

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Savremeni razvoj metoda i uređaja za automatizovano merenje i kontrolu učinio je da se kontrola vrši sa manje napora od strane čoveka, uz povećanje tačnosti i naročito sigurnosti samog merenja.

Pri tome razlikujemo uređaje i merne sisteme koji kontrolišu:

- (1) Radne predmete u toku obrade
- (2) Završene radne predmete

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

12.1. KONTROLA MERA U TOKU OBRADJE

Kontrola predmeta u toku obrade vrši se automatizovanim mernim sistemima ili uređajima (procesnim mernim sistemima), koji se postavljaju na klasične mašine alatke ili se ugrađuju u mašine sa adaptivnim svojstvima, a mogu biti postavljeni i kao merne stanice na pojedinim punktovima transfer linija. Mogu se izradjivati kao:

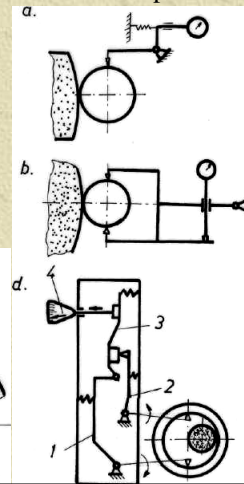
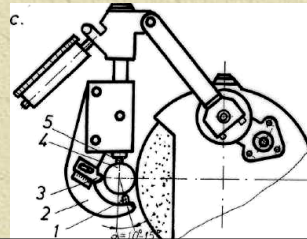
- (a) Pasivni
- (b) Aktivni

a) **Pasivni** uređaji za merenje ne upravljaju mašinom, već samo signaliziraju stanje mere, skokovito ili kontinualno.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Na sl. 12.1 prikazana je merna glava, jednobazna (a), dvobazna (b) i trobazna (c). Merenje u tri tačke daje najtačnije rezultate. Dva oslonca su čvrsta, a treći je pomerljiv i predstavlja merni pipak koji je u dodiru sa mernim vretenom instrumenta (sat-komparatora). Čvrst pipak ne treba da bude na istom prečniku kao i pokretan, već za 10° -15 pomeren.

Ovakav uređaj se može dopuniti sa električnom signalizacijom, odnosno sa elektro-kontaktним davačem. Moguće je koristiti i pneumatske davače sa skalom, ali se oni najčešće dopunjuju jedinicama koje omogućuju da se razviju u instrumente za aktivnu kontrolu.



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

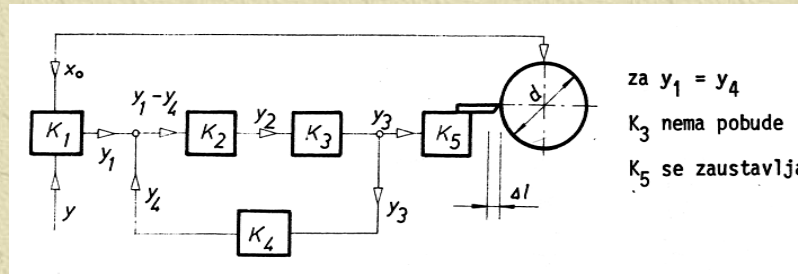
b) **Aktivni** uređaji sistemi za merenje. Pod ovim pojmom podrazumevaju se merni sistemi koji bez učešća čoveka ispunjavaju sve operacije neophodne za kontrolu i regulaciju u toku tehnološkog procesa. Aktivno merenje, znači, prati izvodjenje procesa i signalizira prekoračenje dozvoljenog odstupanja, a rezultat se koristi za dalji tok procesa.

Između kontrolisanja i upravljanja postoji direktna veza, koja može biti relejna i funkcionalna.

Relejna veza deluje tako, da se pri prekoračenju tolerancije prekida rad mašine dejstvom izvršnog organa, koji je dobio signal od merne glave (davača).

Funkcionalna veza daje signale koji se koriste za automatsku korekciju, pa proizvodnja teče bez prekida.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA



Princip rada povratne sprege (diskriminatora) kao i konstrukcije je vrlo raznovrstan i može biti u vidu potenciometra, mehanički vezanog za izlaz izvršnog organa sa jedne strane i električno vezanog za jedan polarizacioni rele, sa druge. Kada se signali y_1 i y_4 (naponi) izjednače, rele se neće pobudjivati (neutralan položaj) pa se izvršni organ neće napajati. Na slici prikazana je uprošćena biok-šema.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Merna glava (K) podešena je na vrednost prečnika predmeta (d) na meru x_0 . Kada stvarna vrednost (y) predje dozvoljeno odstupanje ($x_0 - y = y_1$) uređaj za transformaciju (K_2) ovaj signal pojačava i dalje aktivira izvršni organ (K_3) koji deluje na radni organ (nosač alata K_5). Pomak nosača Δl meri se pomoću povratne sprege (K_4) pri čemu se na njenom izlazu formira signal (y_4), proporcionalan veličini pomaka. Ovaj se signal dovodi u vezu sa signalom iz merne glave i kada se oni izjednače izvršni organ (K_3) nema više pobudjivanja i radni organ se zaustavlja.

Aktivni merni sistemi se najčešće koriste kod završnih obrada: brušenja (spoljnjeg i unutrašnjeg), finog struganja, honovanja, završne obrade zupčanika i slično.

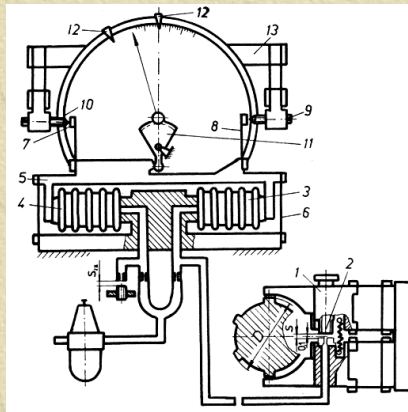
12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

12.2. PRIMERI PROCESNIH AKTIVNIH MERNIH SISTEMA I UREĐAJA

Na sl.12.3 prikazan je aktivni merni sistem, koji izradjuje nekoliko proizvođača. Uradjen je kao pneumatski diferencijalni davač sa talasastim cevima, dopunjen elektro-kontaktnom jedinicom.

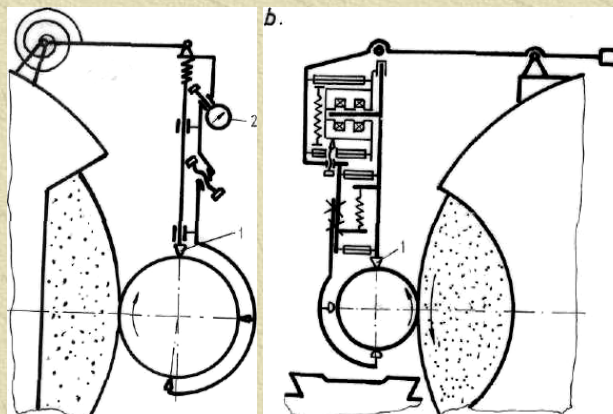
(Opis rada ovih davača u poglavlju 4). Sa kontakata (10) i (8) odvode se signali i za upravljanje radom obradnog sistema u smislu prelaska sa grube na finu obradu, a zatim na zaustavljanje mašine posle završene obrade. Merni podeok od $(0,2-2)\mu\text{m}$.

Zazor izmedju kontakata (10) i (9) i kontaktnih poluga (7) i (8) vrši se pomoću vijčane veze i istovremeno se pomeraju i reperi (12) koji omedjavaju oblast tolerantnog polja.



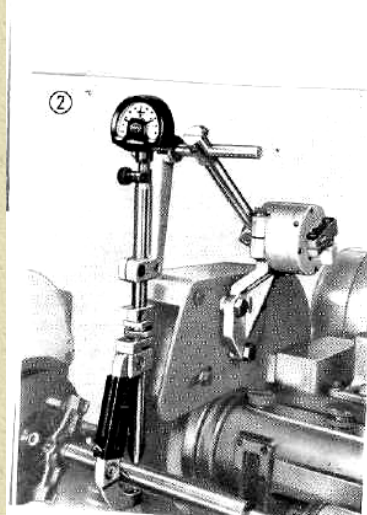
12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Na slici prikazani su aktivni merni uređaji kod obrade spoljnog brušenja. To su davači sa tri pipka, elektro-kontaktni (a) i induktivni diferencijalni (b). Od kontakta (1) predaje se neophodni signal-komanda na izvršni organ mašine, dok je vizuelno praćenje mere omogućeno na sat-kom paratoru (2).



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Za klasičnu brusilicu C.Mahr je proizveo uređaj za aktivnu kontrolu, sa satkomparatorom (ili elektronskim davačem Millitron), slika.

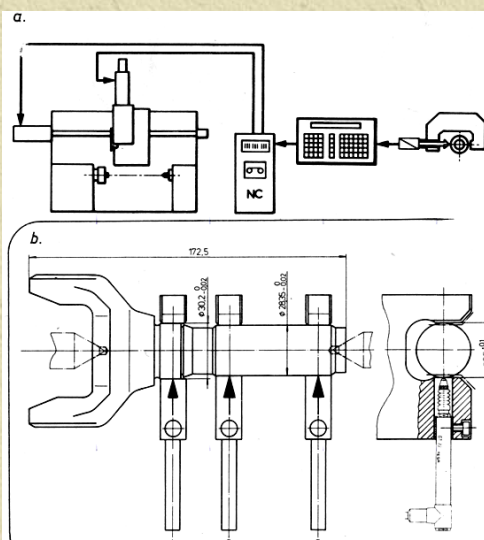


12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Firma G.Fisher (Švajcarska) razvila je višekanalni aktivni meri sistem sa funkcionalnom vezom koji meri, preračunava i prenosi komandu na CNC-mašinu (slika).

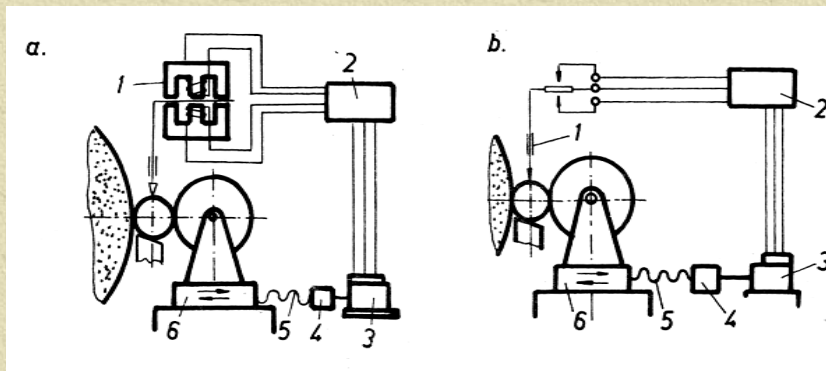
Može da se kombinuje do 10 mernih mesta, sa tačnošću od 1 μm . Koristi se za obrade finog spoljnog struganja osovina, viljuški i slično.

Na sl. b prikazan je primer obrade viljuške sa merenjem induktivnim davačima (1), (2) i (3).



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Na slici prikazan je sistem aktivne kontrole sa funkcionalnom vezom, kod brusilice bez šiljaka. Merenje je ostvareno preko induktivnog davača (a) ili elektro-kontaktnog (b). Signal se dalje prenosi na upravljački blok (2), koji daje komandu motoru (3), a preko njega, reduktora (4) i zavojnog vretena (5) ostvaruje se pomeranje nosača (6) u momentu kada se mora izvršiti korekcija zbog izlaska predmeta iz granica tolerancije.

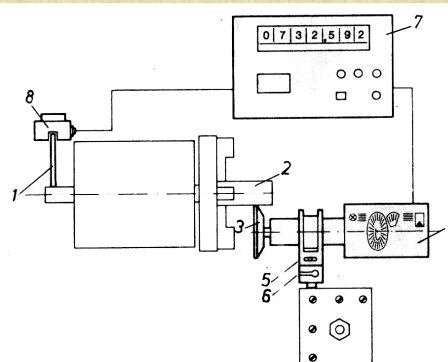


12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Za merenje velikih prečnika na klasičnim strugovima ili brusilicama, ali i na mašinama sa numeričkim upravljanjem, razvio je Mahr-Perthen (tip Diacont, slika). Sistem se sastoji iz ploče sa prorezima (1) koja se obrće zajedno sa radnim predmetom (2). Merni disk (3) i obradak se kotrljaju bez klizanja. Na sovinu diska se nalazi impulsni davač, odakle signal odlazi u elektronski blok sa digitalnim pokazivačem (7) koji je, takodje, povezan sa (8) u kome se ostvaruje signal, posle svakog obrtaja ploče (1).

Na osovinu diska (3) postavljena je jedinica za ostvarivanje mernog pritiska (5) i pribor za baždarenje (6). Tačnost očitavanja od 0,01 tnm do 0,001 mm.

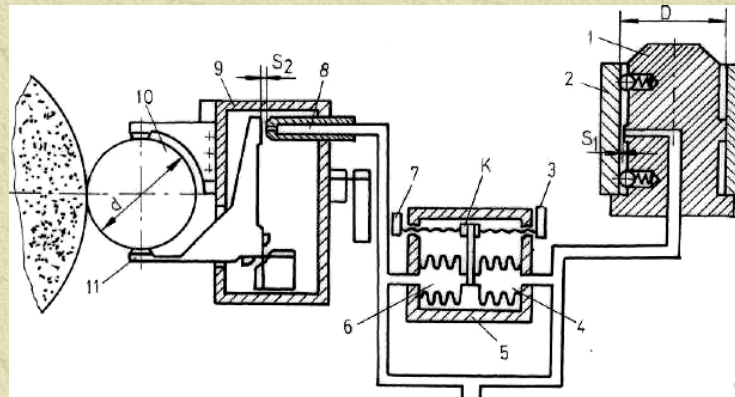
Sa istim uređajem moguće je meriti i unutarnje prečnike.



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Aktivni merni sistemi koji se koriste pri obradi sklopova (otvor - osovina), prikazan je na slici.

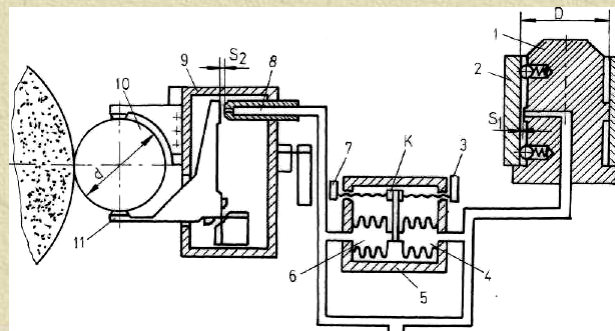
Pored brusilice se postavlja pneumatska merna glava u vidu čepa (1), koja kontroliše već obradjenju čauru (2) (otvor) prečnika D . U zavisnosti od stvarnog prečnika otvora stvoriće se zazor S_1 , koji izaziva odgovarajući pritisak vazduha u desnoj grani (4) pneumatskog diferencijalnog davača sa talasastim cevima (5).



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Na mašini se obradjuje osovina i njen prečnik d meri glava u obliku račve (11). Jedan pipak je nepokretan, a drugi, pokretan, predstavlja dvokraku polugu vezanu oprugama. Drugi kraj poluge i mlaznica ostvaruju zazor S_2 , a grana (8) je povezana sa levom stranom davača (6).

Na početku obrade, koja odgovara gruboj obradi, kontakt (7) i poluga (k) se dodiruju. Kada je skinut dodatak za grubu obradu, kontakti se razdvajaju i daje se mašini komanda za početak završne obrade. Ova obrada se završava kad poluga (k) dodirne kontakt (3), a tada se dobija signal koji zaustavlja mašinu i odmiče nosač sa alatom.



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Regulacija uređaja vrši se pomoću etalona - tačno izradjenog prstena i čepa čija je razlika $D-d=\varepsilon$ - zahtevanom zazoru sklopa.

Na ovaj način se sklopovi visoke klase tačnosti izradjuju vrlo ekonomično. Tolerancija otvora može biti znatna, ali se prema svakom otvoru izradjuje pripadajuća osovina, sa kojom ostvaruje vrlo mali zazor. Dosadašnji način izrade preciznih sklopova baziran je na klasifikaciji otvora i osovina pri merenju i sparivanju, dok je ovim uređajem smanjeno vreme slaganja kompleta, koji će dalje ići na montažu.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

12.3. KONTROLA ZAVRŠENIH OBRADAKA

Aktivni merni sistemi za završene obradke mogu da se koriste pre neke (obično završne) obrade i zovu se preprocesni merni sistemi i uređaji ili posle završene obrade -postprocesni. Izradjuju se kao kontrolni automati.

Kontrolni automati se mogu izradjivati kao:

- univerzalni i
- specijalni.

Univerzalni kontrolni automati mere dimenzije u nekom odredjenom dijapazonu mera, a sama se merna veličina može podešavati.

Specijalni kontrolni automati se izradjuju za tačno odredjeni radni predmet.

Kontrolnim automatima se kontrolišu najčešće jedinstveni radni predmeti: kuglice, valjci, konusne i stepenaste osovine, čaure, vijci, zakovnce i slično.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Automati prihvataju predmete i dovode ih u položaj pogodan za merenje, aranžiraju, zatim prenose (transportuju) do merne glave, mere i klasificiraju prema informacijama dobijenim od merne glave. Prema tome osnovni elementi kontrolnih automata su:

- sredjivači (aranžeri),
- transporteri,
- kontrolni elementi i merne glave,
- klasifikatori (sortirači).

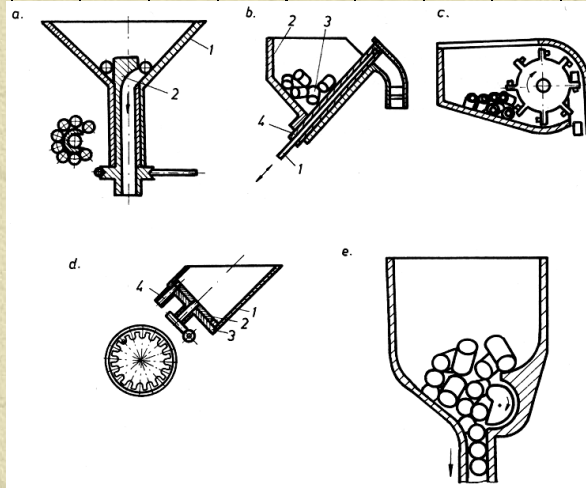
12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Sredjivači (aranžeri) - Zadatak im je napajanje automata, periodičnim pomeranjem u orjentisanom stanju. Po stepenu automatizacije dele se na magazine (poluautomatski) i bunkere (automatski).

Magazini su kasete u koje se postavljaju orjentisani predmeti, a odatle izlaze na transportne elemente. Prosti su po konstrukciji, mala im je proizvodnost (do 1500 kom/h). Bunker se pune većom količinom predmeta odjednom (sipanjem). Konstrukcija zavisi od oblika radnog predmeta i najčešće se koristi za: kuglice, cilindrične i konične valjke, podloške, prstene i stepenaste osovine.

Sredjivanje, u zavisnosti od oblika predmeta, količine i položaja mernih površina može da bude; pojedinačno, grupno, kontinualno.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA



Pojedinačno sređivanje (slike a-d) služi za kuglice od (1-8) mm. Levak (1) služi da se sipaju u njega kuglice. Osovina sa otvorom (2) neprekidno se kreće i u kosi otvor upada najniža kuglica, koja se dalje spušta ka izlazu. Proizvodnost 20.000 kom/h.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Minimalni broj kuglica oko osovine ne manji od 10 kom, a prečnik D se dobija iz odnosa:

$$D = \frac{k - 2 \cdot 9}{\pi} d$$

gde je:

k - broj kuglica oko osovine

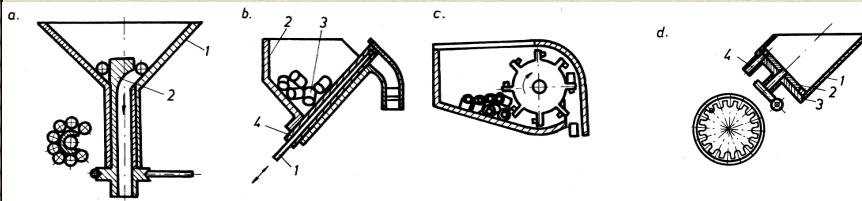
d - prečnik kuglice.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Na sl. b prikazan je bunker za sredjivanje valjčića sa otvorom. Kosina levka je takva da se radni predmeti skupljaju na dnu. Šiljak (1) i čaura (4) kreću se periodično naniže i naviše. U donjem položaju upada valjak i nabada se na šiljak, transportuje se u gornji položaj, šiljak se izvlači, a valjak, orijentisan ulazi u odvodni kanal.

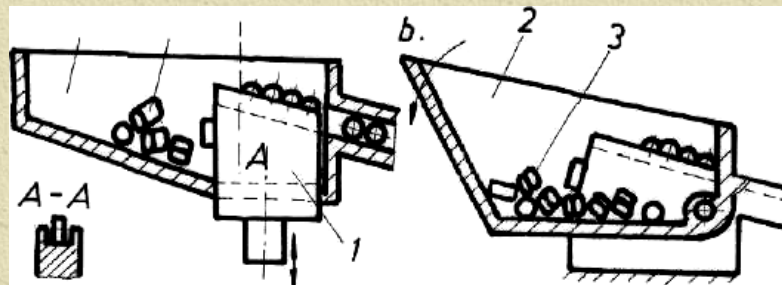
Na sl. c jedan pokretni doboš sa kukama zahvata radne predmete koji nailaze na osovnicu, podiže ih, okreće i ubacuje u odvodni kanal.

Na sl. d vidimo bunker sa obrtnom pločom, koja se okreće kontinualno pomoću puža i pužnog točka. U ploču sa izrezima upadaju kuglice, pa se jedna po jedna, kad naidju na otvor u levku (3) spuštaju u odvodni kanal (4).



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

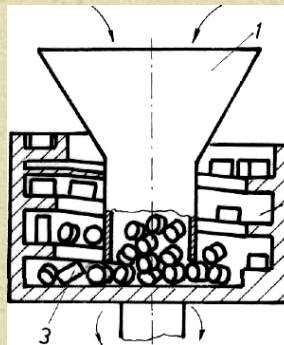
Grupno sredjivanje prikazano je na slikama a,b. Prvi slučaj radi na principu da element za aranžiranje, žljebasto korito (1) vrši kretanje periodično, gore-dole, zahvata više predmeta (utone u predmete) izdiže ih, a odatle se spuštaju strmom ravni. U drugom slučaju levak je klateći. Kad je u gornjem položaju predmeti upadaju na kosu vodjicu.



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

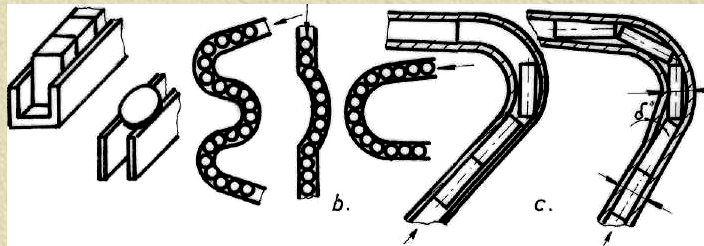
Kod kontinualnog sredjivanja najčešće korišćen oblik je bunker vibracionog tipa (slika). Kroz levak (1) radni predmeti (3) padaju na dno posude (2), a po spiralnim vodjicama posude predmeti se polako kreću naviše usled vibracija izazvanih mehaničkim ili elektromagnetnim pobudama. Ova spirala ima bočni zid samo na gornjoj trećini, kako bi neorijentisani delovi mogli pasti nazad na dno posude.

Sredjivača ima mnogo tipova zavisno od oblika predmeta.



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Transporteri (letve za vodjenje). Transportni elementi služe za premeštanje predmeta od sredjivača do merne glave. Premeštanje može biti: (a) pod dejstvom sopstvene težine (vodjice, letve za vodjenje) ili (b) prinudno (dodavači).



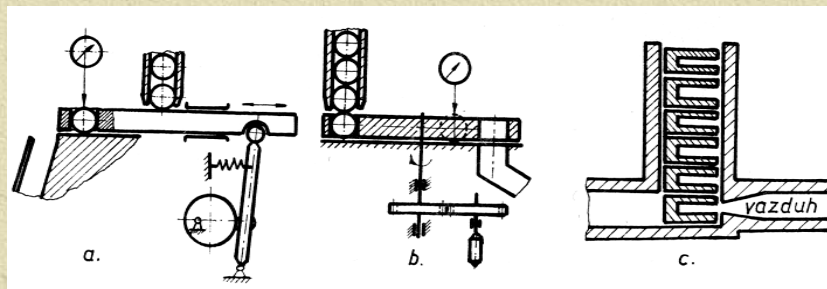
a) Vodjica je najčešće kružna cev ili otvorena cev, u obliku korita, slika. Strmina, oblik, radijus krivine i slično treba da budu takvi da predmet ne zaglavljuje.

Previše strmo vodjenje može da izazove smetnje kod doziranja. Najčešće se ovo sprečava tako što se u blizini dozatora načine kočione krivine (sl. b,c). Ako je predmet valjčast, potrebno je proširiti presek na krivinama, kako ne bi došlo do zaglavljivanja.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

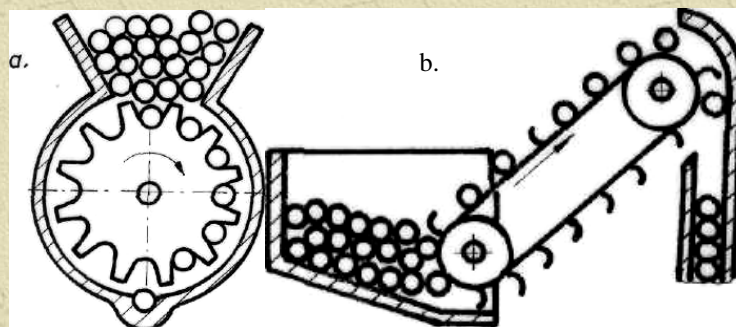
Prinudni transport obično služi za razdvajanje i doziranje količine predmeta, odnosno dodavanje do merne glave u ritmu merenja. Doziranje može biti prekidno ili kontinualno.

Na slici prikazani su periodični dozatori, sa periodično-klatećim elementom (sl.a), sa obrtnim (sl.b) i sa komprimovanim vazduhom (sl.c).



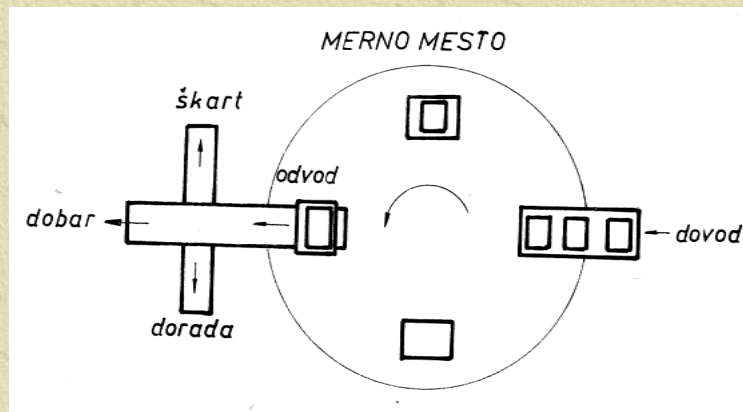
12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Kontinualno rade dozatori sa zvezdastim točkom (sl.a) ili sa transportnim čašama (sl.b).



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Obrtni sto (sl.) na jednom mestu (dovod) prihvata u otvore radni predmet, dovodi ga do mernog mesta, a zatim predmet ispada na element za odvod, odakle se klasira na: dobar, dorada, škart. Stolovi mogu imati jedan, dva ili više mernih mesta, dovoda i odvoda.

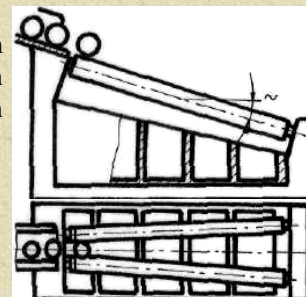


12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Elementi za kontrolu i sortiranje - Njihov najvažniji deo je merna glava, koja može biti mehanička, pneumatska, optička, fotoelektrična, induktivna, elektrokontaktna, ili njihove međusobne kombinacije, pošto su pogodne za davanje impulsa za upravljanje.

Konstruktivni oblik merne glave zavisi od izabrane metode merenja, oblika i gabarita predmeta. Najprostiji merni elementi, bez prenošenja mernog impulsa, sačinjeni su sa kalibrima oblika klina, posebno za fabrike kugličnih ležajeva. Između mernog klina kotrlja se kuglica, dok se mera ne poklopi sa razmakom klina, a tada propadaju u odgovarajući sanduk (slika)

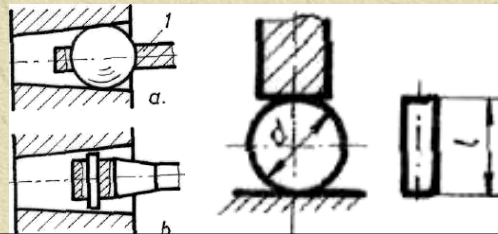
Pomeranje obradaka može biti pod dejstvom sopstvene težine ili prinudno (pomoću transportnih lanaca, puža i slično). Greška ovako sortiranih kuglica ne prelazi 1 μm .



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

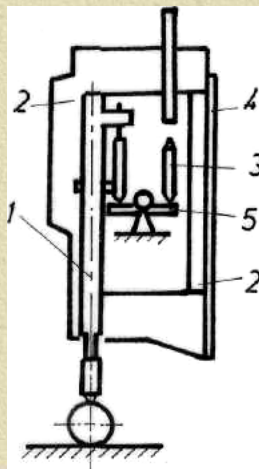
Na sl. a,b prikazana je metoda, gde se konusni klin koristi za merenje prečnika ili dužina. Hod potisne poluge (1) ograničava mera predmeta, pa se ova zavisnost hoda i mere može iskoristiti za upravljanje (uključivanje kontakta, regulisanje prigušenja i slično). Na sl.c, data je kontrolna šema merenja prečnika i dužina pomoću pipka koji se podiže - spušta.

Za dopuštenu grešku veću od $1,5 \mu\text{m}$ primenjuju se jednostavni elektrokontakti davači (primači), a za manje od $1,5 \mu\text{m}$ pneumatski, fotoelektrični, induktivni. Za proveru unutrašnjih mera i kod merenja konusa i rastojanja (između osa otvora najčešće) obično se koristi pneumatska metoda merenja. Međutim, samostalno se ne mogu primeniti u automatima za merenje, pa se kombinuje sa mehaničkim i električnim (kontaktnim) elementima.



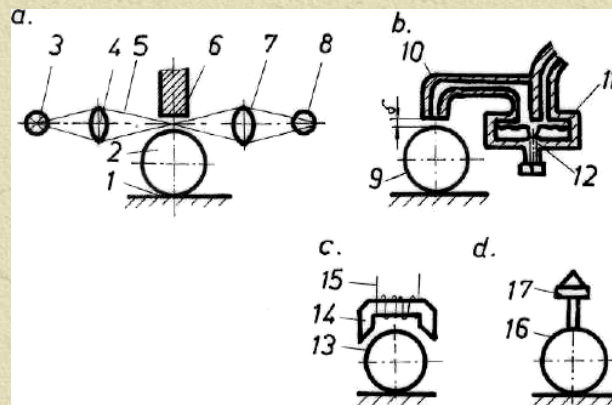
12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Na slici prikazana je pneumatska merna glava čije merno vreteno (1) vertikalno drže dve opruge (2). Pomeranje vretena prenose se preko dvokrake poluge (5) na iglu (3) koja menja zazor mlaznice (4). Pogodan je za klasiranje jedino uz druge elemente, koji kolebanje pritiska pretvaraju u električne signale.



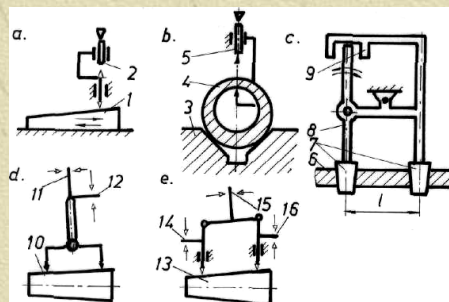
12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Na slici prikazane su metode beskontaktnog merenja: fotoelektrična (a), pneumatska (u kombinaciji sa elektro kontaktom (b)), induktivna (c) i ultrazvuka (d)). Izvor zračenja javlja se generišuća kontura (17), a prijemna, kontura (16). Rastojanje između izvora zračenja i površine koja se kontroliše meri se pomoću sravnjivanja reflektujućih talasa sa etalonom. (Ostali principi rada davača (a,b,c) objašnjeni su u odeljku 4.)



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Uprošćene šeme automatske kontrole oblika i međusobnih položaja površina date su na slici.



Odstupanje paralelnosti omogućeno je davačem (2) pri kretanju obradka (1) nezavisno od debljine radnog predmeta (a). Razlika debijine čaure (4) vrši se uz korišćenje prizme (3) uz davač (5) za prvi obrt mernog predmeta (b). Rastojanje između osa otvora prikazano je na šemi (c). Konusni čepovi, na rastojanju L stavljaju se u otvore mernog predmeta. Poluga (8) je zakretna i omogućava uključivanje levog ili desnog kontakta, koji označavaju škart (-) ili škart (+), dok poluga u središnjem položaju označava dobar komad.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Pri velikom broju mernih mesta automati za merenje imaju više mernih stanica, pomoću kojih se vrši kompletna kontrola predmeta. Rezultati merenja pamte se pomoću memorije, koja upravlja radom sortiranih elemenata i usmerava izmereni predmet u odgovarajući sanduk.

Istovremena kontrola dimenzije (srednje veličine prečnika) i konusnosti prikazana je na (d). Odstupanje veličine prečnika vrši se podizanjem i spuštanjem pipaka davača (12), a konusnosti horizontalnim pomeranjem mernog predmeta (10).

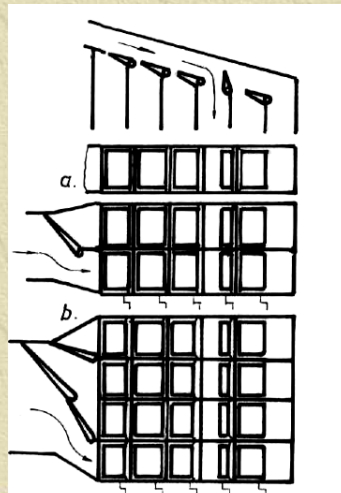
Pomoću davača (14) i (16) u šemi (e) kontrolišu se prečnici na dva poprečna preseka mernog predmeta istovremeno, dok se konusnost mera davačem (15).

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Klasifikatori

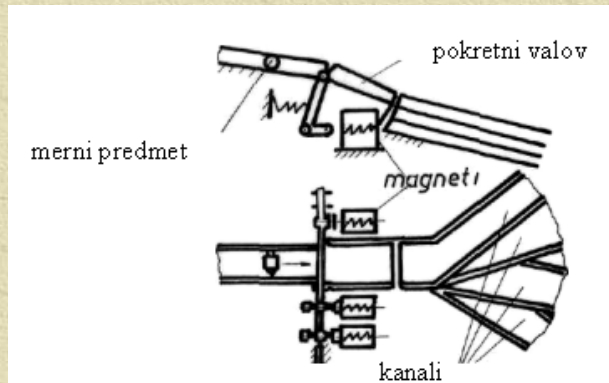
Razdvajanje radnih predmeta iz istog dimenzinog područja vrše klasifikatori, koji dobijaju impuls od merne glave - informaciju o veličini mernog predmeta.

Vrlo rasprostranjeni klasifikatori su sa kosom ravni, gde se merni predmeti premeštaju sopstvenom težinom, a odizanje rampe (1) postiže se uz pomoć električnog signala. Na sl. a,b,c prikazani su sortirani elementi (klasifikatori sa jednim, dva i četiri reda otvora).



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

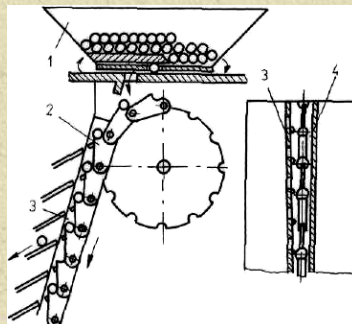
Na slici prikazan je klasifikator lepezastog tipa. Pokretni kanal se kreće u vertikalnoj ravni, a kretanje regulišu elektromagneti preko impulsa dobijenog od merne glave. Pokretni valov razdvaja predmete prema dimenzijama u odvojene kanale klasifikatora. Ovom se uređaju može dodati i okretač mernog predmeta, ako to oblik predmeta zahteva.



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

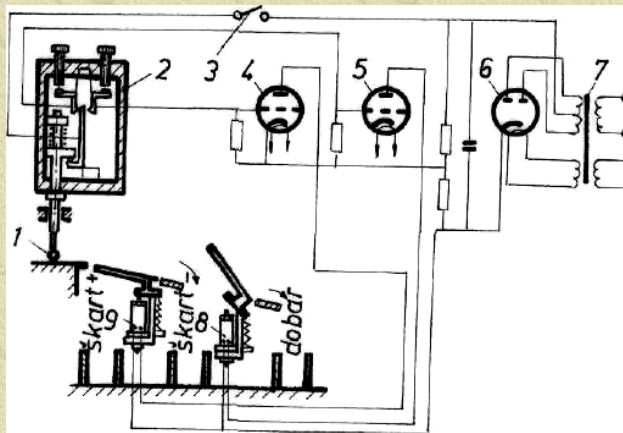
12.4. KONTROLNI AUTOMATI - IZVEDENI PRIMERI

Na slici dat je primer mehaničkog automata za sortiranje kuglica. Iz bunkera (1) kuglice, po jedna padaju u gnezda transportnog lanca (2), koji se kreće naniže između dva lenjira, glatkog (4) i rebrastog (3), koji obrazuju klin. Kuglica koja se susretne sa rebrom, čije je rastojanje do glatkog lenjira manje od prečnika kuglice, zadržava se i klizi po rebri u odvodni žijeb. Automat omogućava sortiranje kuglica od (Ø4 do Ø10)mm, sa po 10 klasa veličine od (1-10) µm. Proizvodnost (15.000-18.000) kom/h.



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Automati elektrokontaktnog tipa imaju dosta veliku tačnost i stabilnost rada, pa su vrlo rasprostranjeni u industriji. Na slici data je principijelna šema automata sa relejem.

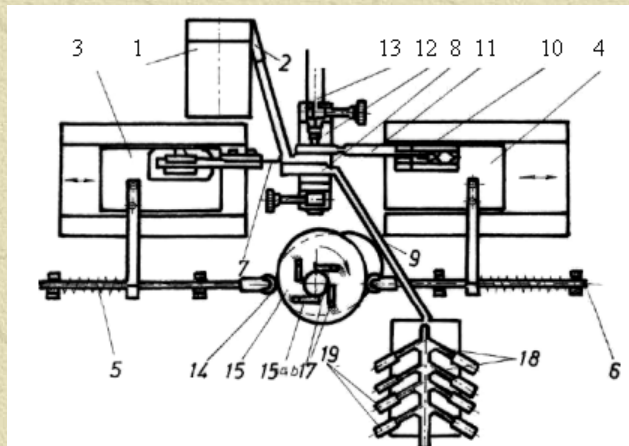


12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Radni predmet (1) dodavačem se dotura ispod pipka merne glave (2) (elektrokontaktna glava). Pred kraj merenja breg automata ukjučuje prekidač (3), pa se time glava spaja sa električnim blokom. Blok se sastoji od transformatora, ispravljača, potencijetra i pojačivača (7, 6, 5, 4). Pri razmaknutim kontaktima u mernoj glavi, potencijali mreže i pojačivača (4) i (5) su jednaki, tako da je omogućen prolaz toka kroz pojačivače, koji omogućuju držanje kotvi elektro-magneta (9) i (8) u pritegnutom stanju, tako da kuglica prolazi preko kose ravni i upada u sanduk, gde se skupljaju kuglice čiji je prečnik u granicama tolerancije, Kad je kontakt uključen, javlja se razlika potencijala, što dovodi do otpuštanja kotve, tako da opruga odiže odgovarajuću rampu, a kuglica upada u škart (+) (dorada) ili škart (-) preradu.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Merni automat na slici - meri kuglice dimenzija 0,8 do 3 mm. Maksimalni kapacitet 4000 kom/h. Merna nesigurnost je (0,1 - 0,3) μm (zavisno od veličine podešene klase). Klasira u 10 klasa i škart (-) i škart (+) grupu. Merni stepeni se mogu podesiti 0,25 - 10 μm .



12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Funkcionisanje: vibracioni bunker (1) transportuje kuglice u magazin (2). S leve i desne strane mašine poluge (5) i (6) prema unapred pripremljenom programu pokreću uzdužna vretena kolica (3) i (4). Za kolica je vezana šipka dozatora (7), odnosno potiskivač, koji kuglice iz magazina (2) pojedinačno potiskuje u unapred određeno mesto mernog stola (8), a nakon merenja potiskuje dalje u kanal za klasiranje (9). Na kolica (4) pričvršćen je merni lenjir (11) koji je obrtan oko tačke (10). Kuglice se kotrljaju između ovog lenjira i mernog stola, kratko pre početka merenja i posle merenja. Visinu obrtne tačke (10) moguće je podešavati, kako bi merne površine išle paralelno sa površinom mernog stola i pri kotrljanju kuglica. Ovo je potrebno zato što merni čep ne dodiruje neposredno kuglicu, već se oslanja na merni lenjir, sa tačno paralelnim površinama koji je utisnut između mernog čepa i kuglice.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Merni lenjir, prema dimenziji kuglice stvara odgovarajući pritisak na merni čep indukcionog indikatora (13), tako da se na taj način dobija odgovarajući impuls. Na pogonsku osovinu su postavljene bregaste ploče (16a) i (16b), koje upravljaju 4 para električna kontakta. Na ovu osovnu su postavljene i ploče (14) i (15) koje pokreću kolica (3) i (4). Ako kuglica dospe u osu mernog čepa zatvara se kontakt (17). Usled ovog se stvara električni impuls trajanja 10-3 s, koji aktivira uređaj za elektronsko memoriziranje rezultata merenja. Memorija ovde služi za regulisanje klasifikatora (18), kako bi se otvorio određeni kanal pred kuglicom.

12. AUTOMATIZACIJA MERENJA

Šema na slici prikazuje elektrokontaktni automat, za merenje i sabiranje kuglica u 10 grupa.

Merni predmeti dolaze iz bunkera (12), a aranžer (4) ga dovodi pod pipak davača (5) u ritmu merenja, dejstvom poluge (15) i brega. Pipak je u dodiru sa kazaljkom (10) preko pljosnate opruge (sl.b). Kazaljka je obrtna oko osovine (13) i nosi na sebi pločicu (9) i kotvu (13). U stanju mirovanja pritegnuta je magnetom (14) i zatvara odgovarajući kontakt (7). Češljasta ploča (8) služi za to da se ne bi uključila dva kontakta odjednom. Signal od merne glave (davača) omogućuje odizanje odgovarajuće rampe, tako da kuglica preko odvoda (3) odlazi u odgovarajuću pregradu i sanduk (1).

