORACUN		uvjet interpolacije

 UCITAVANJE (lglavni prozor\OPTERECENJE\UCITAVANJE)

Action list for Pushbutton object "UCITAVANJE":

1)	Clear	TABLICA 1	
2)	Clear	TABLICA 2	
3)	Show dialog	File3	
4)	Open	File3	
5)	Input from	File3	up to 32768 "bytes", stopping at ____
6)	Close	File3	
7)	Set	NAZIV ISPITIVANJA	to File3:naziv ispitivanja
8)	Set	OBJEKT	to File3:ime objekta
9)	Set	TIP	to File3:vrsta tipa
10)	Set	BROJ	to File3:tvorn.broj
11)	Set	DATUM	to File3:datum mjerenja
12)	Set	SNIMIO	to File3:snimatelj
13)	Set	Un(V)	to File3:nazivni napon
14)	Set	In(A)	to File3:nazivna struja
15)	Set	Pn(kW)	to File3:nazivna snaga
16)	Set	cos fi	to File3:nazivni p.f.
17)	Set	n(o/min)	to File3:brzina
18)	Set	2p	to File3:pari polova
19)	Set	klasa izolacije	to File3:klasa izolacije
20)	Set	R(ohm)	to File3:sr vrij otpora faz
21)	Set	Tmj("C)	to File3:temp nij otpora
22)	Set	Tstat("C)	to File3:temp statora
23)	Set	Trot("C)	to File3:temp rotora
24)	Select	Case2	a=File3:s1n0
25)	When	Case2	is 1
26)	Set	snimljena brzina(Visib	to 0
27)	Set	snimljno klizanje(Visib	to 1
28)	Set	snimljno klizanje	to File3:mjerne tocke
29)	When	Case2	is 0
30)	Set	snimljno klizanje(Visib	to 0
31)	Set	snimljena brzina(Visib	to 1
32)	Set	snimljena brzina	to File3:mjerne tocke
33)	End	Case2	

 NATRAG (lglavni prozor\OPTERECENJE\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide OPTERECENJE
- 2) Show glavni prozor

 PRORACUN (lglavni prozor\OPTERECENJE\PRORACUN)

Action list for Pushbutton object "PRORACUN":

1)	Select	Case2	a=File3:s1n0
2)	When	Case2	is 1
3)	Calculate	indeks zadnjeg eleme	with a=snimljno klizanje
4)	Calculate	transponiranje polja t	with a=snimljno klizanje
5)	When	Case2	is 0
6)	Calculate	indeks zadnjeg eleme	with a=snimljena brzina
7)	Calculate	transponiranje polja t	with a=snimljena brzina
8)	End	Case2	
9)	Calculate	napon U1	with a=transponiranje polja te b=indeks zadnjeg elementa te
10)	Calculate	struja I1	with a=transponiranje polja te b=indeks zadnjeg elementa te
11)	Calculate	ulazna snaga	with a=transponiranje polja te b=indeks zadnjeg elementa te
12)	Calculate	faktor snage	with a=transponiranje polja te b=indeks zadnjeg elementa te
13)	Calculate	frekvencija	with a=transponiranje polja te b=indeks zadnjeg elementa te
14)	Select	Case2	a=File3:s1n0
15)	When	Case2	is 1
16)	Calculate	broj njihaja	with a=transponiranje polja te b=indeks zadnjeg elementa te
17)	Calculate	vrijeme za njihaje	with a=transponiranje polja te b=indeks zadnjeg elementa te
18)	When	Case2	is 0
19)	Calculate	brzina	with a=transponiranje polja te b=indeks zadnjeg elementa te
20)	End	Case2	
21)	Select	Case1	x=klasa izolacije
22)	When	Case1	is "B"
23)	Set	Ttoplo	to 95
24)	When	Case1	is "F"
25)	Set	Ttoplo	to 115
26)	When	Case1	is "F/B"
27)	Set	Ttoplo	to 95
28)	End	Case1	
29)	Clear	klizanje	
30)	Clear	brzina iz klizanja	
31)	Clear	gubici Cu statora	
32)	Clear	gubici Fe statora	
33)	Clear	dodatni gubici	
34)	Clear	ukupni gubici statora	
35)	Clear	gubici struje rotora	
36)	Clear	meh gubici	
37)	Clear	ukupni gubici rotora	
38)	Clear	ukupni gubici	
39)	Clear	korisna snaga	
40)	Clear	korisnost	
41)	Clear	moment	
42)	Calculate	Ptr,v	with Pm=Pmeh
43)	Linear series	petlja 3	from 0 to indeks zadnjeg elementa te, step by 1
44)	Select	Case2	a=File3:s1n0
45)	When	Case2	is 1

Action list for Pushbutton object "PRORACUN": ...continued

46)	Calculate	s snimljeni	with j=petlja 3 N=broj njihaja T=vrijeme za njihaje f=frekvencija tt=Toplo th=Trot(°C)
47)	Append to	klizanje	from s snimljeni
48)	When	Case2	is 0
49)	Calculate	s iz brzine	with par=2p j=petlja 3 n=brzina f=frekvencija tt=Toplo th=Trot(°C)
50)	Append to	klizanje	from s iz brzine
51)	End	Case2	
52)	Calculate	Pcu1	with tt=Toplo th=Tmj(°C) R=R(ohm) j=petlja 3 I=struja I1
53)	Append to	gubici Cu statora	from Pcu1
54)	Calculate	Po	with j=petlja 3 U=napon U1 b=koeficijenti Po'
55)	Calculate	Pfe	with Po=Po Pm=Ptr.v
56)	Append to	gubici Fe statora	from Pfe
57)	Calculate	Pdod	with Un=Un(V) In=ln(A) pfn=cos fi j=petlja 3 I=struja I1
58)	Append to	dodatni gubici	from Pdod
59)	If/Then/Else	j=0	with indeks=petlja 3
60)	Calculate	Pg1 prva tocka	with Pcu1=Pcu1 Pfe=Pfe
61)	Append to	ukupni gubici statora	from Pg1 prva tocka
62)	Calculate	P2el prva tocka	with s=klizanje j=petlja 3 P1=ulazna snaga Pg1=ukupni gubici statora
63)	Append to	gubici struje rotora	from P2el prva tocka
64)	Append to	meh gubici	from Ptr.v
65)	Calculate	Pg2 prva tocka	with Pcu2=gubici struje rotora Pm=meh gubici Pdod=Pdod
66)	Append to	ukupni gubici rotora	from Pg2 prva tocka
67)	Calculate	Pg prva tocka	with Pg1=ukupni gubici statora Pg2=ukupni gubici rotora
68)	Append to	ukupni gubici	from Pg prva tocka
69)	Calculate	P prva tocka	with j=petlja 3 P1=ulazna snaga Pg=ukupni gubici
70)	Append to	korisna snaga	from P prva tocka
71)	Calculate	eta prva tocka	with P2=korisna snaga j=petlja 3 P1=ulazna snaga
72)	Append to	korisnost	from eta prva tocka
73)	Calculate	n iz klizanja prva tocka	with j=petlja 3 f=frekvencija par=2p s=klizanje
74)	Append to	brzina iz klizanja	from n iz klizanja prva tocka
75)	Calculate	M prva tocka	with P2=korisna snaga n=brzina iz klizanja Un=Un(V) j=petlja 3 U=napon U1
76)	Append to	moment	from M prva tocka
77)	Else if not	j=0	
78)	Calculate	Pg1	with j=petlja 3 Pcu1=gubici Cu statora Pfe=gubici Fe statora
79)	Append to	ukupni gubici statora	from Pg1
80)	Calculate	P2el	with j=petlja 3 s=klizanje P1=ulazna snaga Pg1=ukupni gubici statora
81)	Append to	gubici struje rotora	from P2el
82)	Append to	meh gubici	from Ptr.v
83)	Calculate	Pg2	with j=petlja 3 Pcu2=gubici struje rotora Pm=meh gubici Pdod=dodatni gubici
84)	Append to	ukupni gubici rotora	from Pg2
85)	Calculate	Pg	with j=petlja 3 Pg1=ukupni gubici statora Pg2=ukupni gubici rotora
86)	Append to	ukupni gubici	from Pg
87)	Calculate	P	with j=petlja 3 P1=ulazna snaga Pg=ukupni gubici
88)	Append to	korisna snaga	from P
89)	Calculate	eta	with j=petlja 3 P2=korisna snaga P1=ulazna snaga

Action list for Pushbutton object "PRORACUN": ...continued

90)	Append to	korisnost	from eta
91)	Calculate	n iz klizanja	with j=petlja 3 f=frekvencija par=2p s=klizanje
92)	Append to	brzina iz klizanja	from n iz klizanja
93)	Calculate	M	with j=petlja 3 P2=korisna snaga n=brzina iz klizanja Un=Un(V) U=napon U1
94)	Append to	moment	from M
95)	End If	j=0	
96)	End	petlja 3	
97)	Calculate	prikaz tablice 1	with a=gubici Cu statora b=gubici Fe statora c=ukupni gubici statora d=gubici struje rotora e=meh gubici f=dodatni gubici g=ukupni gubici rotora
98)	Calculate	prikaz tablice 2	with a=korisna snaga b=ukupni gubici c=ulazna snaga d=korisnost e=brzina iz klizanja f=klizanje g=moment
99)	Set	TABLICA 1	to prikaz tablice 1
100)	Set	TABLICA 2	to prikaz tablice 2
101)	Calculate	maximum	with a=korisna snaga
102)	Set	P (kW)	to maximum
103)	Calculate	maximum	with a=korisnost
104)	Set	eta (%)	to maximum
105)	Calculate	maximum	with a=faktor snage
106)	Set	cos fi	to maximum
107)	Calculate	maximum	with a=ulazna snaga
108)	Set	P1 (kW)	to maximum
109)	Calculate	maximum	with a=ukupni gubici
110)	Set	Pg (kW)	to maximum
111)	Calculate	maximum	with a=struja I1
112)	Set	I1 (A)	to maximum
113)	Select	Case2	a=File3:s1n0
114)	When	Case2	is 1
115)	Calculate	maximum	with a=brzina iz klizanja
116)	Calculate	minimum	with a=brzina iz klizanja
117)	When	Case2	is 0
118)	Calculate	maximum	with a=brzina
119)	Calculate	minimum	with a=brzina
120)	End	Case2	
121)	Set	n_max (o/min)	to maximum
122)	Set	n_min (o/min)	to minimum
123)	Calculate	maximum	with a=klizanje
124)	Calculate	minimum	with a=klizanje
125)	Set	s_max (%)	to maximum
126)	Set	s_min (%)	to minimum

INTERPOLACIJA KRIVULJA (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA KRIVL

Action list for Pushbutton object "INTERPOLACIJA KRIVULJA":

1)	Show	INTERPOLACIJA	
2)	Set focus in	INTERPOLACIJA	to object broj tocaka int polinoma
3)	If/Then/Else	uvjet interpolacije	with k=rampa P2
4)	Select	Case2	a=File3:s1n0
5)	When	Case2	is 1
6)	Draw graph	eta, cos fi, P1, Pg	with korisna snaga , korisnost , korisna snaga , faktor snage , korisna snaga , ulazna snaga , korisna snaga , ukupni gubici
7)	Draw graph	I1, n, s	with korisna snaga , struja I1 , korisna snaga , brzina iz klizanja , korisna snaga , klizanje
8)	When	Case2	is 0
9)	Draw graph	eta, cos fi, P1, Pg	with korisna snaga , korisnost , korisna snaga , faktor snage , korisna snaga , ulazna snaga , korisna snaga , ukupni gubici
10)	Draw graph	I1, n, s	with korisna snaga , struja I1 , korisna snaga , brzina , korisna snaga , klizanje
11)	End	Case2	
12)	Else if not	uvjet interpolacije	
13)	Select	Case2	a=File3:s1n0
14)	When	Case2	is 1
15)	Draw graph	eta, cos fi, P1, Pg	with korisna snaga , korisnost , korisna snaga , faktor snage , korisna snaga , ulazna snaga , korisna snaga , ukupni gubici , rampa P2 , inter eta , rampa P2 , inter p.f. , rampa P2 , inter P1 , rampa P2 , inter Pg
16)	Draw graph	I1, n, s	with korisna snaga , struja I1 , korisna snaga , brzina iz klizanja , korisna snaga , klizanje , rampa P2 , inter I1 , rampa P2 , inter n , rampa P2 , inter s
17)	When	Case2	is 0
18)	Draw graph	eta, cos fi, P1, Pg	with korisna snaga , korisnost , korisna snaga , faktor snage , korisna snaga , ulazna snaga , korisna snaga , ukupni gubici , rampa P2 , inter eta , rampa P2 , inter p.f. , rampa P2 , inter P1 , rampa P2 , inter Pg
19)	Draw graph	I1, n, s	with korisna snaga , struja I1 , korisna snaga , brzina , korisna snaga , klizanje , rampa P2 , inter I1 , rampa P2 , inter n , rampa P2 , inter s
20)	End	Case2	
21)	End If	uvjet interpolacije	

podaci pokusa opterecenja (glavni prozor\OPTERECENJE\podaci pokusa opterecenj

Objects in panel "podaci pokusa opterecenja":

File3	BROJ
Case2	DATUM
s ili n	SNIMIO
NAZIV ISPITIVANJA	snimljena brzina
OBJEKT	snimljno klizanje
TIP	

podaci motora (glavni prozor\OPTERECENJE\podaci motora)

Objects in panel "podaci motora":

tekst za motor	klasa izolacije
Un(V)	poruka za otpor
In(A)	R(ohm)
Pn(kW)	Tmj(°C)
cos fi	Tstat(°C)
n(o/min)	Trot(°C)
2p	

priprema polja (glavni prozor\OPTERECENJE\priprema polja)

Objects in panel "priprema polja":

	indeks zadnjeg elementa te		faktor snage
	transponiranje polja te		frekvencija
	napon U1		brzina
	struja I1		broj njihaja
	ulazna snaga		vrijeme za njihaje

racunanje velicina (lglavni prozor\OPTERECENJE\racunanje velicina)

Objects in panel "racunanje velicina":

	petlja 3		rac. prve tocke
	j=0		racunanje ostalih tocaka
	Case1		

rac. prve tocke (lglavni prozor\OPTERECENJE\racunanje velicina\rac. prve tocke)

Objects in panel "rac. prve tocke":

	n iz klizanja prva tocka		Pg prva tocka
	Pg1 prva tocka		P prva tocka
	P2el prva tocka		eta prva tocka
	Pg2 prva tocka		M prva tocka

racunanje ostalih tocaka (lglavni prozor\OPTERECENJE\racunanje velicina\racunanje ostalih tocaka)

Objects in panel "racunanje ostalih tocaka":

	Ttoplo		Pg1
	s iz brzine		P2el
	s snimljeni		Ptr,v
	n iz klizanja		Pg2
	Pcu1		Pg
	Po		P
	Pfe		eta
	Pdod		M

polja izracunatih velicina (lglavni prozor\OPTERECENJE\polja izracunatih velicina)

Objects in panel "polja izracunatih velicina":

	klizanje		meh gubici
	brzina iz klizanja		ukupni gubici rotora
	gubici Cu statora		ukupni gubici
	gubici Fe statora		korisna snaga
	dodatni gubici		korisnost
	ukupni gubici statora		moment
	gubici struje rotora		

prikaz podataka u tablici (lglavni prozor\OPTERECENJE\prikaz podataka u tablici)

Objects in panel "prikaz podataka u tablici":

	prikaz tablice 1		TABLICA 1
	prikaz tablice 2		TABLICA 2
	prikaz brz.vrt-mom		

INTERPOLACIJA (lglavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA)

Objects in panel "INTERPOLACIJA":

	Podesenja za grafove		legenda za teret
	GRAFOVI		eta, cos fi, P1, Pg
	INTERPOLACIJA Graf 1		I1, n, s
	INTERPOLACIJA Graf 2		KARAKT. OPTERECENJA
	rampa P2 za interpolaciju		KARAKTERISTIKE
	interpolacija Graf 1 - eta, cos fi, P1, Pg		NATRAG
	interpolacija Graf 2 - I1, n, s		

Podesenja za grafove (lglavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\Podesenja za grafove)

Action list for Pushbutton object "Podesenja za grafove":

1) Set	eta, cos fi, P1, Pg(Axis	to "X"
2) Set	Pmin (kW)	to eta, cos fi, P1, Pg(From)
3) Set	Pmax (kW)	to eta, cos fi, P1, Pg(To)
4) Set	P podjela	to eta, cos fi, P1, Pg(Step)
5) Set	eta, cos fi, P1, Pg(Axis	to "Y1"
6) Set	eta min (%)	to eta, cos fi, P1, Pg(From)
7) Set	eta max (%)	to eta, cos fi, P1, Pg(To)
8) Set	eta podjela	to eta, cos fi, P1, Pg(Step)
9) Set	eta, cos fi, P1, Pg(Axis	to "Y2"
10) Set	cos fi min	to eta, cos fi, P1, Pg(From)
11) Set	cos fi max	to eta, cos fi, P1, Pg(To)
12) Set	cos fi podjela	to eta, cos fi, P1, Pg(Step)
13) Set	eta, cos fi, P1, Pg(Axis	to "Y3"
14) Set	P1 min (kW)	to eta, cos fi, P1, Pg(From)
15) Set	P1 max (kW)	to eta, cos fi, P1, Pg(To)
16) Set	P1 podjela	to eta, cos fi, P1, Pg(Step)
17) Set	eta, cos fi, P1, Pg(Axis	to "Y4"
18) Set	Pg min (kW)	to eta, cos fi, P1, Pg(From)
19) Set	Pg max (kW)	to eta, cos fi, P1, Pg(To)
20) Set	Pg podjela	to eta, cos fi, P1, Pg(Step)
21) Set	I1, n, s(Axis)	to "Y1"
22) Set	I1 min (A)	to I1, n, s(From)
23) Set	I1 max (A)	to I1, n, s(To)
24) Set	I1 podjela	to I1, n, s(Step)
25) Set	I1, n, s(Axis)	to "Y2"
26) Set	n min (o/min)	to I1, n, s(From)
27) Set	n max (o/min)	to I1, n, s(To)
28) Set	n podjela	to I1, n, s(Step)
29) Set	I1, n, s(Axis)	to "Y3"
30) Set	s min (%)	to I1, n, s(From)
31) Set	s max (%)	to I1, n, s(To)
32) Set	s podjela	to I1, n, s(Step)
33) Show	GRAFOVI	
34) Set focus in	GRAFOVI	to object Pmin (kW)

INTERPOLACIJA Graf 1 (lglavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\INTERPOLACIJA Graf 1)

Action list for Pushbutton object "INTERPOLACIJA Graf 1":

1) Calculate	korak rampe P2	with a=korisna snaga b=indeks zadnjeg elementa te c=broj tocaka int polinoma
2) Calculate	rampa P2	with a=korisna snaga b=indeks zadnjeg elementa te c=korak rampe P2
3) Calculate	koeficijenti eta	with a=korisna snaga b=korisnost c=st.pol eta
4) Calculate	inter eta	with a=rampa P2 b=koeficijenti eta
5) Calculate	koeficijenti p.f.	with a=korisna snaga b=faktor snage c=st.pol cos fi
6) Calculate	inter p.f.	with a=rampa P2 b=koeficijenti p.f.
7) Calculate	koeficijenti P1	with a=korisna snaga b=ulazna snaga c= st.pol P1
8) Calculate	inter P1	with a=rampa P2 b=koeficijenti P1
9) Calculate	koeficijenti Pg	with a=korisna snaga b=ukupni gubici c=st.pol Pg
10) Calculate	inter Pg	with a=rampa P2 b=koeficijenti Pg

Action list for Pushbutton object "INTERPOLACIJA Graf 1": ...continued

- 11) Draw graph eta, cos fi, P1, Pg with korisna snaga , korisnost , korisna snaga , faktor snage , korisna snaga , ulazna snaga , korisna snaga , ukupni gubici , rampa P2 , inter eta , rampa P2 , inter p.f. , rampa P2 , inter P1 , rampa P2 , inter Pg

INTERPOLACIJA Graf 2 (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\INTERPOLAC

Action list for Pushbutton object "INTERPOLACIJA Graf 2":

- 1) Calculate korak rampe P2 with a=korisna snaga b=indeks zadnjeg elementa te c=broj locaka int polinoma
2) Calculate rampa P2 with a=korisna snaga b=indeks zadnjeg elementa te c=korak rampe P2
3) Calculate koeficijenti I1 with a=korisna snaga b=struja I1 c=st.pol I1
4) Calculate inter I1 with a=rampa P2 b=koeficijenti I1
5) Select Case2 a=File3:s1n0
6) When Case2 is 1
7) Calculate koeficijenti n with a=korisna snaga b=brzina iz klizanja c=st.pol n
8) Calculate inter n with a=rampa P2 b=koeficijenti n
9) When Case2 is 0
10) Calculate koeficijenti n with a=korisna snaga b=brzina c=st.pol n
11) Calculate inter n with a=rampa P2 b=koeficijenti n
12) End Case2
13) Calculate koeficijenti s with a=korisna snaga b=klizanje c=st.pol. s
14) Calculate inter s with a=rampa P2 b=koeficijenti s
15) Calculate koeficijenti M with a=korisna snaga b=moment c=st.pol I1
16) Select Case2 a=File3:s1n0
17) When Case2 is 1
18) Draw graph I1, n, s with korisna snaga , struja I1 , korisna snaga , brzina iz klizanja , korisna snaga , klizanje , rampa P2 , inter I1 , rampa P2 , inter n , rampa P2 , inter s
19) When Case2 is 0
20) Draw graph I1, n, s with korisna snaga , struja I1 , korisna snaga , brzina , korisna snaga , klizanje , rampa P2 , inter I1 , rampa P2 , inter n , rampa P2 , inter s
21) End Case2

KARAKT. OPTERECENJA (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKT.

Action list for Pushbutton object "KARAKT. OPTERECENJA":

- 1) Show KARAKTERISTIKE
2) Draw graph karakteristike tereta 1 · with rampa P2 , inter eta , inter p.f. , inter P1 , inter Pg
3) Draw graph karakteristike tereta 2 · with rampa P2 , inter I1 , inter n , inter s

NATRAG (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide INTERPOLACIJA
2) Show OPTERECENJE
3) Set focus in OPTERECENJE to object PRORACUN

NATRAG (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOVI\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Set eta, cos fi, P1, Pg(Axis) to "X"
2) Set eta, cos fi, P1, Pg(Fro) to Pmin (kW)
3) Set eta, cos fi, P1, Pg(To) to Pmax (kW)
4) Set eta, cos fi, P1, Pg(Ste) to P podjela
5) Set eta, cos fi, P1, Pg(Axis) to "Y1"
6) Set eta, cos fi, P1, Pg(Fro) to eta min (%)
7) Set eta, cos fi, P1, Pg(To) to eta max (%)
8) Set eta, cos fi, P1, Pg(Ste) to eta podjela
9) Set eta, cos fi, P1, Pg(Axis) to "Y2"
10) Set eta, cos fi, P1, Pg(Fro) to cos fi min
11) Set eta, cos fi, P1, Pg(To) to cos fi max
12) Set eta, cos fi, P1, Pg(Ste) to cos fi podjela
13) Set eta, cos fi, P1, Pg(Axis) to "Y3"
14) Set eta, cos fi, P1, Pg(Fro) to P1 min (kW)
15) Set eta, cos fi, P1, Pg(To) to P1 max (kW)
16) Set eta, cos fi, P1, Pg(Ste) to P1 podjela
17) Set eta, cos fi, P1, Pg(Axis) to "Y4"
18) Set eta, cos fi, P1, Pg(Fro) to Pg min (kW)
19) Set eta, cos fi, P1, Pg(To) to Pg max (kW)
20) Set eta, cos fi, P1, Pg(Ste) to Pg podjela
21) Set karakteristike tereta 1 to "X"
22) Set karakteristike tereta 1 to Pmin (kW)
23) Set karakteristike tereta 1 to Pmax (kW)
24) Set karakteristike tereta 1 to P podjela
25) Set karakteristike tereta 1 to "Y1"
26) Set karakteristike tereta 1 to eta min (%)
27) Set karakteristike tereta 1 to eta max (%)
28) Set karakteristike tereta 1 to eta podjela
29) Set karakteristike tereta 1 to "Y2"
30) Set karakteristike tereta 1 to cos fi min
31) Set karakteristike tereta 1 to cos fi max
32) Set karakteristike tereta 1 to cos fi podjela
33) Set karakteristike tereta 1 to "Y3"
34) Set karakteristike tereta 1 to P1 min (kW)
35) Set karakteristike tereta 1 to P1 max (kW)
36) Set karakteristike tereta 1 to P1 podjela
37) Set karakteristike tereta 1 to "Y4"
38) Set karakteristike tereta 1 to Pg min (kW)
39) Set karakteristike tereta 1 to Pg max (kW)
40) Set karakteristike tereta 1 to Pg podjela
41) Set I1, n, s(Axis) to "X"
42) Set I1, n, s(From) to Pmin (kW)
43) Set I1, n, s(To) to Pmax (kW)
44) Set I1, n, s(Step) to P podjela
45) Set I1, n, s(Axis) to "Y1"
46) Set I1, n, s(From) to I1 min (A)
47) Set I1, n, s(To) to I1 max (A)
48) Set I1, n, s(Step) to I1 podjela
49) Set I1, n, s(Axis) to "Y2"
50) Set I1, n, s(From) to n min (o/min)
51) Set I1, n, s(To) to n max (o/min)
52) Set I1, n, s(Step) to n podjela
53) Set I1, n, s(Axis) to "Y3"
54) Set I1, n, s(From) to s min (%)
55) Set I1, n, s(To) to s max (%)

GRAFOVI (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOVI)

Objects in panel "GRAFOVI":

	poruka za graniène vrij.		pg
	graniène vrijednosti		i1
	p		n
	eta		s
	cos fi		NATRAG
	p1		

Action list for Pushbutton object "NATRAG": ...continued

- 56) Set I1, n, s(Step) to s podjela
57) Set karakteristike tereta 2 to "X"
58) Set karakteristike tereta 2 to Pmin (kW)
59) Set karakteristike tereta 2 to Pmax (kW)
60) Set karakteristike tereta 2 to P podjela
61) Set karakteristike tereta 2 to "Y1"
62) Set karakteristike tereta 2 to I1 min (A)
63) Set karakteristike tereta 2 to I1 max (A)
64) Set karakteristike tereta 2 to I1 podjela
65) Set karakteristike tereta 2 to "Y2"
66) Set karakteristike tereta 2 to n min (o/min)
67) Set karakteristike tereta 2 to n max (o/min)
68) Set karakteristike tereta 2 to n podjela
69) Set karakteristike tereta 2 to "Y3"
70) Set karakteristike tereta 2 to s min (%)
71) Set karakteristike tereta 2 to s max (%)
72) Set karakteristike tereta 2 to s podjela
73) Hide GRAFOVI

graniène vrijednosti (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOVI\granièni

Objects in panel "graniène vrijednosti":

	P (kW)		I1 (A)
	eta (%)		n_max (o/min)
	cos fi		n_min (o/min)
	P1 (kW)		s_min (%)
	Pg (kW)		s_max (%)

p (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOVI\p)

Objects in panel "p":

	P2 poruka za podešenje grafa		Pmax (kW)
	Pmin (kW)		P podjela

Pmin (kW) (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOVI\p\pmin (kW))

Action list for Data-Entry object "Pmin (kW)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object Pmax (kW)

1.2.1

Pmax (kW)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lpPmax (kW))

Action list for Data-Entry object "Pmax (kW)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object P podjela

1.2.1

P podjela

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lpP podjela)

Action list for Data-Entry object "P podjela":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object eta min (%)

1.2.1

eta

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\leta)

Objects in panel "eta":

1.2.1

TEXT

eta poruka za podesenje grafa

1.2.1

1.2.1

eta max (%)

1.2.1

1.2.1

eta min (%)

1.2.1

1.2.1

eta podjela

1.2.1

eta min (%)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\letaeta min (%))

Action list for Data-Entry object "eta min (%)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object eta max (%)

1.2.1

eta max (%)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\letaeta max (%))

Action list for Data-Entry object "eta max (%)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object eta podjela

1.2.1

eta podjela

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\letaeta podjela)

Action list for Data-Entry object "eta podjela":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object cos fi min

1.2.1

cos fi

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\icos fi)

Objects in panel "cos fi":

1.2.1

TEXT

cos fi poruka za podesenje grafa

1.2.1

1.2.1

cos fi max

1.2.1

1.2.1

cos fi min

1.2.1

1.2.1

cos fi podjela

1.2.1

cos fi min

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\icos ficos fi min)

Action list for Data-Entry object "cos fi min":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object cos fi max

1.2.1

cos fi max

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\icos ficos fi max)

Action list for Data-Entry object "cos fi max":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object cos fi podjela

1.2.1

cos fi podjela

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\icos ficos fi podje)

Action list for Data-Entry object "cos fi podjela":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object P1 min (kW)

1.2.1

p1

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lp1)

Objects in panel "p1":

1.2.1

TEXT

P1 poruka za podesenje grafa

1.2.1

1.2.1

P1 max (kW)

1.2.1

1.2.1

P1 min (kW)

1.2.1

1.2.1

P1 podjela

1.2.1

P1 min (kW)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lp1P1 min (kW))

Action list for Data-Entry object "P1 min (kW)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object P1 max (kW)

1.2.1

P1 max (kW)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lp1P1 max (kW))

Action list for Data-Entry object "P1 max (kW)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object P1 podjela

1.2.1

P1 podjela

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lp1P1 podjela)

Action list for Data-Entry object "P1 podjela":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object Pg min (kW)

1.2.1

pg

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lpg)

Objects in panel "pg":

1.2.1

TEXT

Pg poruka za podesenje grafa

1.2.1

1.2.1

Pg max (kW)

1.2.1

1.2.1

Pg min (kW)

1.2.1

1.2.1

Pg podjela

1.2.1

Pg min (kW)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lpgPg min (kW))

Action list for Data-Entry object "Pg min (kW)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object Pg max (kW)

1.2.1

Pg max (kW)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lpgPg max (kW))

Action list for Data-Entry object "Pg max (kW)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object Pg podjela

1.2.1

Pg podjela

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lpgPg podjela)

Action list for Data-Entry object "Pg podjela":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object I1 min (A)

1.2.1

i1

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\li1)

Objects in panel "i1":

1.2.1

TEXT

I1 poruka za podesenje grafa

1.2.1

1.2.1

I1 max (A)

1.2.1

1.2.1

I1 min (A)

1.2.1

1.2.1

I1 podjela

1.2.1

I1 min (A)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\li1I1 min (A))

Action list for Data-Entry object "I1 min (A)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object I1 max (A)

1.2.1

I1 max (A)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\li1I1 max (A))

Action list for Data-Entry object "I1 max (A)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object I1 podjela

1.2.1

I1 podjela

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\li1I1 podjela)

Action list for Data-Entry object "I1 podjela":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object n min (o/min)

1.2.1

n

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\ln)

Objects in panel "n":

1.2.1

TEXT

n poruka za podesenje grafa

1.2.1

1.2.1

n max (o/min)

1.2.1

1.2.1

n min (o/min)

1.2.1

1.2.1

n podjela

1.2.1

n min (o/min)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lnn min (o/min))

Action list for Data-Entry object "n min (o/min)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object n max (o/min)

1.2.1

n max (o/min)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lnn max (o/min))

Action list for Data-Entry object "n max (o/min)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object n podjela

1.2.1

n podjela

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lnn podjela)

Action list for Data-Entry object "n podjela":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object s min (%)

1.2.1

s

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\ls)

Objects in panel "s":

1.2.1

TEXT

s poruka za podesenje grafa

1.2.1

1.2.1

s max (%)

1.2.1

1.2.1

s min (%)

1.2.1

1.2.1

s podjela

1.2.1

s min (%)

(\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOV\lss min (%))

Action list for Data-Entry object "s min (%)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object s max (%)

 **s max (%)** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOVI\s max (%))

Action list for Data-Entry object "s max (%)":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object s podjela

 **s podjela** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOVI\s podjela)

Action list for Data-Entry object "s podjela":

- 1) Set focus in GRAFOVI to object NATRAG

 **rampa P2 za interpolaciju** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\rampa P2

Objects in panel "rampa P2 za interpolaciju":

 broj tocaka int polinoma  rampa P2
 korak rampe P2

 **interpolacija Graf 1 - eta, cos fi, P1, Pg** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\GRAFOVI\interpolacija Graf 1 - eta, cos fi, P1, Pg)

Objects in panel "interpolacija Graf 1 - eta, cos fi, P1, Pg":

 eta text	 P1 text
 st.pol eta	 st.pol P1
 koeficijenti eta	 koeficijenti P1
 inter eta	 inter P1
 cos fi text	 Pg text
 st.pol cos fi	 st.pol Pg
 koeficijenti p.f.	 koeficijenti Pg
 inter p.f.	 inter Pg

 **interpolacija Graf 2 - I1, n, s** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\interpolacija Graf 2 - I1, n, s)

Objects in panel "interpolacija Graf 2 - I1, n, s":

 I text	 inter n
 st.pol I1	 klizanje text
 koeficijenti I1	 st.pol. s
 inter I1	 koeficijenti s
 brzina text	 inter s
 st.pol n	 koeficijenti M
 koeficijenti n	

 **KARAKTERISTIKE** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE)

Objects in panel "KARAKTERISTIKE":

 Podesenja za graf	 legenda za teret
 Izracunaj tablicu	 IZVJESTAJ
 Brisi tabelu	 izvjestaj za opterecenje
 izracunavanje podataka u tabeli	 ISPIS GRAFOVA
 eta, cos fi, P1, Pg	 grafovi opterecenja
 I1, n, s	 SPREMANJE
 karakteristike tereta 1 - eta, cos fi, P1, Pg	 spremanje u datoteku
 karakteristike tereta 2 - I1, n, s	 NATRAG

 **Podesenja za graf** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\Podesenja za graf)

Action list for Pushbutton object "Podesenja za graf":

- 1) Show GRAFOVI
- 2) Set focus in GRAFOVI to object Pmin (kW)

 **Izracunaj tablicu** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\Izracunaj tablicu)

Action list for Pushbutton object "Izracunaj tablicu":

- 1) Set upisani P/Pn to 0
- 2) Set izracunati P2 to 0
- 3) Set upisani P2 to 0
- 4) Set izracunati P2/P2n to 0
- 5) Clear polje izracunatih P2/P.
- 6) Clear polje izracunatih P2
- 7) Clear polje izracunatih P1
- 8) Clear polje izracunatih p.f.
- 9) Clear polje izracunatih I
- 10) Clear polje izracunatih n
- 11) Clear polje izracunatih eta
- 12) Clear polje izracunatih s
- 13) Clear polje izracunatih Pg
- 14) Clear polje izracunatih M
- 15) Calculate broj redova with a=izracunate vrijednosti 1
- 16) Calculate broj stupaca with a=izracunate vrijednosti 1
- 17) If/Then upisan prvi stupac - P, upisani P/Pn with a=broj stupaca
- 18) Calculate upisani P/Pn with a=izracunate vrijednosti 1 red=broj redova
- 19) Store in polje izracunatih P2/P. from upisani P/Pn
- 20) Calculate izracunati P2 with omjer=upisani P/Pn p2n=Pn(kW)
- 21) Store in polje izracunatih P2 from izracunati P2
- 22) End If upisan prvi stupac - P,
- 23) If/Then upisan drugi stupac - upisani P2 with a=broj stupaca
- 24) Calculate upisani P2 with a=izracunate vrijednosti 1 red=broj redova
- 25) Store in polje izracunatih P2 from upisani P2
- 26) Calculate izracunati P2/P2n with p2=upisani P2 p2n=Pn(kW)
- 27) Store in polje izracunatih P2/P. from izracunati P2/P2n
- 28) End If upisan drugi stupac - petlja 3
- 29) Linear series petlja 3 from 1 to broj redova, step by 1
- 30) Calculate izracunati P1 with j=petlja 3 a=polje izracunatih P2 b=koeficijenti P1
- 31) Append to polje izracunatih P1 from izracunati P1
- 32) Calculate izracunati p.f. with j=petlja 3 a=polje izracunatih P2 b=koeficijenti p.f.
- 33) Append to polje izracunatih p.f. from izracunati p.f.
- 34) Calculate izracunati I with j=petlja 3 a=polje izracunatih P2 b=koeficijenti I1
- 35) Append to polje izracunatih I from izracunati I
- 36) Calculate izracunati n with j=petlja 3 a=polje izracunatih P2 b=koeficijenti n
- 37) Append to polje izracunatih n from izracunati n
- 38) End petlja 3
- 39) Linear series petlja 3 from 1 to broj redova, step by 1
- 40) Calculate izracunati eta with j=petlja 3 p2=polje izracunatih P2 p1=polje izracunatih P1
- 41) Append to polje izracunatih eta from izracunati eta
- 42) Calculate izracunati s with j=petlja 3 brz=polje izracunatih n par=2p freq=frekvencija
- 43) Append to polje izracunatih s from izracunati s
- 44) Calculate izracunati Pg with j=petlja 3 p1=polje izracunatih P1 p2=polje izracunatih P2
- 45) Append to polje izracunatih Pg from izracunati Pg
- 46) Calculate izracunati M with j=petlja 3 p2=polje izracunatih P2 brz=polje izracunatih n

Action list for Pushbutton object "Izracunaj tablicu": ...continued

- 47) Append to polje izracunatih M from izracunati M
- 48) End petlja 3
- 49) Calculate podaci u tabeli with a=polje izracunatih P2/P2n b=polje izracunatih P2 c=polje izracunatih P1 d=polje izracunatih eta e=polje izracunatih p.f. to podaci u tabeli
- 50) Set izracunate vrijednosti to podaci u tabeli
- 51) Calculate podaci u tabeli with a=polje izracunatih P2/P2n b=polje izracunatih I c=polje izracunatih n d=polje izracunatih s e=polje izracunatih M
- 52) Set izracunate vrijednosti : to podaci u tabeli

 **Brisi tabelu** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\Brisi tabelu)

Action list for Pushbutton object "Brisi tabelu":

- 1) Clear izracunate vrijednosti
- 2) Clear izracunate vrijednosti :
- 3) Clear polje izracunatih P2/P.
- 4) Clear polje izracunatih P1
- 5) Clear polje izracunatih P2
- 6) Clear polje izracunatih eta
- 7) Clear polje izracunatih I
- 8) Clear polje izracunatih p.f.
- 9) Clear polje izracunatih n
- 10) Clear polje izracunatih s
- 11) Clear polje izracunatih M

 **eta, cos fi, P1, Pg** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\eta, cos fi, P1, Pg)

Action list for Pushbutton object "eta, cos fi, P1, Pg":

- 1) Set karakteristike tereta 2 - to 0
- 2) Set karakteristike tereta 1 - to 1
- 3) Set eta, cos fi, P1, Pg(Visit to 0
- 4) Set I1, n, s(Visible) to 1

 **I1, n, s** (\glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\I1, n, s)

Action list for Pushbutton object "I1, n, s":

- 1) Set karakteristike tereta 1 - to 0
- 2) Set karakteristike tereta 2 - to 1
- 3) Set I1, n, s(Visible) to 0
- 4) Set eta, cos fi, P1, Pg(Visit to 1

RUN **IZVJESTAJ** (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\IZVJESTAJ

Action list for Pushbutton object "IZVJESTAJ":

```
1) Start izvjestaj za opterecenj "Objekt:", TAB , OBJEKT
2) Print izvjestaj za opterecenj "Tip:", TAB , TIP
3) Print izvjestaj za opterecenj "Tv.broj:", TAB , BROJ
4) Print izvjestaj za opterecenj "Datum ispitivanja: ", DATUM
5) Print izvjestaj za opterecenj "Snimio:", TAB , SNIMIO
6) Print izvjestaj za opterecenj CRLF
7) Print izvjestaj za opterecenj "SNIMLJENE MUJERNE TOCKE"
8) Print Case2
9) Select Case2
10) When Case2
11) Print izvjestaj za opterecenj snimljno klizanje
12) When Case2
13) Print izvjestaj za opterecenj snimljena brzina
14) End Case2
15) Print izvjestaj za opterecenj CRLF
16) Print izvjestaj za opterecenj "LINIJSKI OTPOR NAMOTA I TEMPERATURE"
17) Print izvjestaj za opterecenj "Rstat(ohm)=", R(ohm) , TAB , "Tshl("C)=" ,
Tmj("C) , TAB , "Tstt("C)=" , Tstat("C) , TAB ,
"Trt("C)=" , Trot("C) , TAB , "kl.iz. ", klasa
izolacije
18) Print izvjestaj za opterecenj CRLF
19) Print izvjestaj za opterecenj "IZRACUNATE VRIJEDNOSTI"
20) Print izvjestaj za opterecenj TABLICA 1
21) Print izvjestaj za opterecenj CRLF
22) Print izvjestaj za opterecenj TABLICA 2
23) Print izvjestaj za opterecenj CRLF
24) Print izvjestaj za opterecenj "IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA ZADANU
SNAGU"
25) Print izvjestaj za opterecenj izracunate vrijednosti 1
26) Print izvjestaj za opterecenj CRLF
27) Print izvjestaj za opterecenj izracunate vrijednosti 2
28) New page
29) Print izvjestaj za opterecenj "INTERPOLACIJSKI POLINOMI"
30) Print izvjestaj za opterecenj "broj tocaka za interpolaciju" , TAB , broj tocaka
int polinoma
31) Print izvjestaj za opterecenj "stupanj polinoma eta" , TAB , st.pol eta , TAB ,
"stupanj polinoma cos fi" , TAB , st.pol cos fi
32) Print izvjestaj za opterecenj "stupanj polinoma P1" , TAB , st.pol P1 , TAB ,
"stupanj polinoma Pg" , TAB , st.pol Pg
33) Print izvjestaj za opterecenj "stupanj polinoma l1" , TAB , st.pol l1 , TAB ,
"stupanj polinoma n" , TAB , st.pol n
34) Print izvjestaj za opterecenj "stupanj polinoma s" , TAB , st.pol. s
35) Print izvjestaj za opterecenj CRLF
36) Print izvjestaj za opterecenj "KARAKTERISTIKE TERETA"
37) Set position in izvjestaj za opterecenj x=14.5, y=0.7
38) Print izvjestaj za opterecenj legenda za teret
39) Set karakteristike tereta 2 to 0
40) Set karakteristike tereta 1 to 1
41) Print (at) izvjestaj za opterecenj x=0, y=5, w=16.875, h=9, value=karakteristike
tereta 1 - eta, cos fi, P1, Pg
42) Set karakteristike tereta 1 to 0
43) Set karakteristike tereta 2 to 1
44) Print (at) izvjestaj za opterecenj x=0, y=14, w=16.875, h=9, value=karakteristike
tereta 2 - l1, n, s
45) End izvjestaj za opterecenj
```

Action list for Pushbutton object "IZVJESTAJ": ...continued

```
46) Set karakteristike tereta 1 to 1
47) Set karakteristike tereta 2 to 0
```

RUN **ISPIS GRAFOVA** (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\ISPIS

Action list for Pushbutton object "ISPIS GRAFOVA":

```
1) Set karakteristike tereta 2 to 0
2) Set karakteristike tereta 1 to 1
3) Start grafovi opterecenja x=1, y=5, w=15, h=10, value=karakteristike tereta 1 -
4) Print (at) grafovi opterecenja eta, cos fi, P1, Pg
5) Set karakteristike tereta 1 to 0
6) Set karakteristike tereta 2 to 1
7) Print (at) grafovi opterecenja x=1, y=16, w=15, h=10, value=karakteristike tereta 2 -
l1, n, s
8) Print (at) grafovi opterecenja x=15.5, y=13, w=4, h=4.5, value=legenda za teret
9) End grafovi opterecenja
10) Set karakteristike tereta 2 to 0
11) Set eta, cos fi, P1, Pg(Visi to 0
12) Set karakteristike tereta 1 to 1
13) Set l1, n, s(Visible) to 1
```

RUN **SPREMANJE** (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\SPREMA

Action list for Pushbutton object "SPREMANJE":

```
1) Show spremanje u datoteku
2) Set focus in spremanje u datoteku to object NAZIV ISPLITIVANJA
3) Set NAZIV ISPLITIVANJA to File3:naziv ispitivanja
4) Set OBJEKT to File3:ime objekta
5) Set TIP to File3:vrsta tipa
6) Set TV, BROJ to File3:tvorn.broj
7) Set DATUM to File3:datum mjerenja
8) Set SNIMIO to File3:snimatelj
```

RUN **NATRAG** (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\NATRAG)

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

```
1) Hide KARAKTERISTIKE
```

 izracunavanje podataka u tabeli (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\K

Objects in panel "izracunavanje podataka u tabeli":

 broj redova	 drugi stupac - P(kW)
 broj stupaca	 podaci u tabeli
 upisan prvi stupac - P/Pn	 racunanje jedne tocke
 upisan drugi stupac - P(kW)	 polja izracunatih tocaka
 petlja 3	 tabele za izracunate vrijednosti
 prvi stupac - P/Pn	

 racunanje jedne tocke (glavni prozor\...\racunanje jedne tocke)

Objects in panel "racunanje jedne tocke":

 upisani P/Pn	 izracunati l
 izracunati P2	 izracunati n
 upisani P2	 izracunati eta
 izracunati P2/P2n	 izracunati s
 izracunati P1	 izracunati Pg
 izracunati p.f.	 izracunati M

 polja izracunatih tocaka (glavni prozor\...\polja izracunatih tocaka)

Objects in panel "polja izracunatih tocaka":

 polje izracunatih P2/P2n	 polje izracunatih l
 polje izracunatih P2	 polje izracunatih n
 polje izracunatih P1	 polje izracunatih eta
 polje izracunatih p.f.	 polje izracunatih s

Objects in panel "polja izracunatih tocaka": ...continued

 polje izracunatih Pg	 polje izracunatih M
--	---

 tabele za izracunate vrijednosti (glavni prozor\...\tabele za izracunate vrijednosti)

Objects in panel "tabele za izracunate vrijednosti":

 izracunate vrijednosti 1	 izracunate vrijednosti 2
--	--

 spremanje u datoteku (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTI

Objects in panel "spremanje u datoteku":

 poruka 1	 naziv ostalo
 Label1	 naziv p2,p1,eta,M
 File31	 naziv l,cos,n,s
 podaci o ispitivanju	 naziv inter. rezultata
 naziv rezultata n	 inter tocke
 naziv rezultata s	 SPREMI
 naziv gubitaka	 NATRAG

 SPREMI (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\spremanje u dat

Action list for Pushbutton object "SPREMI":

- 1) Calculate naziv rezultata s

2) Calculate naziv rezultata n

3) Calculate naziv gubitaka

4) Calculate naziv ostalo

5) Calculate naziv I,cos,n,s

6) Calculate naziv p2,p1,eta,M

7) Calculate naziv inter. rezultata

8) Calculate inter tocke

9) Show dialog File31

10) Erase File31

11) Open File31

12) Output to File31

13) Output to File31

14) Output to File31

15) Output to File31

16) Output to File31

17) Output to File31

18) Output to File31

19) Output to File31

20) Output to File31

21) Select Case2

22) When Case2

23) Output to File31

24) Output to File31

25) When Case2

26) Output to File31

27) Output to File31

28) End Case2

29) Output to File31

30) Output to File31

31) Output to File31

32) Output to File31

33) Output to File31

34) Output to File31

35) Output to File31

36) Output to File31

37) Output to File31

38) Output to File31

39) Output to File31

40) Output to File31

41) Output to File31

42) Output to File31

43) Output to File31

44) Output to File31

45) Output to File31
- with a=rampa P2 b=inter P1 c=inter Pg d=inter eta e=inter I1 f=inter p.f. g=inter n h=inter s

with File3:naziv ispitivanja, term.=CRLF

with "Objekt:" , TAB , OBJEKT, term.=CRLF

with "Tip:" , TAB , TIP , term.=CRLF

with "Tv.broj:" , TAB , BROJ , term.=CRLF

with "Datum:" , TAB , DATUM , term.=CRLF

with "Snimio:" , TAB , SNIMIO , term.=CRLF

with "Napomene:" , term.=CRLF

with NAPOMENE, term.=CRLF

with "SNIMLJENE MJERNE TOCKE", term.=CRLF

a=File3:s1n0

is 1

with naziv rezultata s, term.=

with snimljno klizanje, term.=CRLF

is 0

with naziv rezultata n, term.=

with snimljena brzina, term.=CRLF

with CRLF, term.=

with "LINIJSKI OTPOR STATORSKOG NAMOTA", term.=CRLF

with "R(ohm)=", TAB , R(ohm) , TAB , "fazni otpor namota statora", term.=CRLF

with "Thl("C)=", TAB , Tmj("C) , TAB , "temperatura na kojoj je mjeren otpor statora", term.=CRLF

with "Tstl("C)=", TAB , Tstat("C) , TAB , "temperatura namota statora za vrijeme ispitivanja", term.=CRLF

with "Trt("C)=", TAB , Trot("C) , TAB , "temperatura namota rotora za vrijeme ispitivanja", term.=CRLF

with "Tmax("C)=", TAB , Ttoplo , TAB , "kl.izol." , TAB , klasa izolacije, term.=CRLF

with CRLF, term.=

with "RAZRADA GUBITAKA OPTERECENJA", term.=CRLF

with CRLF, term.=

with naziv gubitaka, term.=

with TABLICA 1, term.=CRLF

with naziv ostalo, term.=

with TABLICA 2, term.=CRLF

with CRLF, term.=

with "IZRACUNATE VRIJEDNOSTI ZA ZADANU SNAGU", term.=CRLF

with CRLF, term.=

Action list for Pushbutton object "SPREMI": ...continued

- 46) Output to File31

47) Output to File31

48) Output to File31

49) Output to File31

50) Output to File31

51) Output to File31

52) Output to File31

53) Output to File31

54) Output to File31

55) Output to File31

56) Output to File31

57) Output to File31

58) Output to File31

59) Output to File31

60) Output to File31

61) Output to File31

62) Output to File31

63) Close File31
- with naziv p2,p1,eta,M, term.=

with izracunate vrijednosti 1, term.=CRLF

with naziv I,cos,n,s, term.=

with izracunate vrijednosti 2, term.=CRLF

with CRLF, term.=

with "INTERPOLACIJSKI POLINOMI", term.=CRLF

with broj tocaka int polinoma , TAB , "broj tocaka za interpolacijske polinome", term.=CRLF

with st.pol cos fi , TAB , "stupanj polinoma cos fi", term.=CRLF

with st.pol s , TAB , "stupanj polinoma klizanja", term.=CRLF

with st.pol n , TAB , "stupanj polinoma brzine", term.=CRLF

with st.pol eta , TAB , "stupanj polinoma korisnosti", term.=CRLF

with st.pol I1 , TAB , "stupanj polinoma struje", term.=CRLF

with st.pol P1 , TAB , "stupanj polinoma ulazne snage", term.=CRLF

with st.pol Pg , TAB , "stupanj polinoma gubitaka", term.=CRLF

with CRLF, term.=

with naziv inter. rezultata, term.=

with inter tocke, term.=CRLF

 NATRAG (glavni prozor\OPTERECENJE\INTERPOLACIJA\KARAKTERISTIKE\spremanje u d:

Action list for Pushbutton object "NATRAG":

- 1) Hide spremanje u datoteku

2) Show KARAKTERISTIKE

 podaci o ispitivanju (glavni prozor...\podaci o ispitivanju)

Objects in panel "podaci o ispitivanju":

-  OBJEKT

 DATUM

 NAZIV ISPITIVANJA

 SNIMIO

 TIP

 NAPOMENE

 TV. BROJ