

MERENJE POMERAJA, BRZINE I UBRZANJA

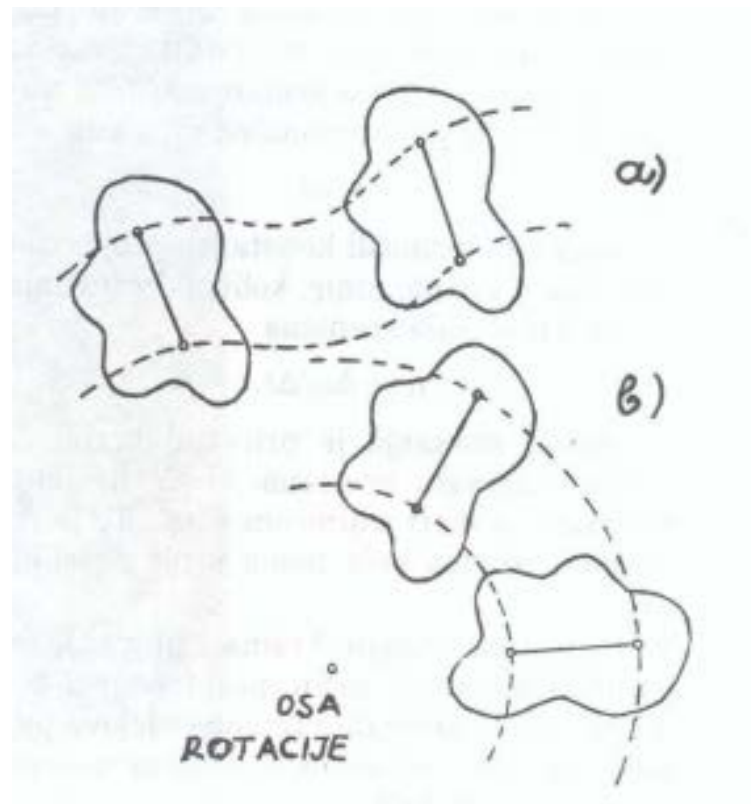
Merenje pomeraja, brzine i ubrzanja

POJAM KRETANJA

Mehaničko kretanje je najprostoji oblik kretanja materije.

Kretanje može biti pravolinijsko i krivolinijsko.

Kretanje čvrstog tela kombinacija je dva oblika kretanja: translacije i rotacije.



Slika 1. a) Translacija, b) Rotacija

OSNOVNE NAPOMENE O BRZINI I KRETANJU

- Pri kretanju materijalne tačke stalan je odnos pređenog puta i vremena potrebnog da se taj put pređe. Taj odnos je brzina kretanja.

$$V = s/t.$$

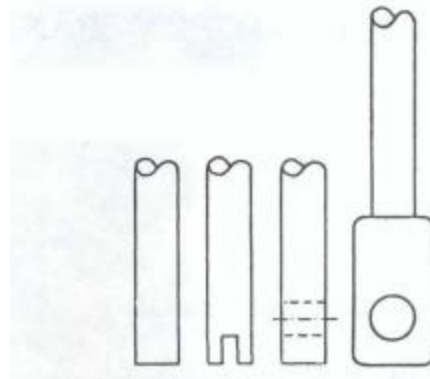
Ubrzanje je količnik priraštaja brzine i intervala vremena

$$a = \Delta V / \Delta t.$$

Dakle, ubrzanje je povećanje brzine u datom intervalu vremena.

METODE MERENJA POMAKA

- Pretvarači kretanja detektuju pomak pomoću posebnih mehaničkih sprava u obliku vretena, spojki, štapova i vratila, sl.



Slika 2. Primeri elemenata koji se koriste kao detektori pomaka

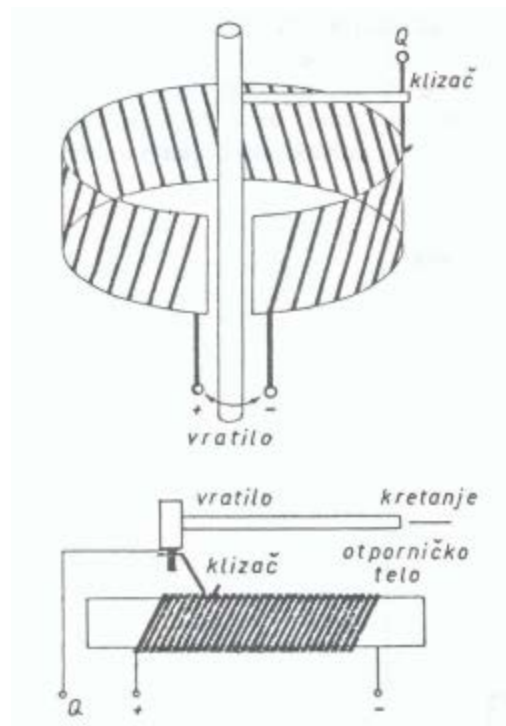
ELEKTRIČNI PRETVARAČI POMAKA

OTPORNI PRETVARAČI

Potenciometri su naprave koje se sastoje iz otpornog tela i kliznog kontakta koji može da se pomera po otpornom telu. Samo telo se sastoji od podesnog jezgra po kojem je motana žica. Jezgro se pravi od izolacionog materijala.

Posebna se pažnja poklanja izradi klizača. Od kvaliteta konstrukcije zavisi intenzitet šuma koji se sabira sa izlaznim signalom potenciometra, te utiče na grešku merenja.

- Za vrlo precizna merenja koriste se pretvarači sa dvostrukim klizačem kod koga se elektromotorna sila razvijena na spoju klizač-otporno telo kompenzuje elektromotornom silom na spoju šipka-klizač, po kojoj klizi drugi kompenzacioni klizač.

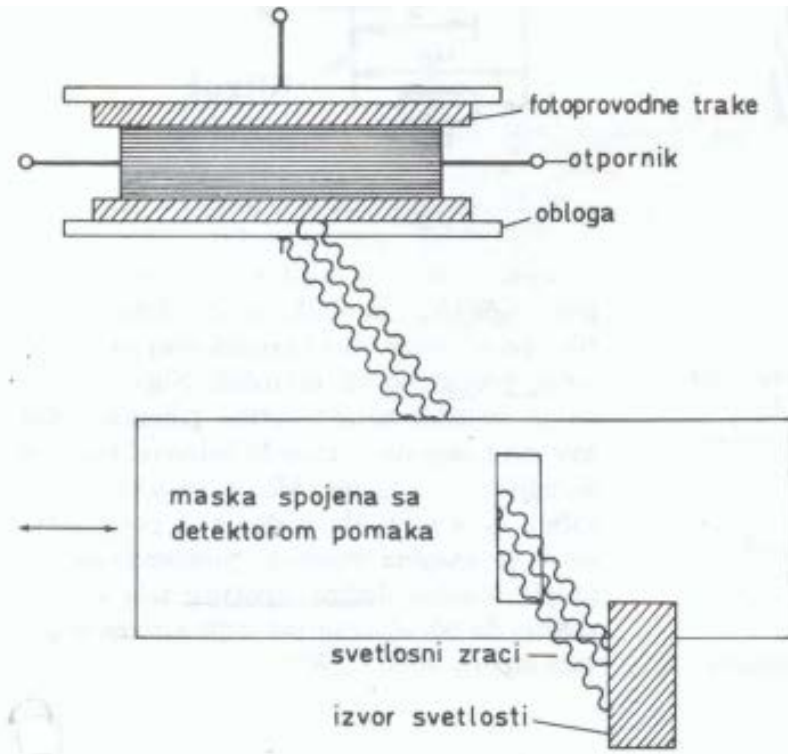


Slika 3. Potenciometarski pretvarači

- Potenciometarski pretvarači linearnog pomaka imaju merno područje od 10 mm do nekoliko metara. Potenciometarski pretvarači ugaonog pomaka imaju donju granicu mernog područja između 0° i 1° . S gornje strane, merno područje u principu nije ograničeno (po potrebi, može iznositi i više desetina punih obrtaja). Za merna područja veća od nekih 350° koriste se višenavojni potenciometri ili se između pretvarača i detektora ugrađuje poseban mehanički prenos koji povećava osetljivost pretvarača.

Potenciometarski pretvarač sa foto-provodnim kontaktom umesto klizača

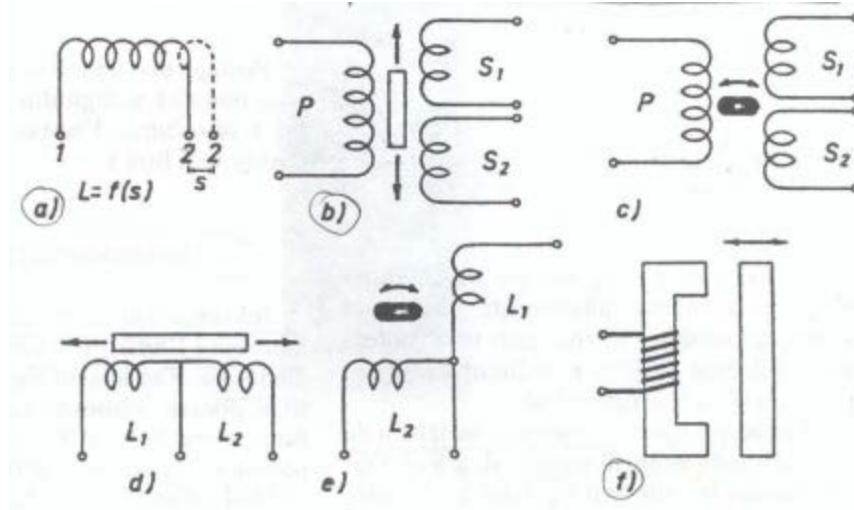
Sa obe strane otpornika nalaze se trake od fotoprovodnog materijala, posle čega dolaze provodne (metalne) obloge. Dok nije osvetljen, fotoprovodni deo se ponaša kao izolator. Kada padne svetlost na fotoosetljivi materijal, on postaje provodan i uspostavlja se kontakt između otpornog tela i spoljašnjih obloga. Svetlost uključuje samo deo otpornosti, zavisno od mesta koje je osvetljeno. Takav pretvarač se ponaša kao već opisani potenciometar, premda je klizač zamenjen svetlosnim snopom.



Slika 4. Potenciometarski pretvarač pomaka sa fotoprovodnim kontaktom

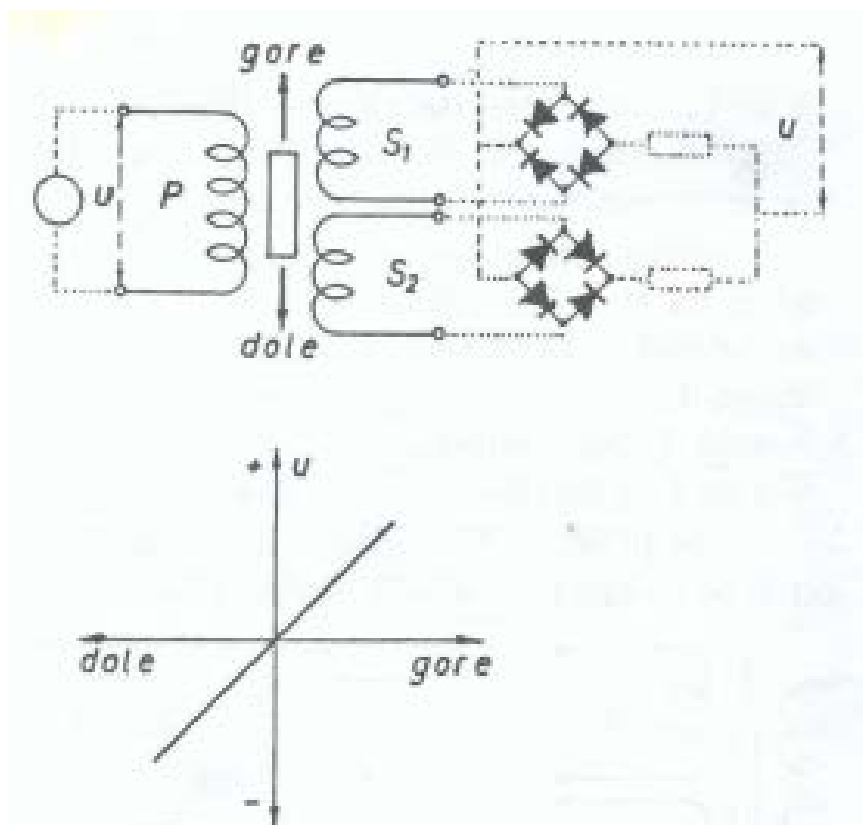
INDUKTIVNI PRETVARAČI

- Postoje različiti oblici pretvarača koji funkcionišu na principu promene induktivnosti kalema. Načini promene induktivnosti prikazani su na sl. 5. na šemi a), i f).



Slika 5. Induktivni pretvarači pomaka

- Diferencijalni transformator, pomoću kojeg se mere pravolinijski pomaci, sastoji se od primarnog namotaja i dva podudarna sekundarna namotaja koji su postavljeni simetrično u odnosu na primar. Kao jezgro namotaja koristi se izolator kroz koji može slobodno da se pomera feromagnetsko jezgro spojeno sa detektorom pomaka. Primar je priključen na naizmenični napon, a izlazni napon je razlika napona dva sekundarna. Ako je jezgro u svom propisanom srednjem položaju, izlazni napon praktično jednak nuli. Ako se jezgro pokrene iz centra, napon jednog sekundara raste, a drugog se smanjuje. Ako se upotrebi ispravljač, na izlazu dobijamo jednosmerni napon.

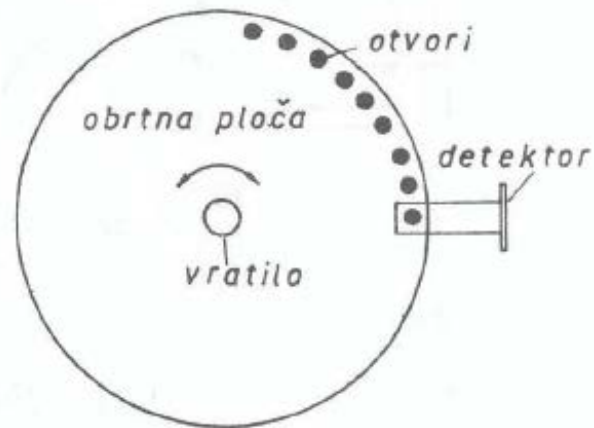


Slika 6. Diferencijalni transformator sa ispravljačkim elementima

PRETVARAČI POMAKA SA DIGITALNIM MERNIM SIGNALOM

INKREMENTNI PRETVARAČI

- Inkrementni pretvarači koriste se za merenje i linearnih i ugaonih pomaka podjednako.
- Za merenje ugaonih pomaka koristi se kružna ploča koja po obodu ima veliki broj otvora.



Slika 7. *Inkrementni digitalni pretvarač pomaka*

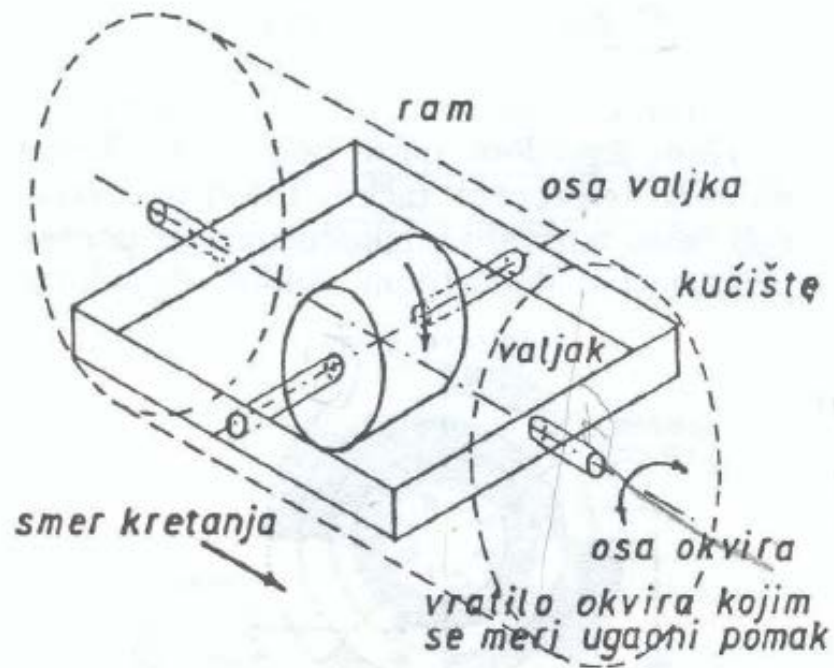
Ploča rotira oko svoje ose, a detektor prepoznaje otvore i generiše digitalni signal na svom izlazu. Kako razmak dva otvora odgovara određenom uglu, to i period impulsnog digitalnog signala odgovara tom istom uglu. Preciznost pretvarača je veća što je veći broj otvora na disku.

APSOLUTNI PRETVARAČI

Apsolutni merači pomaka sa digitalnim mernim signalom mere pomak u odnosu na neku referentnu tačku. Funkcionišu slično inkrementnim, ali imaju više uporednih, koncentričnih redova otvora raspoređenih tako da se na izlazu detektora dobija merni signal izražen u binarnom numeričkom kodu

Inercioni pretvarači (Žiroskop)

- U okviru koji se može slobodno obrtati oko svoje ose, vezano za kućište, smešteno je vratilo sa valjkom koji se vrti konstantnom brzinom. Osa rotacije valjka normalna je na osu okvira. Ako kućište promeni položaj u prostoru to se neće odraziti na orijentaciju ose obrtanja valjka-ona će zadržati prvobitni smer u prostoru. Tu se javlja ugaoni pomak između okvira i kućišta žiroskopa i taj pomak nam služi kao mera promene položaja tela koje je spojeno sa kućištem žiroskopa. Pomak je lako izmeriti pomoću pretvarača ugaonog pomaka.

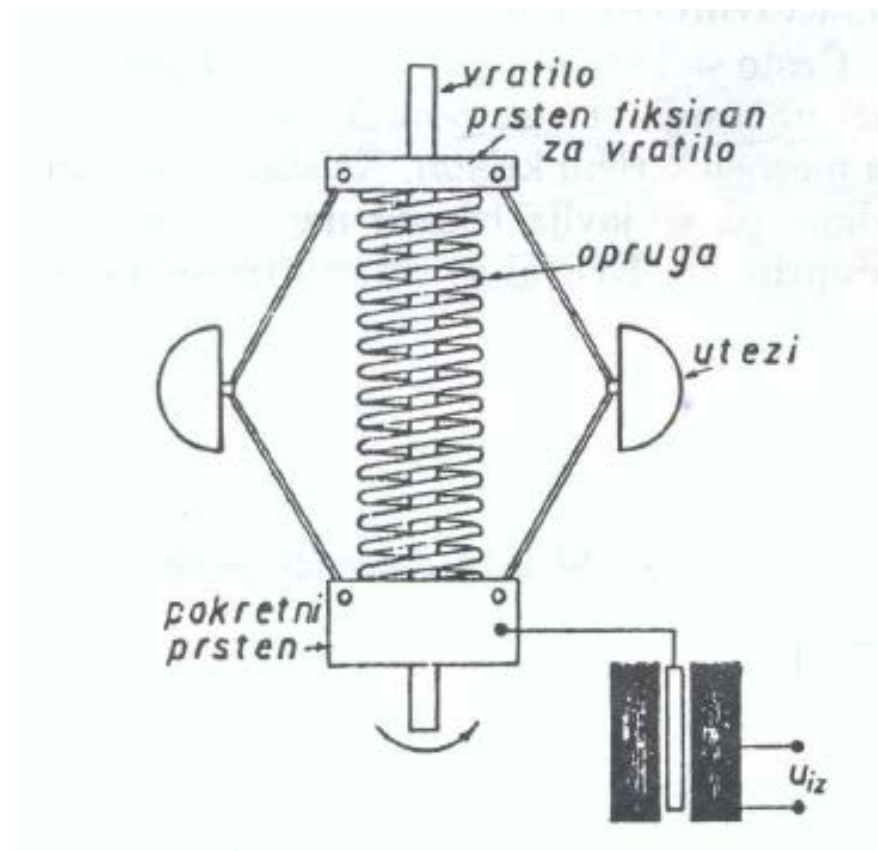


Slika 8. Žiroskop

Pretvarači brzine

Centrifugalni pretvarač

Funkcioniše na principu ravnoteže centrifugalne sile i elastične sile opruge. Kako centrifugalna sila zavisi od ugaone brzine, ravnotežni položaj ukazuje na tačno određenu vrednost ugaone brzine. Pomak pokretnog prstena pretvara se u električni signal pomoću diferencijalnog transformatora. Što je veća ugaona brzina ose vratila, veći je izlazni napon.

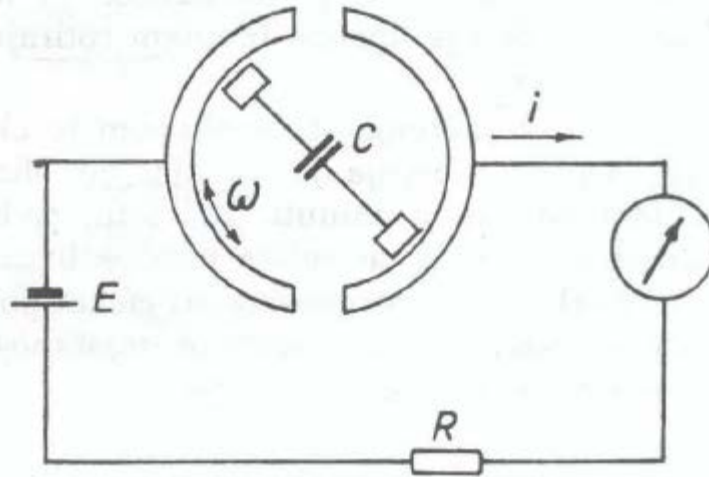


Slika 9. Centrifugalni pretvarač

Tahometri

- Elektromagnetski pretvarači ugaone brzine nazivaju se tahometri. Mogu biti jednosmerni i naizmenični. Jednosmerni tahometar je u suštini generator jednosmerne struje. Sastoji se iz permanentnog magneta kao statora i namotaja kao rotora. Ugaona osovina rotora određuje napon generatora, dok polaritet napona ukazuje na smer obrtanja. Ovi tahometri mere ugaone brzine do nekih 6000 obrtaja u minuti.

- Naizmenični tahometar je u stvari posebna vrsta transformatora. Njegov primarni namotaj je rotor koji se napaja naizmeničnom strujom. Na sekundaru se indukuje napon iste učestanosti i amplitude koja je u toliko veća što je veća ugaona brzina rotora.

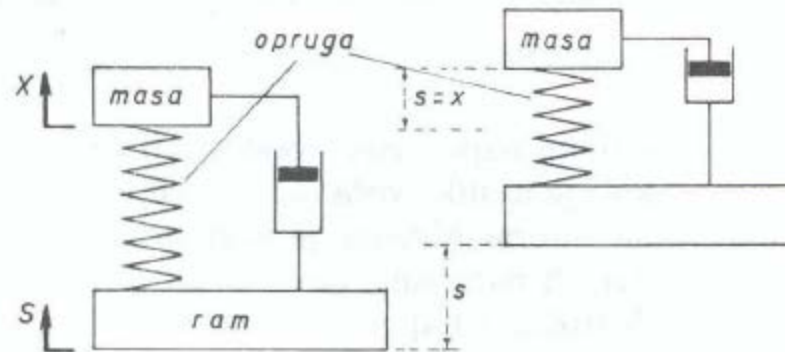


Slika 10. Naizmenični tahometar

Pretvarači ubrzanja

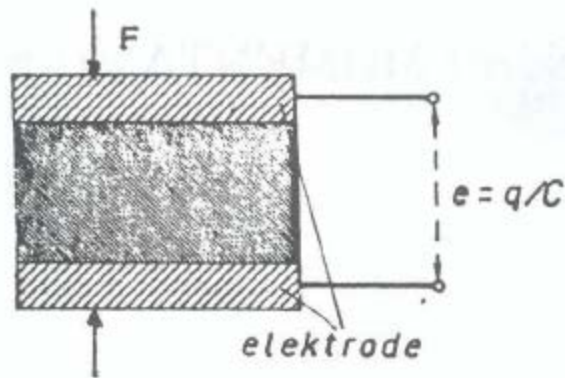
Seizmički sklop

On se sastoji iz mase na kraju opruge i odgovarajuće prigušnice kretanja. Ako se sklop kreće ubrzano menja se položaj mase u odnosu na kućište. Ako je kućište fiksirano za telo kojem merimo ubrzanje, udaljenost mase od kućišta biće srazmerno ubrzanju. Po prestanku kretanja opruga vraća masu u ravnotežni položaj.

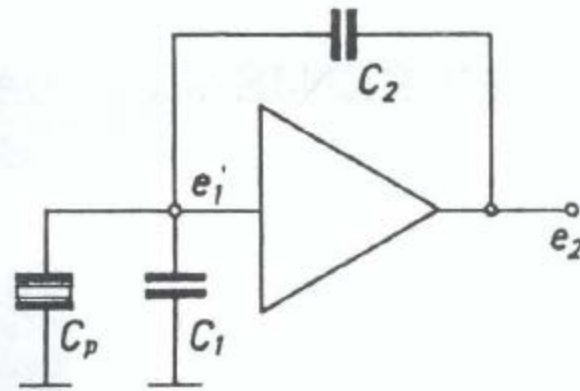


Slika 11. Saizmički sklop

Često se koriste piezoelektrični pretvarači ubrzanja. Tu se pomak mase prenosi na piezoelektrični kristal. Kristal se pritom sabija pa se javlja izlazni napon srazmeran pritisku. Kristal se smešta između dve elektrode od kojih je jedna vezana za masu a druga za ulaz na pojačivaču. Loša strana kristalnih detektora je velika izlazna impedansa, pa je potrebno koristiti specijalne pojačivače ovih signala.



Slika 12. Piezoelektrični pretvarač



Slika 13. Pojačivač uz piezoelektrični pretvarač