

Merenje u radnom prostoru obradnih sistema

**Karakteristike i programiranje MI4 LT02 PROBE
sistema za merenje u radnom prostoru**

Sadržaj vežbe

1. Uvodne napomene
2. Komponente sistema
3. Princip funcionisanja i prenos mernog signala
4. Definisane parametara mernog odstupanja
5. Programiranje sistema

2

Uvodne napomene

Merenje u radnom prostoru

Prednosti merenja u radnom prostoru obradnih sistema:

- Nema otpuštanja obradka prilikom izvođenja zahvata merenja.
- Moguće je praćenje tolerancije određene dimenzije (površine) za celu seriju delova.
- Fleksibilnost zahvata merenja.
- Može da se koristi i za određivanje geometrijskih karakteristika alata (korekcije i habanje).

3

Merenje u radnom prostoru

Upravljačka jedinica treba da omogući sledeće softverske i hardverske mogućnosti:

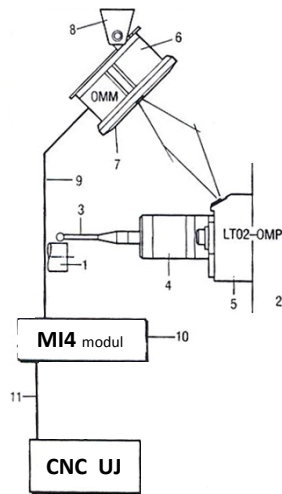
- Merni senzor se koristi kao bilo koji drugi alat obradnog sistema.
- Koristi se merni sistem obradnog sistema za potrebe izvođenja zahvata merenja.
- Upravljačka jedinica obradnog sistema se koristi za obradu dobijenih rezultata merenja.

Merenje u radnom prostoru

Dodatne funkcije koje povećavaju fleksibilnost obradnog sistema primenom zahvata merenja u radnom prostoru:

- Detekcija greške geometrije alata.
- Merenje geometrijskih parametara alata.
- Merenje tačnosti stezanja obradka.
- Mogućnost određivanja i pozicioniranja centra otvora pri stezanju obradka.

Komponente sistema

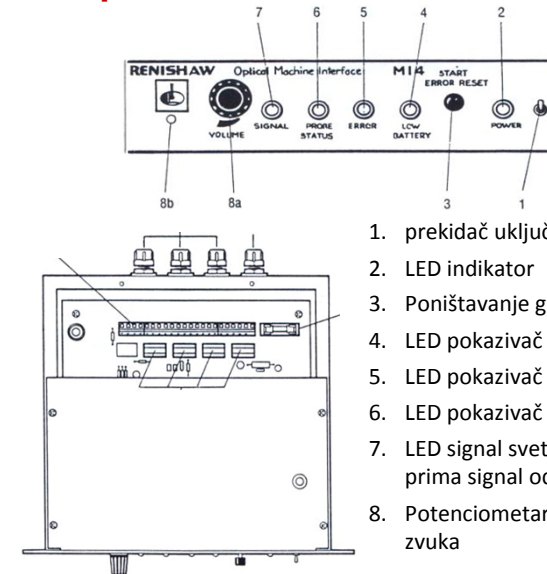


Komponente sistema:

1. Predmet merenja
2. Revolverska glava
3. Merni senzor
4. Držać mernog produžetka LTO2-OMP
5. Nosač mernog senzora
6. OMM optički modul
7. Zaštita optičkog modula
8. Nosač OMM
9. Kabal
10. MI 4 upravljačka jedinica
11. Veza sa CNC upravljanjem
12. CNC upravljačka jedinca

6

Komponente sistema



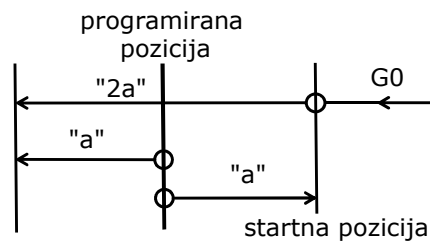
1. prekidač uključeno/isključeno
2. LED indikator
3. Poništavanje greške
4. LED pokazivač za bateriju
5. LED pokazivač pripravnosti
6. LED pokazivač statusa pipka
7. LED signal svetli kada interfejs prima signal od senzora
8. Potencijometar za pojačavanje zvuka

7

Princip funkcionisanja

Prenos mernog signala

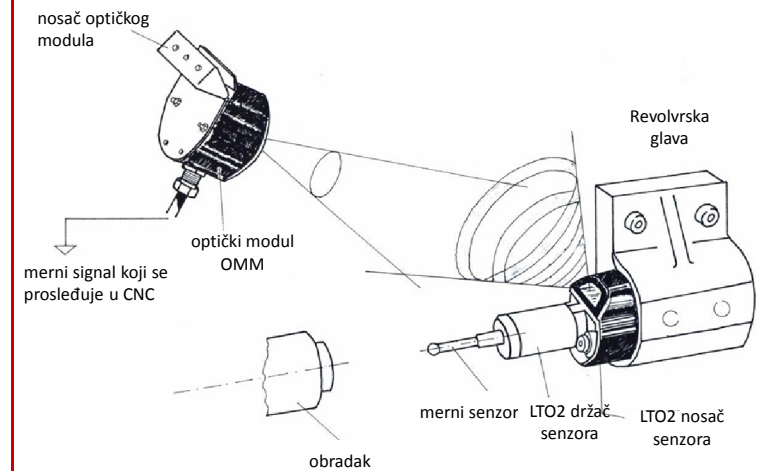
Sledeći korak ciklusa merenja je izračunavanje krajnje pozicije merenja. Krajnja pozicija merenja je iza (ispod ili iznad programirane pozicije u zavisnosti da li se meri spoljna ili unutrašnja mera) programirane pozicije. Emitovanje signala, određivanje merne pozicije, se očekuje u intervalu $\pm a$. Veličina intervala, pozicija startne i krajnje tačke, se definiše parametrom **R28**. Kada je R28 1 "a" je 1mm .



10

Princip funkcionisanja

Prenos mernog signala



11

Prenos mernog signala

2. Sistem sa posrednim prenosom signala.

Kod ovog načina signal se prvo prosleđuje PLC-u a nakon registrovanja se prosleđuje informacija upravljačkoj jedinici da se kretanje zaustavi. Pošto su PLC i UJ povezani serijskom vezom signal se čita ciklično što ima za posledicu kašnjenje u odzivu sistema od max. 0.25ms. Vreme merenja je cca. 5s.

Određivanje kompenzacionih veličina

Stvarna dimenzija merene vrednosti se određuje na osnovu registrovane pozicije klizača u trenutku zaustavljanja, nailaženjem mernog sezora na prepreku. Razlika između programirane i izmerene pozicije zavisi od niza faktora koji se mogu svrstati u tri osnovne grupe:

1. dimenziona odstupanja čiji uzroci ne podležu trendu,
2. dimenziona odstupanja čiji uzroci podležu trendu,
3. slučajna dimenziona odstupanja.

Princip funkcionisanja

Određivanje kompenzacionih veličina

Dimenziona odstupanja čiji uzroci ne podležu trendu.

Ovu grupu odstupanja čine odstupanja usled rasipanja tačnosti pozicioniranja mernih osa mašine, razlike između mera dobijenih merenjem mernim senzorom na mašini i eksternih merenja (mikrometar, KMM i td.). Kompenzacija, eliminisanje, ovog tipa odstupanja je moguća korišćenjem "**prosečne vrednosti**" koja je memorisana u posebnoj memorijskoj lokaciji mernog sistema, definiše je parametar **R11**.

Dimenziona odstupanja čiji uzroci podležu trendu.

U ova odstupanja spadaju uzroci podložni trendu kao što su habanje alata i toplotne dilatacije. Odstupanja ovog tipa kompenzujemo uz pomoć fiksnih pragova (tipa tolerancija zadatih parametrom **R34**).

14

Princip funkcionisanja

Određivanje kompenzacionih veličina

1. Uvodne napomene
2. Transportno skladišni sistemi (TSS): funkcije, podela, izvedena rešenja
3. Transportno skladišni sistemi za alate.

Slučajna dimenziona odstupanja.

Odstupanja ovog tipa nastaju usled zaprljanosti mernog sezora, uticaja SHP sredstva i različitih temperaturnih promena u sistem u toku merenja. Ovaj tip odstupanja je jako teško predvideti i teško je odrediti uticaj ovog tipa odstupanja na tačnost merenja te se mora pribeći primeni posebnog tipa strategije za određivanje kompenzacionih veličina.

15

Definisanje mernih odstupanja

Dimenziona odstupanja koja podležu trendu

Odstupanja ovog tipa kompenzujemo uz pomoć fiksnih pragova u vidu tolerancijskih opsega. Parametri koji definišu odstupanja ovog tipa u mernom programu su:

R36 interval poverenja

Nema uticaja na generisanje kompenzacione veličine služi u dijagnostičke svrhe samog mernog sistema. Dostizanjem ove veličine sistem javlja grešku mernog senzora ili u programiranoj mernoj vrednosti. Automatski se zaustavljaju kretanja i izvršenje ciklusa merenja, dijagnostički sistem alarmira gršku i upozorava operatera na nastali problem.

16

Definisanje mernih odstupanja

1. Uvodne napomene
2. Transportno skladišni sistemi (TSS): funkcije, podela, izvedena rešenja
3. Transportno skladišni sistemi za alate.

Dimenziona odstupanja koja podležu trendu

R37 dimenziono odstupanje

Direktno je povezan sa habanjem alata nakon obrade n-tog i početka n+1 obradka. Nema uticaj na generisanje kompenzacione veličine. Dostizanjem ovog parametra znači da je alat pohaban i da ga je potrebno zameniti. Takođe, njegovim dostizanjem javlja se upozorenje operatoru.

R35 tolerancija mere obradka

Kada se izmerena vrednost mernim snzorom nalazi u području "2/3" tolerancijskog polja i intervala poverenja vrednost ovog parametra se u potpunosti uračunava u kompenzaiju alata.

17

Definisanje mernih odstupanja

Dimenziona odstupanja koja podležu trendu

R34 "2/3" tolerancijskog polja

Kada se izmerena vrednost nalazi u području donje granice i "2/3" tolerancijskog polja izračunava se nova prosečna vrednost i vrši se poređenje sa vrednošću parametra R33. Ako je nova vrednost veća od R33 vrši se kompenzacija za taj iznos. Iz memorije se briše stara prosečna vrednost a na njeno mesto upisuje nova.

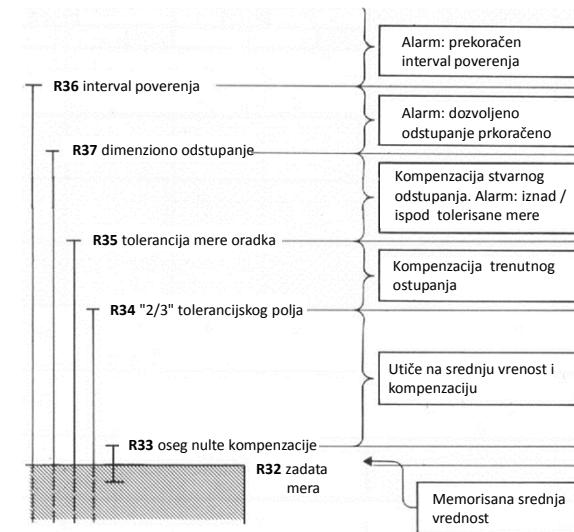
R33 nulti opseg kompenzacije (donja granična vrednost)

Odgovara maksimalnom opsegu slučajnih odstupanja i utvrđuje se za svaku mašinu. Za odstupanja unutar ovog opsega ne vrši se kompenzacija alata.

18

Definisanje mernih odstupanja

Grafikon dimenzionih odstupanja koja podležu trendu



19

Definisanje mernih odstupanja

Slučajna dimenziona odstupanja

S obzirom da nije moguće jednostavno utvrditi smer i veličinu slučajnih dimenzionalnih odstupanja, primenjuje se poseban metod koji se naziva usrednjavanje. Jednačina kojom se izračunava je:

$$PV_{\text{novi}} = PV_{\text{staro}} - (PV_{\text{staro}} / k) + (D/k)$$

PV_{novi} - novi iznos prosečne vrednosti (korekcije alata)

PV_{staro} - prosečna vrednost iz prethodnog merenja

k - **faktor uticaja** pomoću nega se vrši izračunavanje (parametar **R29**)

D - razlika između zadate i stvarne, izmerene, vrednosti

- Veće vrednosti k , sistem sporije prati promenu trenda ali se istovremeno samnjue slučajno rasipanje.
- Manja vrednost k , sistem brže prati trend ostupanja, ali se povećava slučajno rasipanje.

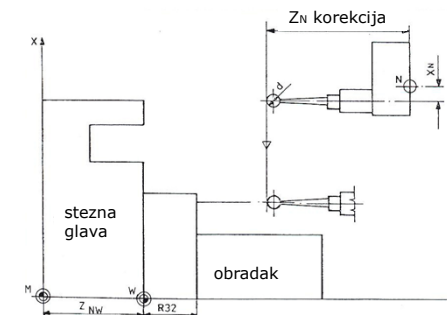
Prosečna vrednost se računa od 0 pa sve dok ne prmaši vrednost nulte kompenzacije **R33**, a nakon toga se izračunata vrednost koristi za kompenzaciju.

20

Programiranje sistema

Kalibracija mernog senzora

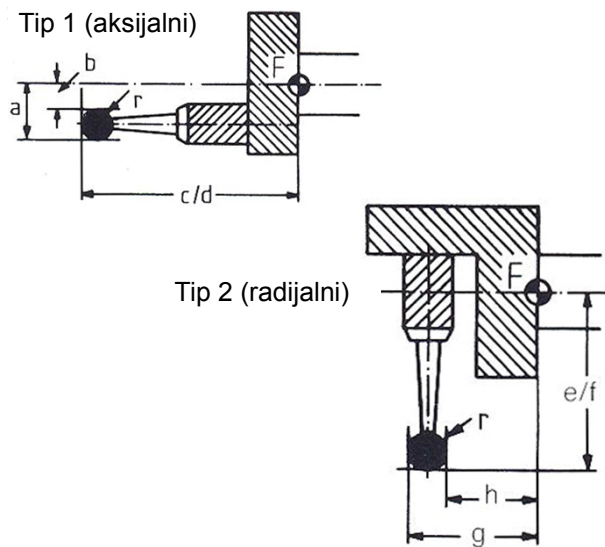
- Kalibracija u referentnom žlebu.
- Kalibracija na slobodnoj površini.



Kalibracija na slobodnoj površini se definiše parametrima **R21** i **R23**

21

Tip mernog senzora



22

L92 Parametri ciklusa kalibracije mernog senzora

- R11** 0 – 20 broj memorijske lokacije za iskustvenu vrednost
- R21** 1 kalibracija na slobodnoj površini
- R22** x položaj mernog senzora (tip)
 - 1 aksijalni položaj mernog senzora (tip 1)
 - 2 radijalni položaj mernog senzora (tip 2)
- R23** 0 kalibracija mernog senzora (na slobodnoj površini)
- R27** 1 – 10 broj merenja u istoj tački (broj ponavljanja)
- R28** 1 – 10 multifikacijski faktor "2a"
- R29** 1 – 4 faktor uticaja "k"
- R30** x oznaka merne ose
 - 1 X osa
 - 2 Z osa

23

L92 Parametri ciklusa kalibracije mernog senzora

- R31 **x** pravac kretanja mernog senzora pri merenju
 - 0** pozitivni pravac merne ose
 - 1** negativan pravac merne ose
- R32 **xxx.xxx** programirana dimenzija merenja (vrednost kalibracione mere npr. 199.852)
- R33 **0.000 - 0.1** opseg nulte regulacije
- R34 **0.000 - 0.1** širina pojasa odstupanja za kreiranje prosečne vrednosti
- R36 **1 – 3** interval poverenja

L92 Parametri ciklusa kalibracije mernog senzora

Nakon završetka ciklusa kalibracije mogu se očitati vrednosti u bazi R parametara mašine:

- R42 zadata vrednost kalibracionog prečnika,
- R43 izmerna vrednost po X osi,
- R44 razlika između izmerene i zadate vrednosti,
- R46 broj memorijske lokacije u koju je upusana prosečna vrednost,
- R47 broj korekcije alata,
- R49 prosečna vrednost.

Ciklus merenja obradka

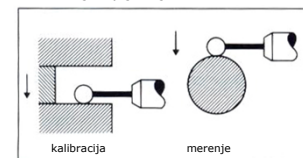
Tipovi mernja obradka:

1. Merenje u jednoj tački.
2. Merenje u jednoj tački sa rotacijom obratka (uglavnom za 180°).
3. Merenje u više tačaka sa obrtanjem obradka.
4. Merenje u više tačaka uzduž obradka.
5. Merenje u 2 tačke.
(nije moguće na strugovima, primenjuje se na obradnim centrima).

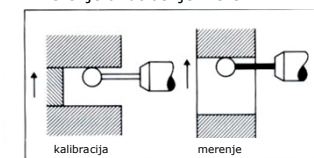
Izbor tipa merenja se definiše pomoću parametara **R24** i **R25**.

L93 Parametri ciklusa merenja

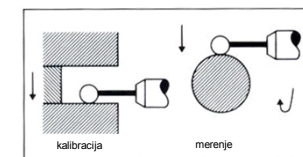
Merenje u 1 tački
- merenje spoljašnje mere



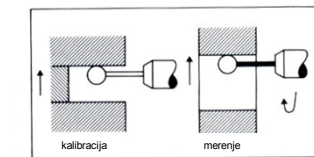
Merenje u 1 tački
- merenje unutrašnje mere



Merenje u 1 tački sa okretanjem za 180°
- merenje spoljašnje mere

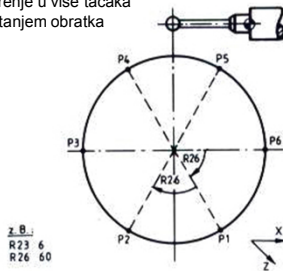


Merenje u 1 tački sa okretanjem za 180°
- merenje unutrašnje mere

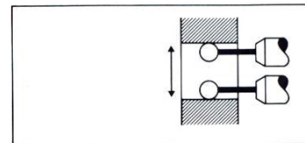


L93 Parametri ciklusa merenja

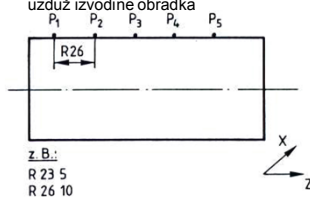
Merenje u više tačaka obrtanjem obratka



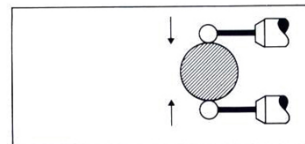
Merenje u 2 tačke merenje prečnika unutra (nije dostupno na strugu, isključivo obradni centri)



Merenje u više tačaka uzduž izvodine obradka



Merenje u 2 tačke merenje prečnika spolja (nije dostupno na strugu, isključivo obradni centri)



L93 Parametri ciklusa merenja (merenje u jednoj tački)

- R10 1 – 32** broj memorijske lokacije alata kome će se automatski izvršiti promena korekcije
- R11 0 – 20** broj memorijske lokacije za iskustvenu vrednost
- R24 0** merenje u jednoj tački (merni senzor je u kontaktu sa radnim predmetom samo u jednoj tački, sa jedne strane obradka)
- R25 0** merenje u jednoj tački bez obrtanja obratka (kontak senzora i obrdka u pozitivnom delu ose X)
- R27 1 – 10** broj merenja u istoj tački (ponavljanja merenja)
- R28 1 – 5** multifikacijski parametar "2a" za mernu putanju
- R29 1 – 4** faktor uticaja "k"

L93 Parametri ciklusa merenja (merenje u jednoj tački)

R30 x oznaka merne ose

1 X osa

2 Z osa

R32* xxx.xxx zadati prečnik merenja radnog predmeta
(srednja vrednost nazivne mere)

R33 0.001 opseg nulte kompenzacije

R34 0.010 2/3 tolerancijskog polja

R35* širina tolerancije merene dimenzije

R36 1 – 3 interval poverenja (manja vrednost za kontinualna merenja pri izradi serije delova)

R37 0.3 – 3 provera dimenzionog odstupanja (manja vrednost pri izradi serije delova, veća podešavanje)

* Kada se koristi potprograma L75 parametri R32 i R35 se ne zadaju nego se izračunavaju iz R40, R41 i R42 koji prethodno moraju biti definisani.

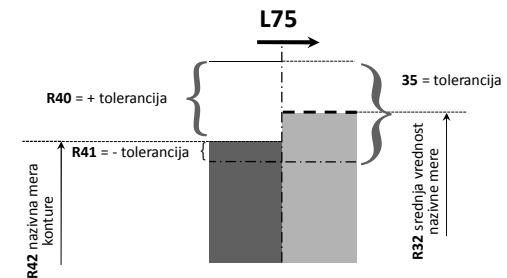
30

L75 Ciklus za izračunavanje srednje nazivne mere

R40 gornja granica tolerancije

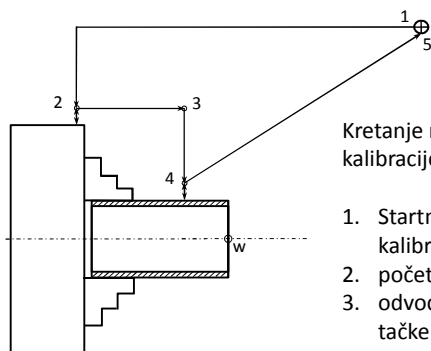
R41 donja granica tolerancije

R42 nazivna vrednost mere prema crtežu



31

Kretanje alata pri kalibraciji i merenju (merenje u jednoj tački)



Kretanje mernog senzora pri zahvatu kalibracije i merenja

1. Startna tačka mernog senzora za kalibraciju,
2. početak ciklusa kalibracije,
3. odvođenje mernog senzora iz tačke kalibracije i priprema za početak merenja,
4. početak ciklusa merenja,
5. dovođenje mernog senzora u početnu tačku.

32

L93 Parametri ciklusa merenja (merenje u jednoj tački zakretanjem 180°)

- R04** **x** vreme čekanja za nastavka merenja do zauzimanja pozicije obradka, izraženo u [s]
- R10** **1 – 32** broj memorijske lokacije alata kom će se automatski izvršiti promena korekcije
- R11** **0 – 20** broj memorijske lokacije za iskustvenu vrednost
- R24** **0** merenje u jednoj tački (merni senzor je u kontaktu sa obradkom samo u jednoj tački, u pozitivnom delu ose X)
- R25** **1** merenje u jednoj tački bez obrtanja obratka
- R26** **0-359.5** ugao zakretanja vretena (uglavnom 180°)
- R27** **1 – 10** broj merenja u istoj tački (broj ponavljanja merenja)
- R28** **1 – 5** multifikacijski parametar "2a" za mernu putanju

33

L93 Parametri ciklusa merenja (merenje u jednoj tački zakretanjem 180°)

R29 1 – 4 faktor uticaja "k"

R30 1 oznaka merne ose (moguće merenje samo po X)
(1 - X osa)

R32* xxx.xxx zadati prečnik merenja radnog predmeta
(srednja vrednost nazivne mere)

R33 0.001 opseg nulte kompenzacije

R34 0.010 2/3 tolerancijskog polja

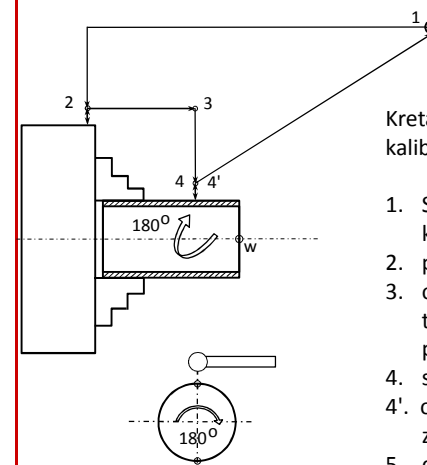
R35* širina tolerancije merene dimenzije

R36 1 – 3 interval poverenja (manja vrednost za
kontinualna merenja pri izradi serije delova)

R37 0.3 – 3 provera dimenzionog odstupanja (manja
vrednost pri izradi serije delova, veća podešavanje
mere pojedinačna merenja)

* Pri korišćenju potprograma L75 parametri R32 i R35 se ne zadaju
nego se izračunavaju iz R40, R41 i R42 koji prethodno moraju biti
definisani.

Kretanje alata pri kalibraciji i merenju (merenje u jednoj tački uz obrtanje 180°)



Kretanje mernog senzora pri zahvatu
kalibracije i merenja

1. Startna tačka mernog senzora za kalibraciju,
2. početak ciklusa kalibracije,
3. odvođenje mernog senzora iz tačke kalibracije i priprema za početak merenja,
4. startna tačka ciklusa merenja,
- 4'. odmicanje senzora radi zakretanja obratka,
5. dovođenje mernog senzora u početnu tačku .

Programiranje sistema

L93 Parametri ciklusa merenja

(merenje u više tačaka po obimu zakretanjem)

- R04** **x** vreme čekanja za nastavak merenja do zauzimanja pozicije obradka, izraženo u [s]
- R10** **1 – 32** broj memorijske lokacije alata kom će se automatski izvršiti promena korekcije
- R11** **0 – 20** broj memorijske lokacije za iskustvenu vrednost
- R23** **x** broj tačaka merenja po obimu obradka
- R24** **0** merenje u jednoj tački (merni senzor je u kontaktu sa obradkom samo u jenoj tački, u pozitivnom delo ose X)
- R25** **2** merenje u više tačaka po obimu zakretanjem
- R26** **0 – 359.5** ugao zakretanja obradka između dve tačke merenja
- R27** **1 – 10** broj merenja u istoj tački (broj ponavljanja merenja)

36

Programiranje sistema

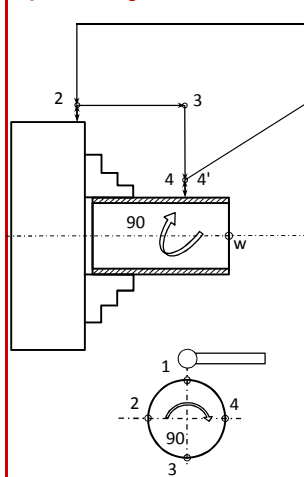
L93 Parametri ciklusa merenja

(merenje u više tačaka po obimu zakertanjem)

- R28** **1- 5** multifikacijski parametar "2a"
- R29** **1 - 4** faktor uticaja "k"
- R30** **x** oznaka merne ose (moguće merenje samo po X)
(**1** - X osa)
- R32*** **xxx.xxx** zadati prečnik merenja radnog predmeta
(srednja vrednost nazivne mere)
- R33** **0.001** opseg nulte kompenzacije
- R34** **0.010** 2/3 tolerancijskog polja
- R35*** širina tolerancije merene dimenzije
- R36** **1 – 3** interval poverenja (manja vrednost za kontinualna merenja pri izradi serije delova)
- R37** **0.3 – 3** provera dimenzionog odstupanja (manja vrednost pri izradi serije delova, veća podešavanje)

37

Kretanje senzora pri kalibraciji i merenju (merenje u više tačaka po obimu zakertanjem)



Kretanje mernog senzora pri
zahvatu kalibracije i merenja

1. Startna tačka mernog senzora za kalibraciju
2. početak ciklusa kalibracije,
3. odvođenje mernog senzora iz tačke kalibracije i priprema za početak merenja,
4. startna tačka ciklusa merenja,
- 4'. odmicanje senzora radi zakretanja obratka **R2690** (ponavljane kretanja onoliko puta koliko je broj mernih tačaka **R23 4**),
5. dovođenje mernog senzora u početnu tačku .

38

L93 Parametri ciklusa merenja (merenje u više tačaka uzduž obradka)

- R10 1 - 32** broj memorijske lokacije alata kom će se automatski izvršiti promena korekcije
- R11 0 – 20** broj memorijske lokacije za iskustvenu vrednost
- R23 x** broj tačaka merenja duž obradka
- R24 0** merenje u jednoj tački (merni senzor je u kontaktu sa obradkom samo u jednoj tački, u pozitivnom delu ose X)
- R25 3** merenje u više tačaka uzduž obradka
- R26 x** rastojanje između dve susedne tačke merenja duž obratka, rastojanje duž Z ose u [mm]
- R27 1 – 10** broj merenja u istoj tački (ponavljanja merenja)

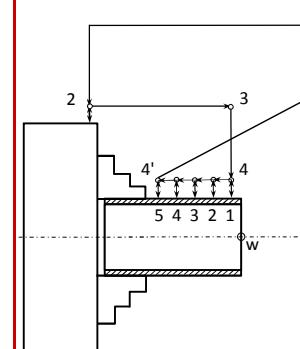
39

L93 Parametri ciklusa merenja (merenje u više tačaka uzduž obradka)

- R28 **1- 5** multifikacijski parametar "2a"
- R29 **1 - 4** faktor uticaja "k"
- R30 **x** oznaka merne ose (moguće merenje samo po X)
(**1** - X osa)
- R32* **xxx.xxx** zadati prečnik merenja radnog predmeta
(srednja vrednost nazivne mere)
- R33 **0.001** opseg nulte kompenzacije
- R34 **0.010** 2/3 tolerancijskog polja
- R35* širina tolerancije merene dimenzije
- R36 **1 – 3** interval poverenja (manja vrednost za
kontinualna merenja pri izradi serije delova)
- R37 **0.3 – 3** provera dimenzionog odstupanja (manja
vrednost pri izradi serije delova, veća podešavanje)

40

Kretanje alata pri kalibraciji i merenju (merenje u više tačaka uzduž obradka)



Kretanje mernog senzora pri
zahvatu kalibracije i merenja

1. Startna tačka mernog senzora za kalibraciju
2. početak ciklusa kalibracije,
3. odvođenje mernog senzora iz tačke kalibracije i priprema za početak merenja,
4. startna tačk ciklusa merenja,
- 4'. kraj ciklusa merenja (ponavljane kretanja duž obradka onoliko puta koliko je broj mernih tačaka **R23 5**),
5. dovođenje mernog senzora u početnu tačku .

41

Struktura potprograma kalibracije

L05	potprogram za kalibraciju na slobodnoj površini	
N5	M73	uključivanje IC kamere
N10	G4 X5	vreme čekanja odziva sistema
N15	R11xx R21xx R22xx R23xx R27xx R28xx R29xx R30xx R31xx	
N20	R32xxx.xxx R33xx R34xx R36xx	parametri kalibracije
N25	L92	
N30	M17	

42

Struktura potprograma merenja

L15	potprogram za merenje u jednoj tački sa zakretanjem	
N5	R10xx R11xx R24xx R25xx R26xx R27xx R28xx R29xx R30xx	
N10	R32*xxx.xxx R33xx R44xx R35*xx R36xx R37xx	parametri ciklusa merenja
N15	L93	
N20	M17	

* Izračunava se srednja nazivna vrednost tolerisne mere i upisuje kao parametar R32. Parametar R35 predstavlja širinu tolerancijskog polja.

43

Struktura potprograma merenja

L15 potprogram za merenje u
jednoj tački sa zakretanjem

N5 **R10xx R11xx R24xx R25xx R26xx R27xx R28xx**
R29xx R30xx

N10 **R33xx R44xx R36xx R37xx R40xx R41xx R42xx**

N15 **L75** parametri ciklusa merenja
pomoćni potprogram za
izračunavanje parametara
R32 i R35

N20 **L93**

N25 **M17**

44

Program obrade dela sa potprogramima kalibracije i merenja

%123

N5 G0 G53 X300 Z450

N10 G59 Z137.5

.

.

N150 T1030

N155 M05

N160 X210 Z-95

N165 X206

N170 L05

N175 Z-20

N180 X80

N185 L15

N190 X120 Z100

.

.

N300 M30

45