

# Merno-elektronska jedinica za uravnotežavanje kolenastih vratila u procesu serijske proizvodnje

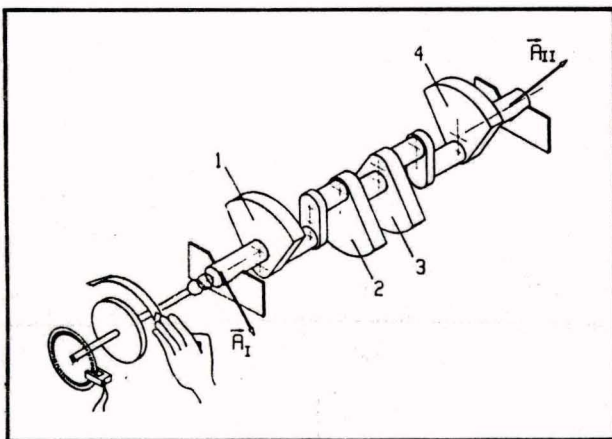
Mr Aleksandar Veg, dipl. inž., Aco Gobeljić, dipl. inž., dr Aleksandar Sekulić, dipl. inž., Velimir Ristić, dipl. inž., Mašinski fakultet, 27. marta 80, 11000 Beograd

*Specifična strukturna forma kolenastog vratila iziskuje u postupku uravnotežavanja poseban pristup. Broj i raspored korekcijskih sektora je definisan unapred, tako da se u načelu slobodno orijentisan vektor neuravnoteženosti mora razložiti na moguća korekcijska polja. Izradom novog i originalnog programskog modula, proširene su mogućnosti standardne merno-elektronske jedinice, čime je rešen slučaj višeravnanskog uravnotežavanja kolenastog vratila. Brižljivo razvijenom metodom vizuelizacije položaja i veličine neuravnoteženosti, znatno se ubrzava sama korekcija, što je veoma važno za dinamiku kompletnog procesa serijske proizvodnje.*

## 1. Uvod

Operacija uravnotežavanja u procesu serijske proizvodnje rotacionih elemenata karakterisana je nizom specifičnosti u odnosu na odgovarajući postupak u jediničnoj produkciji ili servisnoj delatnosti. S obzirom da kontinuitet celokupnog procesa zavisi od svake pojedinačne faze, to trajanje operacija mora da bude brižljivo programirano, odnosno da se odvija sa predviđenom dinamikom.

Samo uravnotežavanje svodi se na postupak iterativne korekcije neuravnoteženosti. Zbog tehnoloških ograničenja, nesavršenosti obradnih postupaka i ljudskog faktora, najčešće se standardan preporučeni nivo uravnoteženosti postiže kroz dve do tri uzastopne korekcije. Da bi se očekivane merno-

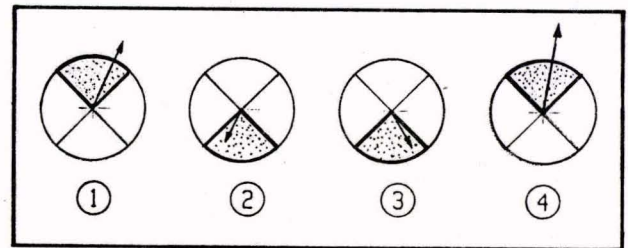


Slika 1.

korekcijske neodređenosti svele na najmanju moguću meru, to je razvijen takav merno-kontrolni program elektronske jedinice, koji će dati optimalne rezultate za postojeće operative uslove.

## 2. Teorijska razmatranja

Kolenasto vratilo četvorocilindričnog motora (slika 1) u načelu predstavlja kruti cilindrični rotor, relativno složene konfiguracije. Složenost rotora ogleda se u neobičajenom rasporedu korekcijskih polja, koja ne omogućuju puni uglovni opseg vektora korekcije i njihovo lociranje u spoljne ravni. U toj situaciji je neophodno izmerenu neuravnoteženost



Slika 2.

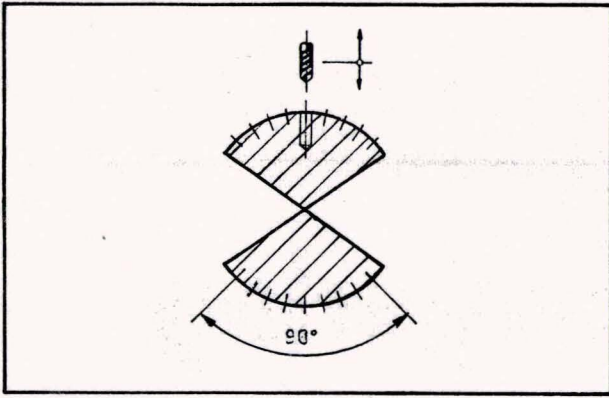
( $A_I$  i  $A_{II}$ , slika 1) transformisati u sistem komponentnih vektora (slika 2), koji će se naći unutar mogućih polja korekcije. Pošto je geometrija uravnotežavanog objekta i mernog sistema poznata, to se srazmerno jednostavnim matematičkim transformacijama dolazi do komponenti korekcije.

## 3. Diskusija

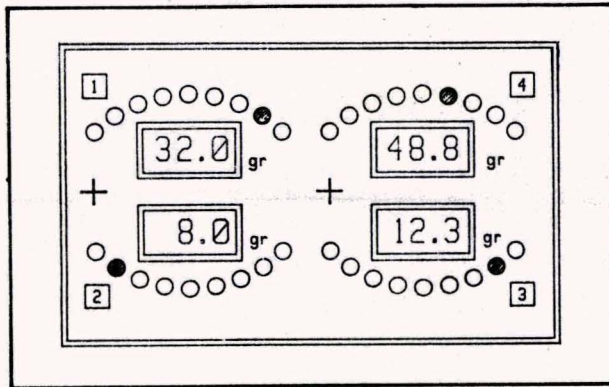
Uloga merne elektronike, a to se prvenstveno odnosi na njen programski sadržaj, je da poveže informaciju o registrovanom stanju neuravnoteženosti i potencijal opreme i operatora da to na odgovarajući način i u predviđenom vremenu otklone.

Raspoloživa korekcijska polja kolenastog vratila zahvataju uglavno  $90^\circ$ , a to predstavlja niz od devet korekcijskih rupa  $\varnothing 10$  na spoljnoj konturi rotora (slika 3). Broj i raspored rupa definiše operativni raster korekcije kome treba saobraziti dobijene vektorske komponente (slika 2). Vizuelizacija izmerene i formi rotora prilagodene neuravnoteženosti predstavlja najsuptilniji problem koji je trebalo rešiti novim programskim sadržajem. Težina zadatka određena je potrebom da operator lako i brzo uoči formu postojeće neuravnoteženosti i posredstvom ugrađene opreme izvede potrebnu korekciju do preporučenog stepena uravnoteženosti.

Četiri polukružna segmenta na ekranu (slika 4) simbolizuju polja korekcije u odgovarajućim ravnima (1, 2, 3, 4, slika 1),



Slika 3.



Slika 4.

a po devet obodnih kružnica diskretne tačke moguće korekcije. Zatamljeni krugovi označavaju pozicije tačaka, gde je potrebno oduzeti masu, zabašivanjem, i to u iznosu koji je neposredno prikazan numeričkom formom.

#### 4. Industrijska aplikacija

Dinamika procesa serijske proizvodnje uslovala je da se na istoj radnoj lokaciji odvijaju i merenje i korekcija neuravnoteženosti. Sprezanje ovih operacija, zamišljeno je tako, da se

nakon mernog ciklusa, izvede pripremno zakretanje kolena-stog vratila (slika 1) za bušenje. Ugaono pomeranje vratila, koje se obavlja manuelno, prati se posredstvom indeksnog krstića, koji sukcesivno zauzima odgovarajuće pozicije na ekranu. Kada se položaj krstića poklopi sa osenčenom kružnicom, to znači da se u definisanoj ravni, korekcijska tačka našla pod vrhom burge. Sinhroni indeksni enkoder (slika 1) pomaže da se dovoljno precizno izvrši ugaono pozicioniranje, a operater uskladuje dubinu bušenja sa indiciranom masom (slika 4).

#### 5. Zaključak

Opisani programski sadržaj merno-kontrolne procesorske jedinice, razvijen je prema potrebama fabrike "DMB" za uravnotežavanje kolenastih vratila iz programa "YUGO". Naime, čitava elektronska jedinica namenjena je revitalizaciji postojeće mašine za uravnotežavanje, inostranog proizvođača ("SCHENCK").

Probna merenja izvršena u laboratoriji Instituta za mehaniku mašina Mašinskog fakulteta u Beogradu pokazala su da je preciznost novorazvijenog mernog sistema znatno iznad dosad korišćenog rešenja i da je vreme merenja i korekcije prosečne neuravnoteženosti skraćeno za 30%.

Ovim je potvrđeno da koncept univerzalnog procesorskog kontrolera [3], sa adaptivnim programskim sadržajem, ima pun inženjerski smisao i u okvirima procesne industrije.

#### 6. Pregled korišćenih oznaka i skraćenica

$A_I, A_{II}$  – vektor neuravnoteženosti u mernim ravnima,  
DMB – Fabrika motora "21. maj", Beograd.

#### Literatura

- [1] MICHAEL, Jacob: *Industrial Control Electronics*, Prentice Hall, New Jersey, 1989
- [2] \*\*\*: *IBM Handbook – IBM Personal Computer XT System Unit*, IBM Edition, 1980.
- [3] VEG, Aleksandar i koautori: *Uređaj vibrokontrol u procesnim postrojenjima*, Procesna tehnika, br. 3, str. 73–76, 1991.