

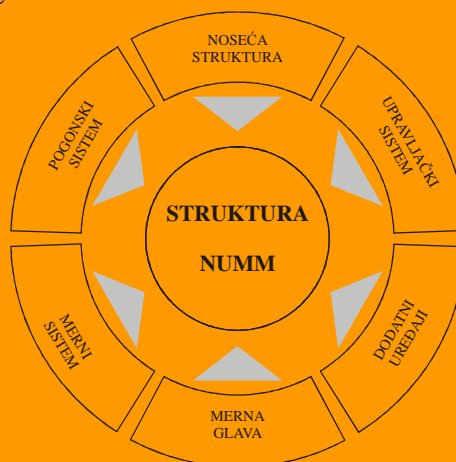
HARDVERSKA STRUKTURA NUMERIČKI UPRAVLJANIH MERNIH MAŠINA

DR MIODRAG HADŽISTEVIĆ, DIPL. INŽ. MAŠ.

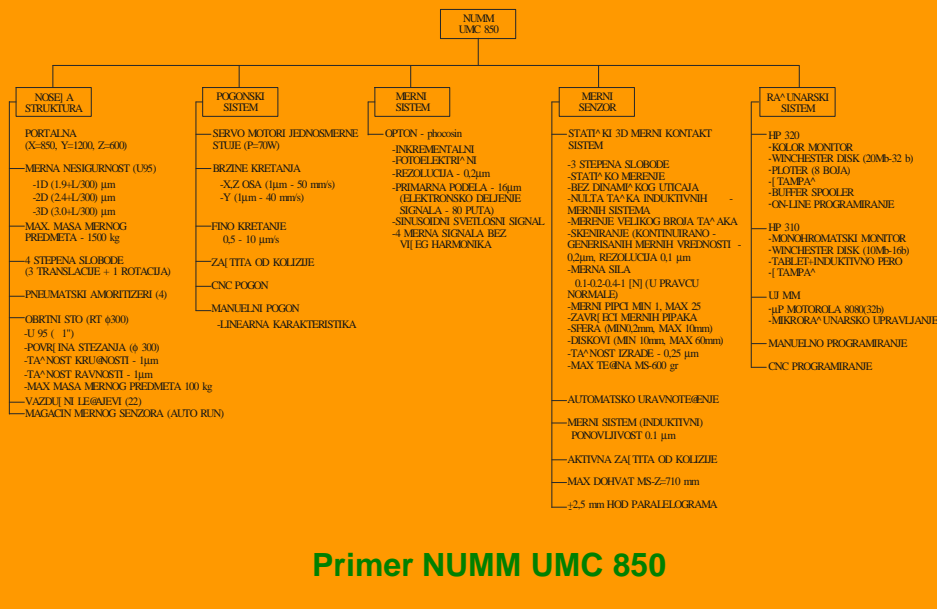
OSNOVNE FUNKCIONALNE CELINE JEDNE NUMM

NUMM poslednje generacije (CNC) predstavljaju složene mašinske sisteme, kod kojih se mogu indentifikovati sledeće karakteristične celine:

- noseća struktura,
- merni sistem,
- pogonski sistem,
- merni senzor i
- računarska podrška.



ELEMENTI HARDVERSKJE STRUKTURE



NOSEČA STRUKTURA

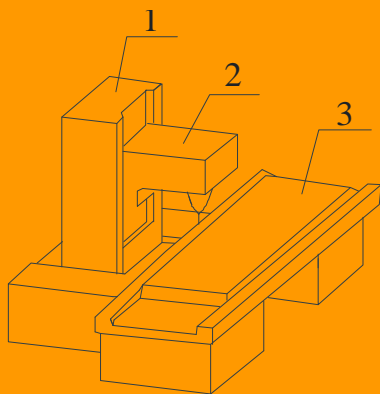
Osnovni element MM-a bilo koje generacije je noseća struktura. Njena funkcija je:

- da zatvori tok sila u sistemu MM pri izvođenju procesa merenja uz postizanje propisane merne nesigurnosti, i
- da omogući tačno vođenje pokretnih elemenata noseće strukture.

Posebno bitna činjenica o kojoj se pri, komponovanju noseće strukture MM, vodi računa je zadovoljavanje Abbe-ovog principa. U zavisnosti od tipa i vrste noseće strukture on je zastupljen u većoj ili manjoj meri.

Materijali koji se koriste za gradnju strukture su razne vrste čeklika, sivog liva i naročito granit koji se odlikuje relativno visokom stabilnošću, otpornošću na habanje, antikorozivnim svojstvima, niskim koeficijentom linearnog širenja, niskom cenom i mogućnošću dobijanja velikih blokova.

OSNOVNE VARIJANTE NOSEĆE STRUKTURE



A-konzolna vertikalna

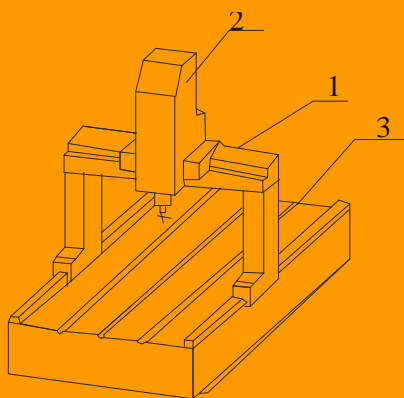
Konzolna vertikalna MM se izvodi u tri osnovne varijante:

- (i) stub (1) nepokretan - merni sto (3) i konzola (2) mernog senzora pokretna,
- (ii) merni sto nepokretan - stub i konzola pokretni, i
- (iii) svi elementi pokretni.

Dalja klasifikacija se izvodi prema broju stepena slobode noseće strukture - translacija i rotacija.

Ova vrsta MM se gradi do max veličine mernog prostora u pravcu jedne ose od 600 mm, za merenje složenih mernih predmeta, srednjih gabarita i visoke tačnosti.

OSNOVNE VARIJANTE NOSEĆE STRUKTURE



B-portalna

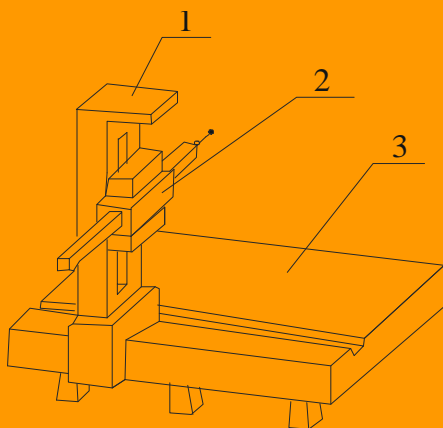
Portalne MM se koriste za srednje vrednosti mernih prostora: od 800 do 1800 mm. Ovaj oblik noseće strukture se izvodi u dve osnovne varijante:

- (i) pokretan portal (2) - nepokretan merni sto (3), i
- (ii) nepokretan portal - pokretan merni sto.

U oba slučaja nosač mernog senzora je pokretan.

Koriste se za precizna i kompleksna merenja.

OSNOVNE VARIJANTE NOSEĆE STRUKTURE



C-konzolna horizontalna (KH)

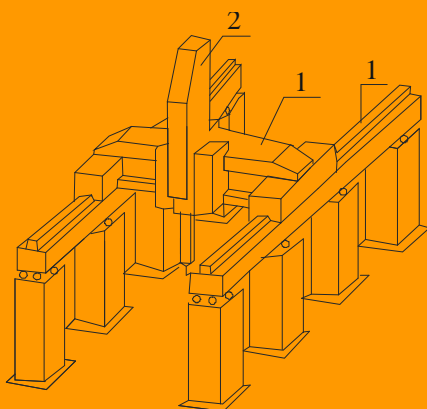
Konzolne horizontalne MM se izvode u dve osnovne varijante noseće strukture:

- (i) pokretan stub (1) - nepokretan merni sto (3), i
- (ii) nepokretan stub - pokretan merni sto.

Nosač mernog senzora je u oba slučaja pokretan.

Ova konfiguracija se koristi za inspekciju velikih (ne teških) mernih predmeta, kao što su na primer karoserije automobila, i za manje tačna merenja.

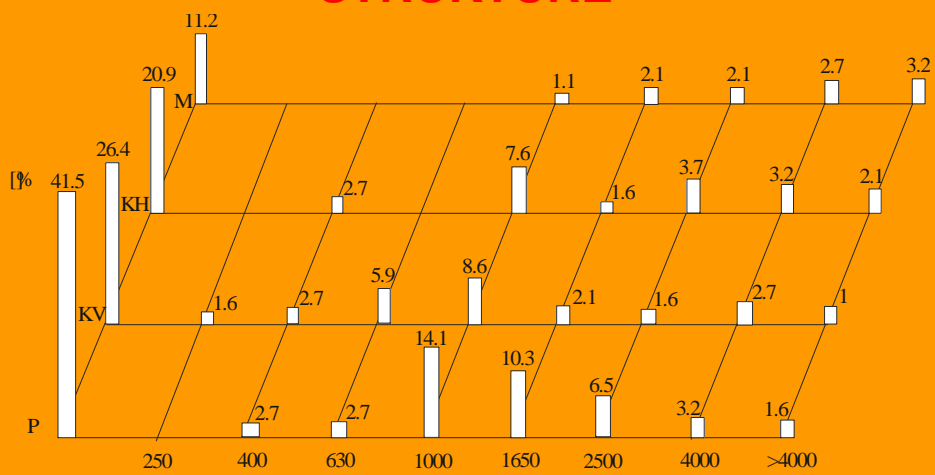
OSNOVNE VARIJANTE NOSEĆE STRUKTURE



D-mostna (M)

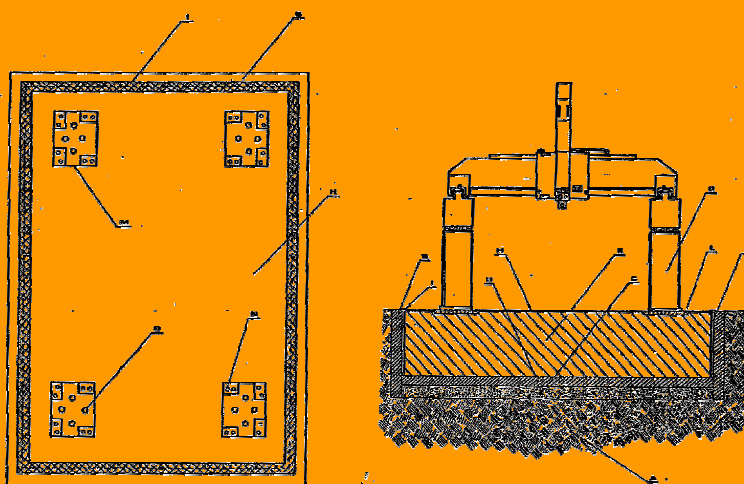
Mosne MM predstavljaju oblik noseće strukture koji se primenjuje za inspekciju velikih i teških mernih predmeta, pri čemu su: stubovi (1) nepokretni a portal (2) i nosač mernog senzora (3) pokretni elementi noseće strukture.

DISTRIBUCIJA VRSTA NOSEĆE STRUKTURE



**P-portalna; KV-konzolna vertikalna;
KH-konzolna horizontalna i M-mostna**

POSTAVLJANJE NUMM



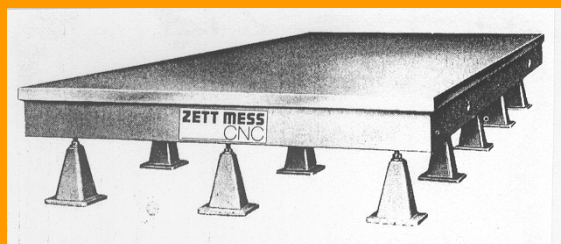
Primer postavljanja NUMM sa mostnom nosećom strukturom

MERNI STOLOVI

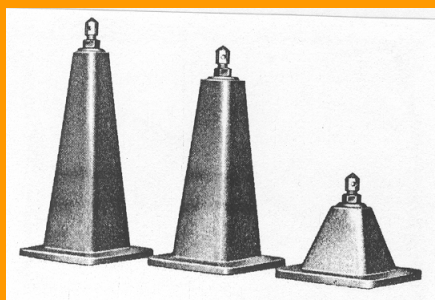
Navedena analiza pokazuje da se kod svih tipova noseće strukture MM, osim mosne, javlja kombinacija pokretnog i nepokretnog mernog stola. Dosadašnja iskustva u primeni MM su generisala sledeće prednosti primene nepokretnog mernog stola, odnosno pokretnog portala ili stuba:

- mogućnost postavljanja MM na manjem prostoru - manji troškovi prostora,
- dobra dostupnost cele površine mernog stola - fleksibilnost upotrebe,
- jednostavno uključivanje u paletni sistem - olakšana integracija,
- velika dužina i/ili visina mernog predmeta - fleksibilnost mernih predmeta,
- velika promenljivost mase - ne utiče na tačnost merenja,
- brzina portala ili stuba do 150 mm/s - kratko vreme merenja velikih mernih predmeta,
- obrtni sto se lako instalira na merni sto - smanjene potrebne merne zapremine,
- mogućnost upotrebe velikih obrtnih stolova - omogućena kompleksna inspekcija teških mernih predmeta, i
- aktivno pneumatsko prigušenje vibracija-nisu potrebni temelji za MM.

MERNI STOLOVI

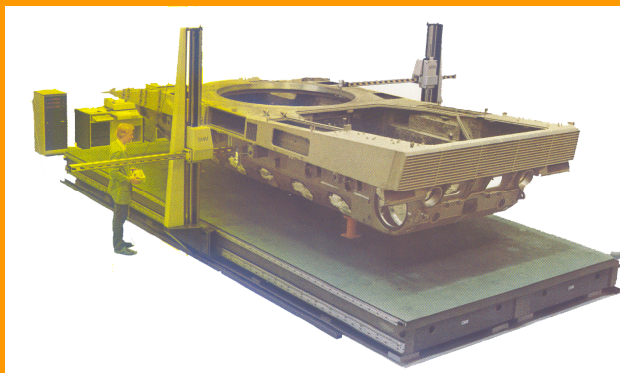
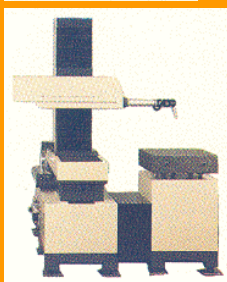
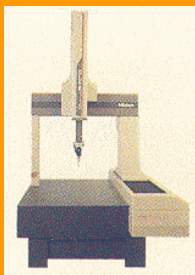


Primer radnog stola NUMM

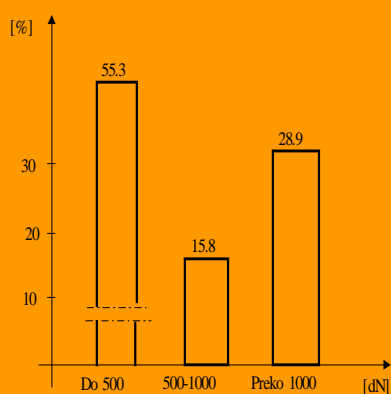


Primer oslonaca na koje se postavlja radni sto NUMM

MERNI STOLOVI



MERNI STOLOVI



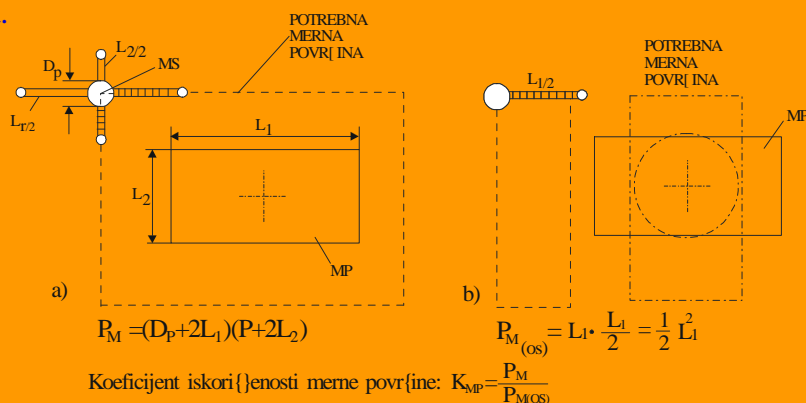
**Distribucija razvijenih MM
prema težini mernog
predmeta**

Veličina mernog prostora je posebna karakteristika MM, a u vezi sa njom je i težina mernog predmeta.

Iz prikazanih rezultata se može zaključiti da više od polovine razvijenih MM, prima merne predmete teške do 500 dN.

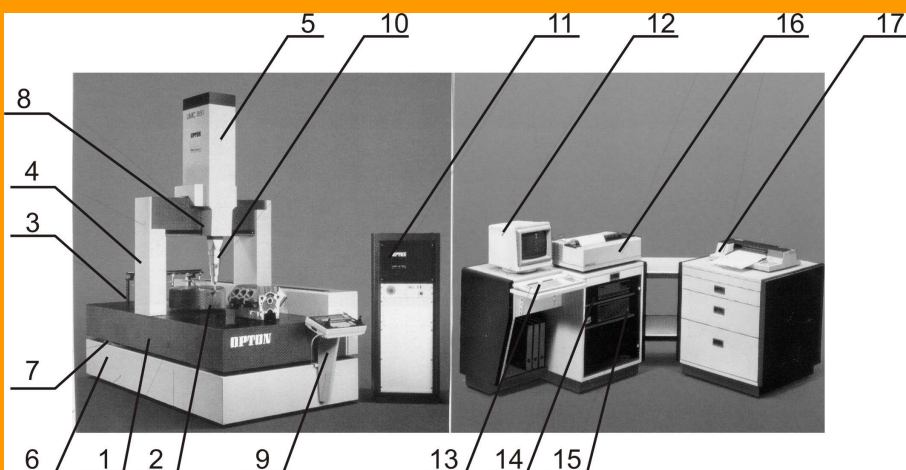
ISKORIŠĆENOST MERNE POVRŠINE MERNOG STOLA

Iskorišćenost merne površine mernog stola zavisi od: oblika i veličine mernog predmeta, konfiguracije mernih pipaka i korišćenja obrtnog stola.



Iskorišćenost merne površine bez (a) i sa (b) obrtnim stolom

ELEMENTI HARDVERSKJE STRUKTURE NUMM-UMC 850



OBRTNI STO

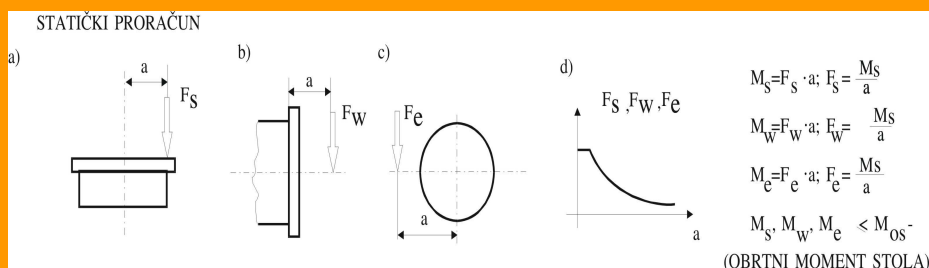
Obrtni sto (OS) daje dodatni stepen slobode nosećoj strukturi, koja po pravilu ima tri stepena slobode translacije, a pomoću obrtnog stola, dobija se četvrti stepen slobode - rotacija.

Pomoću njega se vrše kompleksna merenja tolerancija oblika, zupčanika, krivih linija i površina, a za tolerancije dužina, uglova i položaja, korišćenjem obrtnog stola znatno se smanjuje potrebna površina merenja.

Prilikom korišćenja obrtnog stola nije potrebno centriranje mernog predmeta sa osom obrtnog stola, čime se postiže znatna ušteda u vremenu i u ceni pomoćnih pribora za centriranje.

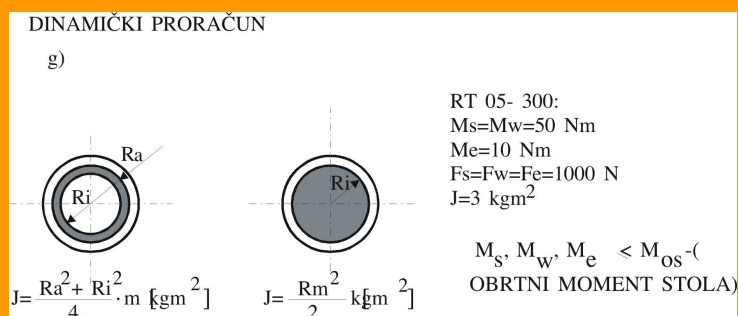
STATIČKI PARAMETRI OBRTNOG STOLA

Elementi statičkog proračuna obrtnog stola polaze od redukovane sile opterećenja, koja predstavlja težinu mernog predmeta, svedenu na njegovo težište. Tako se dolazi do normalnog (a), radijalnog (b) i aksijalnog (c) momenta opterećenja obrtnog stola, koga treba da savlada moment pogonskog sistema obrtnog stola. Vrednosti sile opterećenja obrtnog stola su konstantne samo do jedne određene vrednosti kraka a (d), da bi posle toga eksponencijalno opadale.

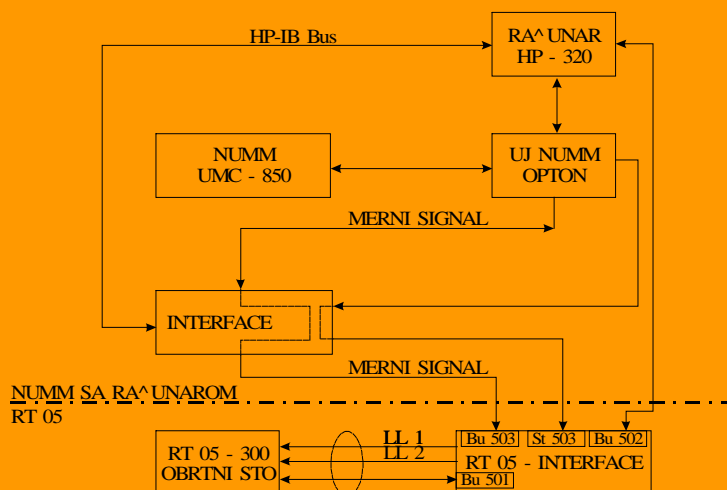


DINAMIČKI PARAMETRI OBRITNOG STOLA

Dinamičko opterećenje obrtnog stola se odnosi na savladavanje inercijalnih sila mernog predmeta, a prikazana su dva izraza za određivanje momenta inercije mernih predmeta. Navedeni su, na ovoj slici i primeri za OS RT05-300, vrednosti za momente opterećenja, sile kao i momenti inercije koje pogonski sistem obrtnog stola može da savlada.

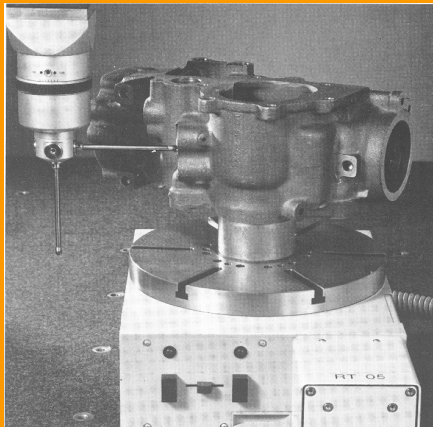


POVEZIVANJE OBRITNOG STOLA



Povezivanje obrtnog stola RT 05-300 sa NUMM UMC 850

POVEZIVANJE OBRITNOG STOLA

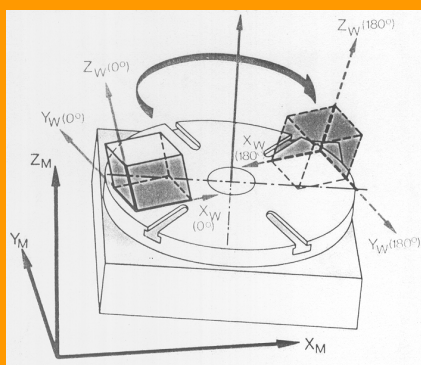


Na radnom stolu sa otvorima



Na radnom stolu sa žljebovima

KALIBRISANJE OBRITNOG STOLA



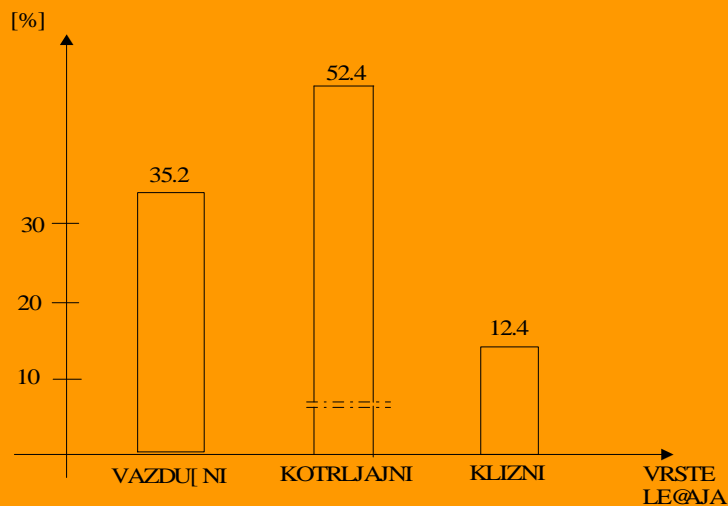
Postupak kalibriranja obrtnog stola

Potrebno je odrediti ekscentričnost i ukošenost mernog predmeta u odnosu na osu obrtnog stola.

Prvo se određuju koordinatni sistemi mernog predmeta u ugaonom položaju od 0° i 180° obrtnog stola. Simetrala ovako određenih z osa ova dva koordinatna sistema je i osa obrtnog stola.

Pri merenju računar upravlja obrtnim stolom pri čemu se zajedno sa obrtnim stolom obrće i predhodno određeni koordinatni sistem mernog predmeta.

LEŽAJEVI KOD NUMM



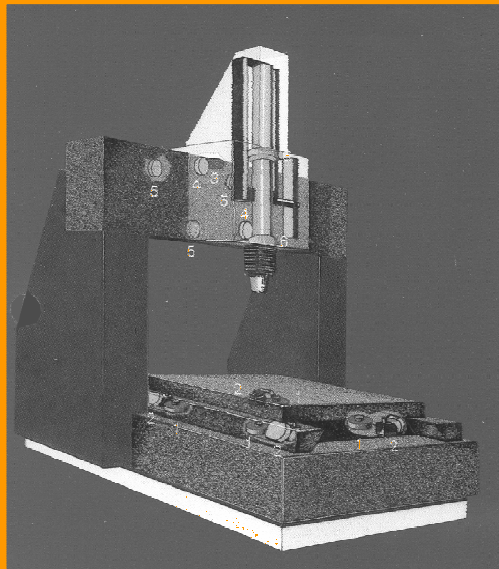
Distribucija ugrađenih vrsta ležajeva

VAZDUŠNI LEŽAJEVI

Karakteristike vazdušnih ležaja su posebno važne za precizna translatorna pomeranja i one se osnose na:

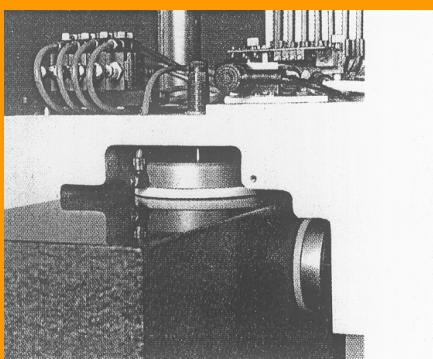
- malo trenje - brzina struje vazduha u ležaju je i do 2000 puta veća od brzine ulja, pa je trenje malo i bez "stick-slip-a". Početno trenje je nula a ono se linearno povećava sa porastom brzine,
- tačnost i ponovljivost - za translatorni vazdušni ležaj, kod koga se jedan element kreće i drugi miruje (što je slučaj kod MM), debljina vazdušnog jastuka, odnosno greška normalnosti između ležaja i klizne površine MM se kreće u granici do 0.05 μm na dužini od 300mm. Ponovljivost linearne putanje je 0.025 μm i manja,
- male vibracije i buka s obzirom da nema trenja kotrljanja ili klizanja između elemenata ležaja i kliznih površina, što praktično znači da nema buke i vibracija,
- dug vek - odsustvo direktnog kotrljanja između napred navedenih elemenata eliminiše habanje trenjem, i to praktično znači da je vek ovih ležaja neograničen, i
- odsustvo zagađenosti okoline-vazduh kojim se napajaju ležaji i koji izlazi u okolinu MM je čist.

RASPORED VAZDUŠNIH LEŽAJEVA

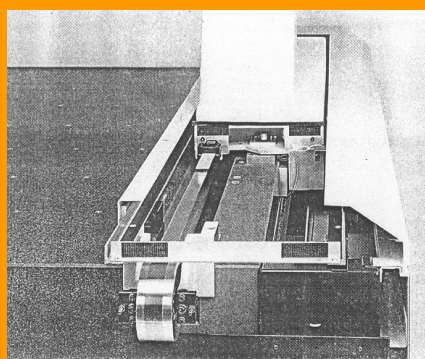


Primer LEITZ PMM CNC NUMM

RASPORED VAZDUŠNIH LEŽAJEVA

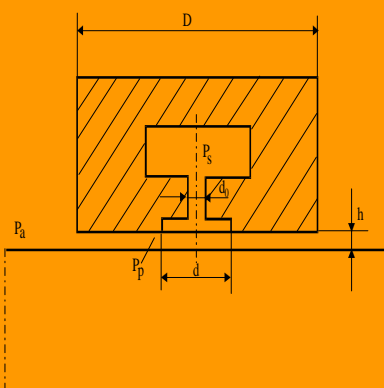


Aero vođenje sa stazom
od granita na OPTON
UMM 550 CNC CMM



Aero vođenje sa stazom
od metala MITUTOYO
BHN 700 CNC CMM

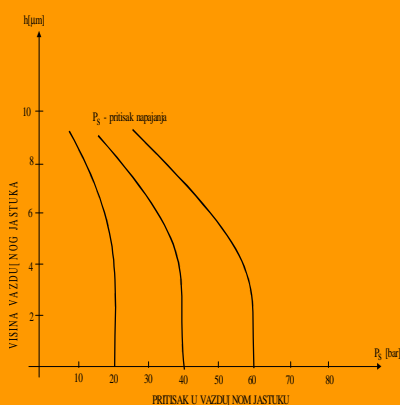
PARAMETRI VAZDUŠNOG LEŽAJA



Osnovni parametri pločastog vazdušnog ležaja

Bitne karakteristike su: $v(d_0)$ - brzina vazduha u izlaznoj mlaznici vazdušnog ležaja, $v(h)$ - brzina vazduha u vazdušnom jastuku, h - visina vazdušnog jastuka, C_d - koeficijent promene brzine u mlaznici ležaja, d_0 - prečnik mlaznice ležaja, K, K_1 - koeficijenti pritiska, R - gasna konstanta, T - apsolutna temperatura, p_p - pritisak u vazdušnom jastuku, p_s - pritisak napajanja, D - spoljni prečnik vazdušnog ležaja, p_a - atmosferski pritisak.

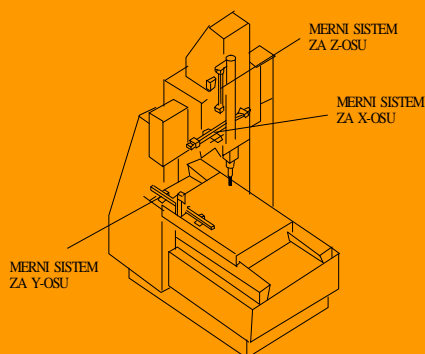
PROMENA PRITISKA U VAZDUŠNOM JASTUKU



Dijagram pritisak-visina vazdušnog jastuka za pločasti vazdušni ležaj

Promena pritiska u vazdušnom jastuku je u direktnoj zavisnosti od visine vazdušnog jastuka. Može se zaključiti da se pritisak ne menja samo pri visini vazdušnog jastuka do visine $2 \mu\text{m}$. Kako se visina vazdušnog jastuka povećava pritisak u njemu drastično se smanjuje.

MERNI SISTEMI KOD NUMM



Merni sistemi kod NUMM

Funkcija mernih sistema kod MM je da jednoznačno identifikuju položaj pokretnih elemenata njene noseće strukture. Svaki stepen slobode noseće strukture ima sopstveni merni sistem, a zajedno povezani u jednu celinu, čine relativni merni sistem MM, zato što bilo koja tačka u mernom prostoru mašine, može da predstavlja koordinatni početak mašine.

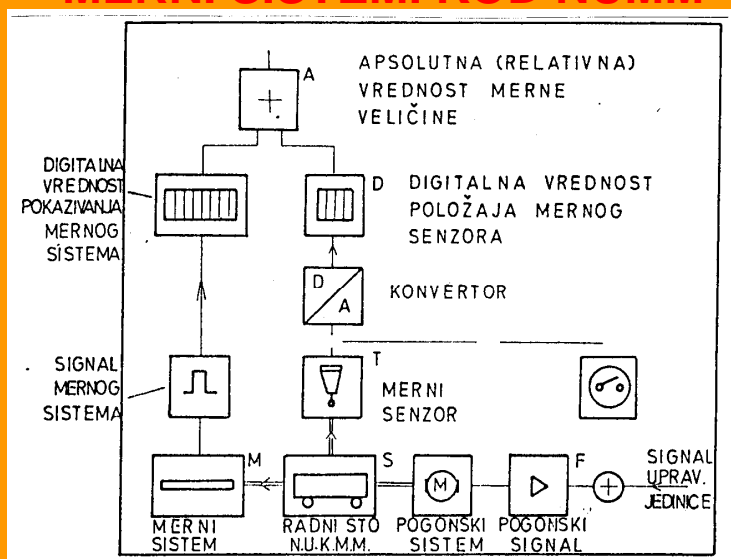
MERNI SISTEMI KOD NUMM

Konstrucijska rešenja mernih sistema treba da zadovolje sledeće zahteve: skladan odnos između gabaritnih dimenzija i mase elemenata mernog sistema, što je moguće bolju izolaciju pretvarača mernih signala od negativnih uticaja temperature i vibracija, radi njihove pripreme za dalju obradu (digitalnu ili analognu konverziju).

Eksploatacione karakteristike se odnose na uslove u kojima se primenjuju ovi merni sistemi i to:

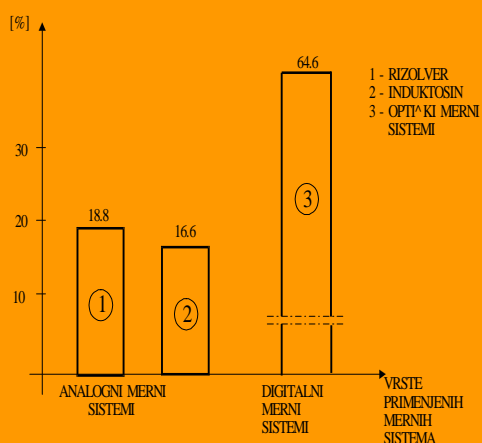
- (i) kontrola i upravljanje temperaturnim promenama, vlažnošću i pritiskom kao i magnetnim poljem,
- (ii) brzina kretanja pokretnih elemenata mernog sistema,
- (iii) mala elektro-inercija i visoka čistoća prenošenja genrisanog mernog i
- (iv) pouzdanost, lako rukovanje i održavanje elemenata mernog sistema.

MERNI SISTEMI KOD NUMM



Šematski prikaz toka mernog signala u jednoj mernoj osi NUMM

MERNI SISTEMI KOD NUMM

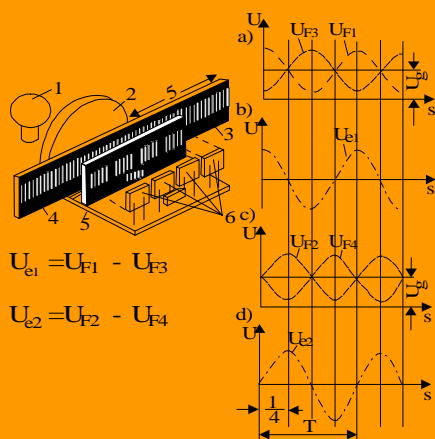


Distribucija primenjenih mernih sistema na NUMM-a

Kao merni sistemi kod MM se danas koriste sve njihove klase:

- (i) analogni merni sistemi (rizolver, induktosini) i
- (ii) digitalni merni sistemi.

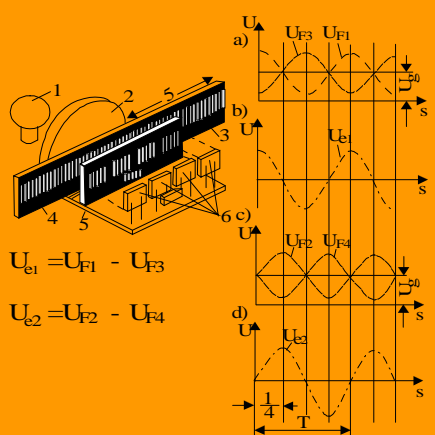
MERNI SISTEMI KOD NUMM



Šema i princip rada foto električnog (optičkog) mernog sistema

Sastavni elementi ovog sistema su: svetlosni izvor (1), objektiv (2), nepokretni lenjir (3) sa rešetkama različite gustine (4), pokretni lenjir sa rešetkama (5), fotočelija (6). Ovo je pozicioni merni sistem, kod koga se generisanje električnih signala vrši dvostrukim uzastopnim pretvaranjem veličina. Prvo se, linijsko pomeranje pokretnog lenjira (3) prevodi u promenu jačine svetlosti ili promenu svetlosnog fluksa pre ulaska u fotočeliju. Ovo se postiže međusobnim pomeranjem lenjira, čime se ciklično zatvaraju i otvaraju prolazi svetlosnom snopu, pa se jačina svetlosti menja po sinusnom zakonu.

MERNI SISTEMI KOD NUMM

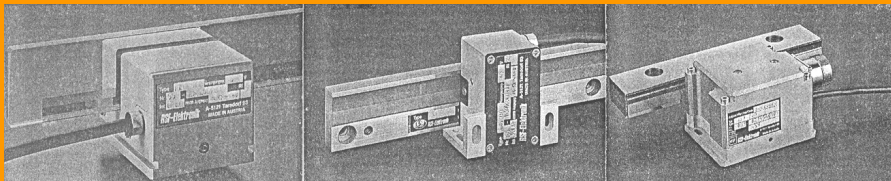


Šema i princip rada foto električnog (optičkog) mernog sistema

Drugi pretvarač pretvara promenu jačine svetlosti u električne signale pomoću fotočelija 6, jer se one naizmenično osvetljavaju u ritmu promene jačine svetlosti. Ovako nastali svetlosni impulsi pretvaraju se, u fotočeliji, u pulsirajuću električnu struju, odnosno električne signale. Prva i treća fotočelija generišu električne signale (a), koji se superponiranjem prevode u rezultujući signal (b). Po istoj analogiji generišu se signali (c) i rezultujući signal (d) za fotočeliju 5 i 6. Rezultujući signali (b) i (d) se fazno razlikuju za četvrtinu koraka pokretnog-nepokretnog lenjira ovog mernog sistema.

Smer kretanja se utvrđuje na bazi toga, koja je fotočelija prva osvetljena. Na istim principima rade i fotoelektrični merni sistemi za merenje uglovnih promena.

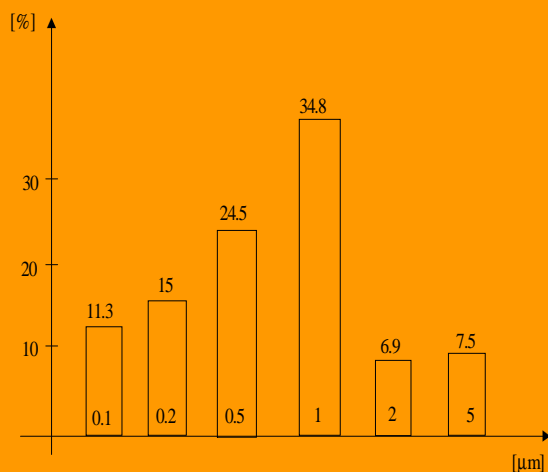
MERNI SISTEMI KOD NUMM



Merni sistemi proizvođača RSF-Elektronik iz Austrije

Izvršene analize pokazuju da 30 do 50% ukupne greške MM se odnosi na greške mernog sistema. Ova činjenica jasno pokazuje značaj smanjenja grešaka mernih sistema. Pravilo koje ovde važi, kaže da rezolucija primenjenog mernog sistema treba da bude deset puta manja od deklarisanе merne nesigurnosti za linijsku mernu nesigurnost (U1).

MERNI SISTEMI KOD NUMM



Distribucija primenjenih mernih sistema prema rezoluciji merenja

Nove generacije MM imaju i softversku kompenzaciju sistemske greške (uticaj temperature i merna nesigurnost) mernih sistema. Međutim i ova kompenzacija nije sasvim tačna zbog nelinearnosti procesa, koji se odigravaju u mernim sistemima, a do čije matematičke zavisnosti nije moguće doći. Zato se problem linearizuje, pa se pri tome pravi veća ili manja sistematska greška.

POGONSKI SISTEM

Pogonski sistemi imaju funkciju translatorsnog i rotacionog pokretanja, sa povratnom spregom, pokretnih elemenata noseće strukture. To su sistemi koji MM daju stepene slobode.

Pogonski sistem NUMM je nezavisan za pojedine koordinatne ose i sastoji se od:

- Motora,
- Prenosnika za pretvaranje obrtnog kretanja u translatorsno,
- Regulatora brzine i
- Regulatora ubrzanja.

Kao prenosni mehanizmi kod MM se upotrebljavaju:

- frikcionni prenosnici,
- zupčasta letva,
- beskonačna traka, i
- navrtka sa zavojnim vretenom.

Za male i srednje gabarite MM se koriste zavojno vreteno i beskonačna traka, takođe za srednje gabarite (za manju tačnost M) frikcionni prenosnik, i za velike gabarite MM, zupčasta letva.

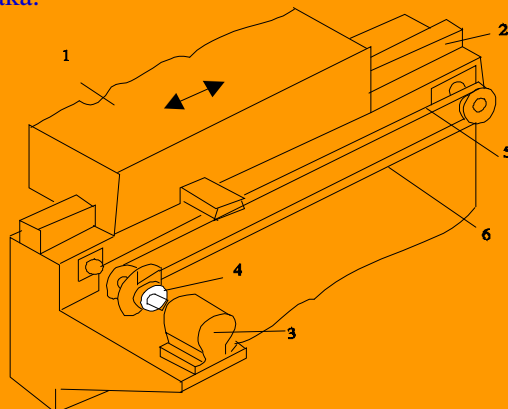
POGONSKI SISTEM

Pogonski sistemi kod MM treba da se odlikuju sledećim karakteristikama:

- dobrim dinamičkim karakteristikama (noseće strukture i komponenti motora),
- visokom osetljivošću i širokim dijapazonom regulisanja brzine i ubrzanja,
- da ne proizvode vibracije i intezivno stvaraju toplotu,
- da ne proizvode dodatne sile (opterećenje elemenata noseće strukture) pri prenosu kretanja na paralelne ili normalne pravce komponenata noseće strukture. Odnos između pogonskog sistema i noseće strukture je vrlo važan faktor, a pri projektovanju pogona je idealno ako je on u centru mase (što je načelo kome treba težiti),
- da imaju zaštitne sisteme od preopterećenja i kolizije, i
- da imaju male inercijalne sile.

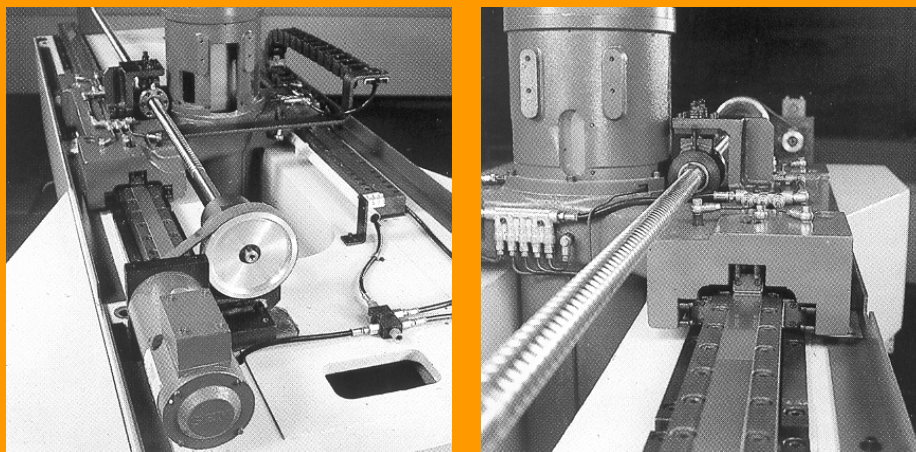
POGONSKI SISTEM

Elementi pogonskog sistema za kretanje sa beskonačnom trakom, koji se primenjuju i kod UMC-850, su: 1 - merni sto, 2 - vođica, 3 - motor (generator) + taho, 4 - reduktor, 5 - opruga beskonačne trake, i 6 - beskonačna traka.



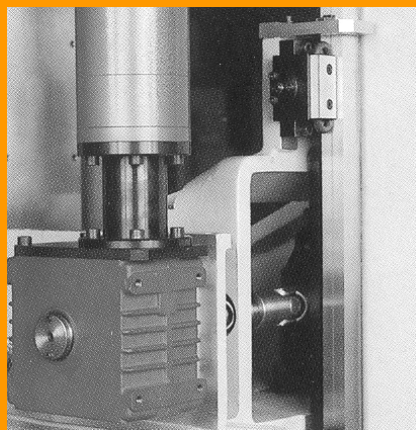
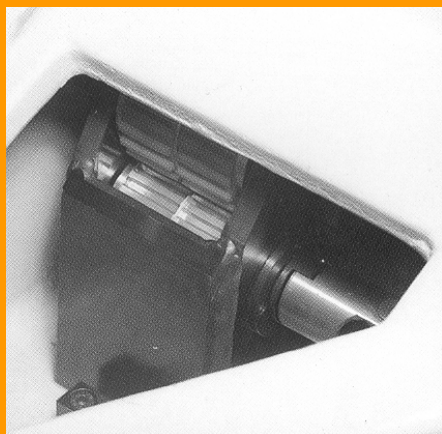
Šema prenosnog mehanizma – beskonačna traka

POGONSKI SISTEM



Primer pogonskog sistema NUMM razvijen od strane proizvođača "MAUSER"

PRENOSNI SISTEM

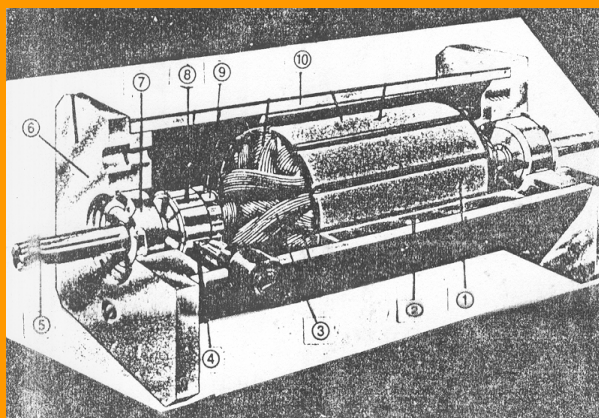


Primer prenosnog sistema NUMM razvijen od strane proizvođača "MAUSER"

SERVOMOTORI

Zahvaljujući naglom razvoju magnetnih materijala (keramički magneti), servo motori jednosmerne struje su dobili široku primenu kod NUMM.

1. Stator
2. Stalni magnet
3. Namotaji rotora
4. Četkice
5. Vratilo motora
6. Poklopac kućišta
7. Kuglični ležaj
8. Komutator
9. Armatura veze
10. Kućište motora

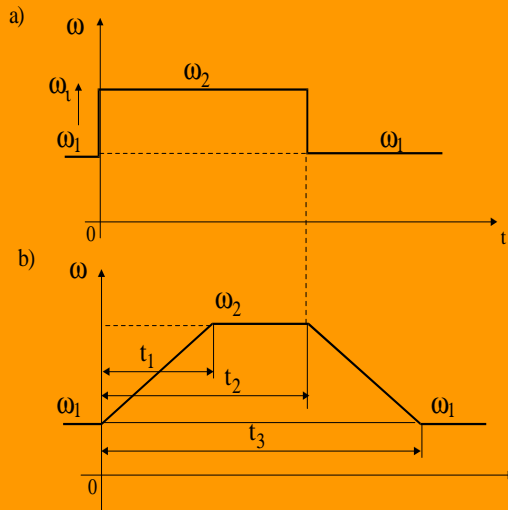


Strukturna izgradnja servo motora istosmjerne struje sa permanentnim magnetima

SERVOMOTORI

Omogućeno je upravljanje na bazi povratne sprege na osnovu proporcije između izlaznog napona i brzine rotora. Ovo je bitno što se kod MM upravljanje brzinom mernog senzora vrši na osnovu linearne zavisnosti.

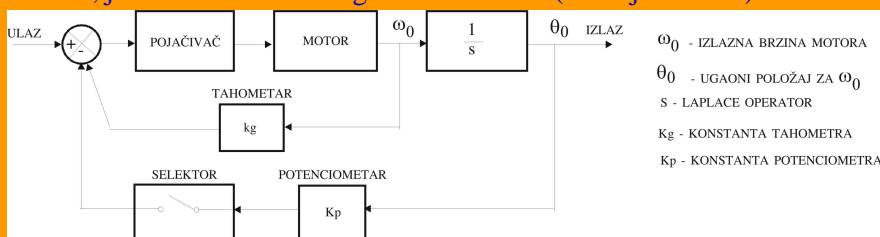
Promena brzine izlaznog vratila sa ω_1 na ω_2 pa opet na ω_1 se karakteriše vremenskim kašnjenjem t_1 i $t_3 - t_2$.



Primer promene upravljačkog signala brzine (a) i stvarne promene brzine (b)

SERVOMOTORI

Upravljanje po trećem parametru (obrotnom momentu) u ovom slučaju nije potrebno, jer se radi o malim signalima i silama (inercije i težine).



Blok šema servo upravljanja motora za NUMM

Za NUMM UMC-850 kao pogonski sistemi za X, Y i Z osu se koriste servo motori jednosmerne struje, snage 70 W. Oni imaju širok dijapazon regulisanja brzine: za X i Z osu od 1 μm do 50 mm/s, a za Y osu od 1 μm do 70 mm/s. Za izuzetno precizna merenja, gde je potrebno generisati velik broj mernih tačaka, pri inspekciji krivih linija i površina, ili tolerancija oblika, interval regulacije brzine je od 0.5 do 10 $\mu\text{m/s}$.

MERNI SENZOR

Merni senzor predstavlja jedan od najvažnijih podsistema NUMM.

On je prvi element mernog lanca koji generiše merni signal srazmeran vrednosti merne veličine, odnosno detektovanoj sili.

On na bazi merne sile stvara signal i pomoću ili bez komunikacionih kablova (u zavisnosti od vrste senzora), šalje signal upravljačkoj jedinici, odnosno računaru MM a onda odatle pogonskom sistemu koji na bazi tog signala zatvara servo-petlju regulatora u pogonskom sistemu.

Uloga mernog senzora je identifikacija dimenzija (njihovog odstupanja) oblika i položaja mernih predmeta.

MERNI SENZOR

Merni senzor se može posmatrati u užem i širem smislu.

U užem smislu merni senzor čine dva osnovna dela: senzor i sistem za prihvatanje mernog pipka.

U širem smislu (ranije korišten termin merna glava) merni senzor čine: senzor, merni pipak, nosač senzora i priključak mernog senzora na mernu mašinu.

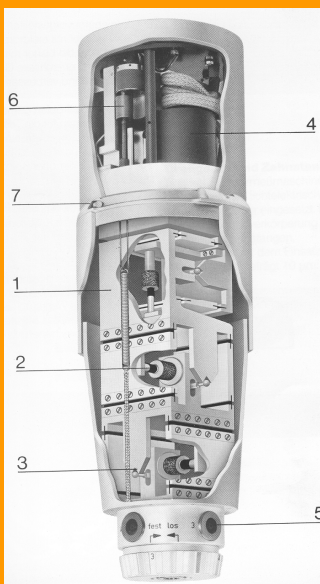
Od pravilnog definisanja mernog senzora tj, izbora njegovih varijabilnih komponenata zavisi realizacija mernog ciklusa, odnosno operacije merenja.

MERNI SENZOR

Grade se 1D, 2D i 3D merne senzori, tj. sa jednim, dva i tri stepena slobode kretanja, pri čemu su najčešće 3D merne glave.

	TRANSLATORNA POMERANJA	ROTACIONA POMERANJA
1 D MERNE GLAVE		
2 D MERNE GLAVE		
3 D MERNE GLAVE		

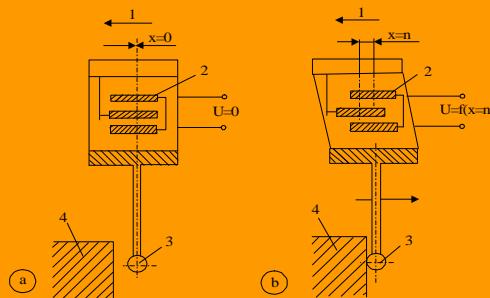
UNIVERZALNI MERNI SENZOR "OPTON"



Sastoji se od tri elastična paralelograma (1), postavljena jedan iznad drugog, pomerljiva u tri međusobno ortogonalne ose u opsegu ± 3 mm. To omogućuje specijalni sistem klizača i vodica sa međusobno nezavisnim i ortogonalnim kretanjem koje se može fiksirati pomoću precizne mehaničke brave (3). Merenje pozicije pokretnih elemenata po svakoj osi ostvaruje se linearnim induktivnim senzorom (2). Merne sila se ostvaruje posredstvom generatora (4) i prenosnih elemenata do držača mernog pipka. Automatsko uravnoteženje (6) kompenzuje težine svih mernih pipaka koji se postavljaju u prihvatne otvore (5), a koji mogu biti teški i do 600 g. Merni deo merne glave pričvršćuje se bajonetskim spojem (7) za pinolu (nosač mernog senzora).

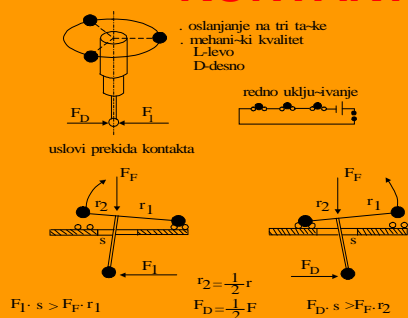
INDUKTIVNI SENZOR

Merni senzor zajedno sa upravljačkim sistemom čini funkcionalnu nerazdvojnu celinu. Elektronsko poziciono upravljanje, koje se automatski aktivira pri kontaktu mernog pipka i mernog predmeta, pomera pokretni element merne mašine po odgovarajućoj osi sve dok se induktivni senzor korespondentne ose dovede u nulti položaj. Pri tome su vodice mernog senzora za druge dve ose fiksirane u nultim položajima induktivnih senzora.



Pri dodiru mernog pipka i mernog predmeta merna glava preuzima upravljanje mernom mašinom sve dok se nalazi u svom induktivnom mernom položaju. Nakon jedne sekunde umirivanja, priguše se sva mehanička kretanja, nakon čega sledi preuzimanje mernih veličina od strane računara.

KONTAKTNI SENZOR

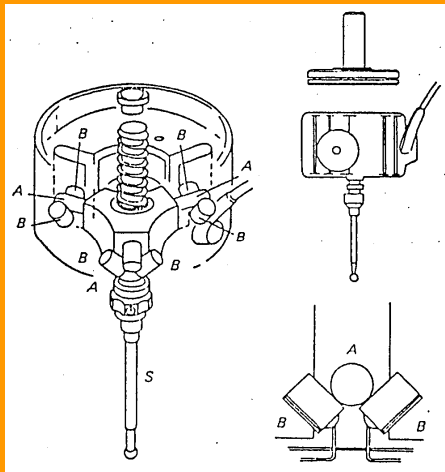


Kontaktни senzor pri dostizanju određenog skretanja mernog pipka ili unapred definisanom stanju dodira (npr. određena sila dodira) proizvodi određeni signal ("trigger" signal, signal okidanja) za očitavanje pozicije mernog sistema na osama merne mašine.

Osnovna funkcija ovog mernog senzora je uspostavljanje ili prekidanje elektromotorne sile u odgovarajućem strujnom kolu u trenutku dodira mernog pipka sa mernim predmetom, čak i pri silama dodira manjim od 0,01 N.

Merni senzori na bazi kontaktnih senzora se ne mogu upotrebiti za "skeniranje", ili za izvršenje metroloških zadataka koji zahtevaju samocentriranje mernog senzora. Glavni nedostatak ovih mernih senzora je sporost, a pored toga, lako se lome i izazivaju izvesne teškoće kod automatske izmene mernog senzora.

KONTAKTNI SENZOR

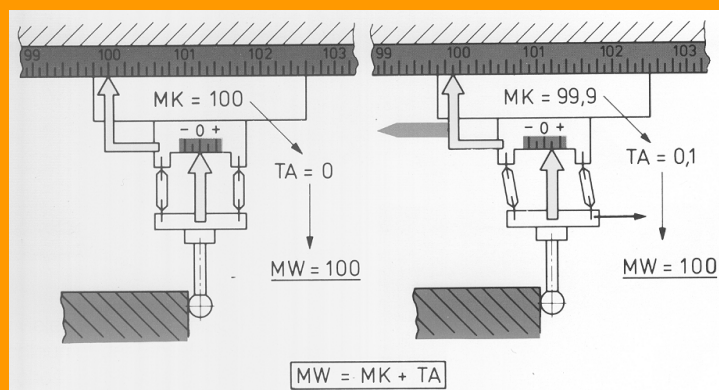


Šematski izgled kontaktne merne glave firme "Renishaw"

Izmenjivi merni pipci su povezani sa kućištem merne glave preko opružnog mehanizma koji se u tri tačke preko rolnica (A) oslanja na rolnice (B) smeštene u telu mernog senzora.

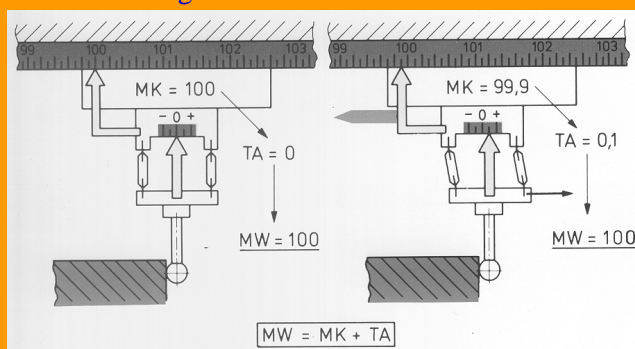
ODREĐIVANJE MERNE VREDNOSTI

U trenutku kada induktivni senzor zauzme nultu poziciju, automatski se očitavaju i unose u računar koordinate dodirne tačke. Pri tome su vodice (u mernom senzoru) ostalih dveju osa blokirane u nultim položajima svojih induktivnih senzora. Trenutak merenja koordinate tačke vrednosti $MW=100$ pri čemu je $TA=0$ prikazan je na donjoj slici.



ODREĐIVANJE MERNE VREDNOSTI

Prilikom skeniranja merni pipak se kreće po nekoj konturi. Pri tome upravljački sistem neprekidno prinuđuje senzorski sistem da zauzme nulti položaj u procesu merenja. U pojedinim trenucima u sukcesivnim tačkama dodira mernog pipka sa konturom mernog predmeta senzor se ne nalazi u nultom položaju. Merena vrednost MW u ovom slučaju se dobija simultanim automatskim očitavanjem i sabiranjem izmerenih vrednosti merne mašine MK i merne glave TA.



KVALITET SENZORA

- PROSTORNA PONOVLJIVOST
- MAKSIMALNA DOZVOLJENA TEŽINA MERNIH PIPAKA
- TOK KARAKTERISTIKE SILE UNUTAR I VAN OPSEGA MERENJA
- VELIČINA OPSEGA MERENJA U SKENIRANJU
- OPSEG OTKLONA ZA ZAŠTITU OD KOLIZIJE
- OSOBINE PRIGUŠENJA
- PROGRAMIVOST SVIH FUNKCIJA KAO BLOKIRANJE (FIKSIRANJE) OSA, SILE MERENJA, REGULACIJE POLOŽAJA, SAMOCENTRIRAJUĆE OPIPAVANJE

Pokazatelji kvaliteta skenirajućeg mernog senzora

KVALITET SENZORA

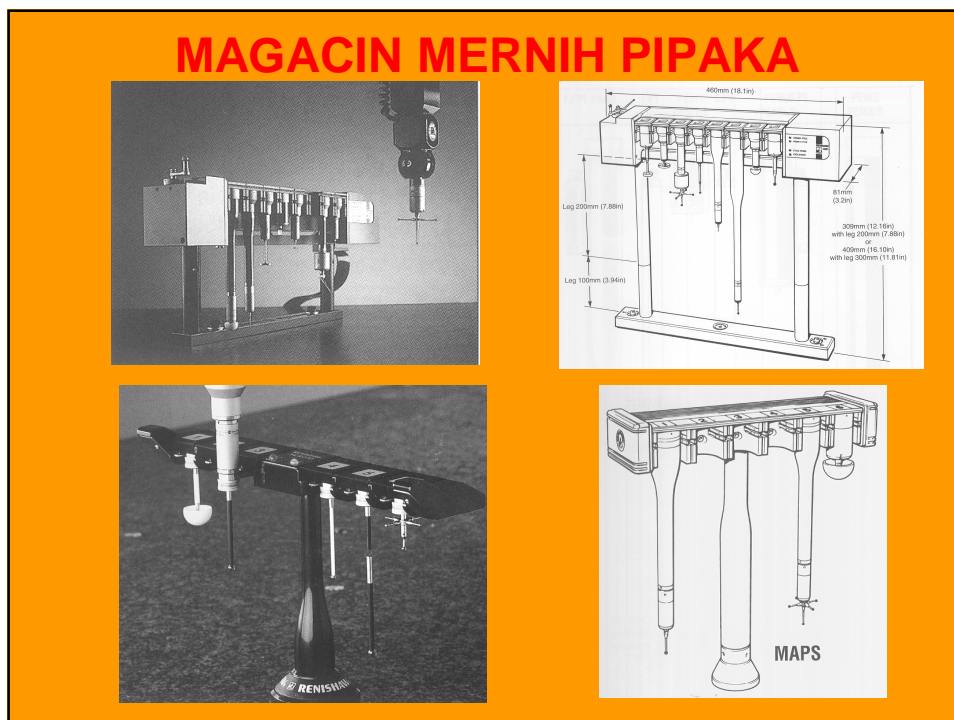
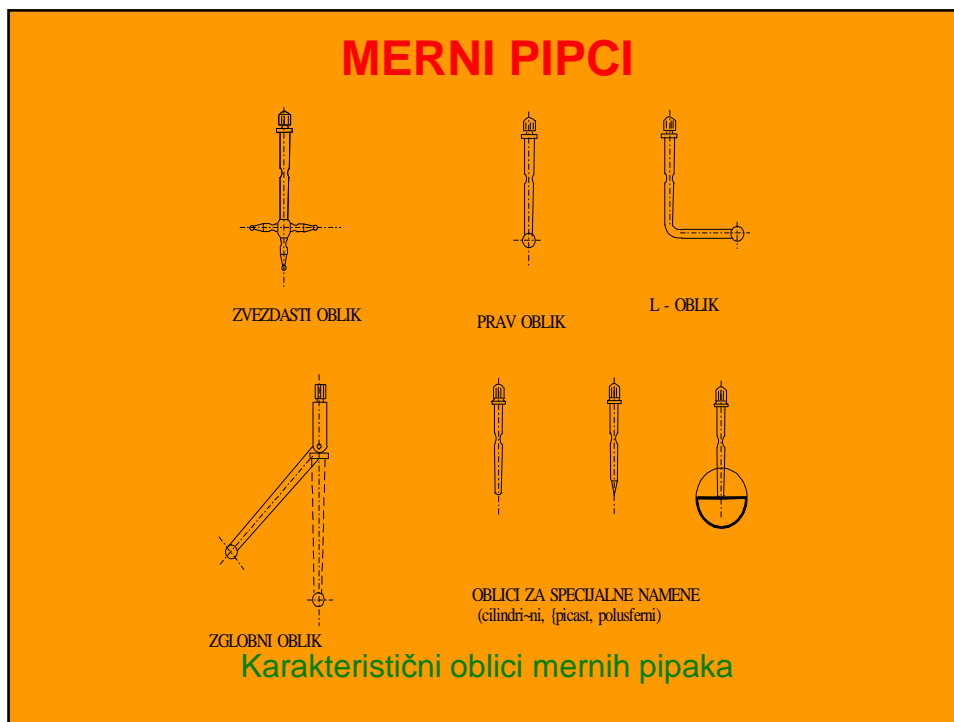
PROIZVOJAČ	OPTON (NEMAČKA)	CARY (VAJCARSKA)	DEA (ITALIJA)
MERNI OPSEG [mm]	±0.2	±6.0	±10.0
HOD DU@STEPENA SLOBODE [mm]	2.5	6.5	10
OSETLJIVOST MERNOG SENZORA [μm]	0.1	0.2	1
- U MERNOM OPSEGU	0.2	2	10.0
- DU@STEPENA SLOBODE			
SISTEMATSKA GREŠKA [μm]	0.5	5.0	7.0
MAKSIMALNA DU@NA [mm]	600	339	480
MAKSIMALNA MASA [dN]	4	2.2	3.2

Tehničke karakteristike tro-koordinatnih skenirajućih mernih senzora

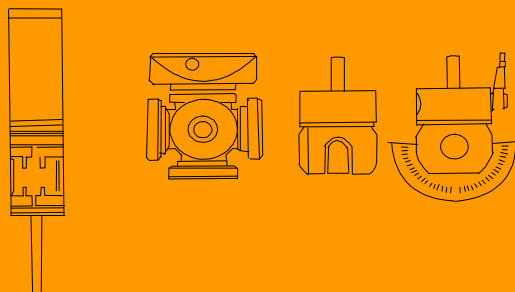
MERNI PIPCI

Kontakt sa mernim predmetom merni senzor ostvaruje preko mernog pipka, odnosno njegovog loptastog završetka, koji je najčešće napravljen od rubina. Loptasti završetak nalazi se na metalnom delu (stablu) koji se izvodi od tvrdog metala ili litijumovih legura. Preko navojnog spoja stablo se vezuje za nosač senzora.

Pored mernih pipaka za konfigurisanje mernog senzora ili njihovih kombinacija koriste se i drugi elementi: merne osovine, zglobovi i obrtni elementi, adapteri, kocke, zavrtnji za vezu, produžeci i nosači specijalnih oblika. Bez obzira koji je od navedenih elemenata mernog senzora u pitanju, potrebno je da se definiše prečnik merne kuglice (kod pipaka), gabaritne mere, statički ugib, uglovi obrtanja (zglobni i obrtni element) i masa elementa.



TELO MERNOG SENZORA



Telo mernih glava
pojedinačna (1);
višestruka (2);
“Renishaw” (3)

On služi za objedinjavanje i prihvatanje ostalih elemenata mernog senzora. Njegov oblik i rešenje zavise pre svega od broja mernih pipaka koje merni senzor može istovremeno prihvatiti, primenjenog senzora i rešenja priključka mernog senzora na mernu mašinu. Kao priključci mernih senzora za nosač MM koriste se različita rešenja.

KRITERIJUMI ZA KONFIGURISANJE MERNOG SENZORA

Prečnik merne kuglice je osnovni parametar za izbor mernih pipaka sa kojima se može obaviti neko merenje a sa kojima ne. Ovo je primarni kriterijum, sledeći su da pipak mora da ima što manje gabaritne dimenzije a u vezi sa tim što manju masu. Gabaritne mere su važan kriterijum za sve elemente mernog senzora jer što je konfiguracija na kojoj se nalazi merni pipak duža veći su statički ugibi, a u principu veće su i mase takvih senzora.

Vrednost statičkog ugiba definiše veoma važnu karakteristiku mernog senzora, mernu silu, a preko nje i proces kalibracije. Kriterijum za izbor prema statičkom ugibu je da on bude što manji. Ako se neki pipak mora uzeti iz nekih drugih razloga tada se mora koristiti manja merna sila.

KRITERIJUMI ZA KONFIGURISANJE MERNOG SENZORA

Uglovi obrtnih i zglobnih elemenata trebaju biti što veći da bi se na taj način dobile veća fleksibilnost mernog senzora.

Masa elemenata koji se ugrađuju u konfiguraciju mernog senzora se ograničava od strane proizvođača MM odnosno mernog senzora (merne glave). Kod NUMM UMC-850 ovo ograničenje je 600 gr. mase svih elemenata koji se vezuju na merni senzor.

U bilo kojoj konfiguraciji mernog senzora treba da bude što je moguće manje veza-spojeva između elemenata.

KOMPLET MERNI SENZOR



RAČUNARSKI SISTEM

Računarski sistem NUMM obezbeđuje u užem smislu upravljanje pokretnim komponentama MM, obradu elektro signala merne glave i memnih pretvarača, obradu, prikaz i distribuciju izmerenih vrednosti. U širem smislu pored navedenog računarski sistem MM se može koristiti i za automatizovano programiranje, za integraciju MM u CIM koncept, itd.

Računarski sistem čine:

- računar (centralna jedinica)
- operatorska konzola (sa displejem, funkcionalnom tastaturom i pokretnim upravljačkim pultom)
- upravljačka jedinica (kod CNC sistema uključuje jedan ili više mikroprocesora AD i DA konvertore, mikro procesorske sabirnice, itd.)
- eksterne jedinice (magnetna traka, tvrdi disk, flopi disk, štampač, ploter, grafički terminal, DNC priključak za nadređeni računar)
- razne vrste interfejsa

STRUKTURA RAČUNARSKOG UPRAVLJANJA KOD NUMM

