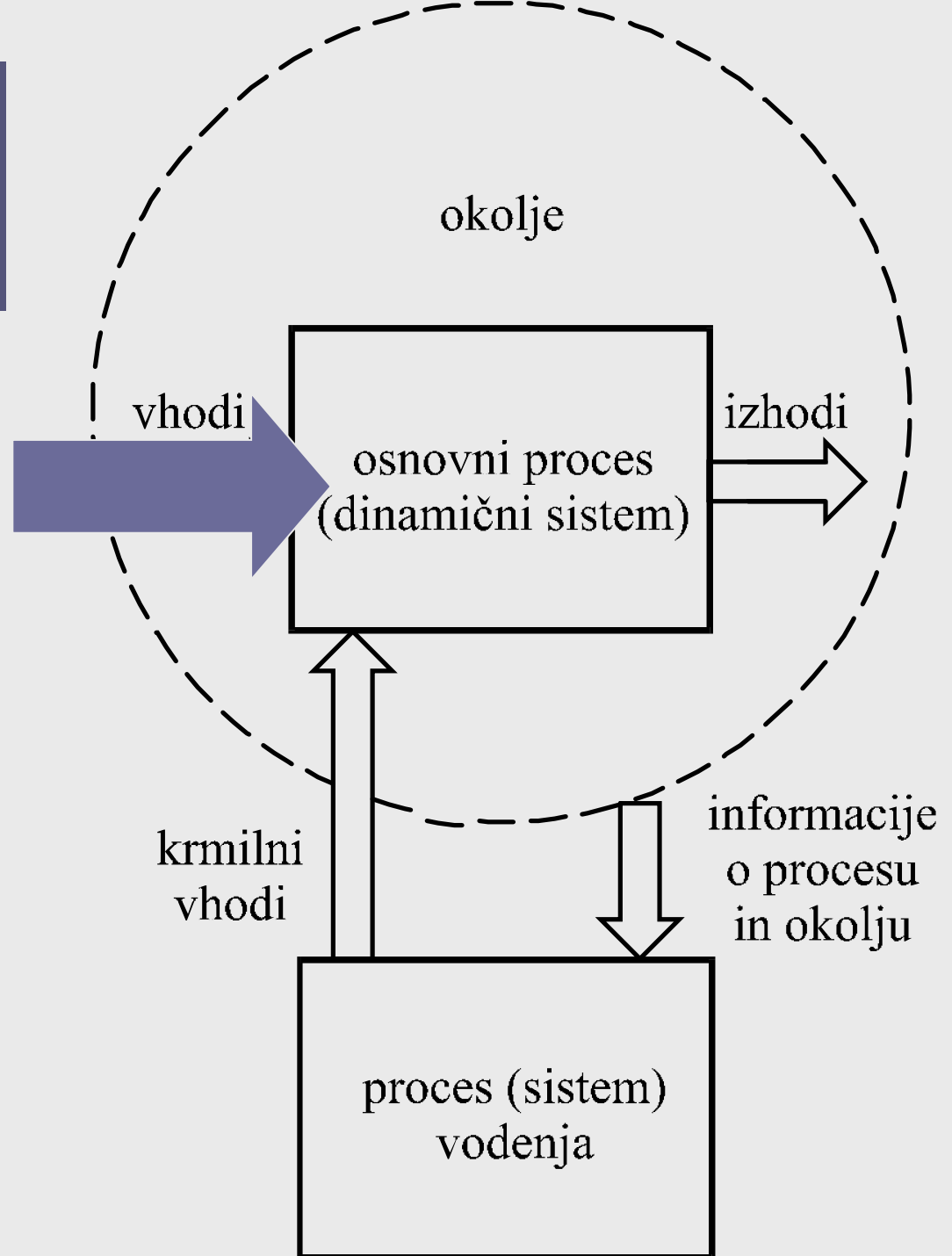


SENZORJI

VLOGA V SYSTEMU VODENJA

- Senzorji kot vhodni elementi spremljajo dogajanje v procesu in posredujejo stabnje nadzornemu sistemu oz. sistemu za vodenje.



NAMEN IN CILJI SENZORIKE

- **Senzorji** so naprave, ki obveščajo nadzorni sistem o dogajanju v procesu;
- **Nadzorni sistem:** določa katere parametre je potrebno spremljati za pravilno delovanje sistema (fizikalne - temperaturo, tlak, vlago, itn ...).
- Nadzorni sistem upravlja z električnimi signali, zato je potrebno fizikalne izhode spremeniti v električni signal.

VRSTE SENZORJEV

- Pretvorniki: energijski pretvorniki (pretvorba iz ene oblike v drugo) tipični izhodi
- (0-20mA, 4-20mA, 0-5V, 0-10V, 1-5V)
- **Nekateri tipi:**
 - Senzor pozicije
 - Senzor hitrosti
 - Senzor bližine/oddaljenosti
 - Senzor obremenitve
 - Senzor pritiska

SENZORJI POZICIJE – merilniki položaja in zasuka

Merilniki položaja (linearni dajalniki) in zasuka (rotacijski dajalniki):

- merijo bolj natančno od μm
- so zelo natančni
- so zelo občutljivi na tresenje in se lahko hitro zlomijo
- absolutni dajalniki (Grayeva koda)
- inkrementalni dajalniki (selektivni):
 - nam povejo število impulzov od začetka
 - imamo dva vlaka pulzov

SENZORJI POZICIJE

- Informacija je podana v stopinjah (kot zasuka)
– rotacijski senzorji
- Informacija podana v mm (dolžina) linearni senzorji
- Rotacijski senzorji: rotacijski potenciometri – spreminjajo kot zasuka v električno napetost.
- Optični rotirajoči encoder – uporablja oddajno in sprejemno diodo ter vrtljiv disk.
- Laserski merilniki

LINEARNI-ABSOLUTNI SENZOR POTI



Linearni absolutni senzor poti deluje na principu magnetostrikcije ter tako pretvarja trenutno pozicijo v elek. informacijo. Širok spekter različnih oblik izhodnega signala omogoča množično uporabo pri različnih prikazovalnih ali krmilnih sistemih

SENZORJI POZICIJE

- Informacija je podana v stopinjah (kot zasuka) – rotacijski senzorji
- Informacija podana v mm (dolžina) linearni senzorji
- **Rotacijski senzorji: rotacijski potenciometri – spreminjajo kot zasuka v električno napetost.**
- Optični rotirajoči encoder – uporablja oddajno in sprejemno diodo ter vrtljiv disk.
- Laserski merilniki

Krožni senzor RS90



- Krožni senzor notranji premer 90 mm za nadzor izmetavanja večjih delov
- napajanje 15 - 30 V DC poraba 200 mA
- max. frekvenca 200Hz izhod PNP ali NPN občutljivost

SENZORJI POZICIJE

- Informacija je podana v stopinjah (kot zasuka) – rotacijski senzorji
- Informacija podana v mm (dolžina) linearni senzorji
- Rotacijski senzorji: rotacijski potenciometri – spreminjajo kot zasuka v električno napetost.
- Optični rotirajoči encoder – uporablja oddajno in sprejemno diodo ter vrtljiv disk.
- Laserski merilniki

INKREMENTALNI-DAJALNIKI



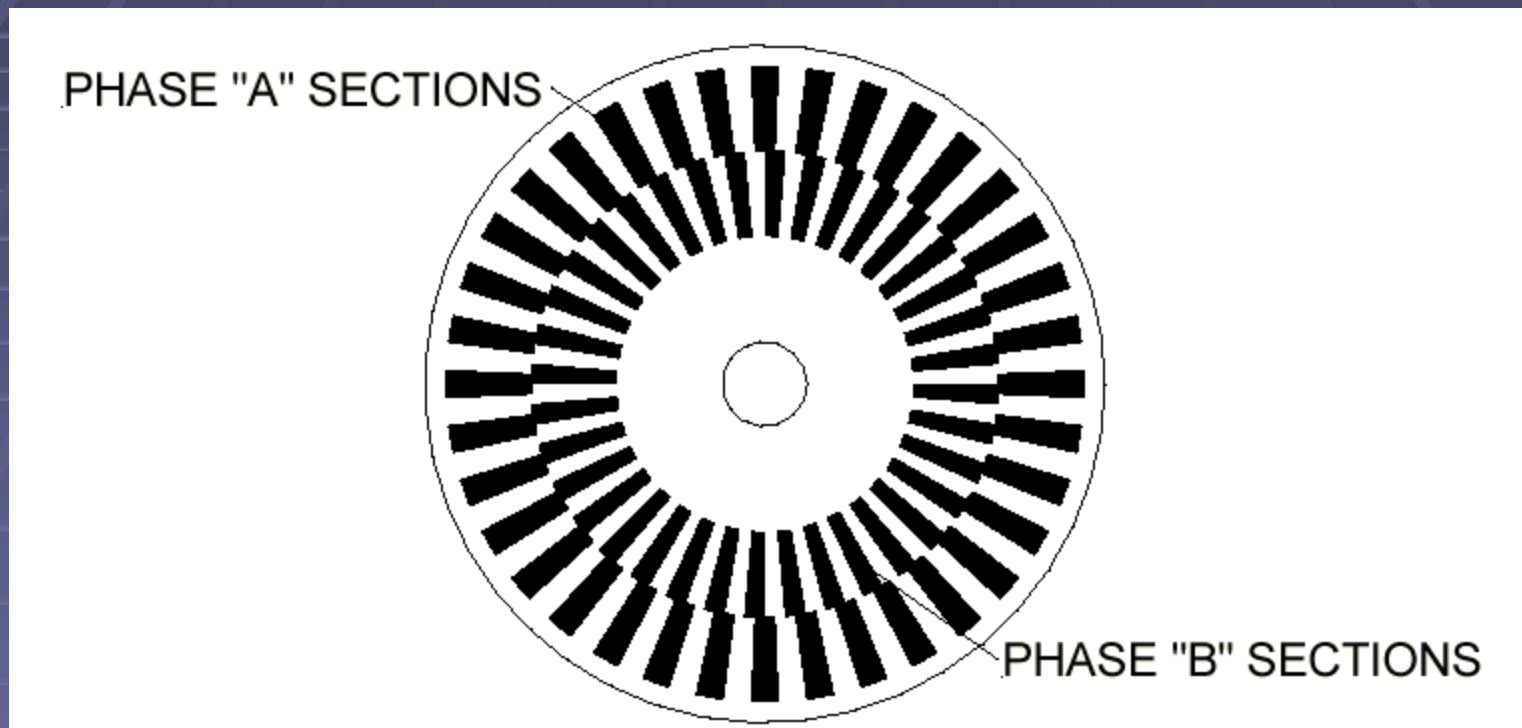
Rotacijsko gibanje se v inkrementalnem dajalniku obdela in ovrednoti kot električni signal. Natančno dojetanje mehansko krožnemu premikanju in pretvarjanju le tega v elek. signal je izrednega pomena za natančne funkcije pozicijskih- in CNC krmilnikov.

INKREMENTALNI-DAJALNIKI

Imenujemo ga tudi serijski dajalnik. Položaj rotorja določimo na osnovi obdelave samo treh signalov. V grobem jih delimo:

- inkrementalne dajalnike s pravokotnimi pulzi
- inkrementalne dajalnike s sinusnimi pulzi.

INKREMENTALNI-DAJALNIKI



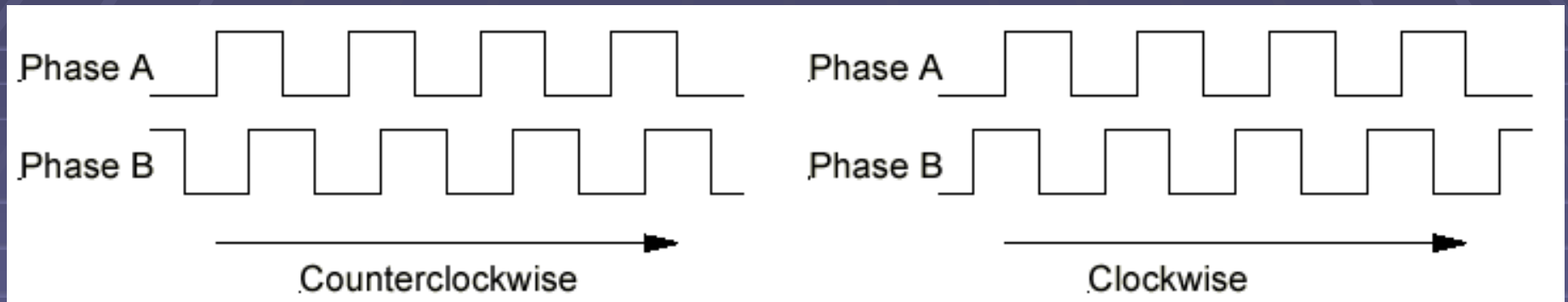
Disk oz. plošča inkrementalnega dajalnika

INKREMENTALNI-DAJALNIKI



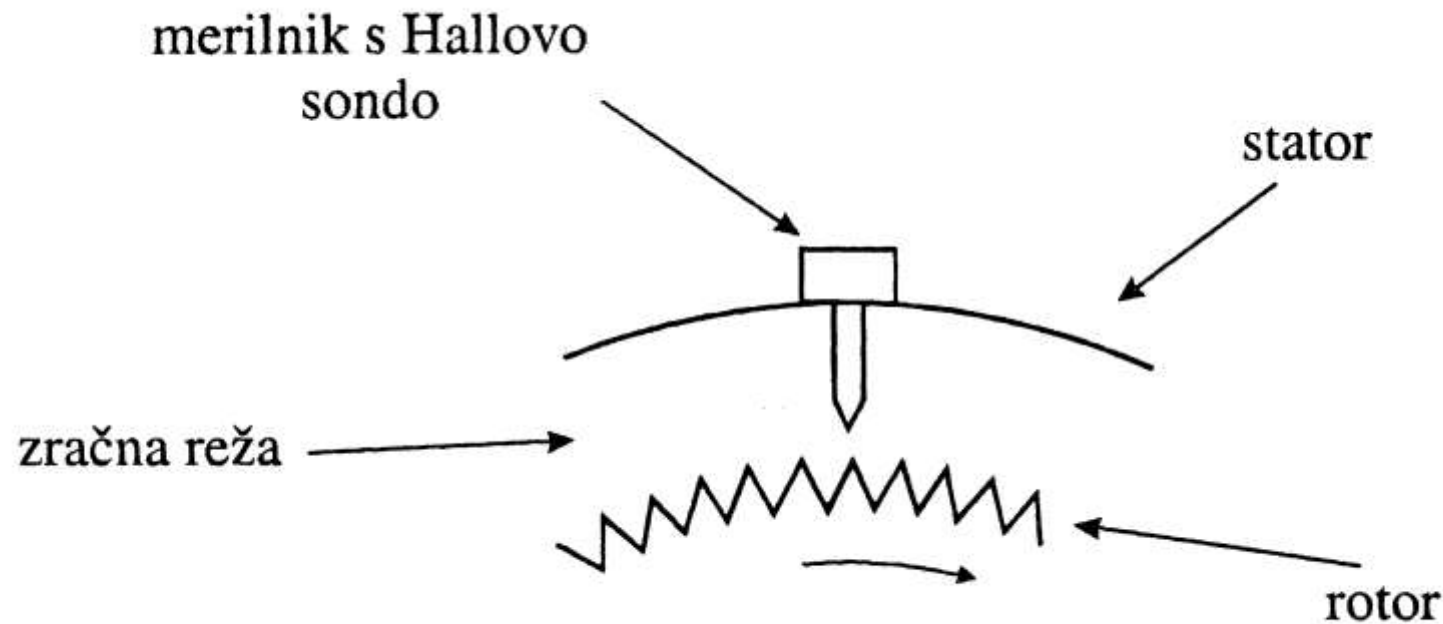
Disk oz. plošča inkrementalnega dajalnika z referenčno točko.

INKREMENTALNI-DAJALNIKI



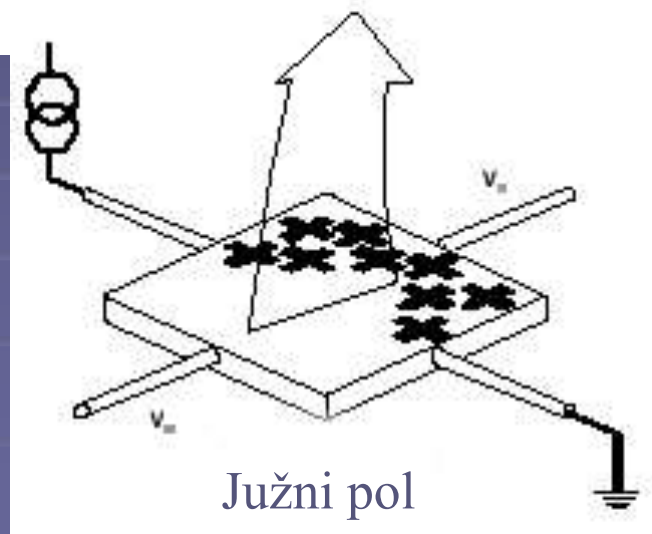
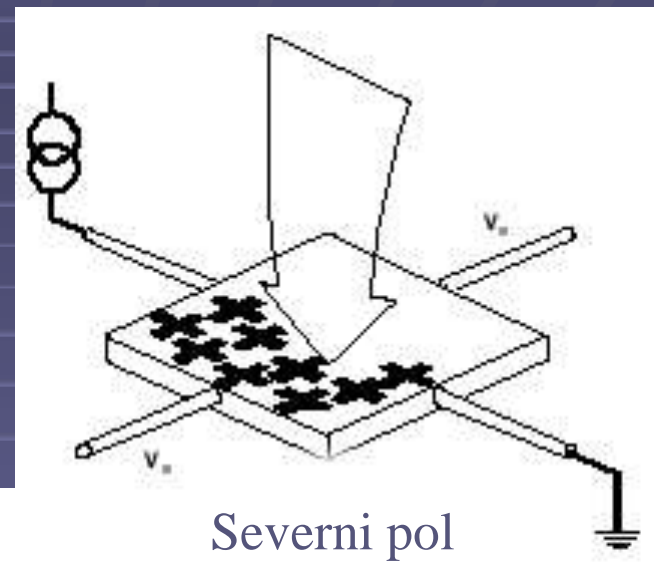
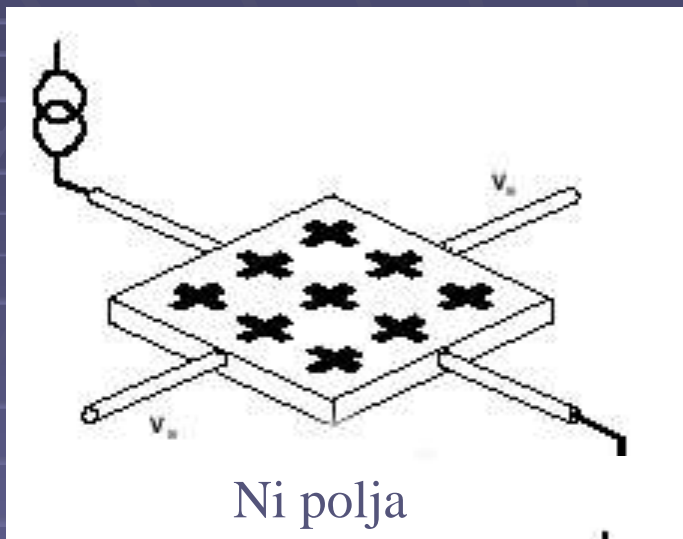
Izhodni signali inkrementalnega dajalnika

Inkrementalni dajalnik s sinusnim signalom

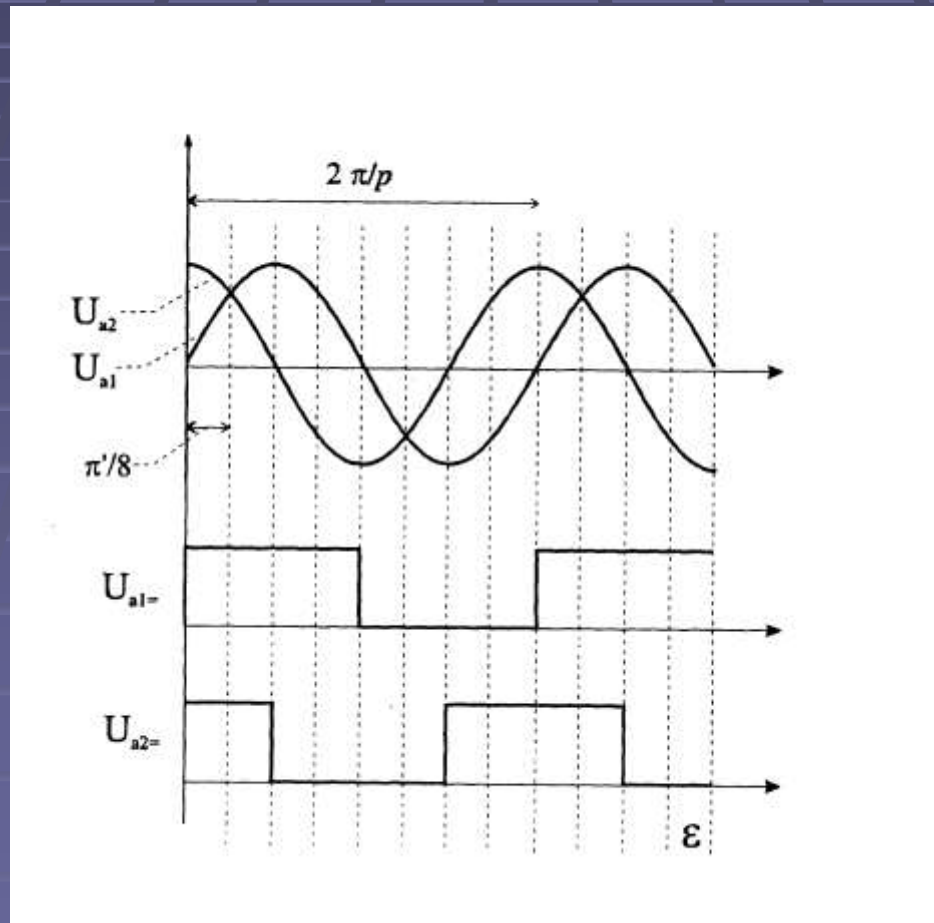


Induktivni merilnik položaja

Hallove sonde - princip delovanja



Inkrementalni dajalnik s sinusnim signalom



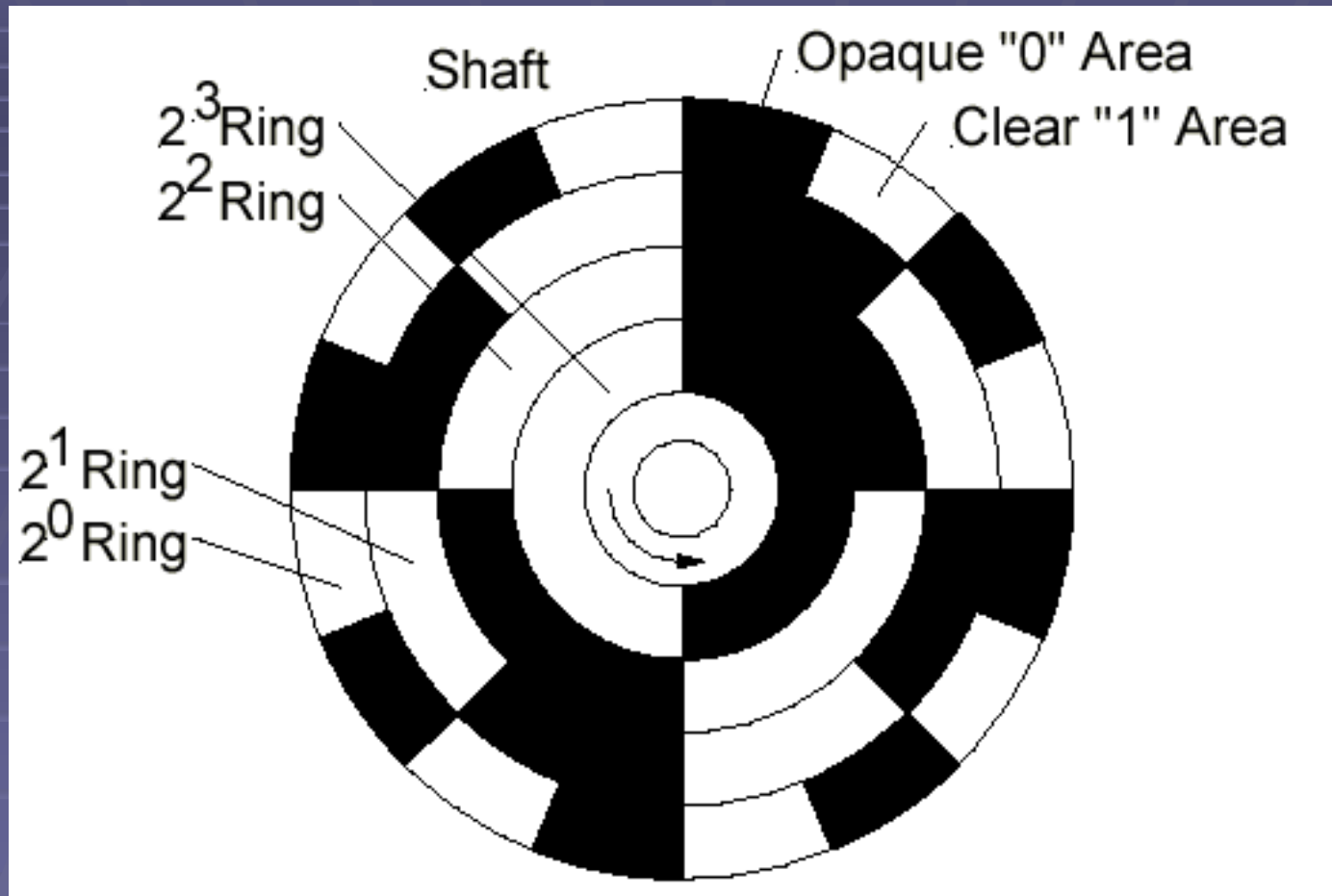
Induktivni merilnik položaja

ABSOLUTNI-DAJALNIKI



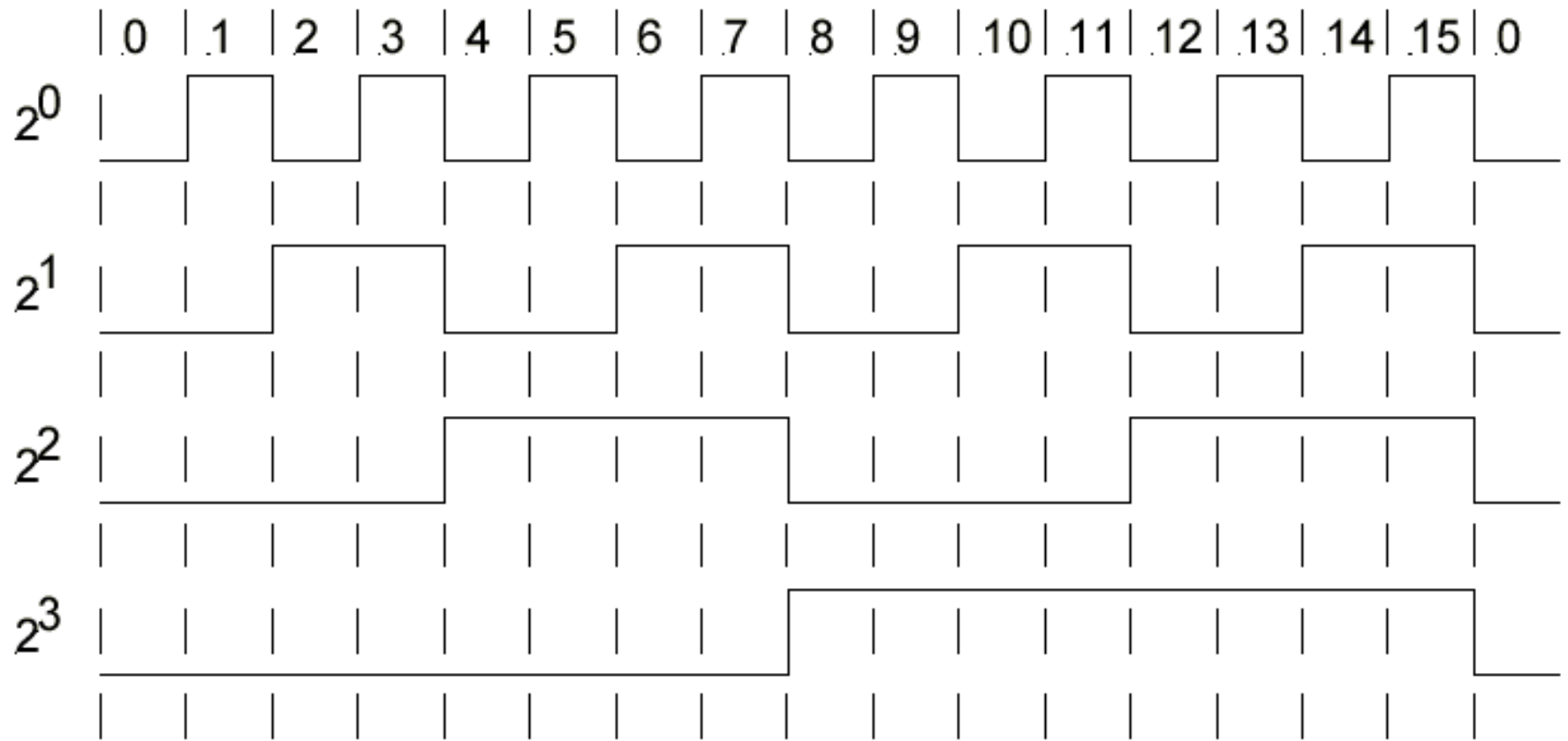
V nasprotju z inkrementalnim dajalnikom, nam absolutni dajalnik omogoča nemudoma dostop do pozicijske vrednosti. Zavrtimo merilni sistem v izklopljenem stanju, je aktualna pozicija nemudoma prisotna ob ponovnem priklopu napajalne napetosti.

Absolutni dajalnik



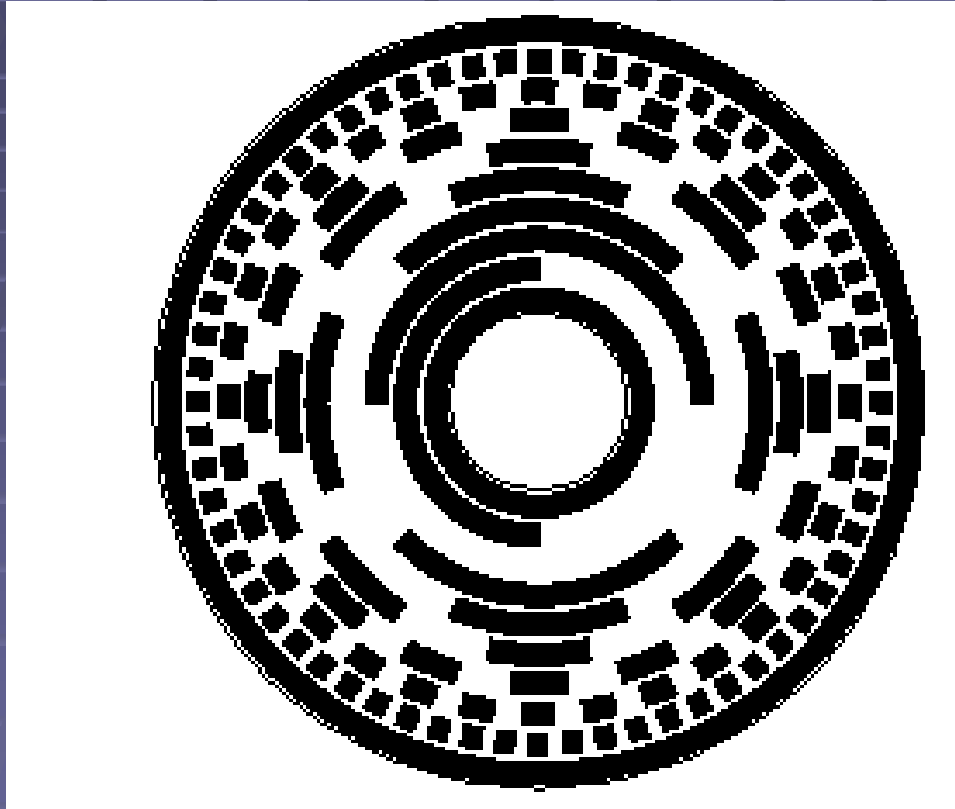
Disk 4-bitnega binarnega optičnega absolutnega dajalnika

Absolutni dajalnik



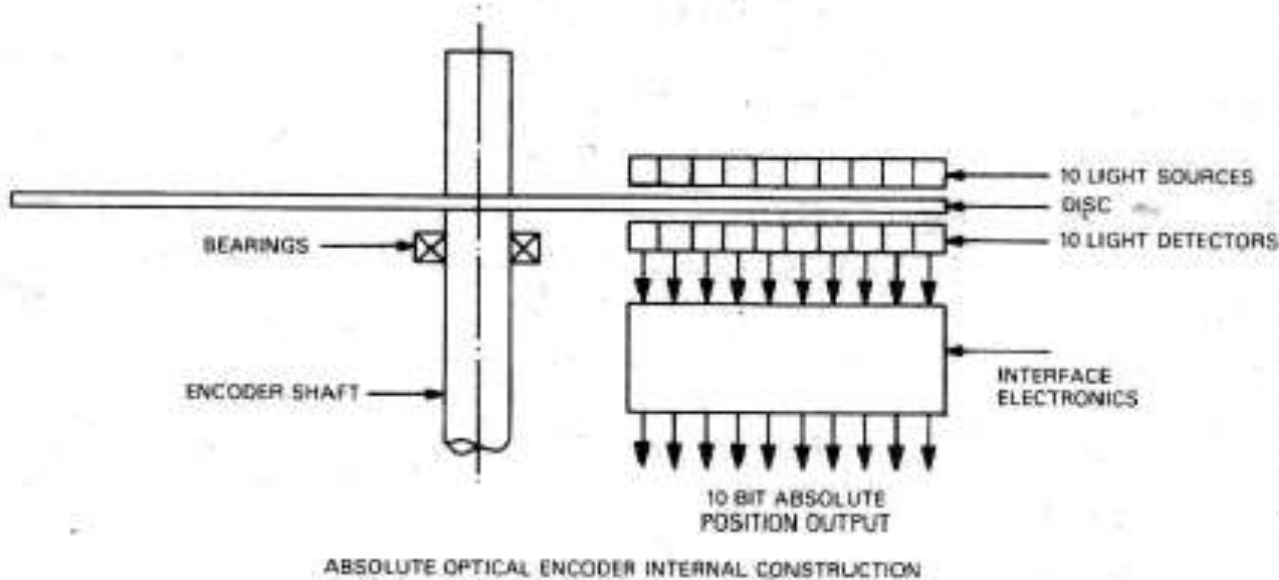
Izhodni signali 4-bitnega absolutnega dajalnika

Absolutni dajalnik



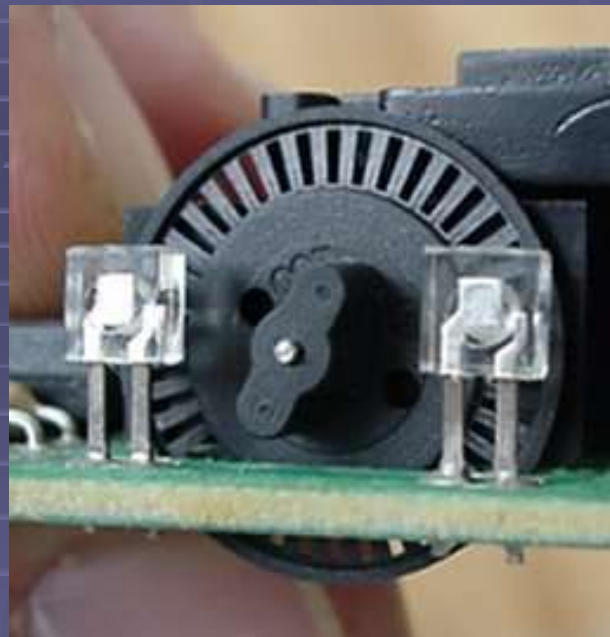
Disk absolutnega dajalnika z Gray-evo kodo.

Absolutni dajalnik



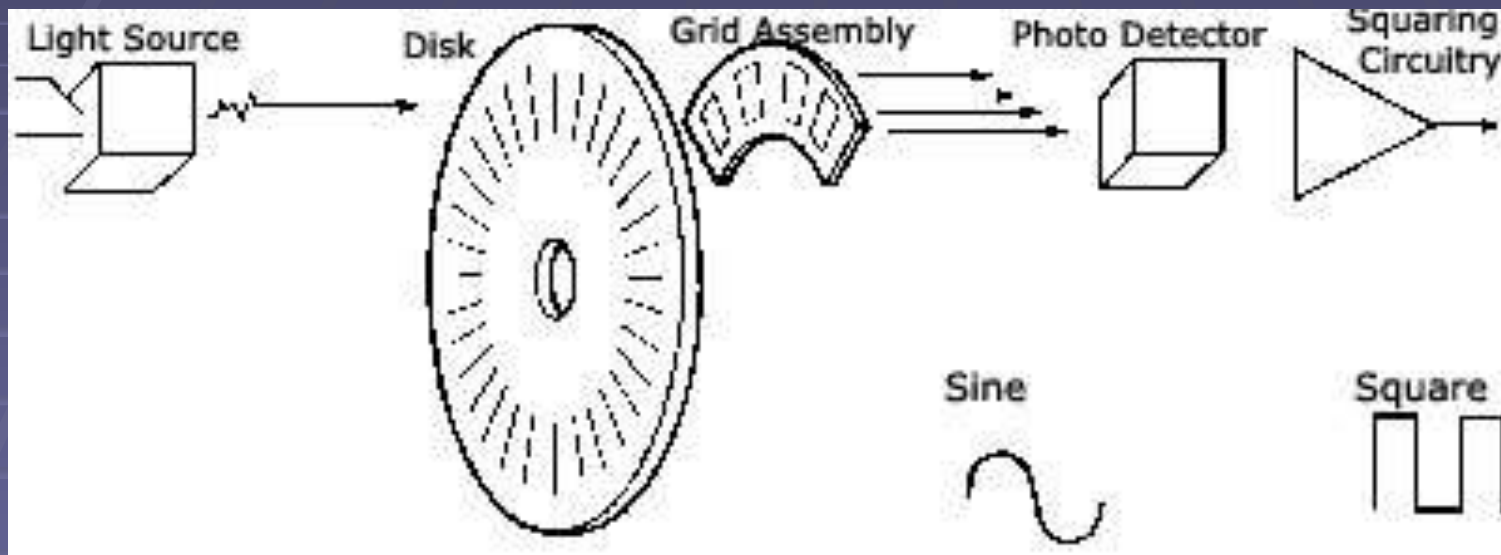
Disk absolutnega dajalnika z logičnim vezjem za pretvorbo Grayeve kode v binarno.

Dajalnik pozicije - enkoderji



Ko miško premikamo po podlagi, se kroglica vrti. Ob kroglici sta dva valjčka, postavljena pravokotno drug na drugega, ki se vrtita skupaj s kroglico. Na vsakega od teh valjčkov je pritrjeno kolesce, ki mu pravimo enkoder (encoder). Po obodu enkoderja so razporejene luknjice, ob katerih sta dva para svetlečih in foto diod. Ko svetleča dioda skozi luknjico na obodu kolesca posveti na foto diodo, je tok sklenjen.

Dajalnik pozicije - enkoderji



Princip delovanja enkoderja

SENZORJI POZICIJE

- Informacija je podana v stopinjah (kot zasuka) – rotacijski senzorji
- Informacija podana v mm (dolžina) linearni senzorji
- Rotacijski senzorji: rotacijski potenciometri – spreminjajo kot zasuka v električno napetost.
- Optični rotirajoči encoder – uporablja oddajno in sprejemno diodo ter vrtljiv disk.
- **Laserski merilniki**

LASERSKI MERILEC ODDALJENOSTI

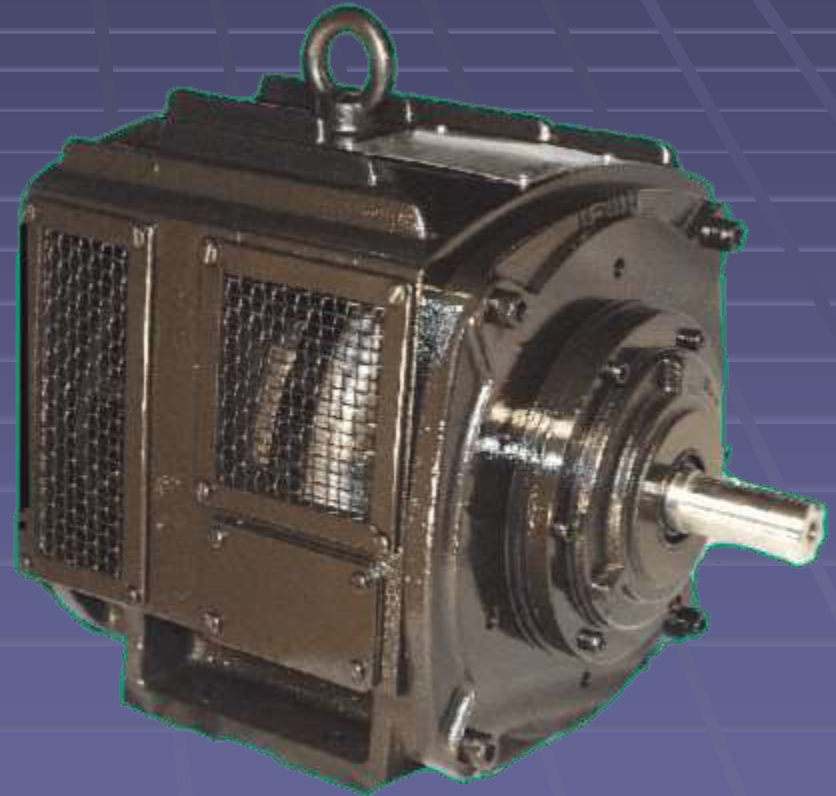


- Laserski merilci oddaljenosti serije LE so optični senzorji, ki brez dotika merijo razdaljo med senzorjem in reflektorjem.

SENZOR HITROSTI

- Senzor, kateri ima na izhodu električno veličino sorazmerno merjenim obratom.

TAHO GENERATOR



Electronic Tacho-Generator



(DT58/6 - 120 / 1500 / 10V)

Electronic Tacho - Generator

Body Dia

Shaft Dia

Output voltage

RPM of the shaft

PPR

It generates 0-10V DC analog signal (factory set) proportional to the rpm of the Tacho-generator shaft. 10V output can be given at the maximum specified rpm which can be from 5 rpm to 6000 rpm. Alternatively a current signal of 4-20 mA or 0-20 mA can also be provided instead of voltage output.

SENZORJI ODDALJENOSTI

- Nadzornemu sistemu posreduje informacijo na kakšni dolžini se nahaja merjeni element.
 - Končno stikalo (Induktivni senzorji, kapacitivni senzorji)
 - Optični senzorji

Ultrazvočni detektor



Metode merjenja z ultrazvokom

- Uporaba za merjenje dimenzij ali sprememb organov, za merjenje nivojev, itd.
- Potrebna oprema je ultrazvočni izvor in sprejemnik z $f=20\text{kHz-MHz}$. Generatorji delujejo na principu megnetostrikcije in piezo efekta.
- Merimo absorbcijo zvoka ali čas preleta od izvora do sprejemnika zveznega ali impulznega nihanja ali čas do prvega odboja, ker jih je veliko. Čas merimo anlogno preko nivoja žagaste napetosti ali digitalno. $\tau = l / c$



Induktivni senzorji



- Omogočajo zaznavo predmeta oddaljenega največ 60 mm.
- Induktivni senzorji ustvarjajo v svoji bližini oscilirajoče magnetno polje.
- Ko se pred senzorjem pojavi kovinski predmet, se oblika in velikost polja spremenita. Senzor zazna spremembo in preklopi polprevodniško stikalo ali ustvari tokovni impulz, katerega velikost je odvisna od razdalje med predmetom in senzorjem.

Induktivni senzorji

- Na voljo je več načinov priključitve senzorjev. Na voljo so v različnih dimenzijah v plastičnem ali kovinskem ohišju.
- Izbiramo lahko med AC in DC napajalno napetostjo. Senzorji so zaliti z umetno smolo, ter tako dobro zaščiteni pred motnjami v industrijskem okolju.

Kapacitivni senzorji



- Omogočajo zaznavo oddaljenega predmeta na osnovi njegovih dielektričnih lastnosti.
- V senzorju sta vgrajeni dve elektrodi, ki predstavljata kondenzator. V primeru, da med njiju postavimo predmet z relativno dielektrično konstanto večjo od 1, se kapacitivnost kondenzatorja občutno spremeni.

Kapacitivni senzorji

- Sprememba kapacitivnosti sproži delovanje oscilatorja in v končni fazi ustvari izhodni signal (oziroma preklopi polprevodniško stikalo).
- Na voljo so v različnih dimenzijah v plastičnem ali kovinskem ohišju. Izbiramo lahko med AC in DC napajalno napetostjo.

Fotoelektrični senzorji



- So primerni za zaznavanje kakršnegakoli predmeta (neprozoren, prozoren ali odbojen) in so primerni za uporabo v različnih industrijskih, komercialnih in hišnih aplikacijah.
- Uporabljamo pet sistemov zaznavanja:
- Presvetljevanje - predmet seka žarek med oddajnikom in sprejemnikom
- Odboj - žarek, ki se prekine, se odbija od reflektorja; oddajnik in sprejemnik sta nameščena v istem ohišju.

Fotoelektrični senzorji

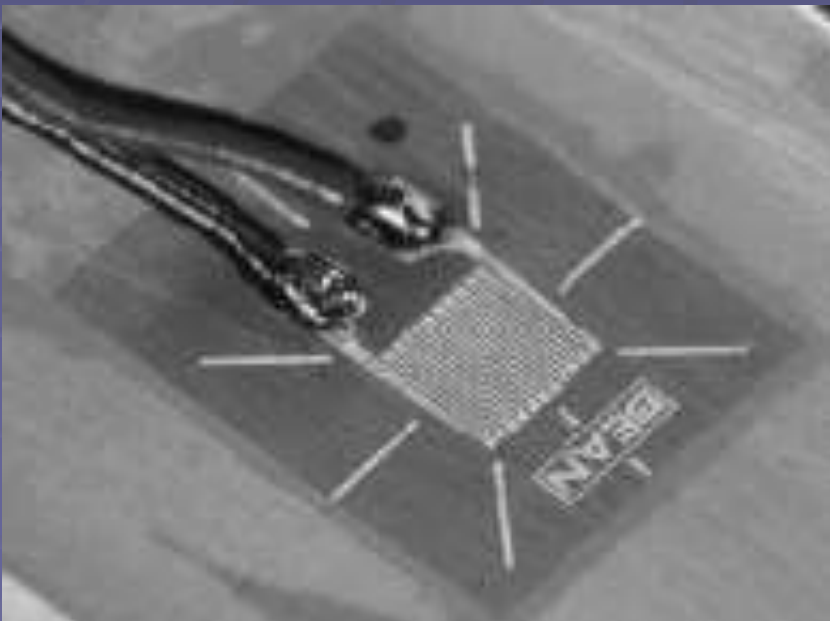
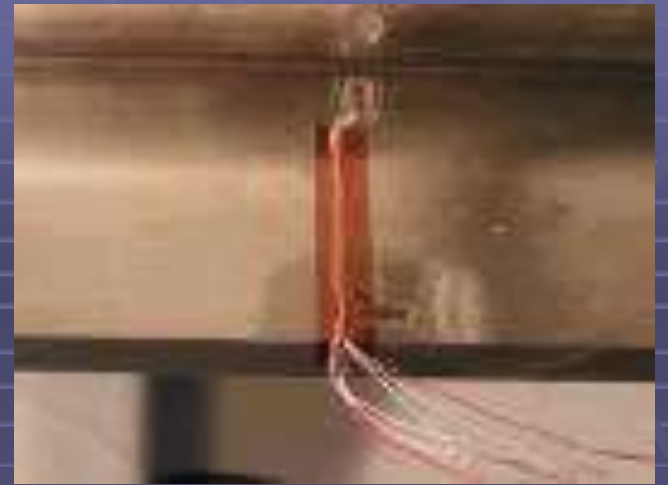
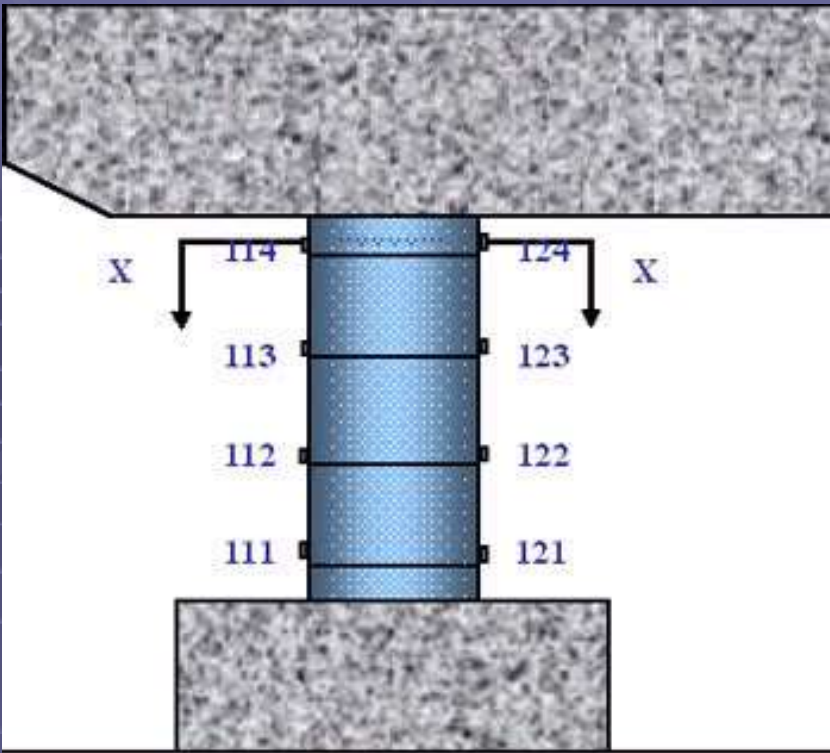
- Polariziran odboj - oddani žarek je horizontalno polariziran, reflektor ga zavrti za 90° za sprejem na sprejemniku.
- Razprševanje - zaznava odboj žarka od premikajočega se objekta
- Razprševanje z zmanjševanjem vpliva ozadja - če ozadje odbija žarke, se zmanjša občutljivost senzorja; z zmanjševanjem vpliva omejimo možnost napake.

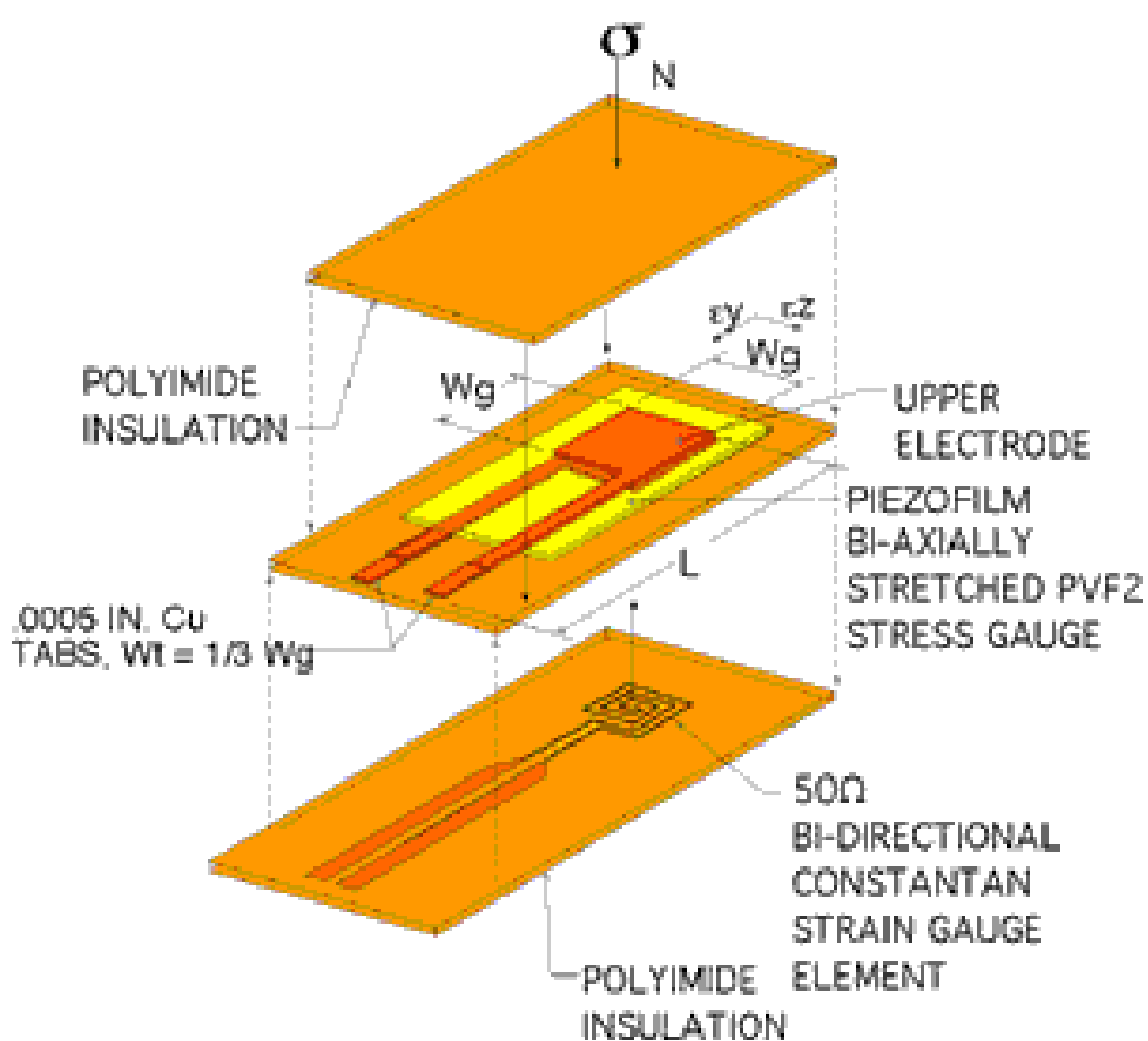
SENZORJI OBREMENITVE

- Merijo mehanično silo in jo pretvarjajo v električno.
 - električni (bi-metal)
 - mehanični (strain gauges)

Mehanični (strain gauges)

- Kovinski lističi:
- Raztezki so majhni
- R je proporcionalna raztezku.
- Največ so v uporabi merilni trakovi, to je kovinska žica nanešena na foliji, ki jo tanko nalepimo s lepilom na podlago. Odziva se v frekvenčnem področju ($0-10^6$ Hz), občutljiv je na vlago, temperaturo in lepljenje.





SUPERIMPOSED STRESS/STRAIN GAUGE

TEMPERATURNI SENZORJI

S spremembo temperature, se senzorju spremeni fizikalna odvisnost.

- Bi-metalni ali termočleni
- Temperaturno odvisni upori (PTK, NTK)

Termometrija

Mnoge fizikalne veličine merimo preko merjenja temperature. Potrebujemo skalo; termodinamično je težko realizirati, zato uporabljamo (IPT mednarodno praktično temp. skalo, ki je določena s 6 osnovnimi in več sekundarnimi fiksnimi točkami ter odvisno od $\theta(C,K)$).

Trojna točka vode je 0.01°C , ko je trdna, tekoča in plinasta faza v ravnotežju, $0^{\circ}\text{C} = 273,15^{\circ}\text{K}$

$$1^{\circ}\text{C} = (T_{\text{vrel}} - T_{\text{led}}) / 100 \text{ pri } 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Metode zajemanja temperature

- Temperaturni odjemniki izkoriščajo princip raztezkov: metalni, bimetalni, tekočinski, plinski (pri plinskih termometrih merimo spremembo volumna ali tlaka).
- V industriji veliko so več v uporabi termo-uporovni in termoelektrični pretvorniki.
- Najbolj stabilen pa je Pt (0-100°C), sicer uporabna do 100°C. Napake U_{te} kompenziramo z mostičnim vezjem.

Merjenje temp. s polprevodniškim elementom

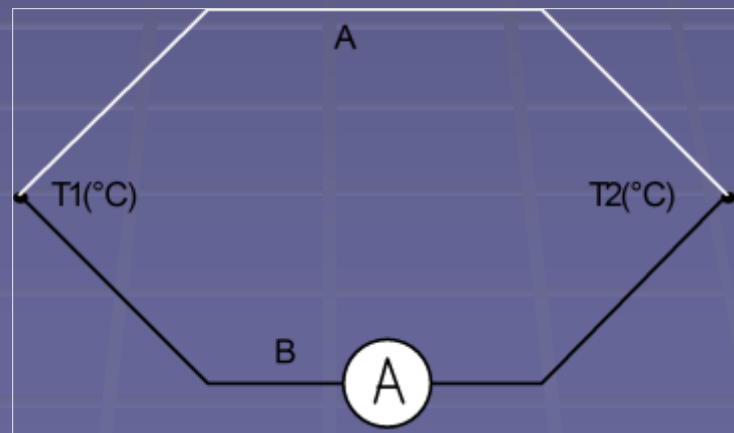
Posebne keramike – termistorji (NTC, PTC, dopirani monokristali), zaradi miniaturnosti, stabilnosti in velik α .

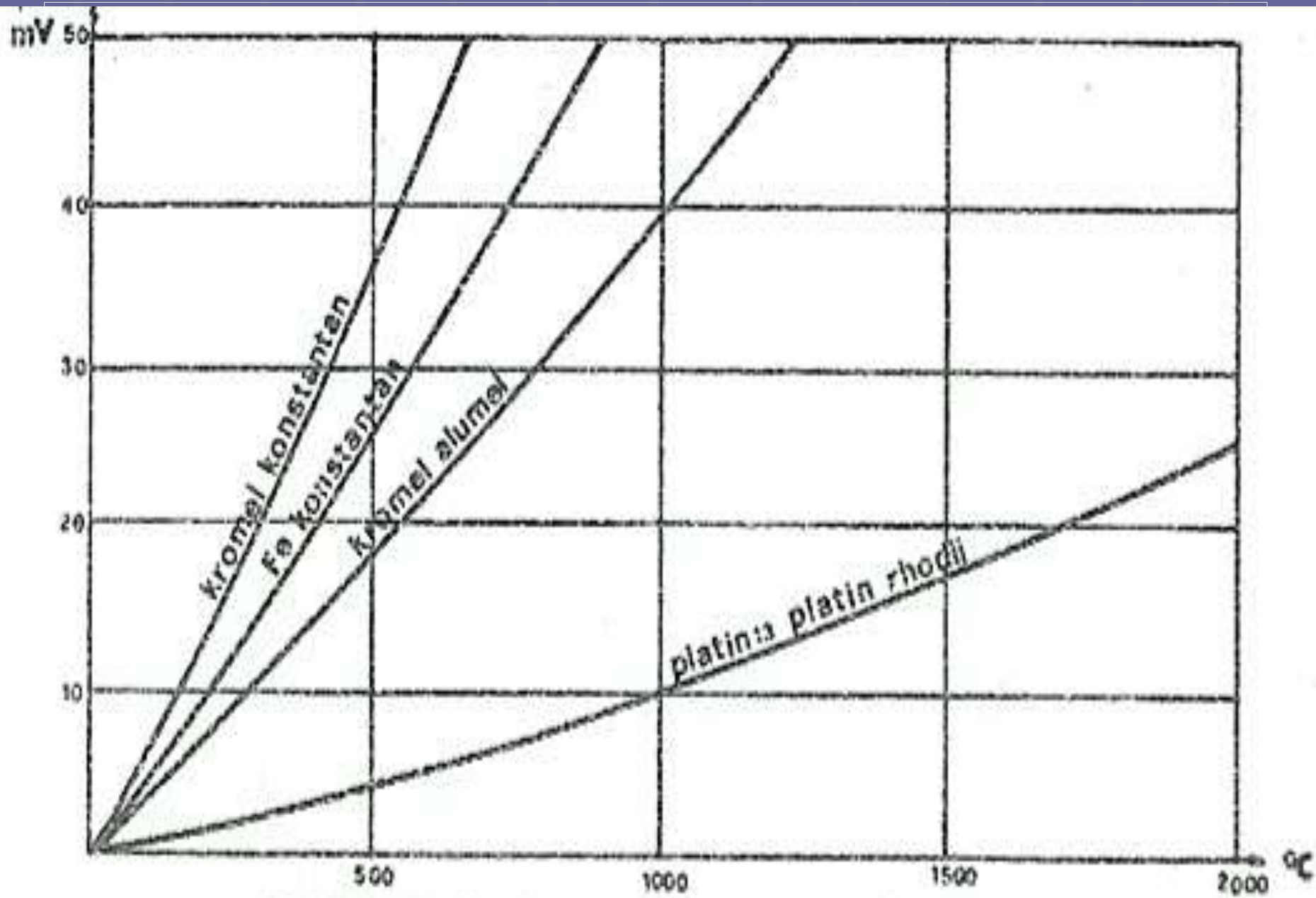
Karakteristike niso linearne, jih pa z inverzno karakteristiko upora lineariziramo.

Za linearizacijo in zelo majhna območja merjenja uporabimo dva elementa v nasprotnih vejah mostiča z izmeničnim napajanjem, selektivnim ojačevalnikom in faznim detektorjem.

Termoelektrični odjemniki

- V dveh v zanko povezanih žicah pri različnih T steče tok zaradi termo-električne napetosti.
- U_{te} je odvisna od materiala in temperaturne razlike, gretje ali hlajenje pa od velikosti in smeri toka.





Merjenje temperature s termoelementom,...

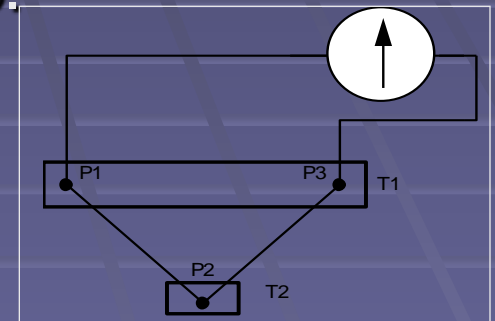
- Iz karakteristike je razvidno, da U ne raste linearno s temperaturo

Manjša občutljivost sovpada z večjim merilnim območjem in obratno. P1 in P3 morata biti na isti Temp.

Napako referenčne temp. kompenziramo z regulacijo v posebnem vezju.

S temperaturno odvisnim kondenzatorjem

vplivamo na frekvenco oscilatorja, ki je v nihajnem krogu, izhod pa dobimo v digitalni obliki.

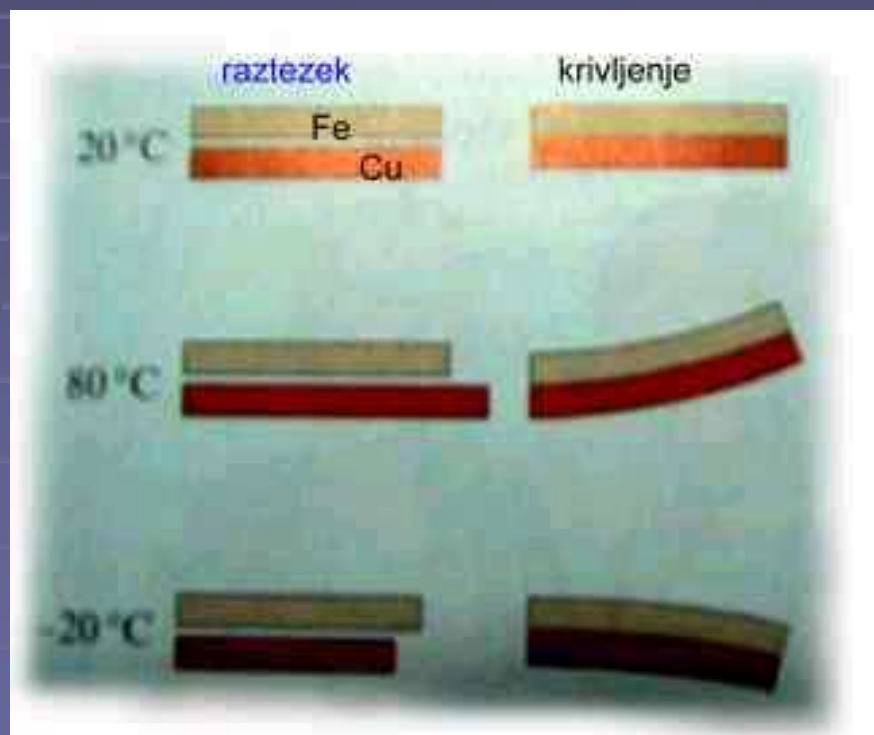
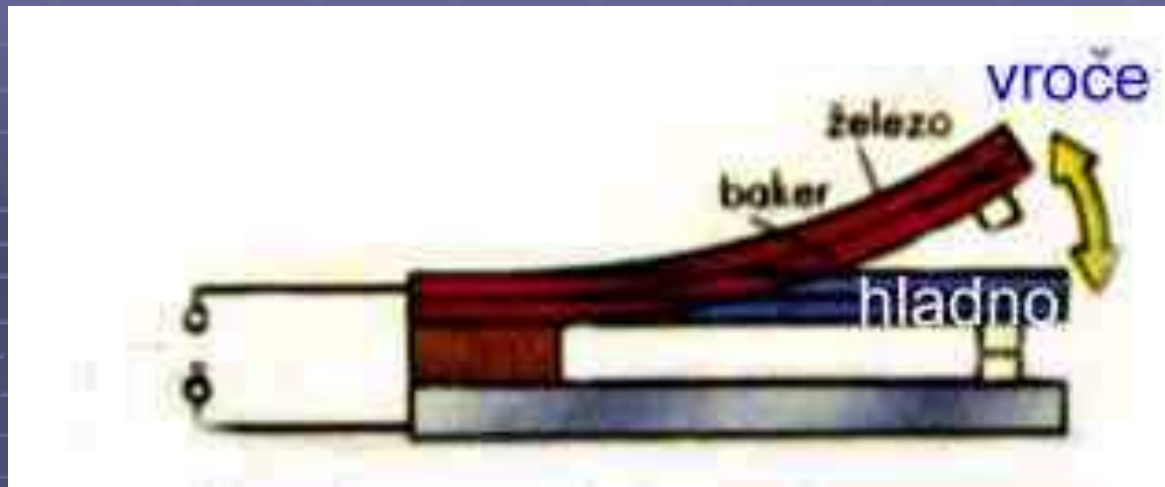


Merjenje temperature s termoelementom,...

Termometri s tekočimi kristali. Feromagnetiki na principu Curiejeve temperature za x temperaturo, pozistorji pri Curiejevi temp. spremnijo prevodnost, ker je keramika vzdržljiva jo uporabljamo kot grelec in kot termostat.

Bimetal

- Različne snovi se različno raztezajo. Zato se bimetalni trak, ki je sestavljen iz dveh različnih kovinskih trakov, spojenih po dolžini ukrivi, če se spremeni temperatura.
- Stikalo s takim bimetalnim trakom lahko uporabimo npr. v termostatu za uravnavanje temperature.
- Ko se bimetal segreje, se bakreni trak raztegne bolj kot železni, zato se bimetal ukrivi in s tem prekine električni krog. Stikalo izključi grelec.
- Ko se bimetal dovolj ohladi, se spet vrne v prvotno lego in s tem vključi grelec. S tem avtomatsko vzdržujemo temperaturo v določenem območju.



Termočlen (dva spoja dveh različnih kovin) uporabljamo za določitev neznane temperature.

železna žica



Merimo napetost*, skala pa je umerjena* kar v °C

led (0°C)

X°C

spoja žic

bakrena žica

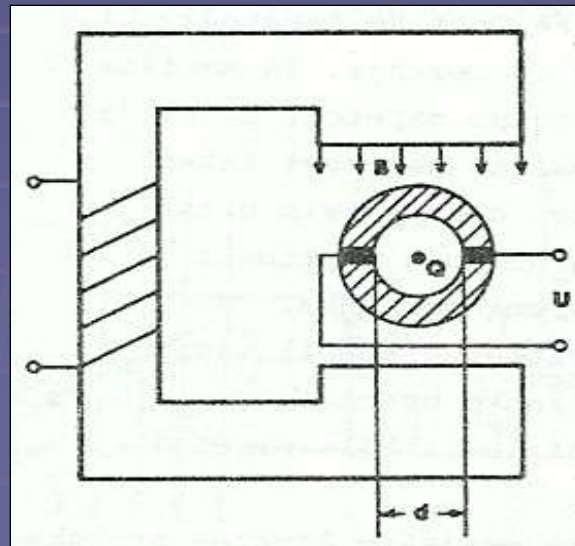
SENZORJI PRETOKA

- Merijo količino pretočene tekočine v določenem času.

Metode merjenja pretoka

Induktivni odjemnik pretoka zaradi odklona delcev, ki se gibljejo v magnetnem polju, pritiskajo na steno cevi, posledica koncentracije nabojev pa je izmerjena napetost. Tekočina mora biti vsaj malo prevodna.

Merjenje z izotopi, s termo-sondami PTK in NTK, z vročo žico,...



SENZORJI NIVOJA

- Merijo višino tekočine v določenem rezervoarju.
- Ultrazvočni senzorji
- Induktivni s plovcem
- kapacitivni senzorji