

DISTRIBUIRANI SUSTAV ZA TOPLINSKU OBRADU METALNIH KONSTRUKCIJA

Mrković Boško, Jurišić Dražen, Mijat Neven, Čosić Vladimir
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
Zavod za elektronička mjerenja i sisteme
41000 Zagreb, Unska 3.

Opisana je izvedba hijerarhijski distribuiranog modularnog sustava za nadzor i upravljanje procesom toplinske obrade metalnih konstrukcija. Iako relativno jednostavan i spor, proces je zbog utroška energije skup, pa se osnovni zahtjevi kod izvedbe sustava odnose na visoku pouzdanost i neosjetljivost na sve predvidive kvarove i smetnje. Sustav se sastoji od centralne jedinice i adresibilnih modula za mjerenje i registriranje temperature te upravljanje grijačima.

Ovisno o primjeni sustav se može konfigurirati na razne načine što otežava zaštitu komunikacijskih i energetskih linija od mehaničkih oštećenja. Zbog toga je primjenjena višeprosorska realizacija što osigurava autonomiju nižih podsustava tako da je uz pravovremenu indikaciju svakog kvara moguć nastavak započetog procesa.

DISTRIBUTED SYSTEM FOR METAL SURFACES HEAT TREATMENT

Realization of a hierarchically distributed modular system for monitoring and controlling the heat processing of metal surfaces is described. The controlled process is relatively simple and slow, but very expensive because of high energy demands, and therefore the basic necessary conditions were concerned to the high reliability and low sensitivity to the possible failures. The system consists of the central unit and addressable modules for measuring and registration of the temperature and for controlling heaters.

Since the system is mobile and can be configured and installed depending on application, the communication and power lines can not be optimally protected from mechanical damages. That is the reason for application of multiprocessor configuration which ensures the autonomy of low leveled subsystems which enable the normal continuation of the process after the indication of any failure. In the same time, the long duration of the process, and simple installation enable the easily maintenance during the process.

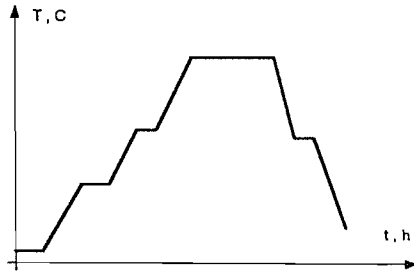
1. UVOD

Lokalno zagrijavanje većih metalnih konstrukcija, što je jedna od posljedica zavarivanja, neizbježno dovodi do poremećaja u strukturi materijala. Zbog toga je često neophodna prethodna i naknadna toplinska obrada kojom se osiguravaju prvobitna, željena, mehanička svojstva. Proces kojim se to postiže naziva se odžarivanje i sastoji se od zagrijavanja i

hlađenja metalne konstrukcije po unaprijed određenom programu. Jedan tipičan primjer promjene temperature u vremenu prikazan je slikom 1.

Očigledno proces je spor i jednostavan, ali tehnološki značaj toplinske obrade i veliki utrošak električne energije s kojom je povezana određuju niz zahtjeva na izvedbu sustava. Oni se prvenstveno odnose na maksimalnu pouzdanost i neosjetljivost na sve predvidive kvarove.



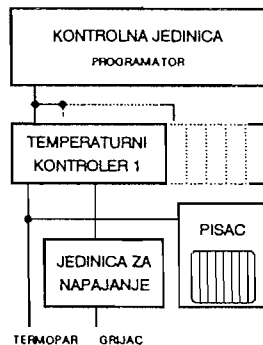


Sl. 1. Primjer dijagrama temperature

2. OPIS SUSTAVA

Iako proces odžarivanja ovisi o nizu parametara, sve praktično interesantne temperature karakteristike moguće je definirati sa do deset odsječaka u temperaturnom intervalu od 0 do 1000 °C i vremenskom do 48 sati. Zbog veličina metalnih konstrukcija nužno je osigurati zagrijavanje i mjerenje temperature u više prostorno distribuiranih točaka uz efikasan nadzor i upravljanje.

Primjer sustava za upravljanje toplinskom obradom prikazan je slikom 2.

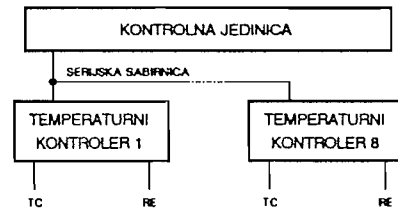


Sl.2. Blok shema sustava za toplinsku obradu

Prikazani sustav se sastoji od programatora koji upravlja temperaturnim kontrolerima. Usporedbom programirane i temperature izmjerene pomoću termoparova u procesu, analogni temperaturni kontroleri upravljaju relejima grijača. Registracija temperature tokom postupka se obavlja pomoću višekanalnih x-t pisaca.

Jedan od zahtjeva koje je, pri realizaciji, bilo potrebno ispuniti je korištenje postojećih resursa koji se u ovom slučaju sastoje od cjelokupnog ožičenja, upravljanja grijačima pomoću dvopoložajnih relejskih elemenata te korištenja postojećih pretvarača (termoparovi tipa K nikalkrom/nikalaluminij). To, u prvom koraku, dopušta promjene na kontrolnoj jedinici i temperaturnim kontrolerima pri čemu izvedbu određuje i potreba da se sustav kasnije i fizički

distribuirati, te da se upravljanje grijačima učini efikasnijim. Realizirani dio sustava prikazan je slikom 3.



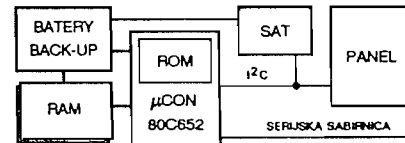
Sl.3. Realizirani sustav za upravljanje odžarivanjem

Sustav je izveden kao višeprocorski sa distribuiranjem većine funkcija na razinu temperaturnih kontrolera. Pri tome se komunikacija između programatora i najviše osam adresibilnih temperaturnih kontrolera obavlja serijskom sabirnicom po specifičnom protokolu.

Ovakva koncepcija sustava, osim visokih ukupnih performansi, omogućava jednostavnu kasniju nadogradnju koja uključuje fizičku distribuciju temperaturnih kontrolera u proces, povećanje njihovog broja i poluvodičko upravljanje grijačima.

2.1. Kontrolna jedinica

Kontrolna jedinica sustava je prikazana slikom 4.



Sl.4. Blok shema kontrolne jedinice

Osnovna funkcija kontrolne jedinice, uz mogućnost upravljanja iz nadređenog računala te osiguranja jednostavne i kvalitetne direktne veze sa korisnikom, je generiranje programirane karakteristike temperature u vremenu. Karakteristika je definirana po odsječcima i moguće je istovremeno pohranjivanje najviše deset različitih programa što zadovoljava sve praktične potrebe.

Osim spomenutog u kontrolnoj jedinici se obavlja i registracija temperatura u procesu bez obzira da li se pisac nalazi u sustavu ili ne.

Osigurana je i kvalitetna i jednostavna komunikacija sa korisnikom preko panela. S obzirom na način izvedbe bilo je jednostavno, a i potrebno uvođenje zaštitnih kodova koje je potrebno utipkati prije bilo koje promjene

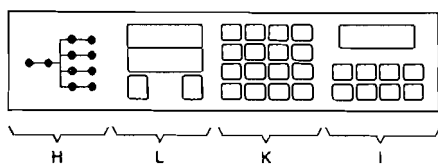
parametara sustava, čime je onemogućeno neovlašteno rukovanje.

Komunikacija procesora, sata i panela unutar kontrolne jedinice obavlja se preko I²C sabirnice čime je nešto pojednostavljena njena izvedba i bitno smanjeno neophodno ožičenje.

Sat i RAM imaju osigurano stalno napajanje pomoću NiCd akumulatora čime je, uz pojednostavljeno rukovanje, često omogućen nastavak procesa odžarivanja nakon kvara mrežnog dijela i njegova otklanjanja, uz bitne uštede.

Predviđena je i serijska veza za upravljanje i registraciju iz nadređenog računala.

Panel za komunikaciju sa korisnikom prikazan je slikom 5.



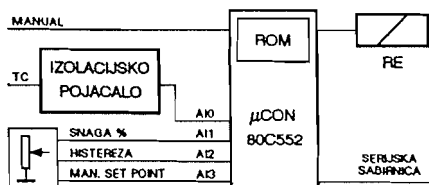
Sl.5. Panel kontrolne jedinice

Panel je podijeljen na četiri bloka.

Blok H je pomoćni i služi za olakšanje postupka programiranja kontrolne jedinice. Blok L se sastoji od dva četvorocifrena i dva jednocifrena LED pokazivača za prikaz programirane temperature i vremena, te tekućeg programa i segmenta. Blok K je tastatura za unos, a blok I je indikator trenutne temperature odabranog termopara i aktivnih temperaturnih kontrolera.

2.2. Temperaturni kontroleri

Blok shema temperaturnog kontrolera prikazana je slikom 6.



Sl.6. Blok shema temperaturnog kontrolera

Funkcija temperaturnih kontrolera je upravljanje promjenom temperature u vremenu u skladu sa trenutno aktivnim programom što se obavlja na osnovu podataka primljenih iz kontrolne jedinice o trenutno aktivnom segmentu programa i temperature očitane pomoću pripadajućeg termopara.

Temperaturni kontroler se sastoji od izolacijskog pojačala i mikrokontrolera 80C552 sa ugrađenim 8-ulaznim 10-bitnim A/D prevaračem. Pri tome je izolacija prema termoparu, uz pasivnu prenaponsku i prekostrujnu zaštitu, nužna zbog mogućnosti kratkog spoja sa energetske vodovima grijača.

Zbog postizanja maksimalne fleksibilnosti, s obzirom na različite grijane mase, i, za sada, konstantne snage grijača, temperaturni kontroleri imaju ugrađenu mogućnost samopodešavanja parametara (histereza, gradijent temperature) čime poprimaju neke značajke adaptivnih regulatora.

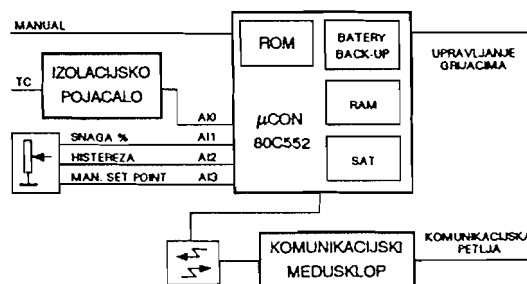
Grijači su, unutar područja regulacije, upravljani pulsno širinski sa periodom (cca 25 sec) i granicama faktora popunjenosti određenim iz gradijenta temperature pri podešavanju parametara.

Detekcija mogućih kvarova (kvar na vodu termopara i kvar grijača) je vrlo jednostavna i uz indikaciju na temperaturnom kontroleru i u kontrolnoj jedinici dopušta nastavak procesa po unaprijed odabranom servisnom programu iz kontrolne jedinice.

Uz spomenuto, temperaturni kontroleri imaju mogućnost potpuno samostalnog rada uz ručno podešavanje potrebnih parametara.

2.3. Nadogradnja sustava

Ostvarena je i prvotna namjera da se sustav i fizički distribuira u proces, što nije osobito komplicirano s obzirom na to da je opisana izvedba definirana tim zahtjevom. Fizička distribucija kontrolera u proces je zahtijevala je samo nadogradnje dijelova opisanog sustava kojima se osigurava pouzdana komunikacija i maksimalno samostalno djelovanje distribuiranih modula. Kontrolna jedinica u tom slučaju, osim opisanog, sadrži još galvanski izoliran komunikacijski međusklop, a odgovarajuća nadogradnja temperaturnog kontrolera prikazana je slikom 7.



Sl.7. Nadogradnja temperaturnog kontrolera

Prikazana izvedba temperaturnog kontrolera sadrži komunikacijski međusklop za povezivanje sa komunikacijskom linijom, ili petljom, ovisno o potrebi, a, uz to, i lokalnu memoriju, sat, te lokano rezervno napajanje. Komunikacijski međusklop je napajan sa komunikacijske linije i galvanski je odvojen od ostatka sklopa. Preostali dio kontrolera se napaja iz lokalnog izvora. Ovakva izvedba omogućava samostalan rad kontrolera, ako za tim postoji potreba, nakon programiranja iz kontrolne jedinice, i u slučaju prekida komunikacijske linije.

Fizičko distribuiranje adresibilnih temperaturnih kontrolera uklanja ograničenja u vezi sa dimenzijama kućišta, te je njihov broj ograničen karakteristikama komunikacijskog kanala na 32.

Komunikacija i napajanje komunikacijskih međusklopova temperaturnih kontrolera izvedena je dvožičnim vodom. Na taj način pojednostavljena je detekcija kvarova na njemu i bitno pojednostavljena instalacija uz povećanje fleksibilnosti.

3. ZAKLJUČAK

Opisani sustav je provjeren simulacijom na PC kompatibilnom računalu pomoću univerzalne laboratorijske kartice pri čemu su postignuti rezultati ispunili očekivanja.

Osobito u drugoj verziji vrlo je fleksibilan i pouzdan. Moguće primjene su višestruke i ne moraju biti ograničene samo na spore procese, niti na upravljanje samo jednom veličinom.

4. LITERATURA

- [1] PHILIPS, 8051-based 8-bit Microcontrollers, 1991
- [2] VALVO, I²C-Bus-Shaltungen für professionelle Anwendungen, 1989
- [3] BURR-BROWN, Integrated circuits data book, VOL 33, 1989
- [4] PCL-812 Enhanced Multi-lab Card, User's Manual, Taiwan, 1991.