

Prof.dr.sc. Fetah Kolonić

**Mehatronički pristup razvoju i
dizajnu novih proizvoda**

LJETNI UNIVERZITET TUZLA

29.06-08.07.2009 god.

Što je uopće MEHATRONIKA?

- ✚ Pitanje koje ne možemo zaobići
- ✚ Pitanje na koje se može odgovoriti na više načina
- ✚ Definicija sama po sebi i nije toliko važna koliko je važno manje više isto značenje svake od mnoštva definicija koje se mogu naći u literaturi (web!)
- ✚ Primjeri:
 - *Sinergijska integracija precizne mehanike, elektronike i programsko-sklopovskog računarstva u dizajnu tehnološkog proizvoda i/ili procesa*
 - *Znanjem upravljani elektromehanički sustav*
 - *Sinergijska integracija preciznog mehaničkog inženjerstva, elektroničkog upravljanja i sustavnog razmišljanja u dizajnu inteligentnih proizvoda*
 - *sinergijska kombinacija mehaničkog, elektroničkog i programskog inženjerstva*
 - *sinergijska kombinacija mehaničkog, elektrotehničkog i računalnog inženjerstva (jednostavno pamtljiva definicija)*

Ključni pojmovi koji definiraju Mehatroniku

- ➡ *Sinergija*
- ➡ *Precizna mehanika*
- ➡ *Elektroničko inženjerstvo*
- ➡ *Računalna tehnologija (sklopovska i programska podrška; digitalni sustav upravljanja)*
- ➡ *Znanje*
- ➡ *Informacijski tokovi pri dizajnu proizvoda (proces)*

Objašnjenja osnovnih pojmova

- **Sinergizam;** (*syn-s,sa; ergon-* djelo), usklađenost rada (suradnja) komponenta unutar sustava kojeg te komponente određuju, u cilju postizanja određene radnje, pokreta

Npr., medicina, ljudski organizam, pojačano djelovanje korištenjem dva lijeka; robot s umjetnom inteligencijom).

- **Integracija;** *Objedinjuje više klasičnih temeljnih znanosti (mehanika, elektronika, mikro- nano, energetska)*

Npr: mehanika (tehnologija mehanizama), elektronika (pojačala, aktuatori, općenito sklopovska podrška), informatika (algoritmi upravljanja, komunikacije)

Objašnjenja osnovnih pojmova

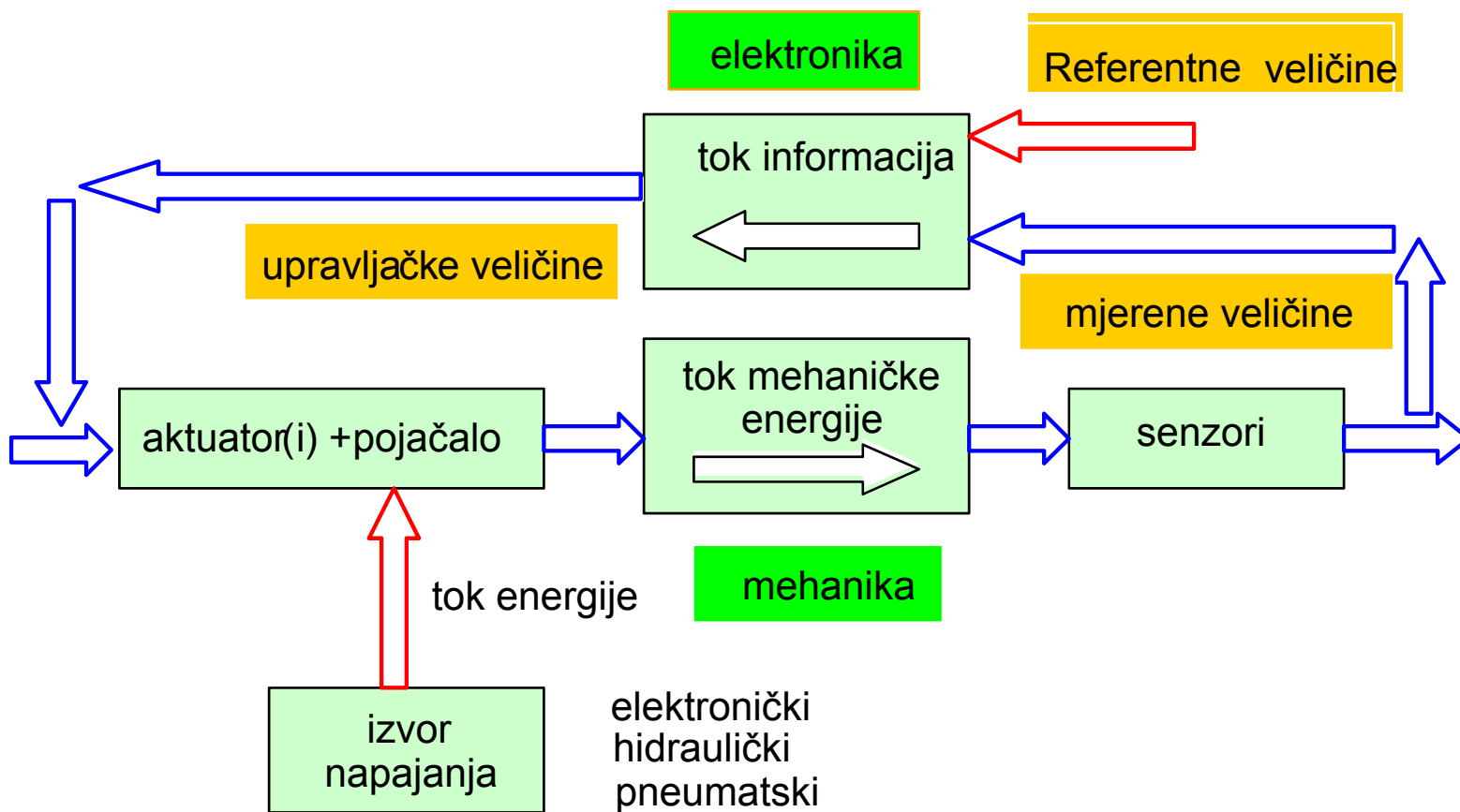
- **Modularnost;** Mogućnost jednostavne rekonfiguracije sustava, proširenje funkcija sustava po potrebi, promjena funkcija (fleksibilnost).

Npr: Zamjena mehaničkog senzora brzine s tzv. “soft” senzorom (estimatorom); dodavanje novih modula kojim se postiže dodatno proširenje funkcija proizvoda

- **Otvorenost;** Mogućnost komunikacijskog pristupa sustavu, bilo sa strane korisnika bilo sa strane nekog drugog sustava.

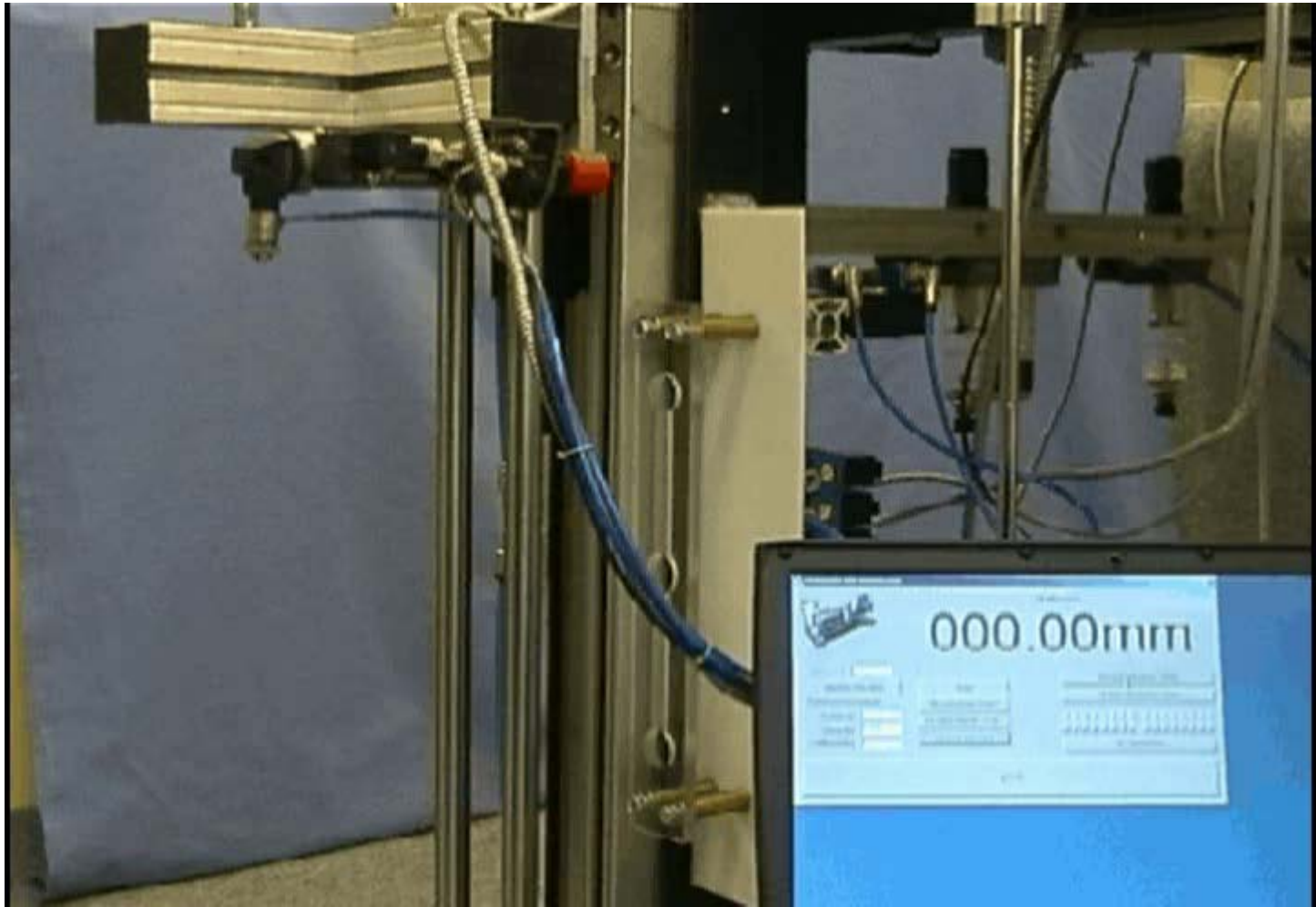
Npr: Uvođenjem komunikacijskih veza gubi se potreba za izradom dodatnih sklopova (engl. *interface*) koji povezuju sklopove realizirane na potpuno različitim razvojnim platformama)

Blokovska struktura mehatroničkog sustava



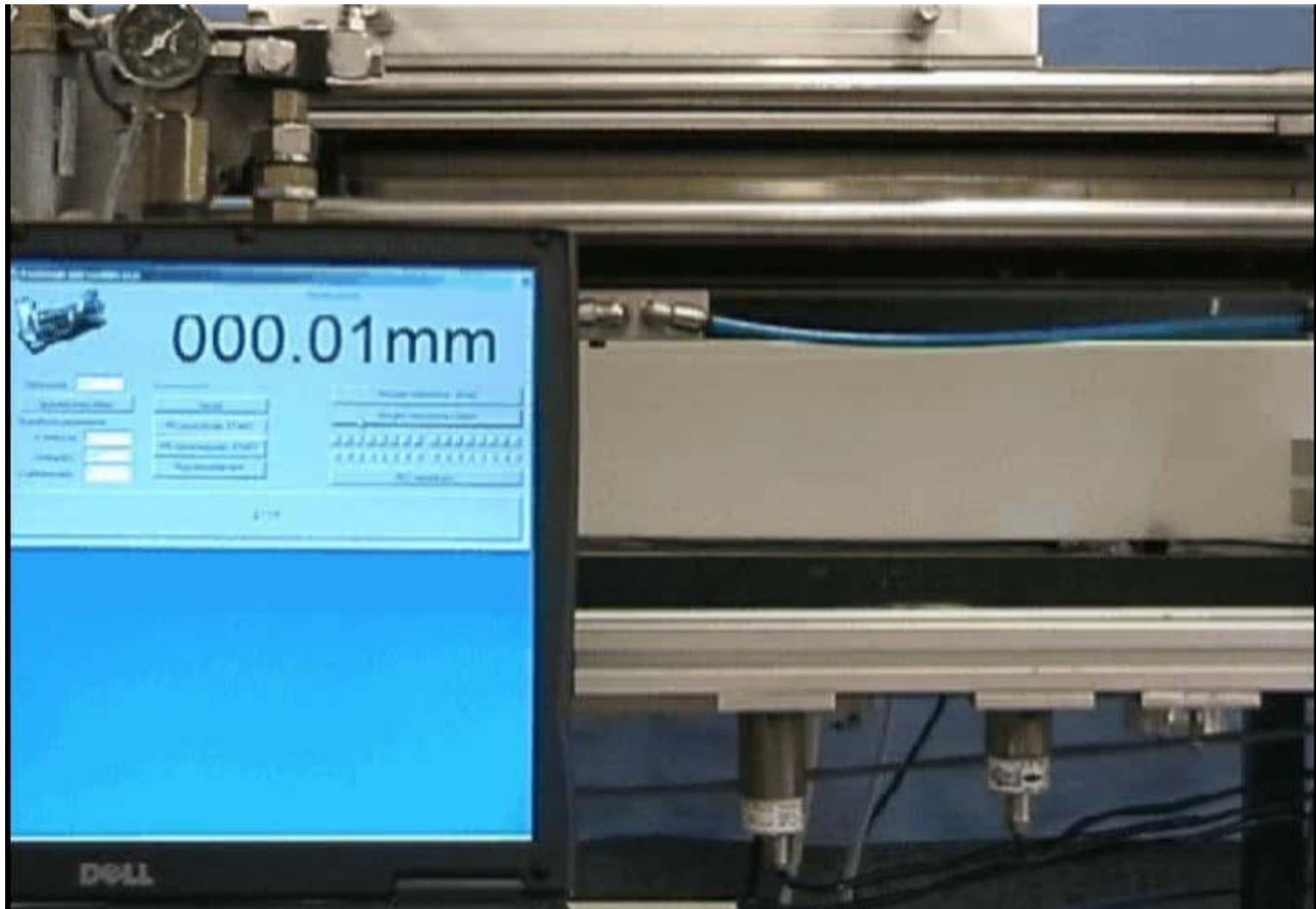
Mehaničke komponente i suvremeni algoritmi

SMC_poz_1



Accurate Position Control for a Pneumatic Cylinder:
János Gyeviki; Péter Korondi; **Fetah Kolonić** (CC časopis)

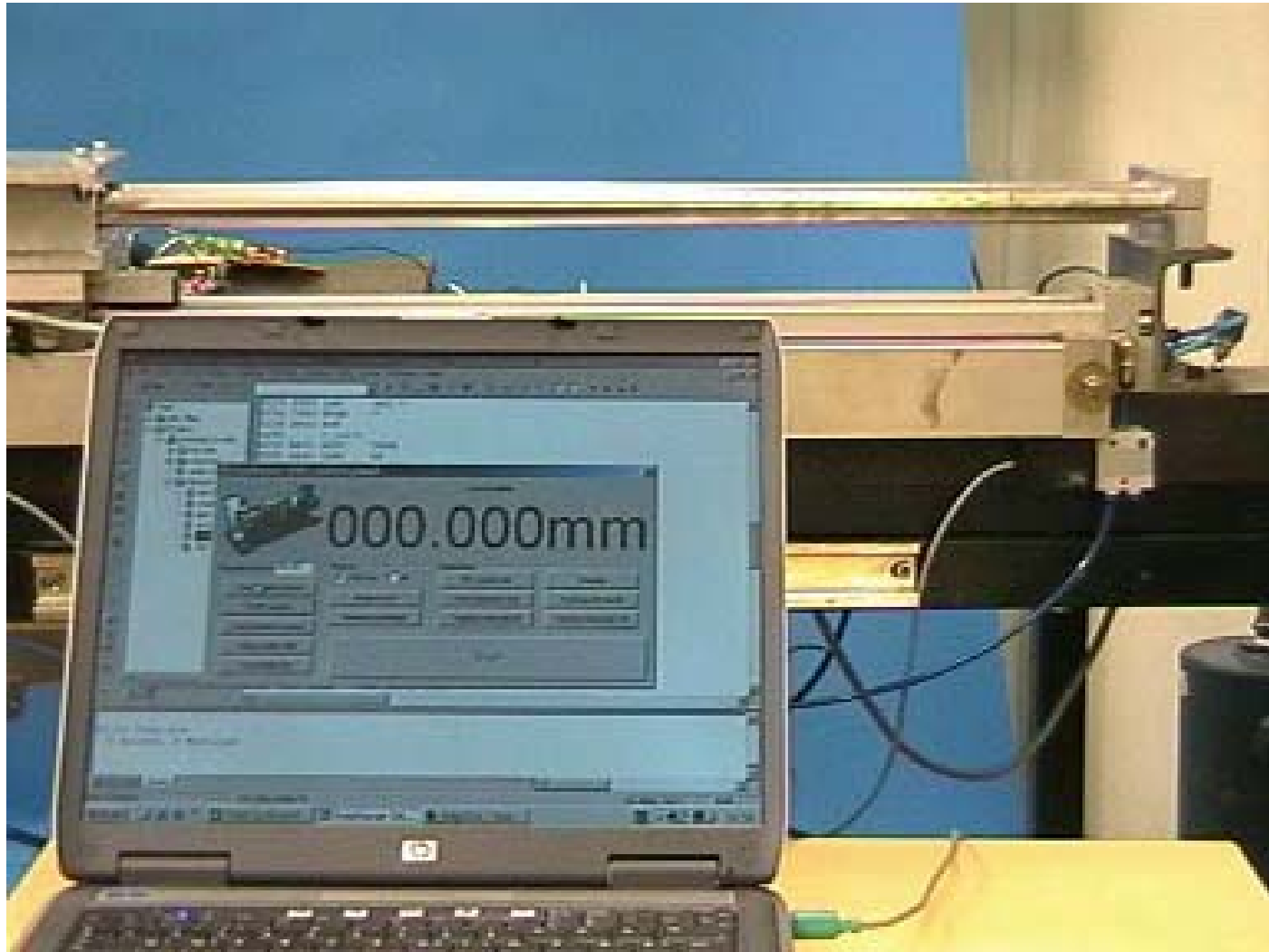
Mehaničke komponente i suvremeni algoritmi (SMC_poz_2), 10 mikrona točnost)



Accurate Position Control for a Pneumatic Cylinder:

János Gyeveki; Péter Korondi; **Fetah Kolonić** (CC časopis)

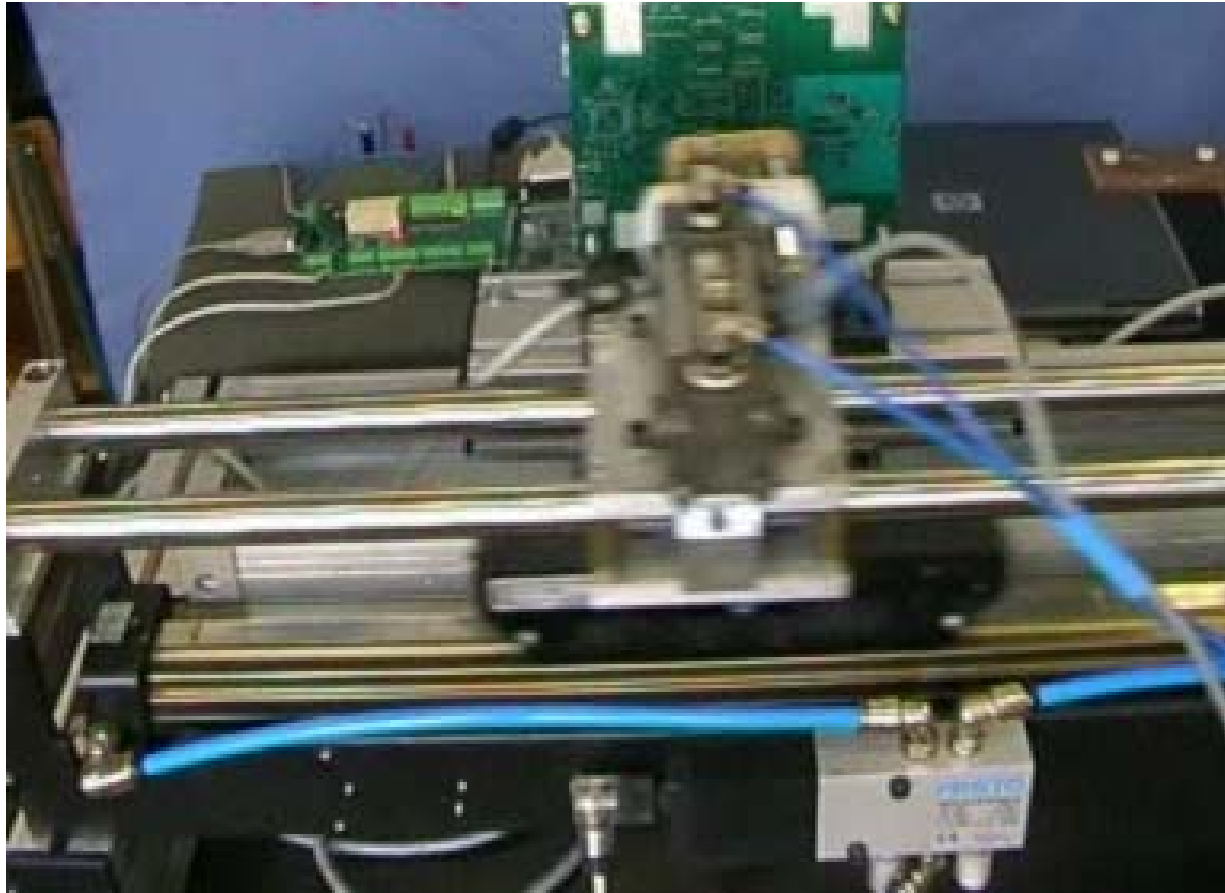
Mehaničke komponente i suvremeni algoritmi (SMC_3_1mikron)



Accurate Position Control for a Pneumatic Cylinder:

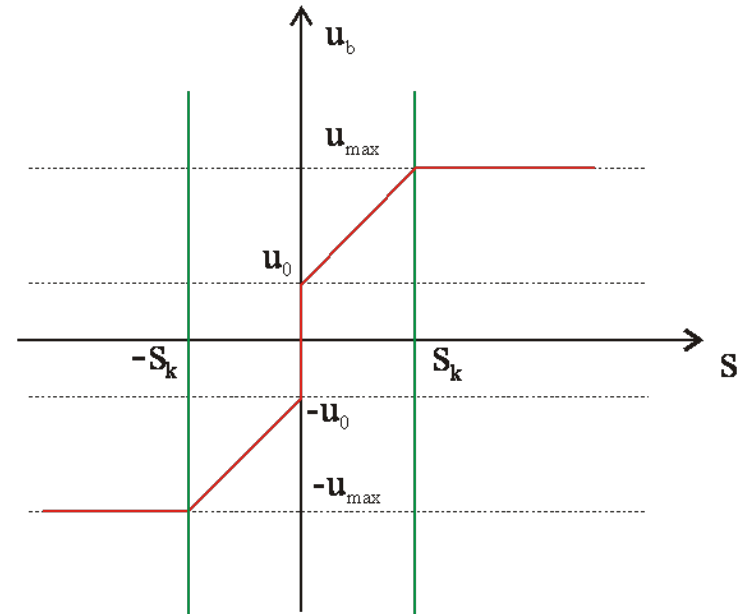
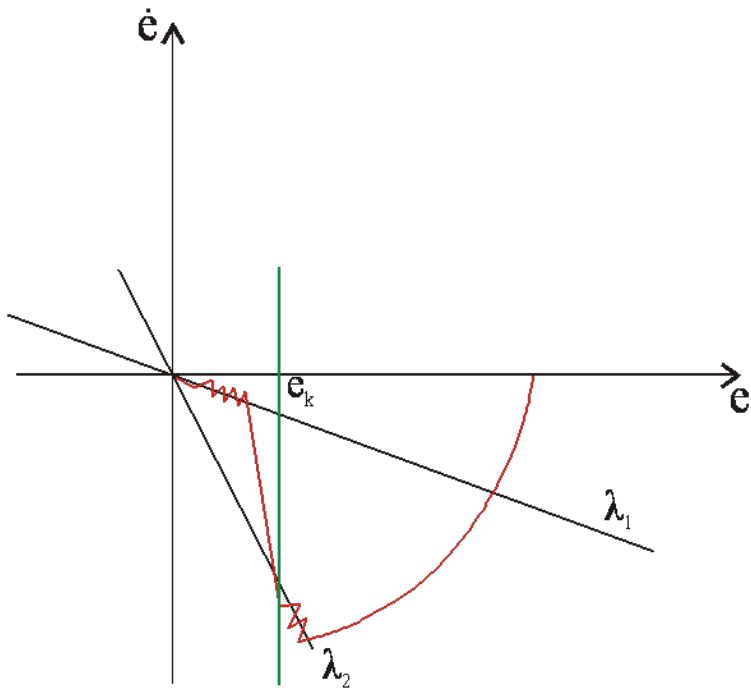
János Gyeveki; Péter Korondi; **Fetah Kolonić** (CC časopis)

Mehaničke komponente i suvremeni algoritmi



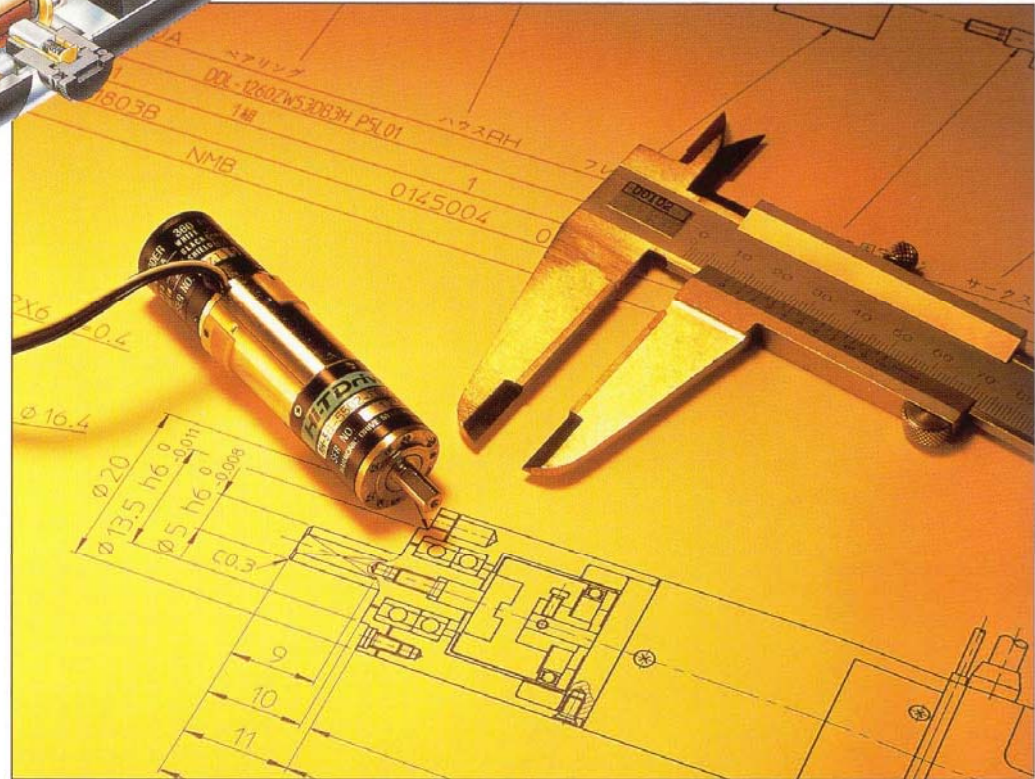
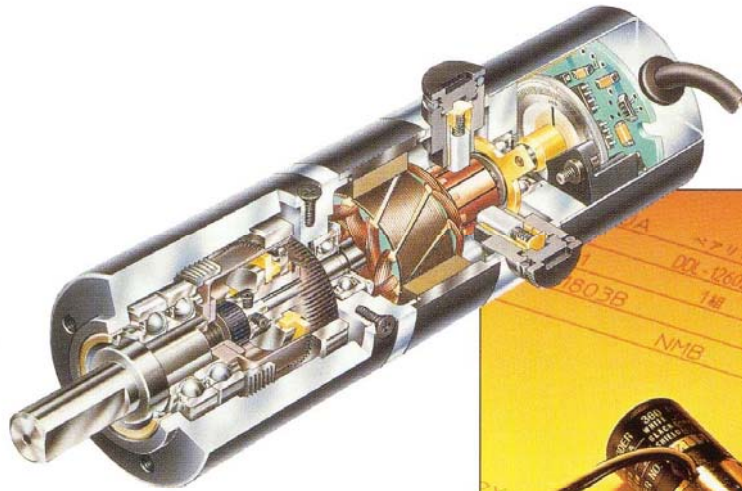
Kako je riješeno upravljanje

- Algoritam modificiranog kliznog režima rada s dvije funkcije prekapčanja koje alterniraju
- Modificirana upravljačka funkcija s ciljem minimizacije utjecanja trenja mirovanja (stik-slip efekt)
- Kvalitetan visokorezolucijski senzor položaja



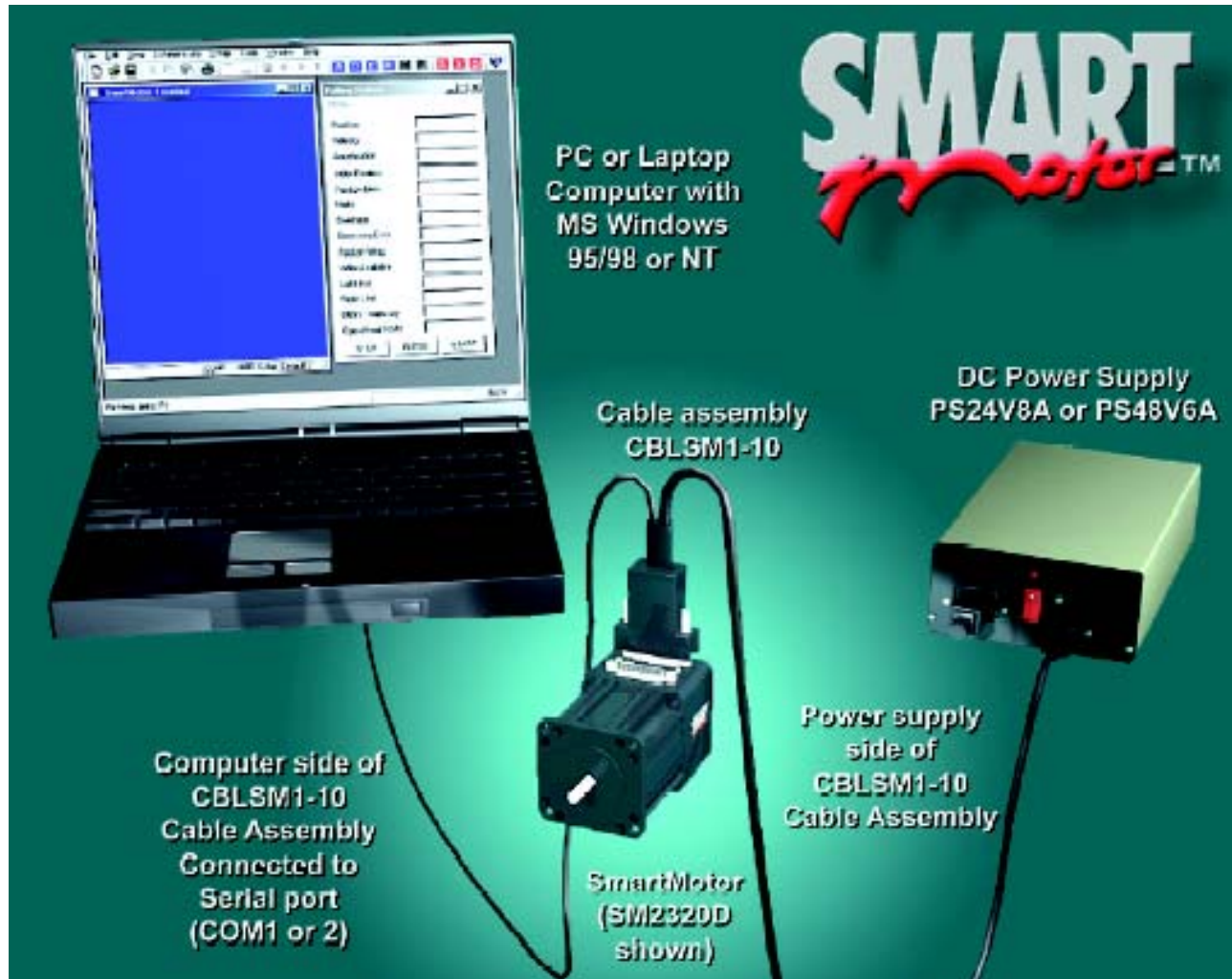
Primjer integrirane mehatroničke komponente

Aktuator+harmonijski prijenosnik +mjerni član



Primjer integriranog sustava upravljanja

*Aktuator+PC sučelje+Napajanje



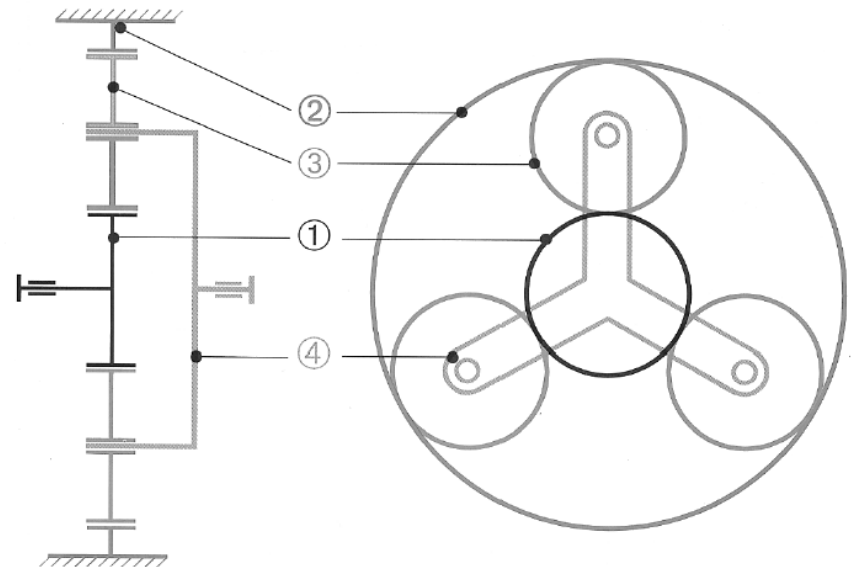
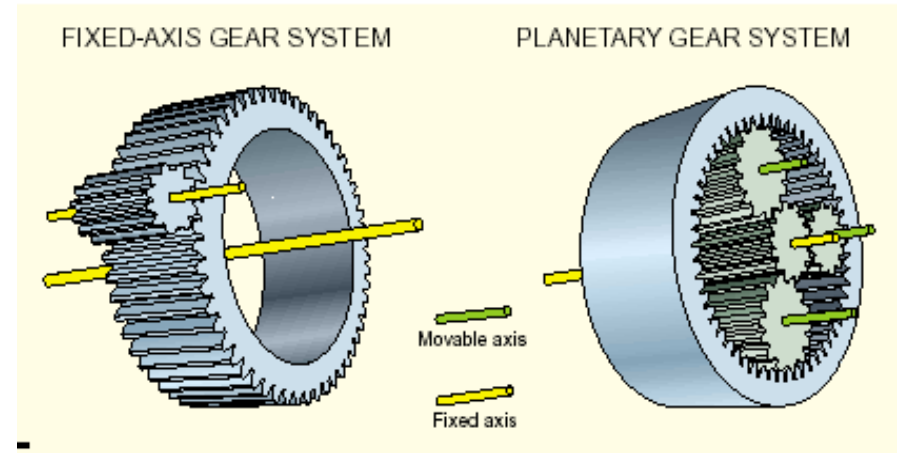
Suvremene mehaničke komponente

Planetarni prijenosnik

Čeoni zupčanik: klasičan

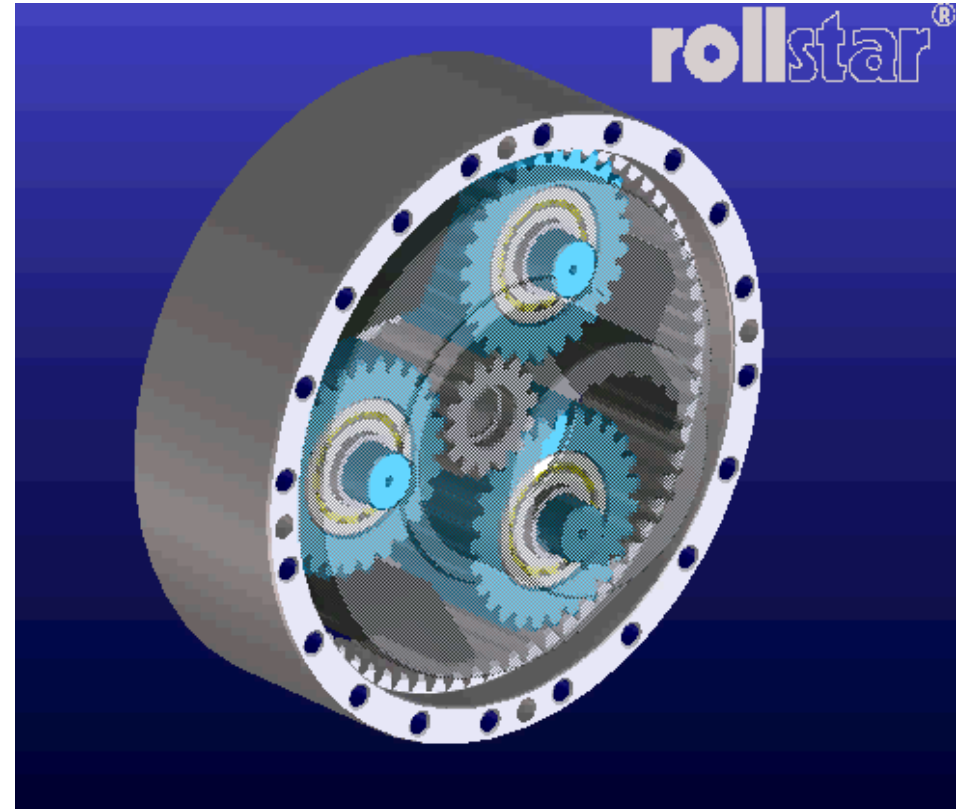
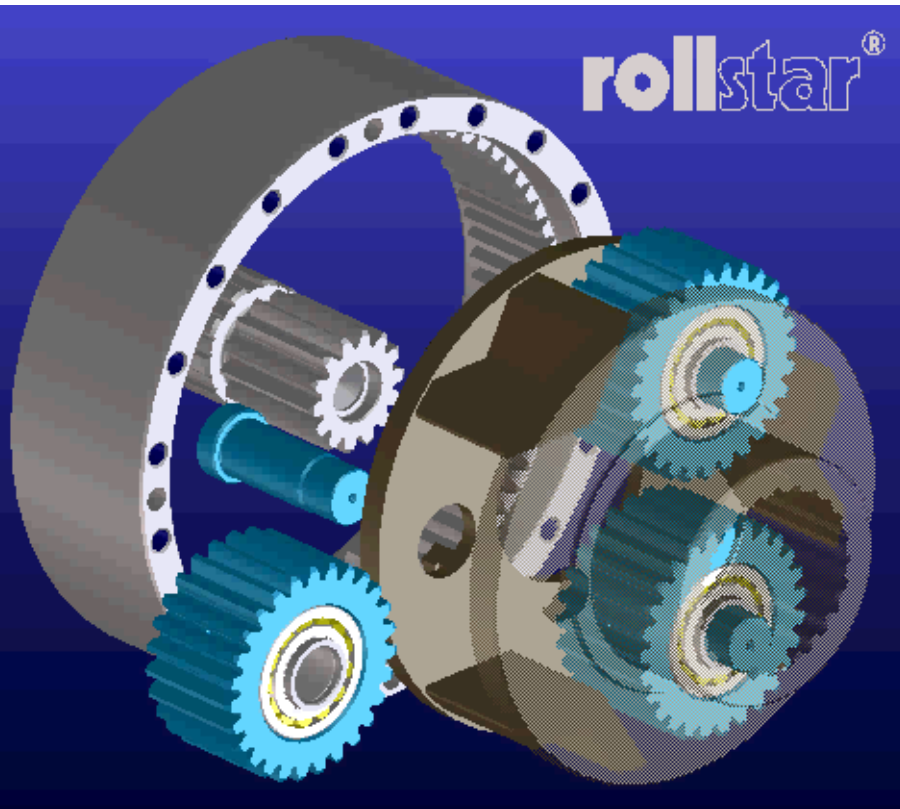
Planetarni (**animacija**):

1. Sunčani zupčanik (ulaz)
2. Ozubljeni prsten (fiksni)
3. Planetarni zupčanici
4. Nosač (izlaz)



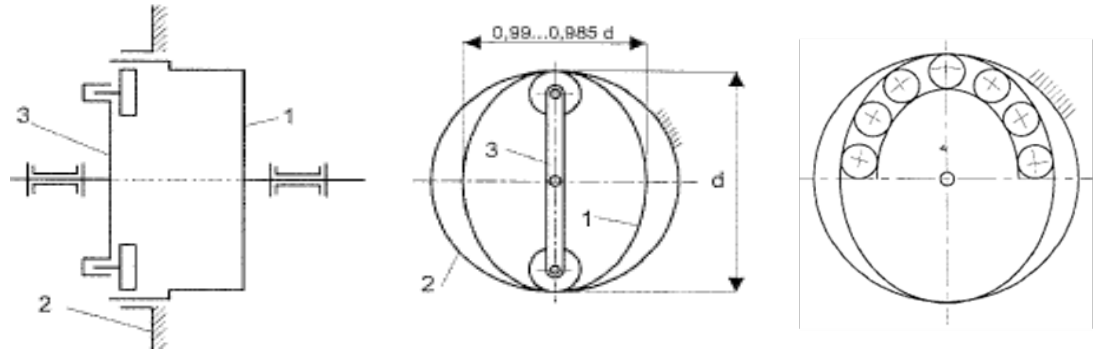
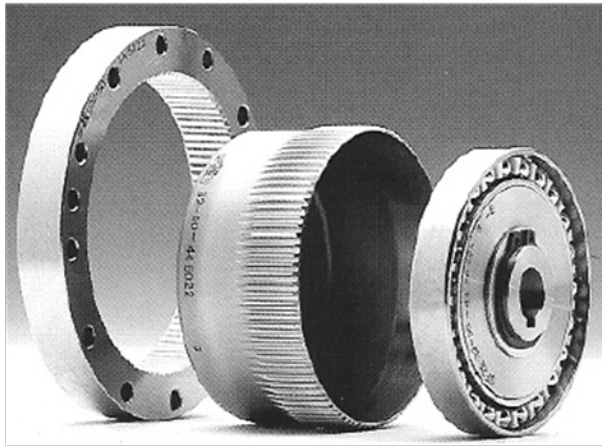
Suvremene mehaničke komponente

Planetarni prijenosnik **Animacija**

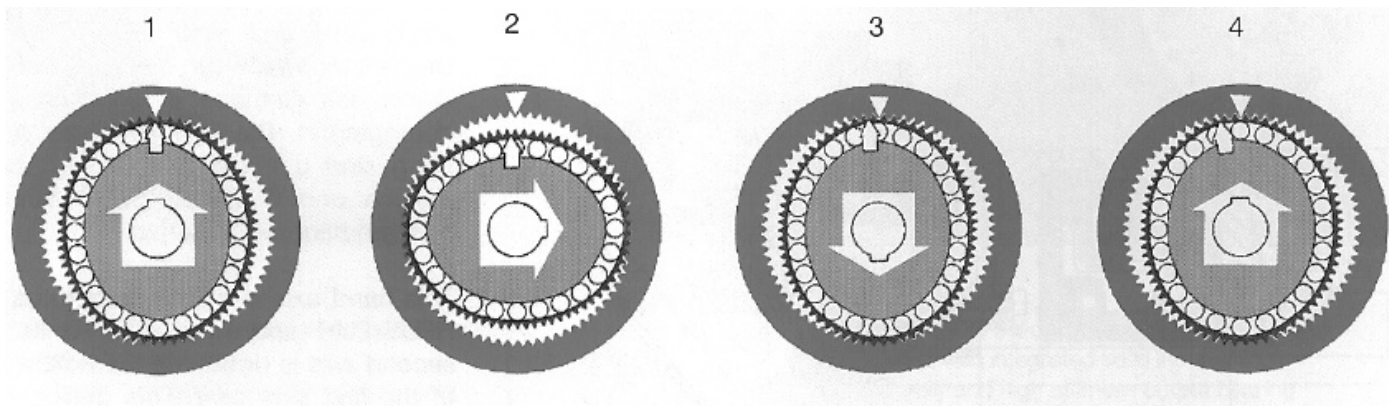


Suvremene mehaničke komponente

Harmonijski prijenosnik_dijelovi



kružno kućište, elastično ozubljeni prsten, deformator (s ležajem)



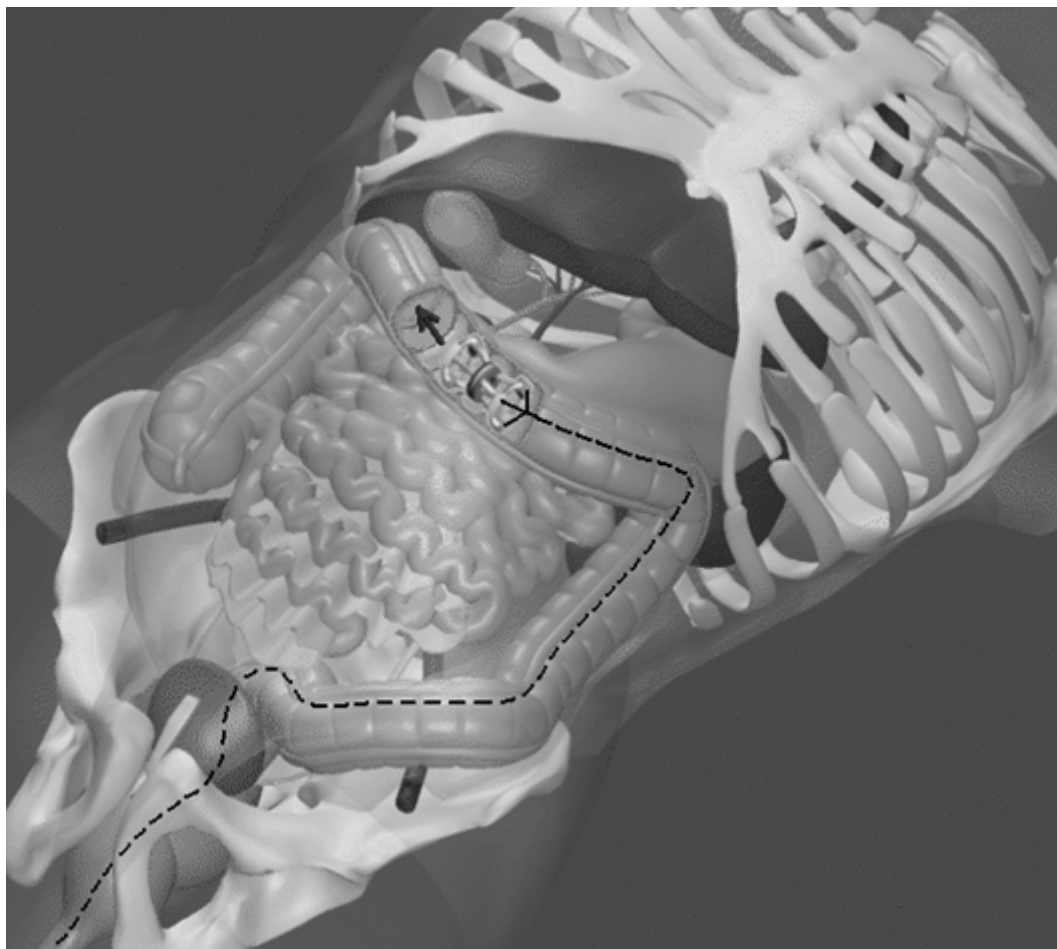
Načelo rada harmonijskog prijenosnika

Suvremene mehaničke komponente

Harmonijski prijenosnik **Animacija**



SUVREMENI AKTUATORI- Bioaktuatori endoskopski robot



SUVREMENI AKTUATORI- Bioaktuatori endoskopski robot (upravljanje)

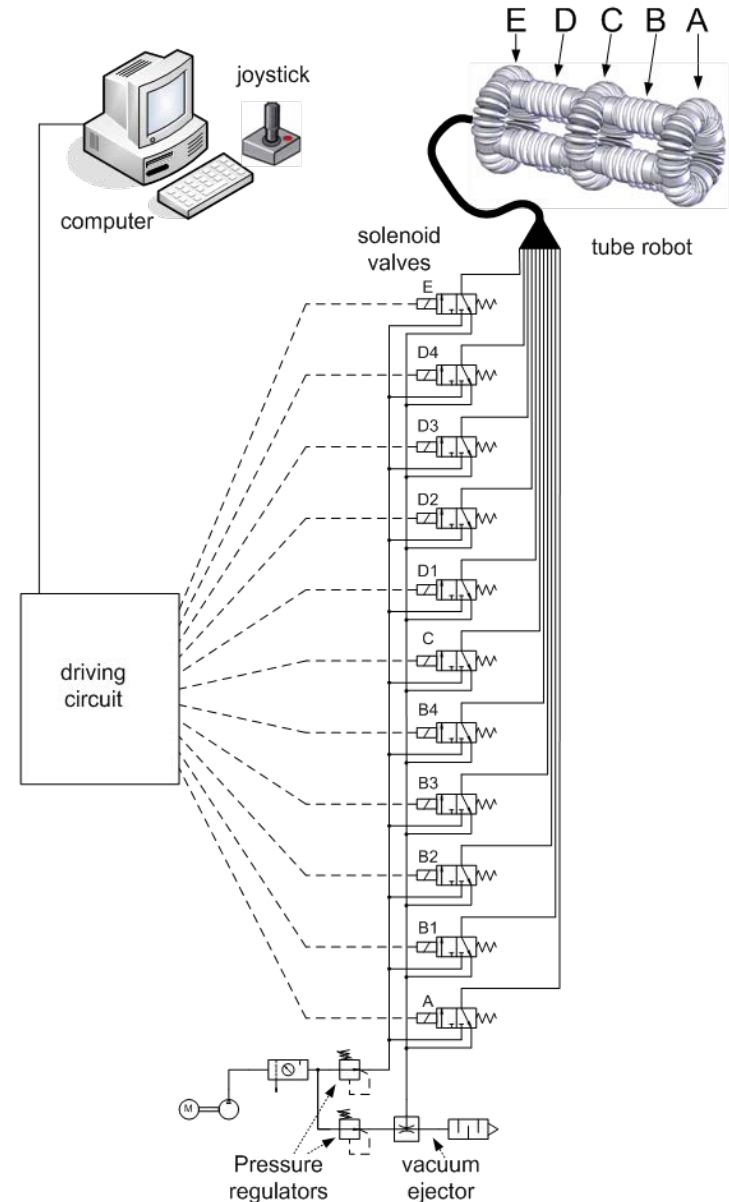


SUVREMENI AKTUATORI

Bioaktuatori-upravljački sustav



Regulatori tlaka
Upravlj. krugovi
ventili robot
PC
joystick



SUVREMENI AKTUATORI

Bioaktuatori-gibanje kroz mrežastu cijev



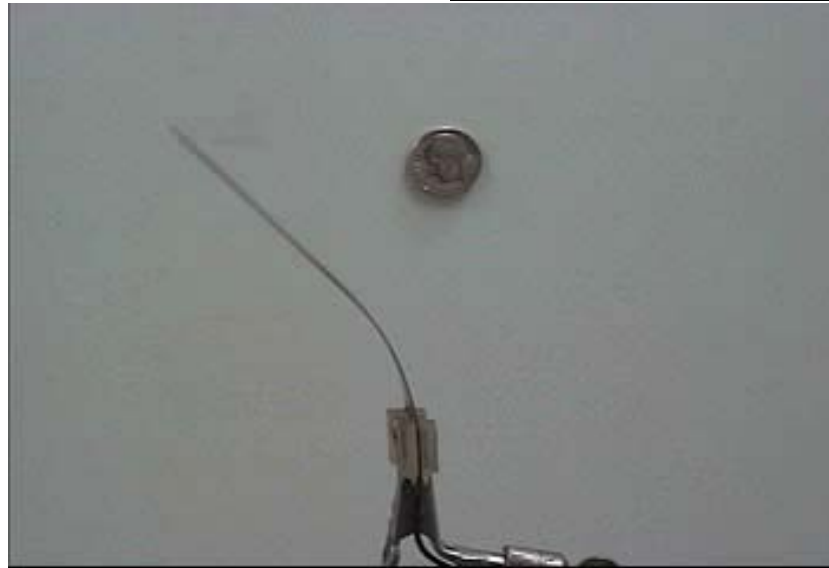
SUVREMENI AKTUATORI

Bioaktuatori-gibanje kroz horizontalnu cijev



SUVREMENI AKTUATORI

SMA aktuatori (Shape Memory Alloys)



SUVREMENI AKTUATORI

SMA aktuatori (Shape Memory Alloys)



Mehatronički pristup u projektiranju proizvoda (procesa_1)

+ Da li se sustav

- A) projektira i izvodi (realizira) u “osobnom aranžmanu”
- B) nabavlja (naručuje) od OEM-a (engl. *Original Equipment Manufacturer*)

+ A) Pored nužnih **organizacijskih sposobnosti**, moraju se dobro procijeniti ljudski **razvojni** resursi koji pokrivaju znanja iz tehničkih područja:

- znanja o elektroničkim komponentama, mikroprocesorska tehnologija, znanja iz učinske elektronike-pojačala
- vladanje programskih alatima
- upravljačko-regulacijska tehnika
- informacijsko-komunikacijska tehnologija
- teorija mehanizama, kinematika, modeliranje
- konstrukcije (kućišta, nosači,..)
- Praktična znanja vezanu za sklopovsku realizaciju fizičkog modela,

Mehatronički pristup u projektiranju proizvoda (procesa)

- ✚ B) Pretpostavlja se da “*Know-How*” sustav isporučuje OEM sa iskustvom rada na području na kojem se projektno rješenje primjenjuje. Od OEM-a se traži
 - da osigura korisniku sve programske alate za upravljanje sustavom (uređajem)
 - da omogući maksimalnu fleksibilnost u (re)konfiguraciji sustava-promjena parametara (“*download*” parametara iz korisnički orijentiranog grafičkog okruženja)
 - da omogući zapise i mjerenja svih mjerodavnih varijabli stanja, praćenje “trendova” s dokumentiranjem
 - da omoguće eventualne korekcije aplikacijskog programa (u dogovoru s OEM)

PRIMJER PROJEKTA

Mehatronički sustav vertikalnog i horizontalnog transporta tereta

Međunarodni tim:

1. Švedska (ABB, razvojni centar Vasteras, LT Hansson)
2. Hrvatska (FER-Zagreb, ZESA, F.Kolonić)
3. Italija
4. Indija
5. V.Britanija

Mehatronički pristup projektiranju PRIMJER PROJEKTA

Mehatronički sustav vertikalnog i horizontalnog transporta tereta

Tipovi

- ➡ STS lučki kranovi (engl. **Ship To Shore**), pretovar kontejnera s broda na kopno (obalu)
- ➡ Portalni kranovi (manipulacije s teretom u skladišnom prostoru)
- ➡ valjaonički kranovi
- ➡ kranovi za rasuti teret

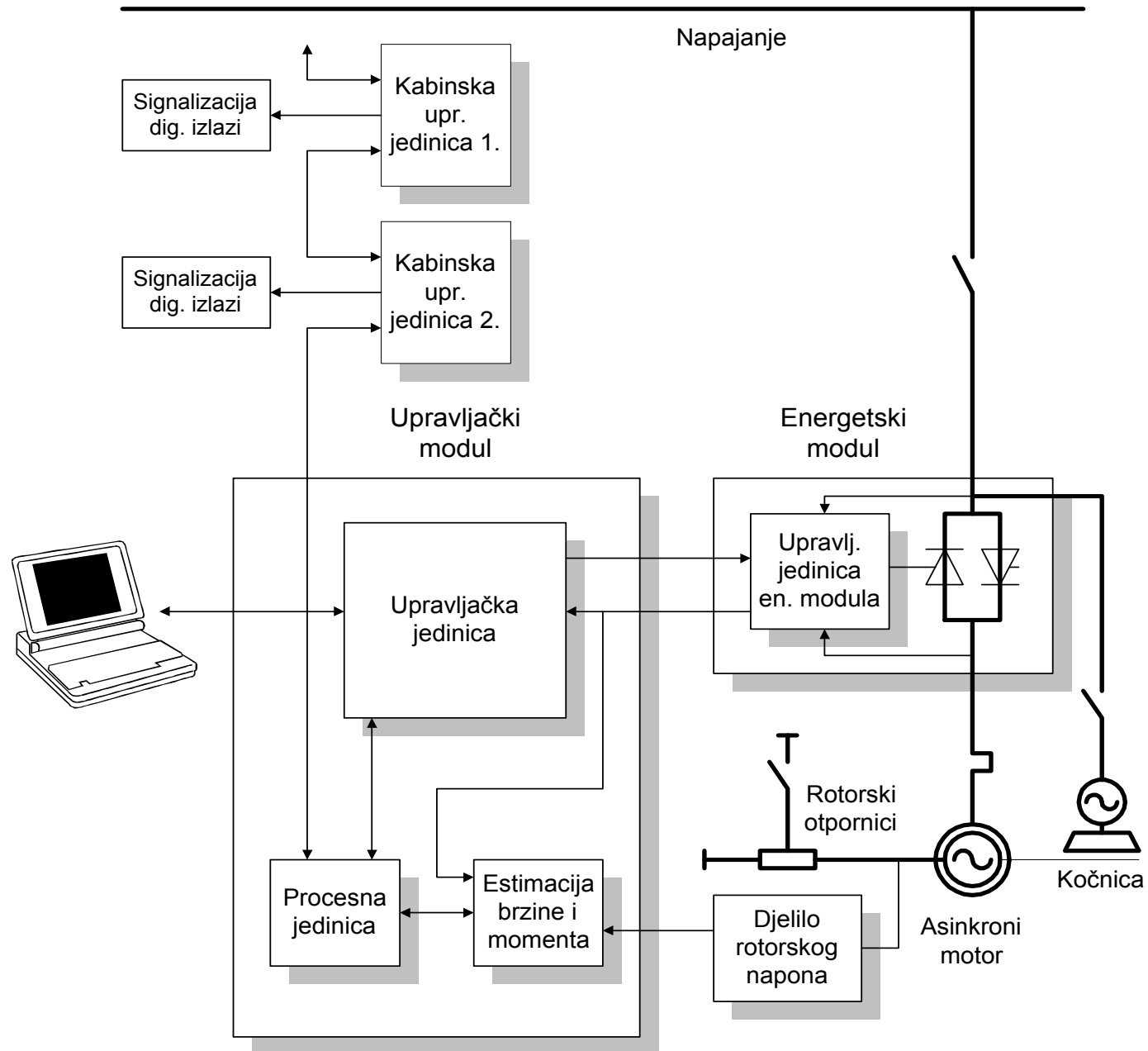
PRIMJER PROJEKTA - ZAHTJEVI NA SUSTAV (1)

- **Sigurne, precizne i vremenski optimalne** manipulacije teretom (kompaktni, rasuti, tekući) u sve tri osi: **vertikalno gibanje** (dizanje-spustanje, “z” os) i **horizontalno gibanje** (“x” i “y” os)
- pogonski stroj s upravljanjem mora biti **robustan** (otpornost na industrijske smetnje, rad na visokim ambijentnim temperaturama, agresivna atmosfera (vlaga, morska sol,,,), ...)
- sustav mora **ispuniti revitalizacijske zahtjeve** starih pogona zasnovane na do tada široko korištenom **asinkronom kliznokolutnom motoru (AKM)** upravljanim isključivo vanjskim otpornicima s rotorske strane
- energetski pretvarač mora biti prilagođen odabranom AKM-u, pa se u startu predefinira način upravljanja strojem – radi se o **dvostranom upravljanju**, sa **statorske strane** (naponski AC/AC pretvarač) i s **rotorske strane**
- sustav mora biti upravljiv s različitih mjesta (kabine) i na različite načine: joystick, bežično-RF upravljanje, servisni mod-s računalom, mora imati kompletnu dijagnostiku i monitoring,...

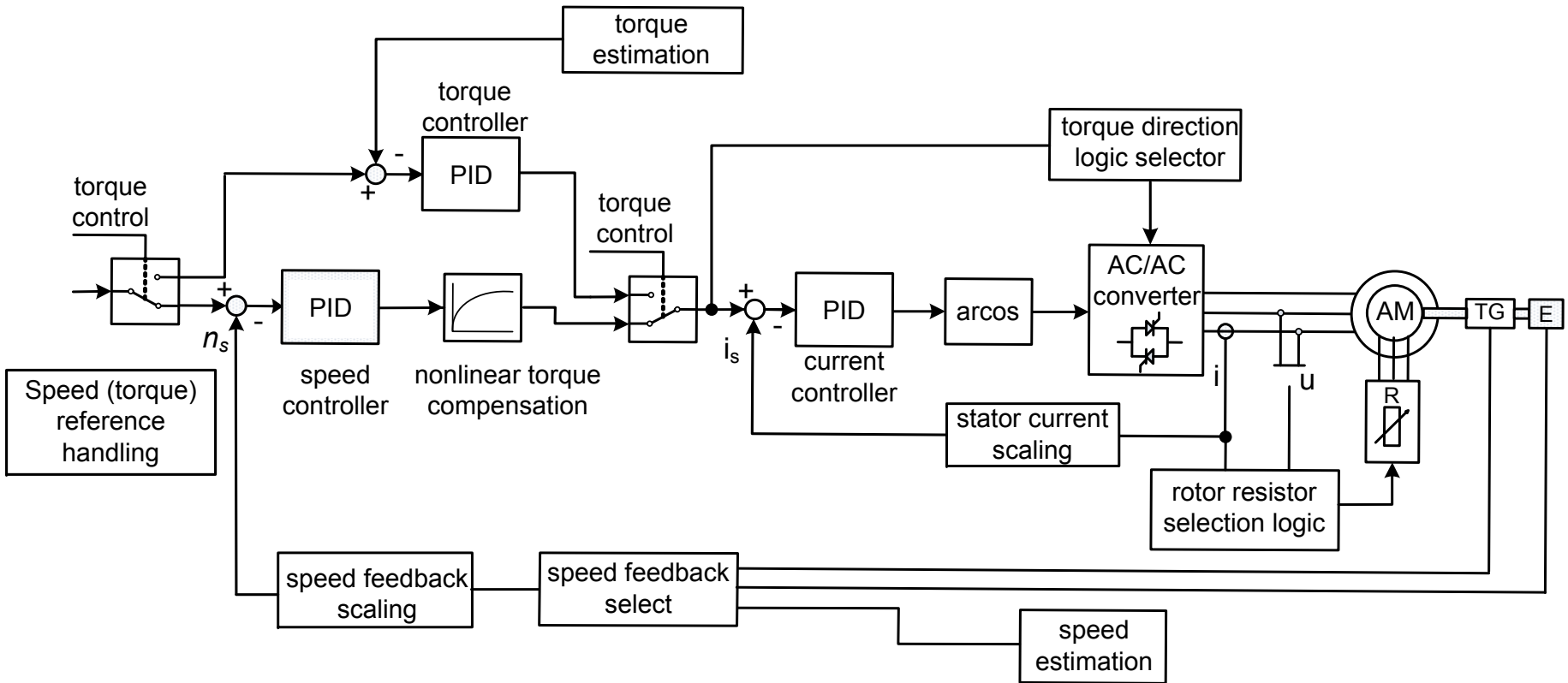
PRIMJER PROJEKTA - ZAHTJEVI NA SUSTAV (2)

- ➡ Na jednom kranu (3 osi) mora se osigurati međusobna redundacija energetskih pretvarača
- ➡ mehanička kočnica mora imati višestruku kontrolu istrošenosti “čeljusti”, sensore zakočenosti te sve ostale standardne karakteristike kočnica namijenjenih za pogone dizanja i spuštanja,
- ➡ regulacijski sustav mora osigurati precizno i vremenski optimalno upravljanje brzine (pozicije) i regulaciju momenta i/ili struje.
- ➡ Za zahtjevne pogone osigurati redundaciju senzora brzine (npr, mehanički mjerni član + estimator brzine)
- ➡
- ➡

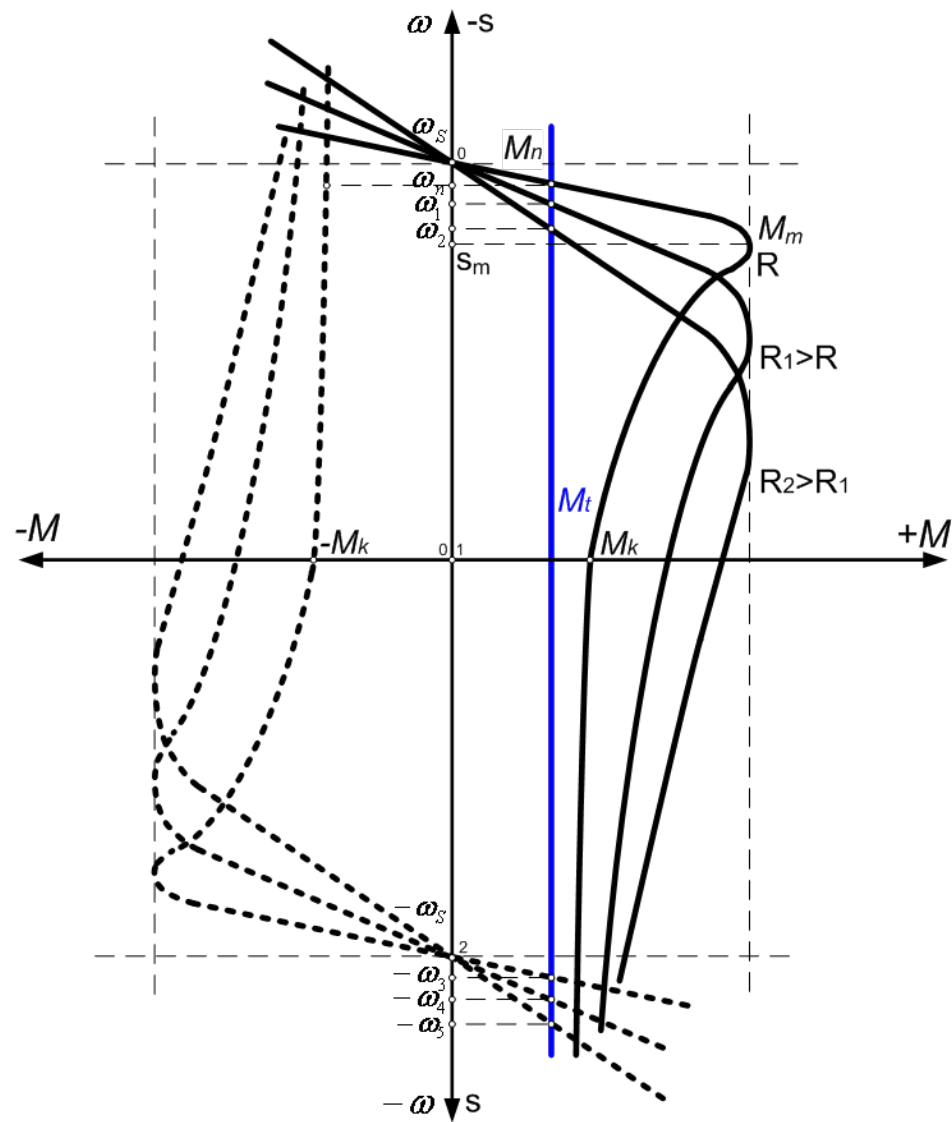
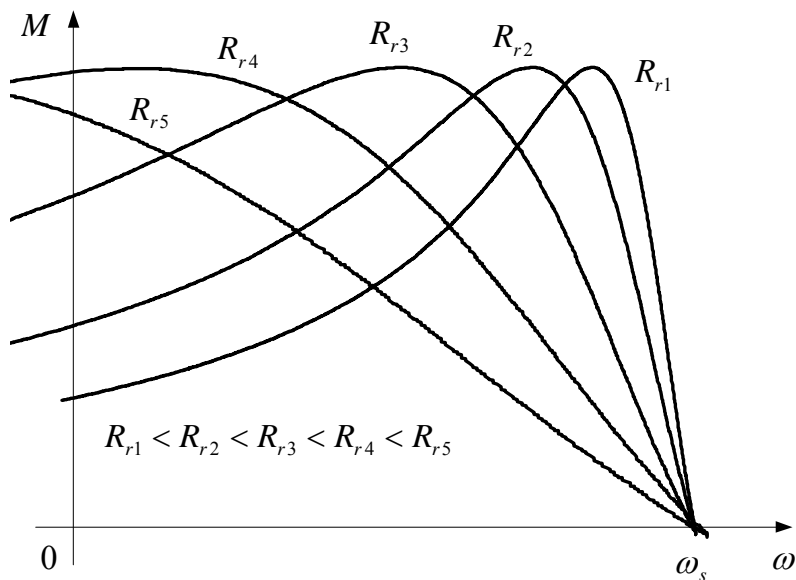
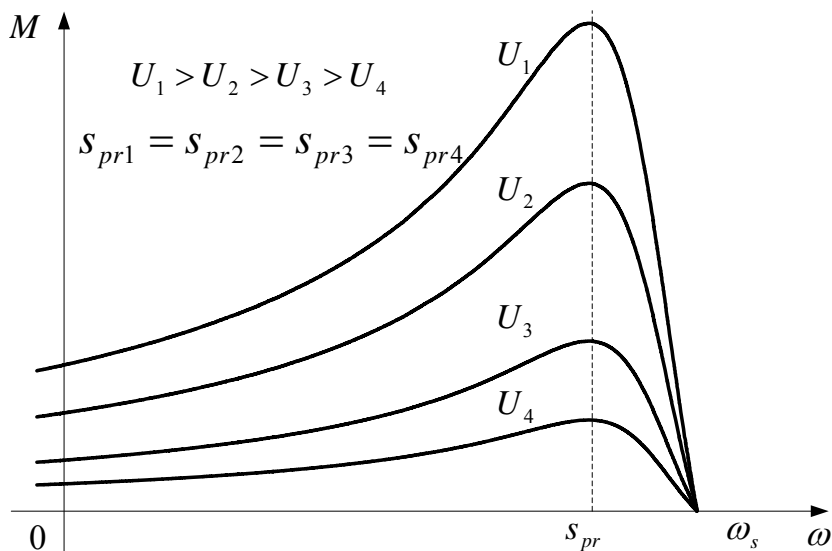
FUNKCIJSKI BLOKOVI POGONA



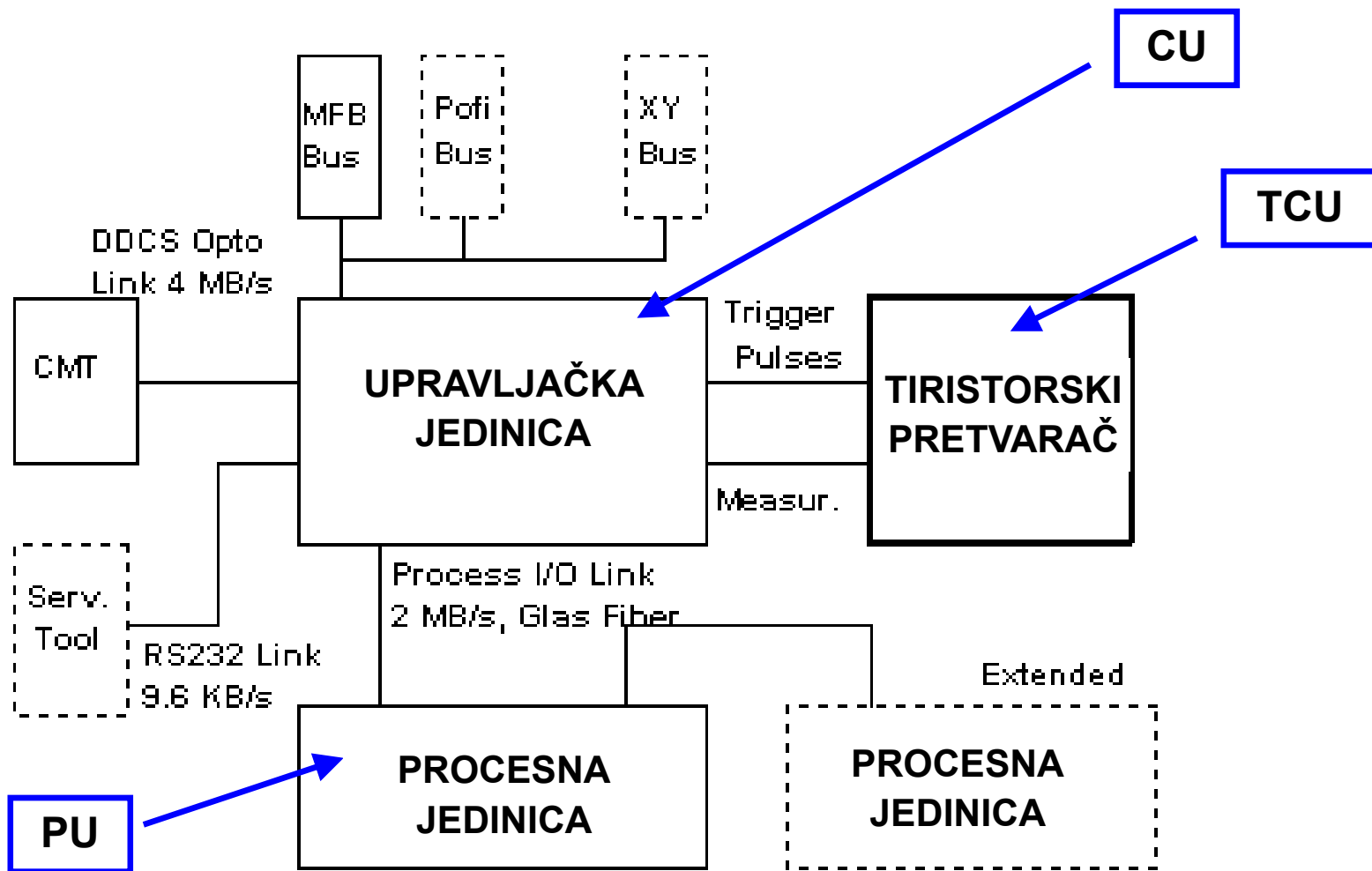
DEFINIRANJE REGULACIJSKE STRUKTURE



DOBIVENE STATIČKE KARAKTERISTIKE



DEFINIRANJE SKLOPOVLJA jednog pogona

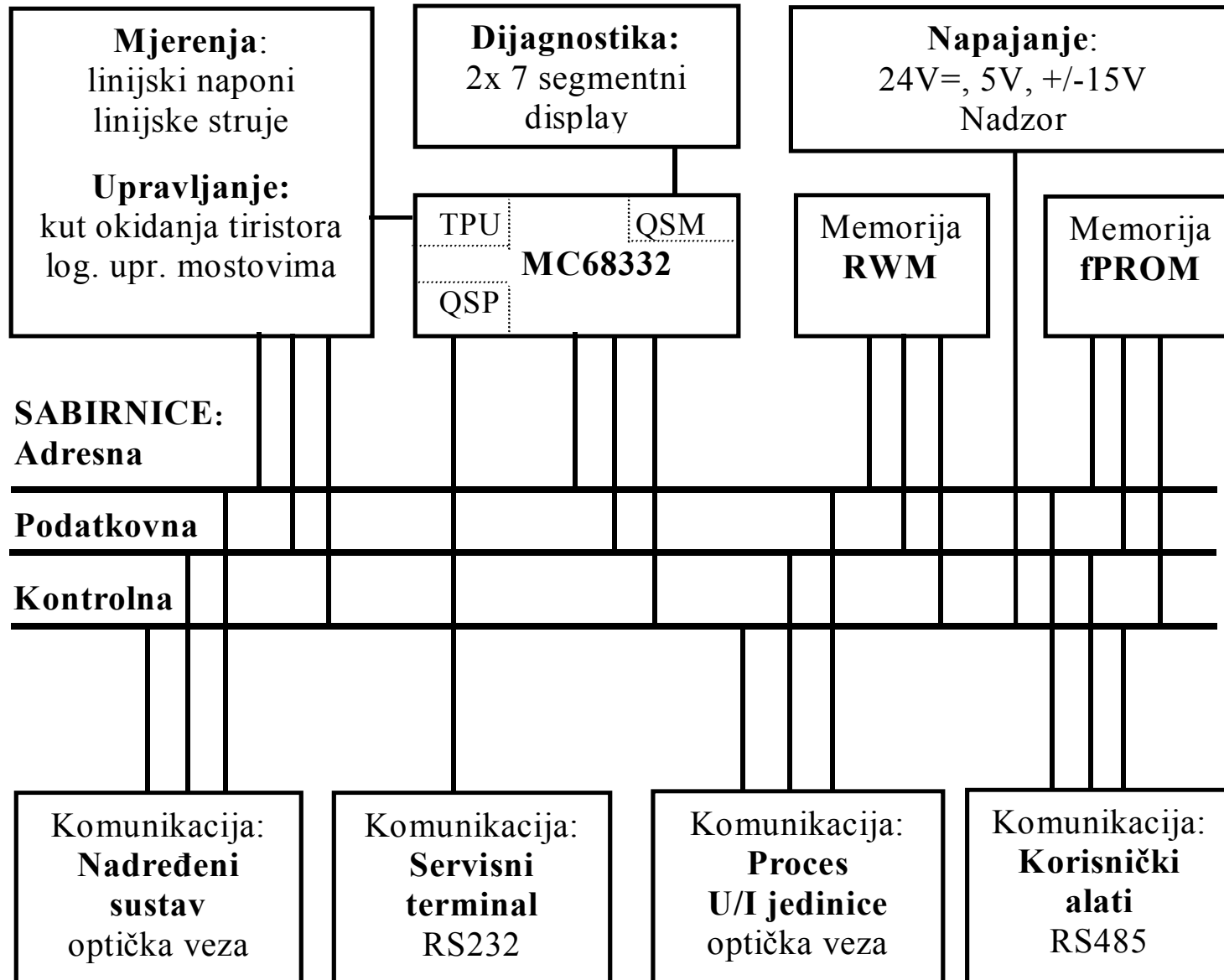


Definirani osnovni sklopovski moduli predstavljaju JEZGRU kranskog sustava

OPĆE KARAKTERISTIKE SVIH MODULA (sklopovlje)

- ✦ Svaki funkcijski modul definiran je pomoću **DDL**–a (*Device Description Language*). Sklopovlje modula sadrži najmanje jedan mikroprocesor ili mikrokontroler. Tip primjenjenog mikrokontrolera je od strateške važnosti
- ✦ Lokalne sabirnice podataka i električno sučelje prema drugim funkcijskim modulima i dodatnim sastavnicama (KOMPONENTAMA) sustava mora biti jedinstveno. Upravljački i procesni moduli predstavljaju jedinstvenu zatvorenu funkcijsku cjelinu.
- ✦ Komunikacijsko sučelje na nižim razinama u potpunosti je transparentno za korisnika s više hijerarhijske razine
- ✦ Veza sa procesom ostvaruje se pomoću izvršne i procesne ulazno/izlazne jedinice.

Upravljačka jedinica



Upravljačka jedinica

opis elementarnih blokova s prethodnog slajda

Upravljački modul sastoji se od od više funkcijskih elementarnih blokova:

- ✚ **Autonomna mikroprocesorska jezgra (Core)** koja podržava standardnu lokalnu sabirnicu podataka (**Local BUS**). Pod standardom se podrazumijeva da je primjenjena u svim funkcijskim modulima, i da je kompatibilna prema složenijoj procesnoj sabirnici podataka iz iste generacije uređaja.
- ✚ **Memorijski blok.**
- ✚ Lokalni **Ulazno Izlazni (I/O)** blok.
- ✚ Lokalni **komunikacijski** blok.
- ✚ Blok za lokalnu **dijagnostika i prikaz.**
- ✚ Blok za **napajanje.**

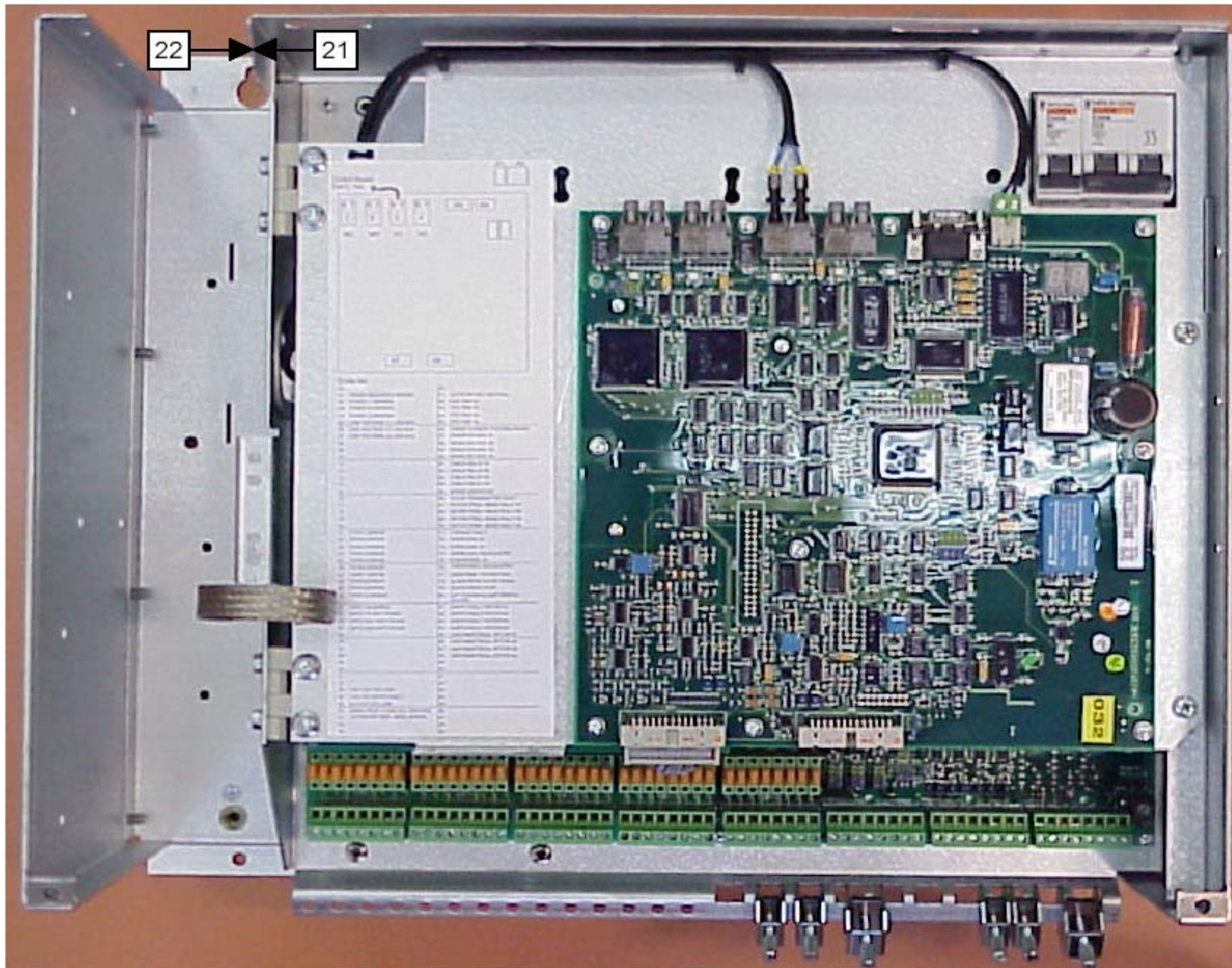
Upravljačka jedinica

DETALJNIJI opis mikrokontrolerskog bloka s prethodnog slajda

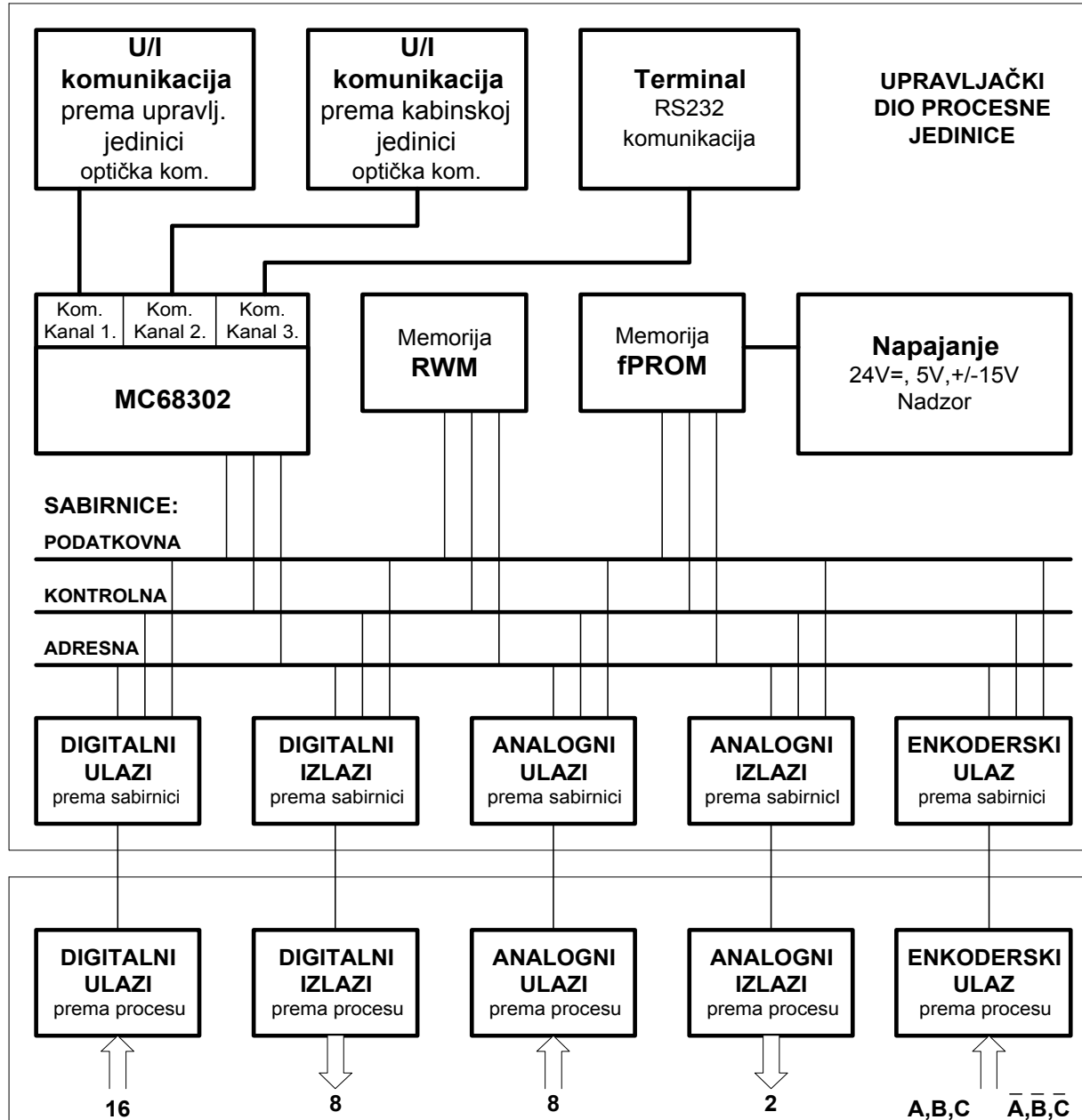
Za upravljački modul koristi se **MC68332** industrijski **32 bitni mikrokontroler** koji u sebi uključuje:

- ✚ **TPU - Time Processing Unit**, vremenska procesna jedinica sa 12 neovisnih funkcijski programabilnih kanala (npr. PWM, razne vrste vremenskih funkcija itd).
- ✚ Komunikacijski suport (**SCCI**, **QSPI**, **UART** komunikacijski kanal).
- ✚ Više funkcijski **programibilnih ulazno izlaznih** kanala
- ✚ Programabilnu “**chip-select**” “**glueless**” logiku odabira.
- ✚ Zaštitne funkcije tipa “**watch-dog**”, nestanka napona napajanja itd.
- ✚ Frekvencijska sinteza osnovnog takta (16 MHz). **DPL - Digital Phase Loop**
- ✚ Brzu internu “**Cash**” memoriju predviđenu za korisničku “**firmware**” podršku.

Realizacija uređaja -Upravljački modul



Procesna I/O jedinica



Procesna I/O jedinica

opis elementarnih blokova s prethodnog slajda

Procesni ulazno/izlazni modul građen je kao mikroprocesorski sustav i sastavljen od više funkcijskih elementarnih blokova:

- ✚ **Autonomni mikroprocesorski sustav, "Core" .**
- ✚ **Komunikacija prema upravljačkom modulu.**
- ✚ **Komunikacija prema modulima proširenja.**
- ✚ **Lokalni komunikacijski blok.**
- ✚ **Analogni korisnički ulazi.** 8•x kanalni 12 bitni AD pretvarač.
- ✚ **Analogni korisnički izlazi.** 2•x kanalni 12 bitni DA pretvarač.
- ✚ **Digitalni korisnički ulazi.** 8•x digitalna ulaza.
- ✚ **Digitalni korisnički izlazi.** 8•x digitalnih izlaza.
- ✚ **Ulazi davača impulsa.** Povratna veza po brzini, poziciji.
- ✚ **Komunikacija sa inteligentnim davačima.** Dva **RS232** kom. kanala.
- ✚ **Blok za napajanje.** NAPOMENA: (x – ovisi o tipu aplikacije.)

Procesna I/O jedinica

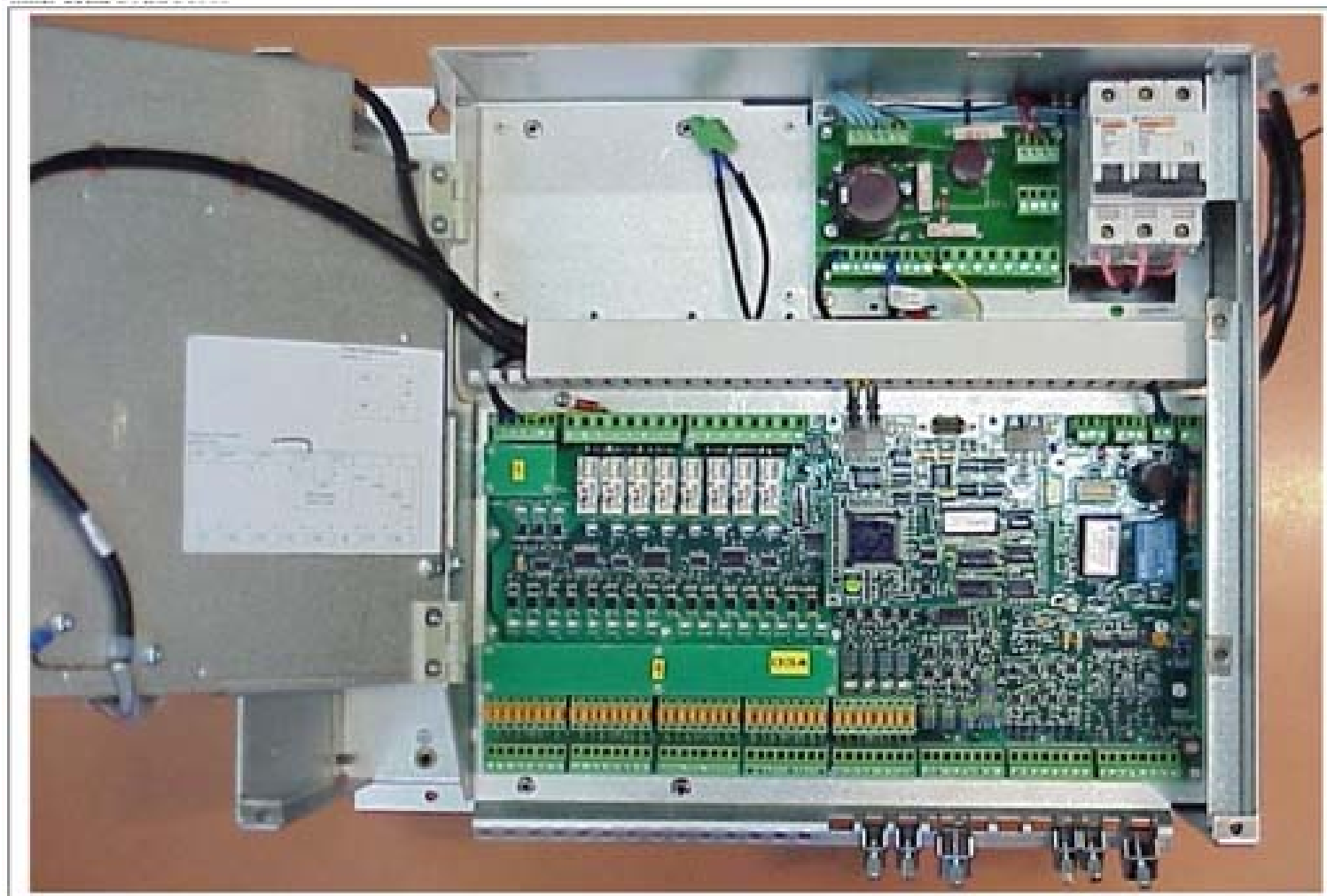
DETALJNIJI opis mikrokontrolerskog bloka s prethodnog slajda

Sučelje prema procesu. Ulazno-izlazna jedinica ostvaruje vezu s procesom i sadrži sve neophodne elemente za obradu ulazno-izlaznih signala i njihov prijenos preko komunikacijskog kanala do glavne kontrolne jedinice.

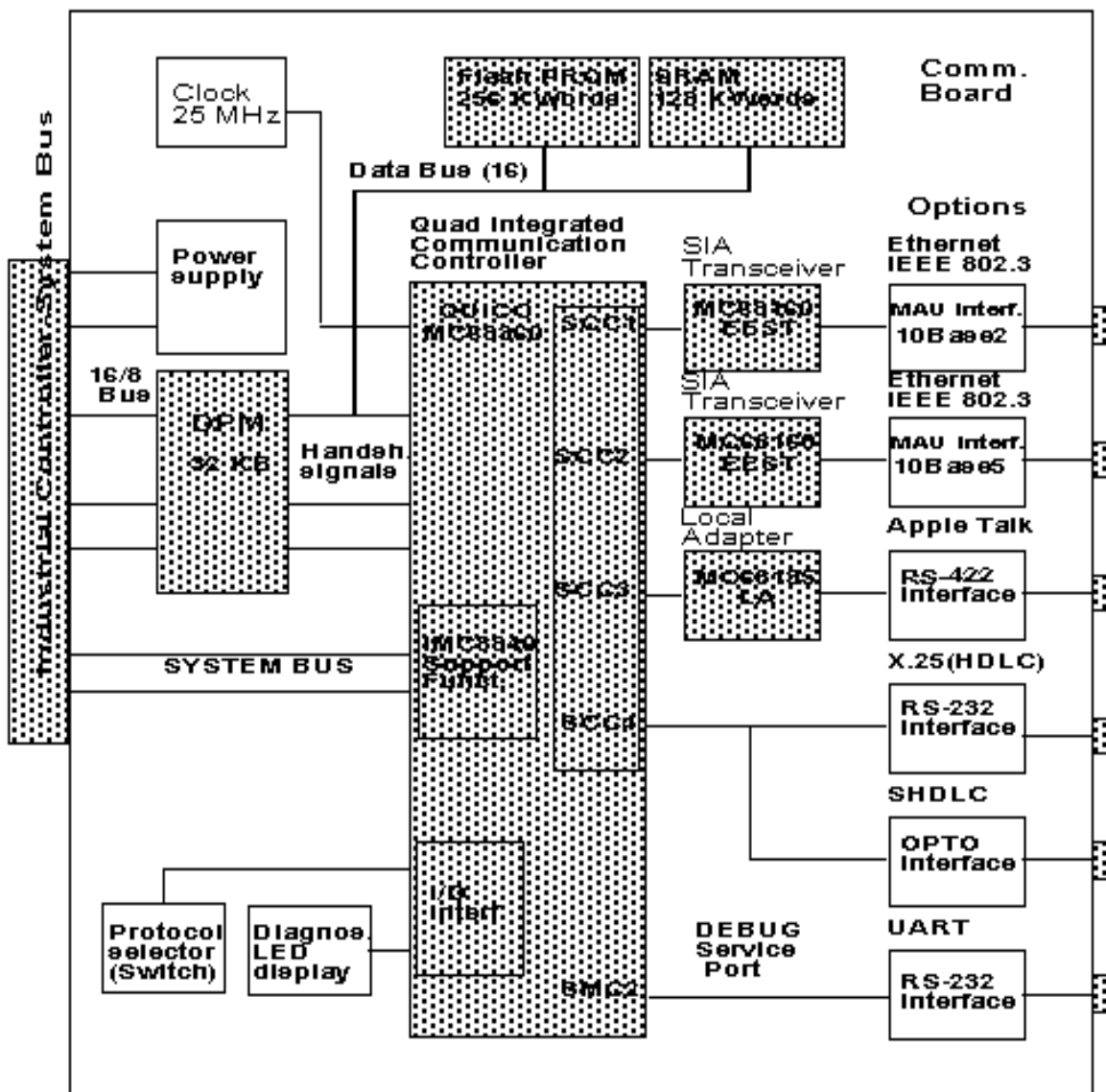
Procesni modul koristi **MC 68302** industrijski 32 bitni komunikacijski mikrokontroler slijedećih karakteristika:

- + Motorola-in **68000** "core".
- + **SDLC, BISYNC, UART** komunikacijski protokol suport za tri neovisna kanala **CC1,2,3**.
- + Brzu **internu** "Cash" memoriju predviđenu za korisničku "**firmware**" podršku.
- + Više funkcijski programibilnih ulazno izlaznih kanala.
- + Programabilnu "**chip-select**" "**glueless**" logiku.
- + Zaštitne funkcije tipa "**watch-dog**", nestanak napona napajanja itd.
- + **6 DMA - Direct Memory Access** kanala.

Realizacija uređaja (Procesni I/O modul)

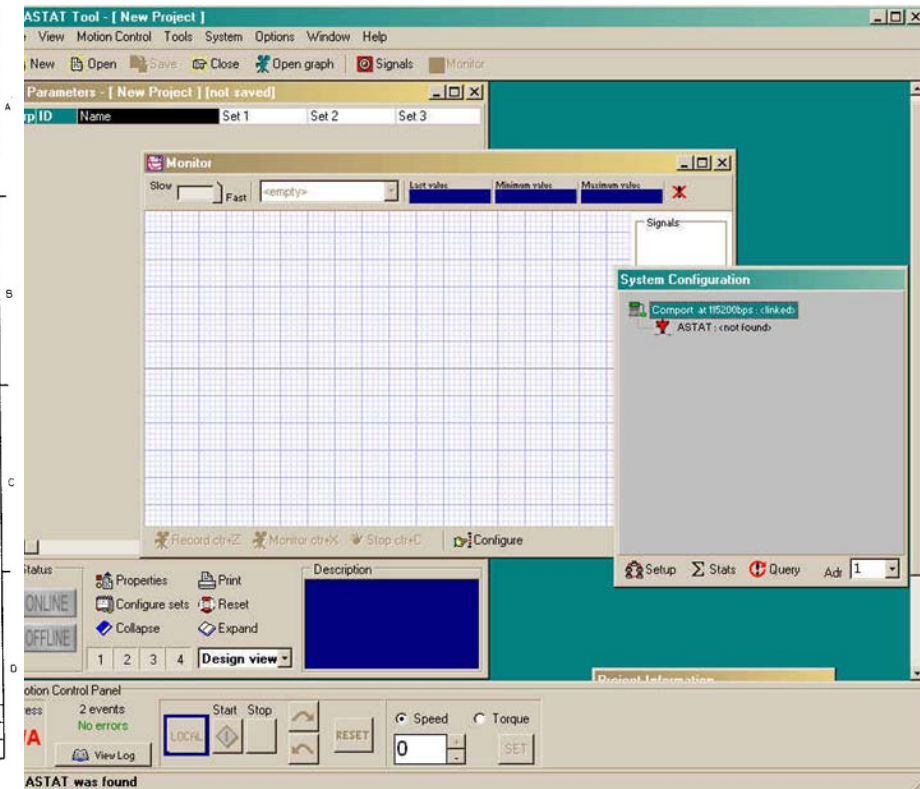
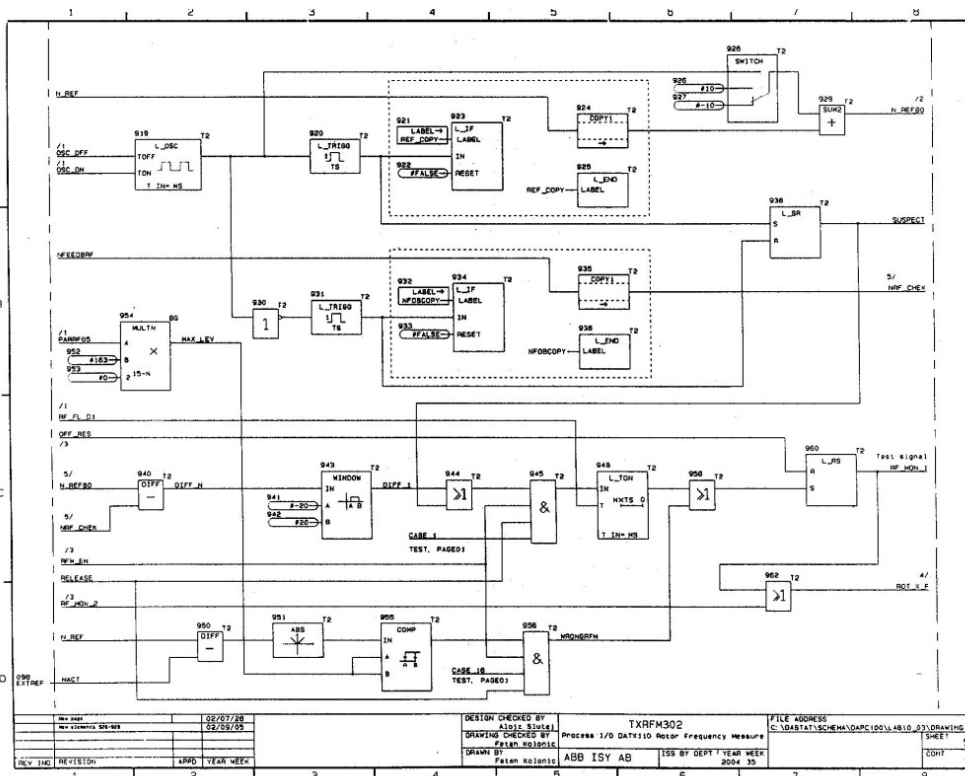


Komunikacijski modul (ITD...)

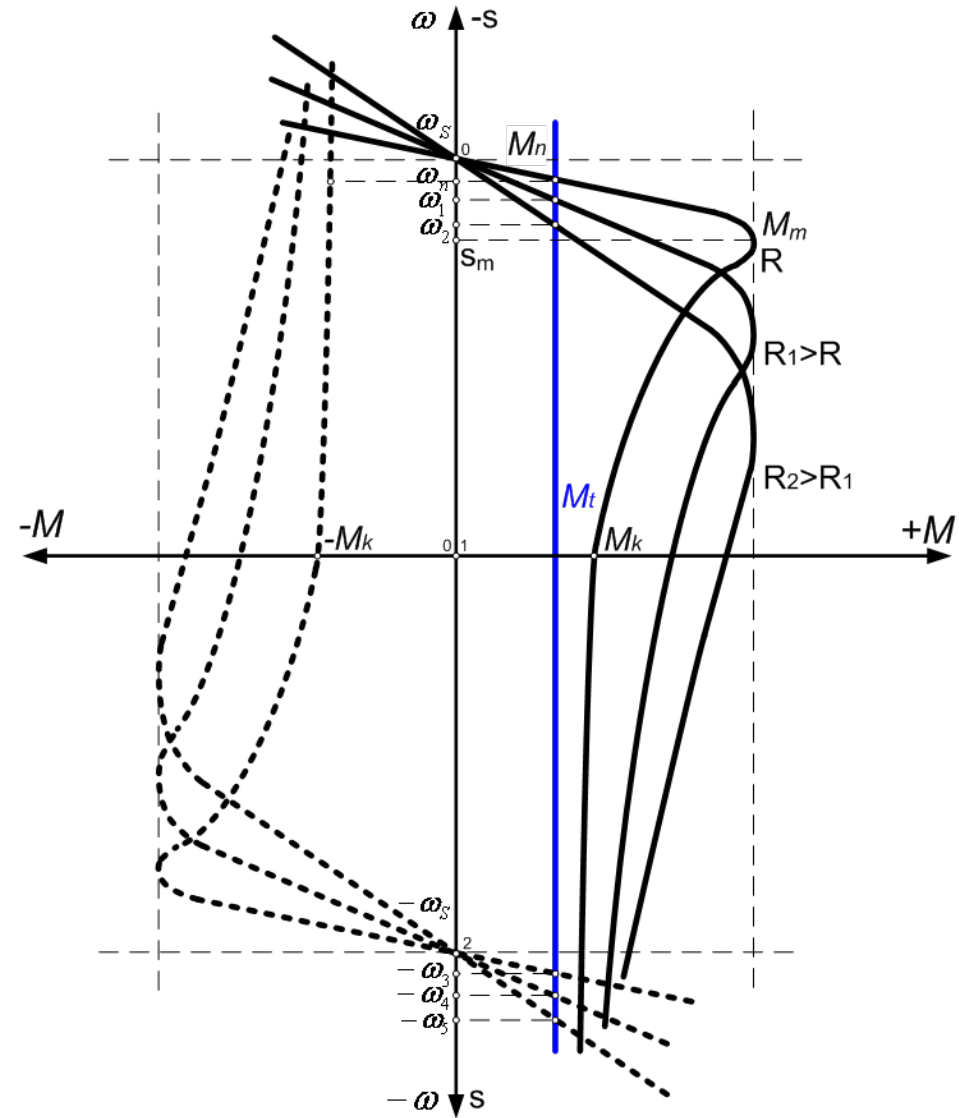
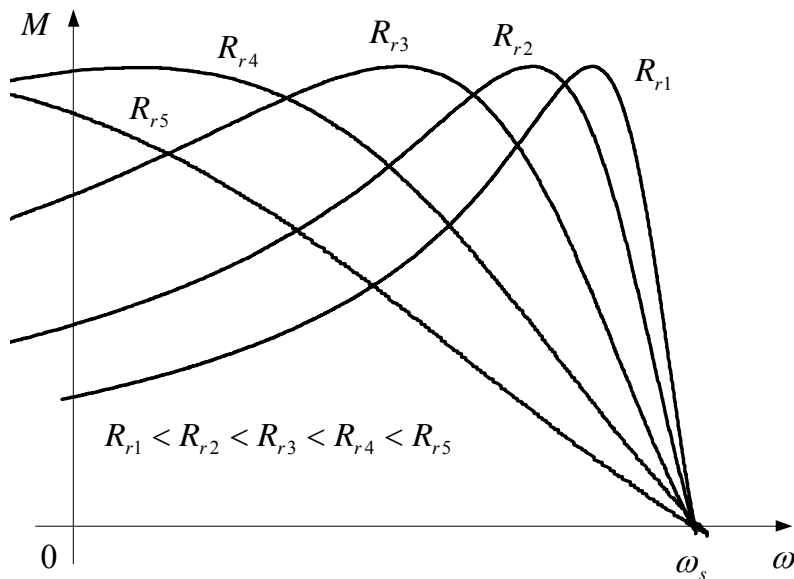
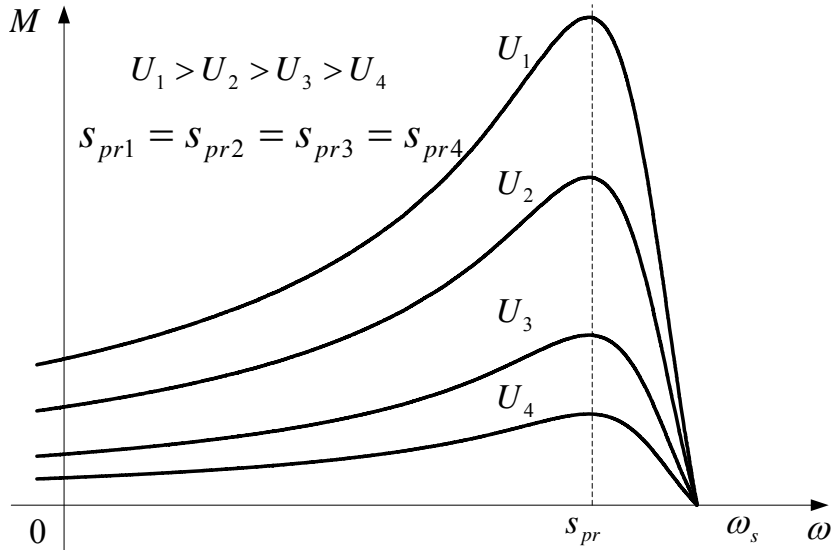


Razvojna **APLIKACIJSKE** programske podrške s dijagnostikom i nadzorom

- Za razvoj algoritma regulacije brzine vrtnje razvijena je grafička razvojna programska podrška (PCASE), slika.
- Pored razvojnih alata, omogućeno je direktno upravljanje u servisnom modu, puštanje u rad, mjerenje, oscilografiranje, mijenjanje parametara, upload/ download novih programa

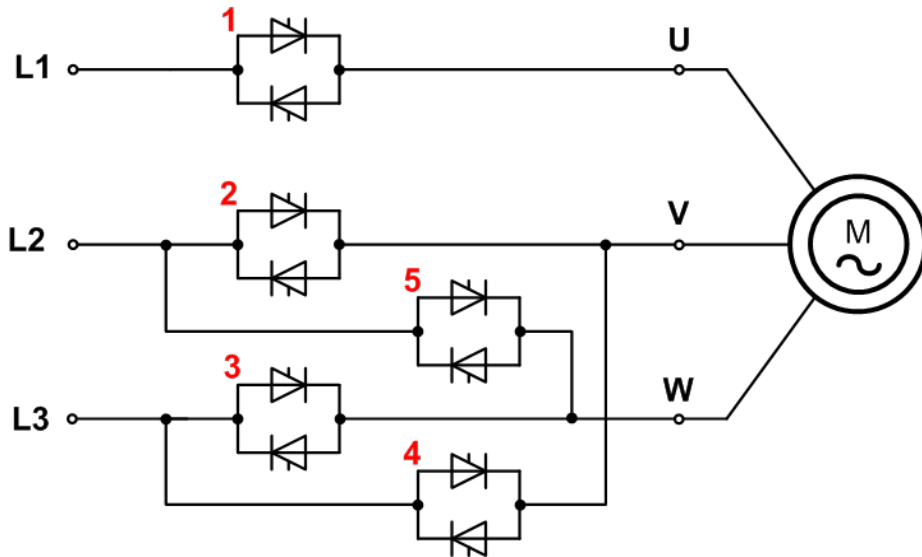


MEHATRONIČKI MODULI

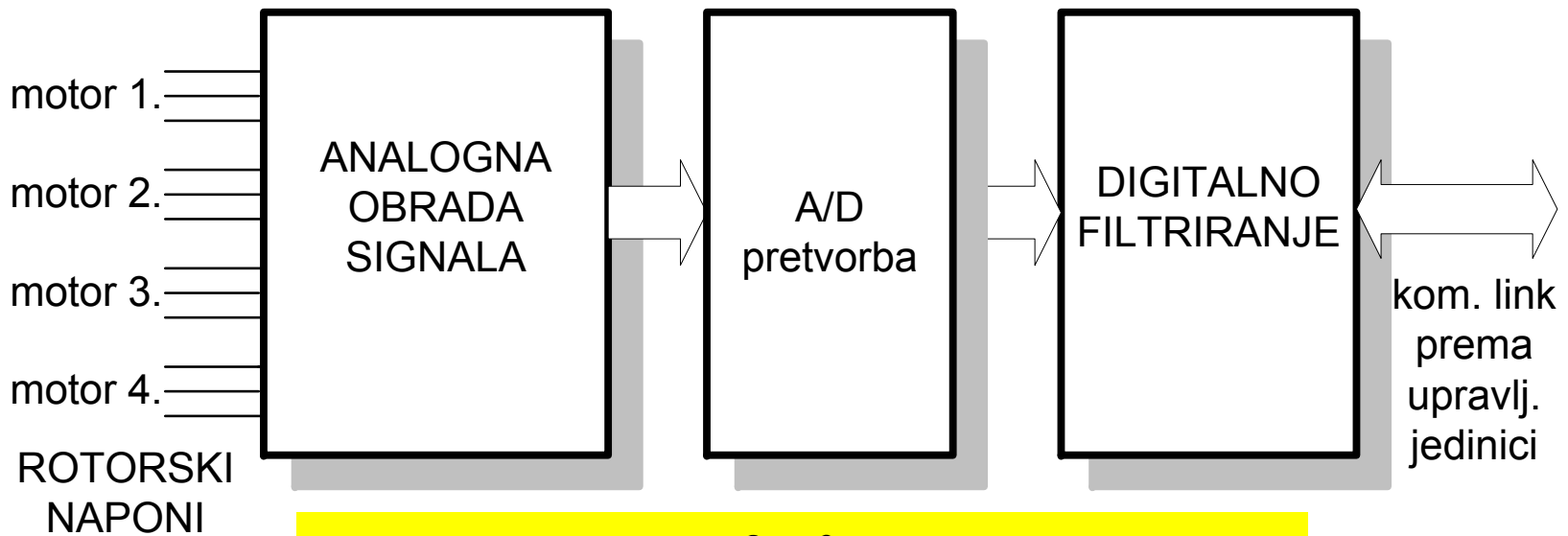


Energetski modul

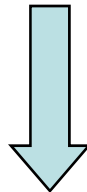
- Energetski pretvarač kojim se mijenja efektivna vrijednost napona statora asinkronog motora.
- Upravlja se momentom i brzinom vrtnje asinkronog motora.
- Pretvarač je TT strukture i sastoji se od 5 grupa antiparalelno spojenih tiristora.



Razvoj estimatora brzine

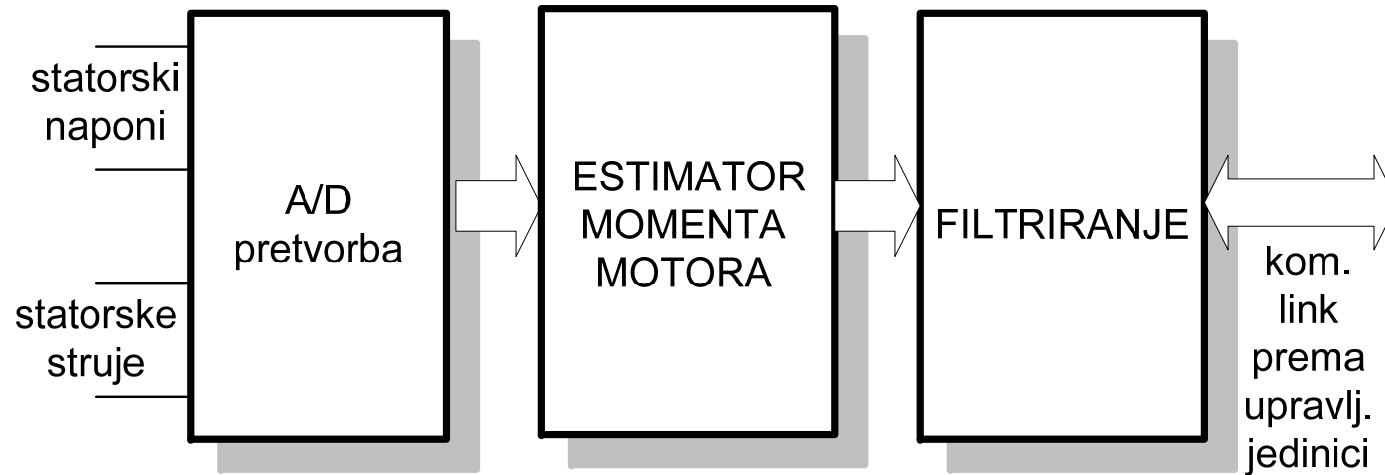


$$f_r = \frac{3 \cdot f_{sample}}{TIME_U0 + TIME_V0 + TIME_W0}$$



$$n_m = \frac{sign(tq) \cdot 60 \cdot (f_s - sign(sl) \cdot f_r)}{p}$$

Razvoj estimatora momenta motora



$$T_e = \frac{2}{3} \cdot p \cdot (\vec{\psi}_s \times \vec{i}_s)$$



$$T_e = \frac{2}{3} \cdot p \cdot (\psi_{s\alpha} \cdot i_{s\beta} - \psi_{s\beta} \cdot i_{s\alpha})$$



$$\psi_{s\alpha} = \int (u_{s\alpha} - R_s \cdot i_{s\alpha}) dt$$
$$\psi_{s\beta} = \int (u_{s\beta} - R_s \cdot i_{s\beta}) dt$$

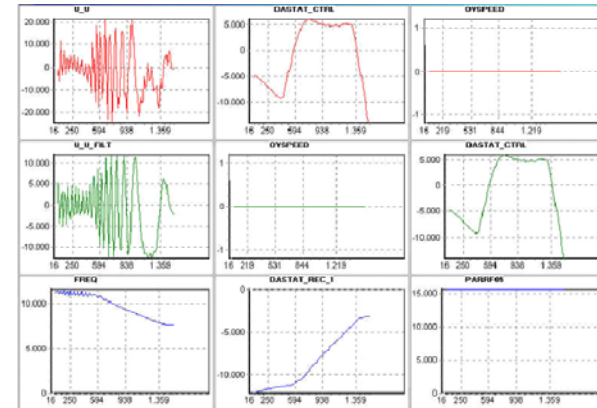
Realizacija uređaja (Estimator brzine vrtnje i momenta motora)



Razvojna platforma za estimatore brzine i momenta

Programsko okruženje **ParNad** za nadzor parametara i snimanje (Borland C++ Builder 5.0), 10kHz max 9 varijabli

Grafičko okruženje **Cadstar** za izradu grafičkog koda (programa) (U Borland C++ 3.1 se grafički blokovi pretvaraju u izvršni kod – real-time) Builder 5.0



Parametar	Hi-Lo	graf-end-F8	Dijet	+	reset-F7	DIAC	Shift	sym	f.usp.
DASTAT_REC_0	-8,000	1111 1111 1111 1000	1	D	PASS	1	1	750	
DASTAT_REC_1	-12,000	1111 1111 1111 0100	1	D	PASS	3	1	1562	
DASTAT_I3	0,000	0000 0000 0000 0000	1	D	PASS	4	1	750	
DASTAT_CTRL	-32767,000	1000 0000 0000 0001	1	D	PASS	1	1	750	
OVSPEED	0,000	0000 0000 0000 0000	1	D	PASS	2	1	1562	
DASTAT_REC_1	-12,000	1111 1111 1111 0100	1	D	PASS	4	1	750	
DASTAT_CTRL	-32767,000	1000 0000 0000 0001	1	D	PASS	3	1	1562	
PARF05	15564,000	0011 1100 1100 1100	1	D	PASS	2	1	750	

Upravljački sustav za kranske pogone

ASTAT za kliznokolutne motore

ASTAT



Najvažniji pogoni u 1. godini , nakon razvoja

- **16t 170t kranovi** u nuklearnoj elektrani Forshmark (Švedska)
- **5 winch koordiniranih sustava (80kw strojevi)** za vađenje iznimno važnih ruda ispod morske površine (engl. *mooring system*) (Bangka, Indonesia)
- **Električka osovina** Avesta (Švedska)
- **2 EOT (Electrical Overhead Traveling) kрана** za transport rastaljenih metala Avesta (Švedska)
- **3 kranska pogona s planetarnim prijenosnikom snage 450t/80t (1.4MW)** ladle hoist in BaoSteel, Baoshan čeličana (China)

Od tada pa do danas preko 4000 velikih pogona instalirano u cijelom svijetu !!!!!

Mehatronički pristup projektiranju sustava automatizacije

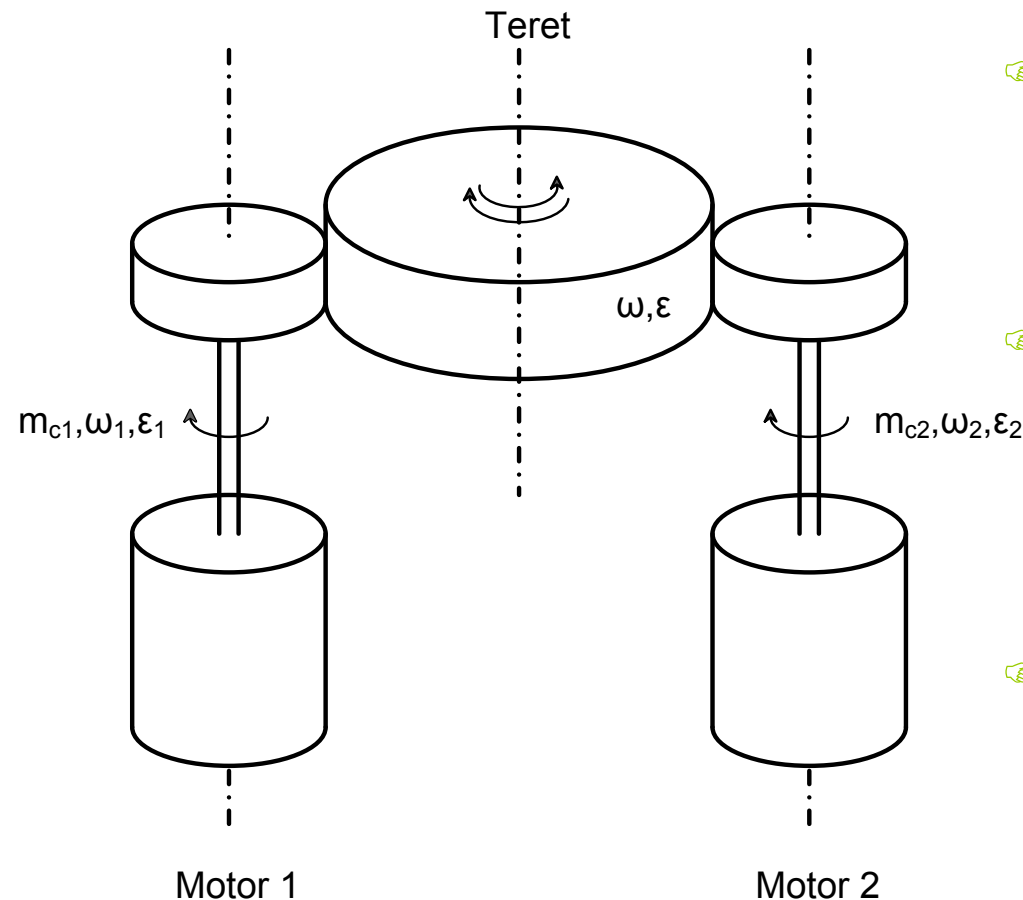
LITERATURA:

1. <http://www.abb.com/cawp/seitp161/6defa2a81b895820c125709b00466daa.aspx>, *ASTAT Manual*, ABB, Vasteras, Sweden, 2002.
2. F. Kolonić, T. Idžotić, A. Slutej: *Sensorless Speed Control of Slip-Ring AC Motor Based on Rotor Voltage Frequency Estimation*, EPE 2001, 9th European, Conference on Power Electronics and Applications, Graz, Austrija, 27.8.-29.8.2001.
3. F. Kolonić, A. Poljugan, T. Idžotić: *Development of AC Slip-Ring Motor Based Advanced Crane Industrial Controller*, *Automatika*. **3-4** (2005); 165-172.
4. F. Kolonić, A. Slutej, A. Poljugan: *Torque Estimation in Industrial Control Systems with AC Slip-Ring Motors*, 10th International Power Electronics and Motion Control Conference, Cavtat&Dubrovnik, Croatia, 9.9.-11.9.2002.

TAHT's all forks

Hvala na pažnji !!!!!

ELIMINACIJA UTJECAJA ZRAČNOSTI U RADNOM MEHANIZMU – PRIMJER 1

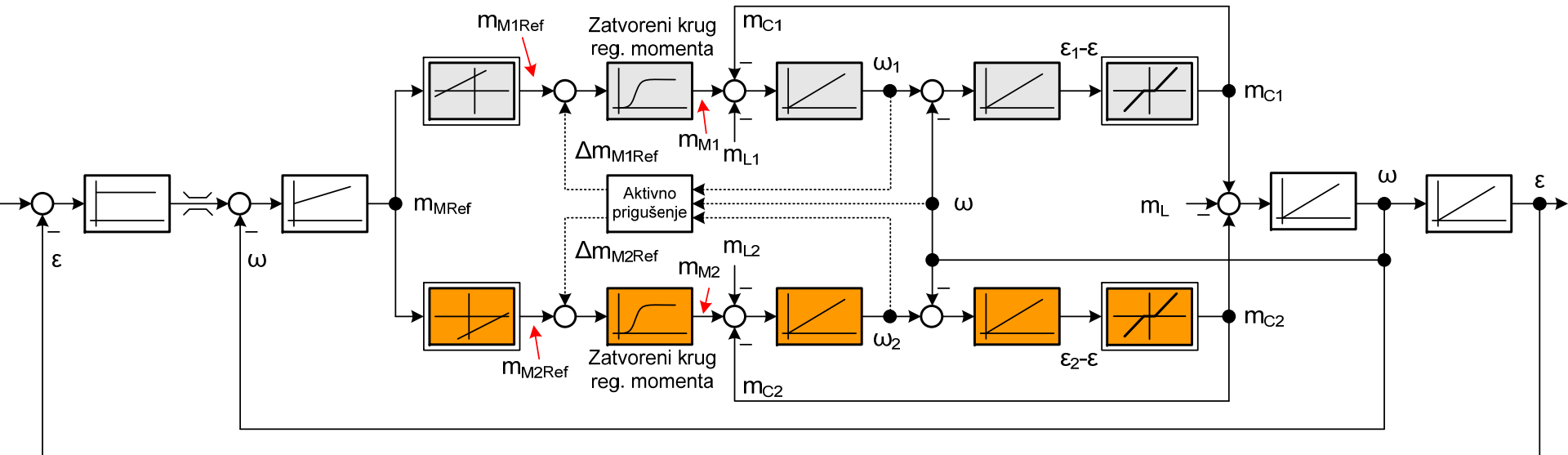


- ➡ Mehanička struktura antene i dva pogonska sustava s motorom su koncentrirana u **3 “kruta tijela”** (3 koncentrirane mase)
- ➡ Zupčanci 1 i 2 (“interface”) prema radnom mehanizmu **imaju elasticitet a prema centralnom zupčniku imaju zračnost**
- ➡ U analizi se pretpostavlja da su **pogoni simetrični** i da su **momenti trenja svakog od njih zanemarivi**

ELIMINACIJA UTJECAJA ZRAČNOSTI U RADNOM MEHANIZMU – PRIMJER 1

- ☞ Zračnost se može eliminirati u oba zupčanička prijenosa ***dodavanjem predmomenata (offset-a) suprotnih predznaka u referentnu granu momenta svakog pogona***
- ☞ To se radi upravo u zoni brzine bliske vrijednosti nula (mirovanju), gdje se zračnost najviše iskazuje u svojim negativnim efektima (pozicioniranje !)
- ☞ Porastom referentnog momenta (izlaza regulatora brzine), motor koji je inicijalno razvijao suprotan moment, ***mijenja postupno svoj smjer momenta i pripomaže drugom motoru u postizanju regulacijske zadaće***

ELIMINACIJA UTJECAJA ZRAČNOSTI U RADNOM MEHANIZMU – PRIMJER 1



Blok aktivnog prigušenja ima strukturu:

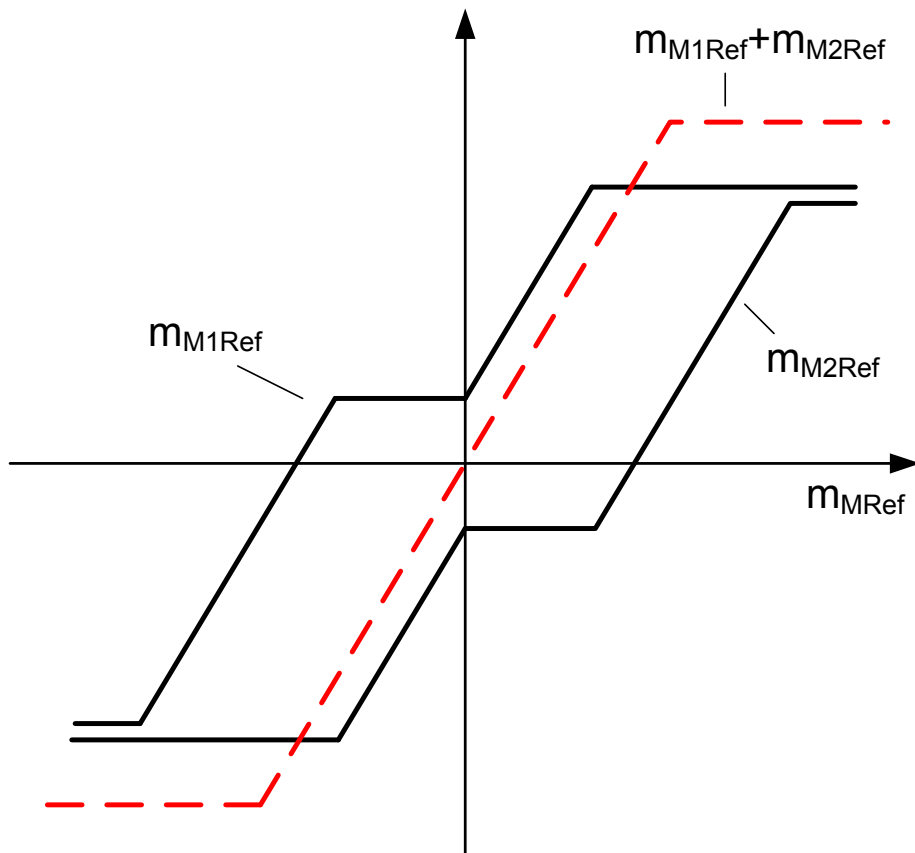
$$\Delta m_{M1Ref} = -D_1(\omega_1 - \omega_2) - D_2(\omega_1 + \omega_2 - 2\omega)$$

$$\Delta m_{M2Ref} = D_1(\omega_1 - \omega_2) - D_2(\omega_1 + \omega_2 - 2\omega)$$

Zračnost se potpuno eliminira sa **suprotnim offset-om u grani ref. momenta** (predmomenti)

S porastom m_{M1Ref} , motor sa suprotnim predmomentom počinje podupirati drugi motor

ELIMINACIJA UTJECAJA ZRAČNOSTI U RADNOM MEHANIZMU – PRIMJER 1



- ➡ Ovaj par nelinearnih karakteristika predmomenta je bolji od prethodno opisanih; **omogućuje jednak moment oba pogona pri punom opterećenju** (“load shearing” pri punom teretu)
- ➡ Ovim karakteristikama se dobije **konstantno pojačanje u petlji brzine vrtnje** (crvena krivulja)

SUVREMENI AKTUATORI

Translacijski (linearni motori)

TRANSLACIJSKI (LINEARNI)
TRANSPORTNI SUSTAV

Kontejnnerski terminal - HAMBURG

Video animacija projekta
Kontejnnerski terminal AW
HAMBURG

Kontejnnerski terminal - HAMBURG

Simulacija

Kontejnnerski terminal AW
HAMBURG

Mehatronički pristup projektiranju sustava automatizacije

Što treba zadovoljiti upravljački sustav kojeg se projektira:

Otvoreni sustav . Mogućnost definiranja sklopovske i programske podrške ovisno o specifičnoj namjeni. Primjeri; tip pogona (dizanje ili vertikalni transport, potrebna regulacija momenta i mjerenje tereta (težine) korištenjem regulatora momenta; pogon s različitim mjernim članovima brzine, pogon bez mjernog člana brzine, itd).

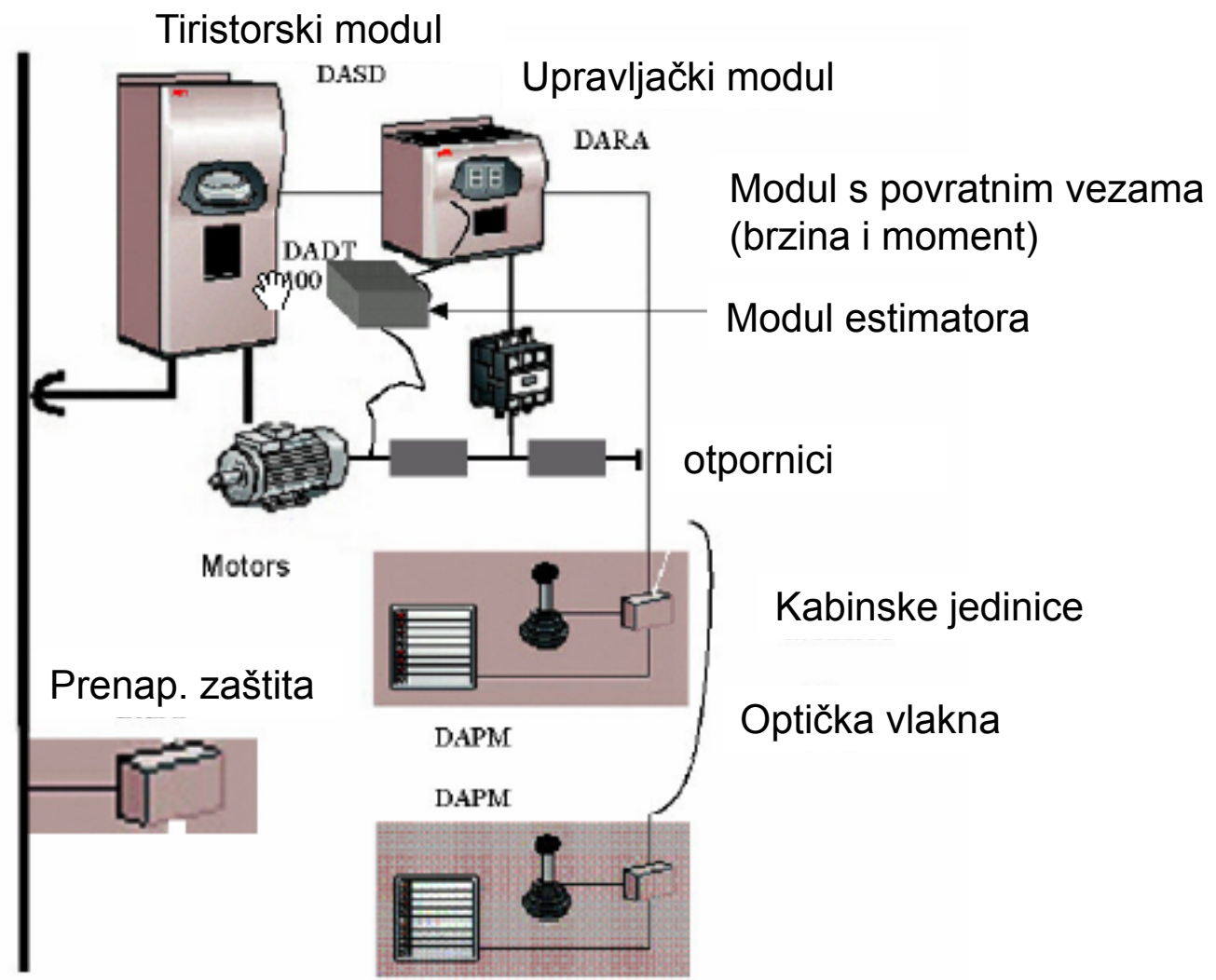
Korisnički orijentiran sustav. Korisnik se ne opterećuje internim funkcijama u sustavu (operacijski sustavi, programska podrška U/I jedinica, komunikacijska sučelja i protokoli). Izmjene u aplikaciji se obavljaju na višoj razini, u grafički orijentiranom programskom okruženju

Mehatronički pristup projektiranju sustava automatizacije

Modularna struktura. Zasniva se na načelu hijerarhijskih funkcijskih modula s međusobnom komunikacijskom vezom. Moduli predstavljaju zasebnu funkcijsku cjelinu definiranu odgovarajućom sklopovskom i programskom podrškom

Komunikacijska podrška. Između modula iste razine složenosti korisničke zadaće (horizontalna komunikacija) kao i komunikacija prema nadređenom/podređenom sustavu upravljanja. Osigurava uključenje (integriranje) uređaja (podsustava) u kompleksni automatizirani globalni sustav

Vizualizacija sustava upravljanja kranskog pogona



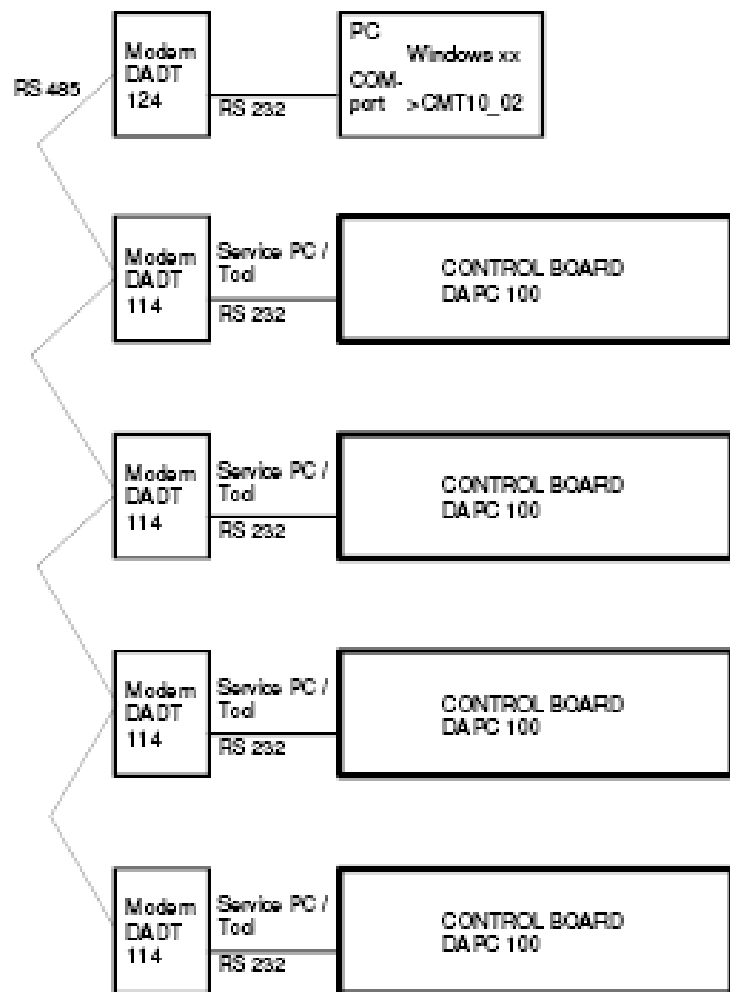
MEHATRONIČKI MODULI

Na kranu se postavlja RS485 Multi-drop system (dati karakteristike, komunikacije)

Servisiranje preko serijske veze RS232 s PC/Tool –om je moguće samo do 3m udaljenosti !!!

U jednom Multi-drop sustavu moguće je opsluživati 256 ASTAT-a, korištenjem modema

PC/Tool se uključuje preko RS232 serijske veze na modem, koji je spojen na RS485 Multi-drop vezu



Mehatronički pristup u projektiranju proizvoda (procesa_2)

- ✚ Kakvi se zahtjevi na pojedine komponente sustava upravljanja postavljaju u suvremenom mehatroničkom sustavu
- ✚ Rekonstrukcija (revitalizacija, engl. *refurbishment, revitalization, revamping*)
- ✚ Pristup revitalizacijskom projektu
 - Ispitivanje provedivosti revitalizacijskog zahvata (engl: *feasibility study*). npr, može li se revitalizacijom određenog uređaja ili podsustava uopće postići zahtijevana tehnološka zadaća
 - Ekonomska (financijska) isplativost
 - Postavljanje osnovnih funkcijskih specifikacija na uređaj (podsustav) u cijelosti i na njegove komponente
 - Izrada tendera za ponude (ako je potreban), izbor izvođača projekta

Mehatronički pristup projektiranju sustava automatizacije

- ✚ Za ostvarenje funkcionalnih zahtjeva proizvoda treba napraviti sljedeće
 - definiranje sklopovske podrške (“hardware”) za svaku komponentu na osnovi postavljenih funkcionalnih zahtjeva
 - definiranje aplikacijske programske podrške (“application software”)
 - definiranje razvojne programske podrške (“development software”)
 - definiranje komunikacijske veze u distribuiranom sustavu automatizacije (nadređeni, podređeni upravljački sustavi te sustavi istog stupnja složenosti upravljačke zadaće), povezivanje po vertikali i horizontali
 - komunikacijske veze među komponentama sustava (komunikacijski standardi, protokoli)
 - testiranje svakog funkcionalnog bloka (sklopovski, programski komunikacijski)
 - testiranje (u fazama) gotovih, tj. zaokruženih cjelina