

11. KOORDINATNA MERNNA TEHNIKA

Povećanje zahteva za kvalitetom i povećanje proizvodnje uporedo se rešava automatizacijom tehnološkog procesa i obradnih sistema, u koje je najčešće ukomponovano i automatizovano merenje i kontrola.

Medjutim, tamo gde je automatizacija obrade rešavanja pomoću pojedinačnih, specijalnih, NU-mašina (numerički upravljanih) i to u malo i srednje serijskoj proizvodnji, nametnula se i nova tehnika merenja sa širokim mernim mogućnostima - koordinatna merna tehnika (KMT).

Industrijska proizvodnja koordinatnih mernih mašina (KMM) datira iz kasnih 60-tih godina, da bi danas, za manje od dve decenije, čitav niz proizvođača dali svoj doprinos razvoju i izradi ovakvih mašina: Opton (Austrija), Komeg, Mauser, Leitz, Straiger (SR Nemačka), Zeiss (DR Nemačka), Olivetti, DEA (Italija), Tesa, SIP (Švajcarska), C.Johansson. (Švedska), Rank Taylor Hobson (V.Britanija), Do All Co; Sheffield, Pratt & Whitney, Brown & Sharpe (SAD). KMM se koriste u slučajevima:

11. KOORDINATNA MERNNA TEHNIKA

1. Merni predmet je vrlo komplikovan deo i pri tome sa visokim zahtevima tačnosti (blokovi motora, zupčanici, lopatice turbina i slično). Tada se može desiti:

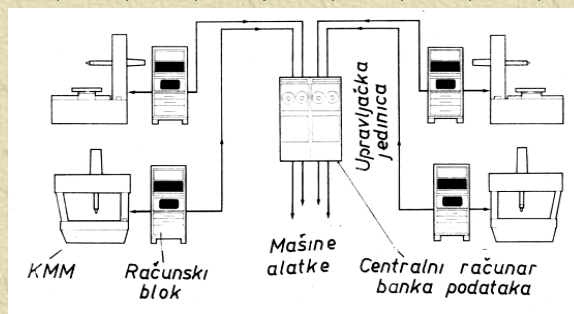
- a) Odeljenje proizvodi širok asortiman različitih delova, da bi se javila potreba čitavog niza različitih klasičnih mernih uređaja, što bi bilo neracionalno;
- b) Struktura proizvodnje je takva da se merenje konvencionalnim uređajima ne bi moglo izvršiti za neko predviđeno vreme, koje ne bi izazvalo zastoje na obradnoj liniji;
- c) Merenje se zbog komplikovanosti ne može izvršiti onako kompletno i tačno, kako omogućuje KMT, već samo delimično.

2. Koordinatna merna tehnika se uspešno koristi u pretprocesnoj, procesnoj i postprocesnoj kontroli. Merni volumeni se pri tome kreću od najmanjih, pa sve do $\approx 80\text{m}^3$.

11. KOORDINATNA MERNÁ TEHNIKA

3. Vrší se korekcija NU-obradnog programa. Posle izrade prvog komada na NU-mašini, merni predmet se izmeri na KMM, a netačnosti, odnosno sistemske greške, koje nisu mogle biti obuhvaćene pri sastavljanju programa za mašinu (zagrevanje alata, elastične deformacije, oscilacije mašine, trošenje alata i drugo) poslužiće kao baza za unošenje korekcija. Pri tome ovaj sistem može biti (i) prekidni ili (ii) neprekidni, kada se povezuju u sistem KMM-NU i dobija sprega sa adaptivnim upravljanjem (slika). Prenos obradaka od mašine alatke do KMM je obično u pogonu automatizovano uz korišćenje.
4. Vrší se izrada NU-obradnog programa. Specijalnim pipkom, koji se isporučuje sa KMM, moguće je sastaviti program za NU-obradne sisteme. Pipak se kreće po obradku, najčešće vrlo komplikovane konfiguracije, a vrednosti X,Y,Z koordinata se prenose kroz pretvarač (konvertor) na bušenu traku. Sastavljanje programa se može vršiti ručno i mašinski.

11. KOORDINATNA MERNÁ TEHNIKA



Mesto, gde se postavlja KMM može biti:

1. Merna laboratorija. U njima se upotrebljavaju vrlo precizne koordinatne merne mašine, postavljene u klimatizovane prostorije, dobro izolovane od potresa, kako bi mogli pravilno da rade motorizovan pogon koordinatnih osa, pogon za izvodjenje automatizovanog postupka merenja i elektronska glava. Robusnost zbog spoljnih uticaja, kao i brzina merenja nije bitna kod ovakvih uređaja. Merni volumeni ovakvih mašina obično ne prelazi 0,5 m³, a merna nesigurnost iznosi od (0,5-2) μm.

11. KOORDINATNA MERNNA TEHNIKA

2. U područje proizvodnje, od ulazne kontrole kvaliteta do završne. Merni zadaci ovakvih mašina su vrlo različiti: od jednostavnih do vrlo komplikovanih merenja, od malih do velikih delova, od lakih do vrlo teških, i od merenja manjih tačnosti do izuzetno preciznih. Ono što im je zajedničko je da vreme merenja mora biti vrlo malo, i da mašine treba po konstrukciji da budu neosetljive za uticaj okoline.

KMM se u radionici može postaviti kao posebna merna jedinica ili se može uključiti u automatizovani obradni proces i stvarni sistem KMM-NU.

Program i postupak merenja na KMM se, pri tome, može da napravi posebno od NU-mašine, na odgovarajućem mestu za programiranje, slično kao i za NU-tehniku. Podaci obrade i merenje mogu tada da se dostave jednom skupnom informacijskom sistemu, kako bi se, ako je potrebno, proces merenja mogao korigovati dok je u toku obrada. Mogući sistemi programiranja, ako je za obradu, recimo, EXAPT za merenje će biti NCMES, a gledajući na ukupne podatke mogući je koncept CAD/CAM.

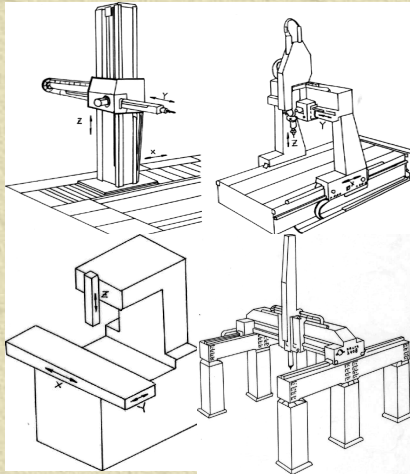
11. KOORDINATNA MERNNA TEHNIKA

KMM može biti i kompletno integrirana u obradni proces. Ovo, ustvari i predstavlja glavni predmet nove koncepcije razvoja ove oblasti. Pri tome je potrebno tako dopuniti programsku opremu, da se može povezati upravljanje mernog postupka sa obradnim procesom i da se na osnovu podataka merenja postigne poboljšanje procesa obrade. U tom slučaju KMM je jedna jedinica modulnog obradnog sistema, a ne posebna jedinica, povezana sa mašinom alatkom.

11. KOORDINATNA MERNI TEHNIKA

11.2. KONSTRUKTIVNE KARAKTERISTIKE KMM

Konstruktivno izvodjenje KMM zavisi od potreba s obzirom na merne zahteve, mesto postavljanja mašine, zahtevane tačnosti, metode merenja i drugo.



11. KOORDINATNA MERNI TEHNIKA

Prema položaju postavljanja mernog vretena mogu biti sa:

- horizontalnim (sl. a) i
- vertikalnim mernim vretenom (sl. b,c,d).

KMM može biti konstruktivno izvedena kao (slika):

- stubna (a)
- konzolna (b)
- portalna (c)
- mostovna (d).

Prema broju osa može biti:

- jednokordinatna i predstavljaju tada precizne mašine za dužinska merenja (spoljnih i unutrašnjih)
- dvokordinatna, za merenje u ravni i
- trookordinatna, za prostorna merenja.

11. KOORDINATNA MERNNA TEHNIKA

U pogledu kretanja stola mašine moguća su rešenja:

- sto sa mernim predmetom je nepokretan, a sva pokretna kretanja izvodi merno vreteno,
- sto se kreće u pravcu dve koordinatne ose, a jedno kretanje izvodi merno vreteno.

Neke konstrukcije KMM snabdevene su i obrtnim stolom. Prema metodi merenja može biti:

- tačka po tačku
- scanning-postupak (pretraživanje).

11. KOORDINATNA MERNNA TEHNIKA

11.3. KARAKTERISTIKE SOFTWARE-A

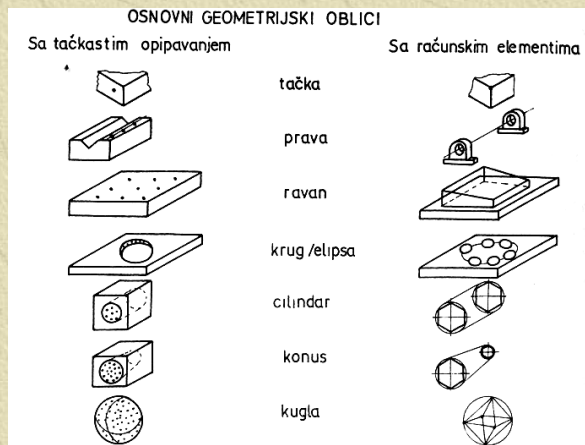
Paralelno sa razvojem hardware-a KMM (oprema) razvijaju se i specifična softverska podrška (programi). Opseg danas razvijenih programa obuhvata gotovo sve merne potrebe i zadatke.

Neke osnove koje ovakvi programi treba da ispunjavaju su:

1. Automatski se podešava smer kretanja mernog pipka i merna ravan.
2. Mogućnost ručnog ili automatskog kalibrisanja.
3. Transformacija i preračunavanje koordinata je automatsko, pa nije potrebno podešavanje nultog položaja.
4. Programi se izrađuju po modulnom principu, tako da se njihovim slaganjem dobija kompletan program za neko merenje.
5. Dijalog između operatora i računara je jednostavan (u obliku ispisanog teksta).
6. Automatsko KNU (Kompjutersko numeričko upravljanje) pamćenje pri ručnom merenju prvog komada bez korišćenja računarskog jezika.
7. Pozivanje programa vrši se umetanjem kasete ili preko tastature.

11. KOORDINATNA MERNÁ TEHNIKA

Za geometrijsko opisivanje mernog zadatka koriste se osnovni geometrijski oblici: tačka, prava, površina, krug (elipsa), cilindar, konus, kugla. Za ove oblike izradjeni su pod programi (subrutine), čijom se kombinacijom tada slaže kompletan standardni program za merenje (slika).



11. KOORDINATNA MERNÁ TEHNIKA

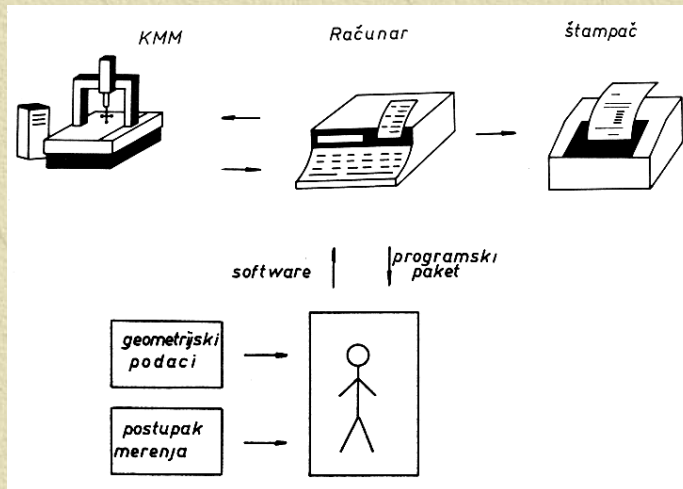
Prvi jezik koji je razvijen za potrebe programiranja na KMM je bio NCMES (Numerical Controlled Measuring and Evaluation System - Sistem za merenje i vrednovanje sa numeričkim upravljanjem)

Kao rezultati merenja se dobija merni protokol koji sadrži sve potrebne podatke: registarski broj mernog rezultata (za potrebe naknadnog pozivanja), metoda merenja, nominalna mera sa propisanom tolerancijom i odstupanje.

Programiranje kompletnog automatskog postupka vrši se na taj način, da se merni postupak izdvoji na magnetni disk, koji se integrira u računar. Na taj način je moguće, uz pomoć KNU programiranja, dobiti podatke za korekturu, kada se prvi komad iz serije meri na mašini ručno.

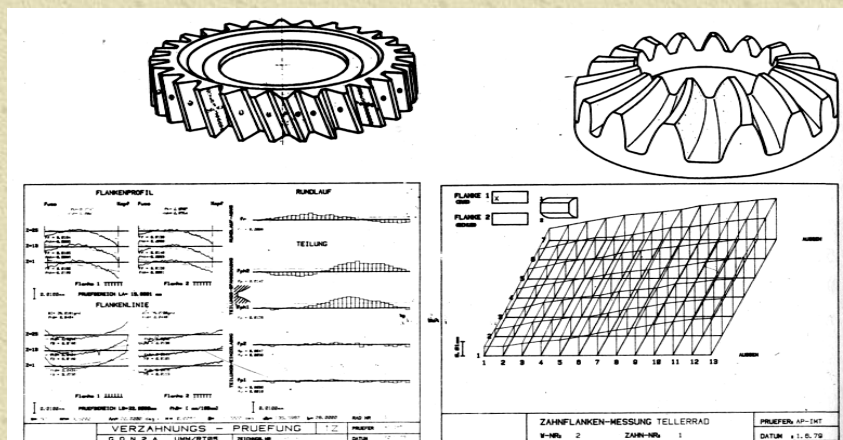
Većinu mernih predmeta iz proizvodnje, pogotovo kad je KMM u mernoj laboratoriji, može se vršiti na taj način. Razne firme razvijaju svoje programe vezane za specifične merne zadatke. Tako firma OPTON raspolaže sa programom UMESS (Univerzalni standardni merni program), SAM (Statistički program) koji služi za statističku obradu podataka po DIN 55 303 uz pomoć UMESS i drugi. Sprega: ULAZNI PODACI - OPERATER - RAČUNAR - KMM - POKAZIVAČ (ŠTAMPAČ) prikazana je na slici.

11. KOORDINATNA MERNA TEHNIKA



11. KOORDINATNA MERNA TEHNIKA

Na slici vide se mogućnosti kod merenja i kontrole zupčanika, koje su dobijene razvojem programa GON, firme Opton (slika).



11. KOORDINATNA MERNÁ TEHNIKA

11.4. IZVEDENE KONSTRUKCIJE KMM

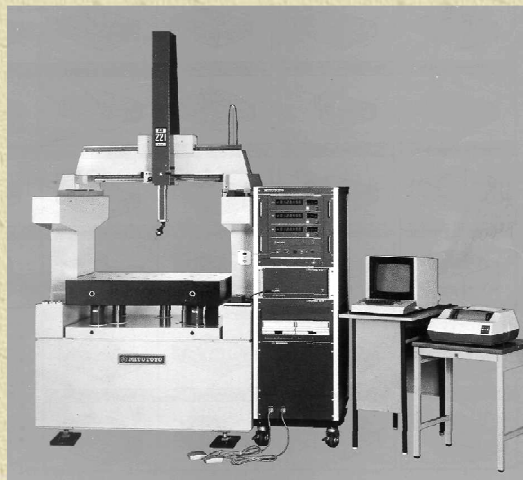
Merenje kod trokoordinatnih mernih mašina se može izvoditi na više načina. Tako može biti:

1. Merenje sa mehaničkim dodirom, pipkom, smeštenog u elektronskoj mernoj glavi bez prevodjenja sa mernom silom od (0.5-2.5) N.
2. Merenje sa mehaničkim dodirom sa prevodjenjem, što predstavlja merenje bez dejstva merne sile.
3. Optičko merenje mernih predmeta.

11. KOORDINATNA MERNÁ TEHNIKA

Na slici prikazana je savremena konstrukcija KMM portalnog tipa firme Mitutoyo (tip A 200). Mašina je snabdevena mini računarom, digitalnim pokazivačem, štampačem i displejom (ekranom za prikazivanje kontrolnih instrukcija).

Služi za merenje srednjih veličina mernih predmeta, sa tačnošću: $(4 + 0,8 L/100)\mu\text{m}$. Obrada rezultata je automatska uz pomoć standardnih programa.



11. KOORDINATNA MERNÁ TEHNIKA

Jedna iz familije razvijenih konstrukcija KMM firme Opton data je na slici. To je stubna konstrukcija sa automatizovanim merenjem, opremljen uređajima za različite potrebe. Tako se uz protokol merenja uobičajenog izvođenja (preko štampača) može priložiti kompletan crtež zakrivljene površine (recimo lopatice turbine ili slično) korišćenjem plotera (crtača), sl.b.

