

Sensorët dhe Interfejsët

Kapitulli 5 : Sensorët dhe Aktuatorët Elektrikë dhe Magnetikë

Hyrje

- Me numër më të madh në krahasim me klasat tjera
 - Në numër dhe lloje të sensorëve
 - Në llojshmëri brenda secilit tip.
- Arsyet:
 - Sensorët shfrytëzojnë veçoritë elektrike të materialeve
 - Shumë efekte elektrike
 - Dalja e kërkuar është gati gjithmonë elektrike
- Disa sensorë elektrikë/elektromagnetikë nuk janë diskutuar këtu:
 - (sensorët termografte, optikë, ultrasonikë etj.)

Hyrje

- Shumica e aktuatorëve janë ose elektrikë ose magnetikë.
- Kjo është veçanërisht e vërtetë për aktuatorët që duhet të ofrojnë fuqi të konsiderueshme.
- Do të kufizohemi në këto lloje të sensorëve dhe aktuatorëve:

Hyrje

- Sensorët dhe aktuatorët e bazuar në principe elektrike/elektrostatike.
 - Përfshijnë MEMS (micro-electro-mechanical sensors), të cilat shpeshë bazohen në forca elektrostatike
 - Sensorët kapacitivë (të afërsisë, distancës, nivelit, të veçorive të materialit, lagështisë dhe madhësive tjera si forca, përshpejtimi dhe presioni) dhe sensorët e fushave përkatëse.
- Sensorët dhe aktuatorët magnetikë bazuar në fusha magnetike statike dhe kuazi-statike.
 - Motorët dhe pistonat (valvulat) për lëvizje,
 - Sensorët e fushave magnetike (Hall sensorët, sensorët induktivë për pozicionim, zhvendosje, afërsi, etj),
 - Sensorët dhe aktuatorët magnetostriktivë.

Definimet

- Fusha elektrike: Forca për njësi të ngarkesës
 - Ekziston në prezencë të ngarkesave elektrike.
 - Fusha elektrike mund të jetë:
 - Statike kur ngarkesat nuk lëvizin apo kur lëvizin me shpejtësi konstante
 - E varur nga koha nëse ngarkesat elektrike përshpejtojnë apo ngadalësojnë lëvizjen.
- Lëvizja e ngarkesave elektrike në medium apo hapësirë përçuese shkakton rrymë
- Rrymat prodhojnë fusha magnetike.
 - Fushat magnetike janë ose statike – kur rrymat janë konstante (dc) ose:
 - Të varura nga koha kur rrymat ndryshojnë përgjatë kohës.

Definimet (vazhd.)

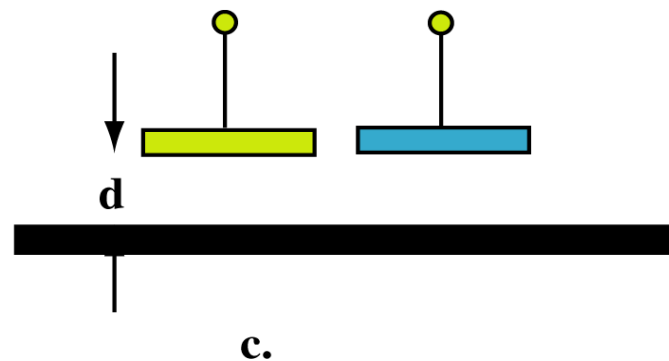
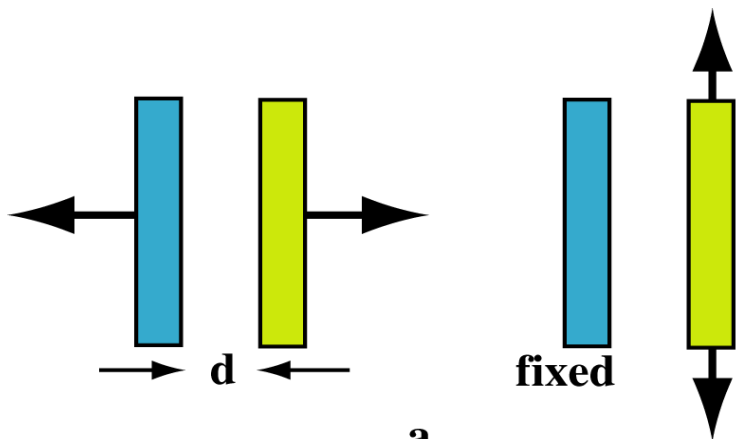
- Nëse rrymat ndryshojnë me kohën: krijohen fushat elektrike dhe magnetike.
- Kjo quhet fushë elektromagnetike.
 - Fusha elektromagnetike lë të kuptohet që ekzistojnë edhe fusha elektrike edhe ajo magnetike.
 - Është në rregull të emrtohen ashtu të gjitha fushat elektrike dhe magnetike pasi që, p.sh., një fushë elektrostatische mund të konsiderohet si fushë elektromagnetike e pavarur nga koha me fushë magnetike zero.

Strategjitë e detektimit

- Çdo gjë që ndikon në këto madhësi mund të detektohet përmes fushës elektromagnetike.
- Aktuatorët elektromagnetikë bazohen në një nga dy forcat themelore;
 - Forca elektrike (më mirë e kuptuar si tërheqja mes dy ngarkesave të polarizuara kundërt apo si refuzim i ngarkesave me polarizim të njëjtë)
 - Forca magnetike. Tërheqja e përçuesve me rryma në të njëjtin drejtim apo refuzimi i përçuesve me rryma në drejtime të kundërta.

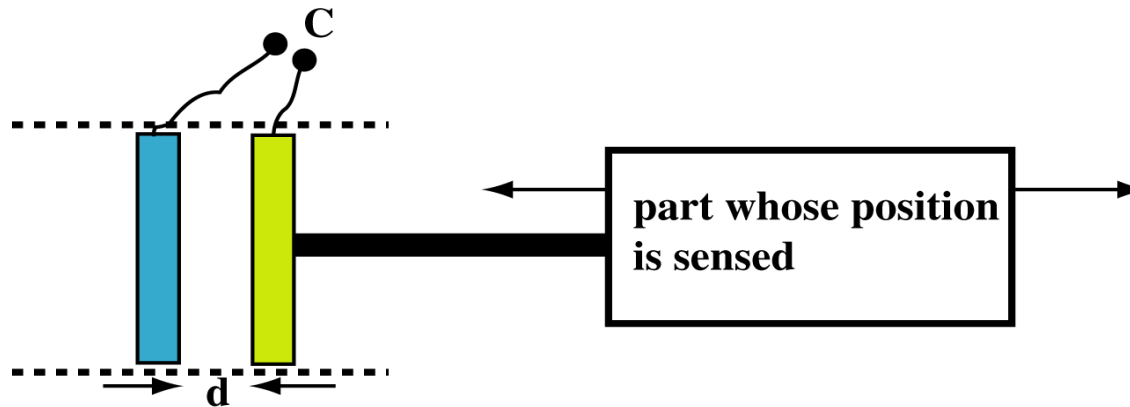
- Sensorët dhe aktuatorët e fushës elektrike
 - Operojnë në bazë të principeve të fushës elektrike dhe të efekteve të saj (kapaciteti, ngarkesa elektrike, energjia e ruajtur)
- Lloji kryesor: pajisja kapacitive.
 - Disa sensorë si sensorët e ngarkesës sqarohen më mirë përmes fushës elektrike
 - Në përgjithësi, diskutimi i kapacitetit dhe përdorimi i tij në sensorë dhe aktuatorë sqaron shumicën e aspekteve të funksionimit të këtyre sensorëve dhe aktuatorëve.

- Pozita dhe zhvendosja mund të detektohen në tri mënyra kryesore:
 - (1) Duke lejuar lëvizjen e pllakës në drejtim të tjetrës (fig.a).
- Një numër i konfigurimeve është paraqitur:
 - Sensori përbëhet nga një pllakë e vetme derisa pllaka tjetër është përçues në të cilin detektohet distanca (afërsia).
 - Kërkon lidhje me objektin e detektuar



Detektimi i pozitës në lidhje me një përcyues fiks

- Paraqitja skematike është si më poshtë
- Njëra pllakë është fikse e tjetra shtyhet nga pajisja lëvizëse.
- Pozita e pajisje lëvizëse shkakton një ndryshim në pozitë të dielektrikut dhe kjo ndryshon kapacitetin C
- Kapaciteti është në proporcion të zhdrejtë me lëvizjen
- Derisa distancat e detektuara janë të vogla, dalja është lineare



Detektimi përmes zhvendosjes së dielektrikut

Pllakat mbesin fikse mirëpo dielektriku lëviz brenda apo jashtë

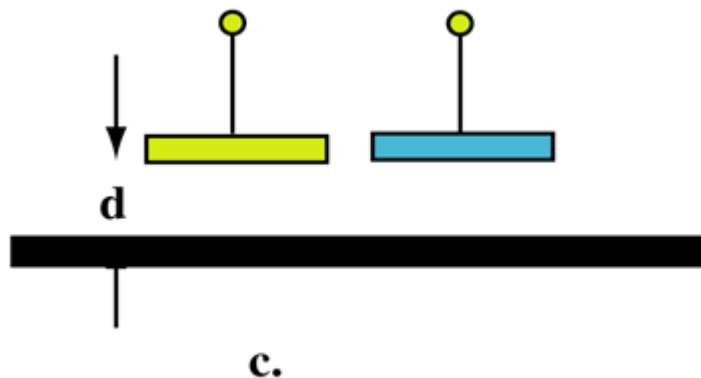
- Praktike për disa zbatime.
- P.sh., dielektriku mund të lidhet për një tapë e cila më pas detekton nivelin e lëngut apo
- Mund të shtyhet nga një pajisje për të detektuar përfundimin e udhëtimit apo pozitën.
- Përparësitë: lineariteti, brezi lëvizës i madh dhe mund të barazohet me gjerësinë e kondensatorit.



Detektimi përmes lëvizjes së komplet kondensatorit

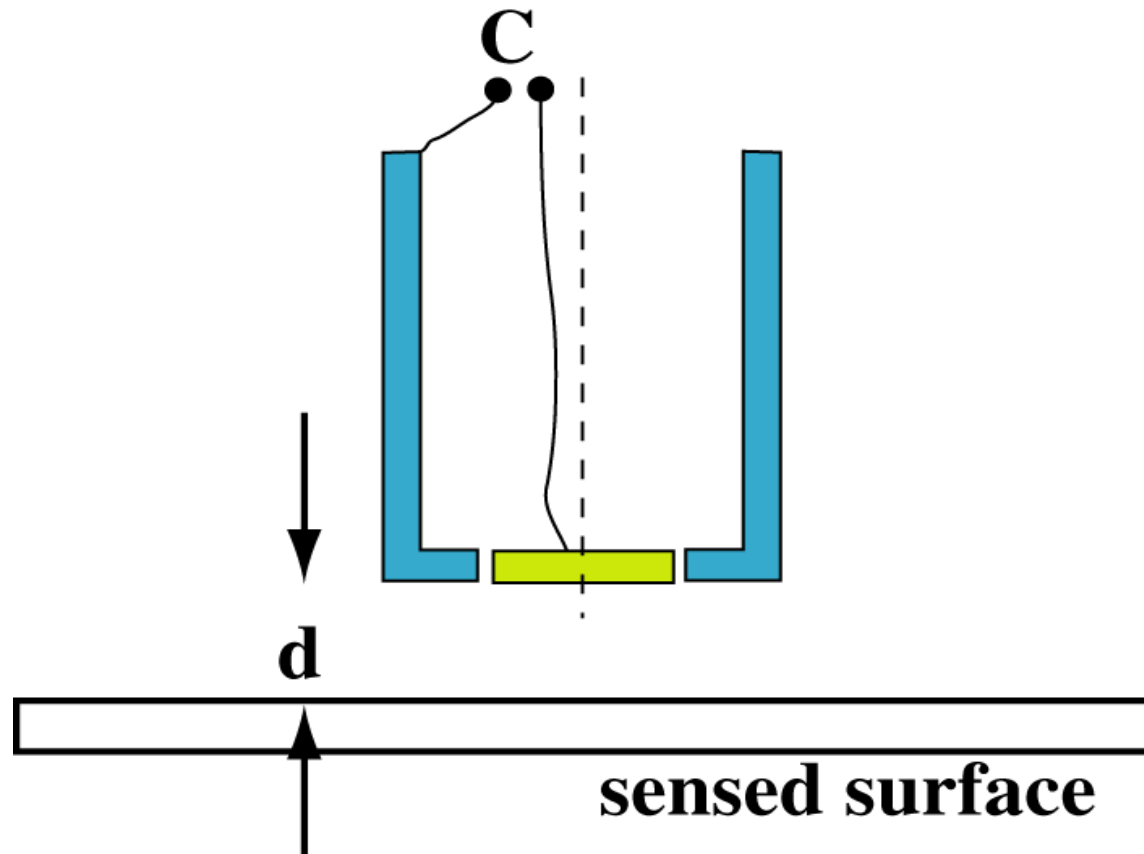
(3) Duke mbajtur pllakat fikse dhe duke detektuar distancës ndaj sipërfaqes.

- Kjo është më praktike pasi që sensori është i vetëpërmbytur dhe nuk ka nevojë për kontakt mekanik për të detektuar distancën apo pozitën.
- Shumica e sensorëve kapacitivë janë një variacion i kësaj forme



Sensorët praktikë të afërsisë

- Zakonisht, një përcues i zbrazët cilindrik formon njërën pllakë të sensorit.
- Pllaka e dytë e sensorit është një disk në daljen e ultë të cilindrit.
- E tërë struktura mund të mbyllet me një mbrojtës të jashtëm.
- Kapaciteti i pajisje është C_0 i bazuar në dimensione, materiale dhe strukturë.



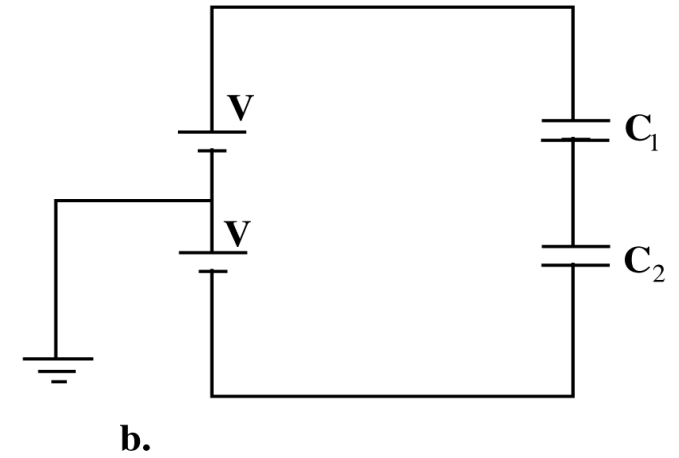
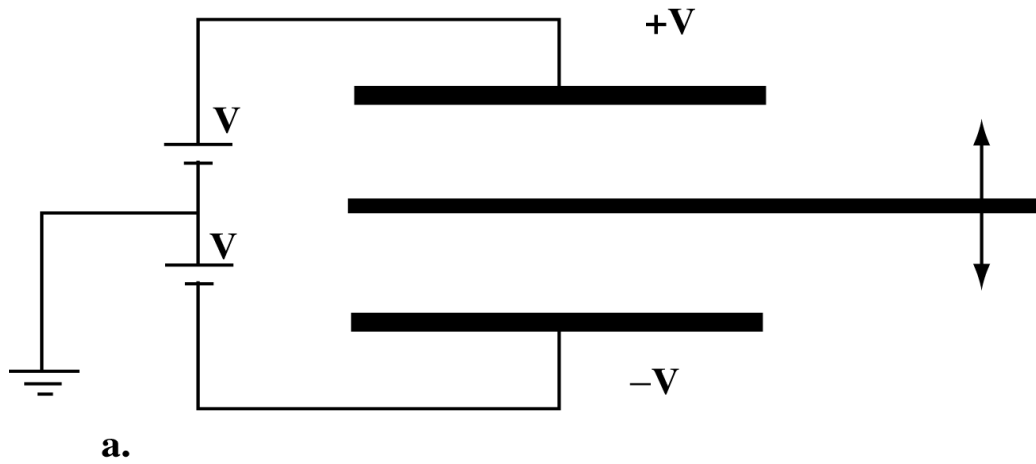
Sensorët e afërsisë (vazhd.)

- Kur cilido material të jetë prezent, permitiviteti efektiv i vërejtur nga sensori dhe rritja e kapacitetit – tregojnë për distancë
- Detekton distanca për trupa përques dhe jopërques të çfarëdo forme mirëpo dalja nuk është lineare.
 - Sa më e vogël distanca d , aq më e madhe ndjeshmëria e sensorit.
 - Dimensionet e sensorit ndikojnë shumë në shtirje dhe ndjeshmëri.

Sensorët e afërsisë (vazhd.)

- Metodatat tjera:
- Shembull: Dy pllaka fikse dhe një lëvizëse.
- Kur pllaka është në mes, potenciali i saj është zero pasi që $C_1 = C_2$.
 - Me lëvizjen e pllakës lartë, potenciali bëhet pozitiv.
 - Kur të lëviz poshtë bëhet negativ.
 - Më linear se sensorët paraprakë
 - Lëvizja duhet të jetë e vogël përndryshe kapacitetet do të jenë shumë të vogla dhe vështirë të maten.

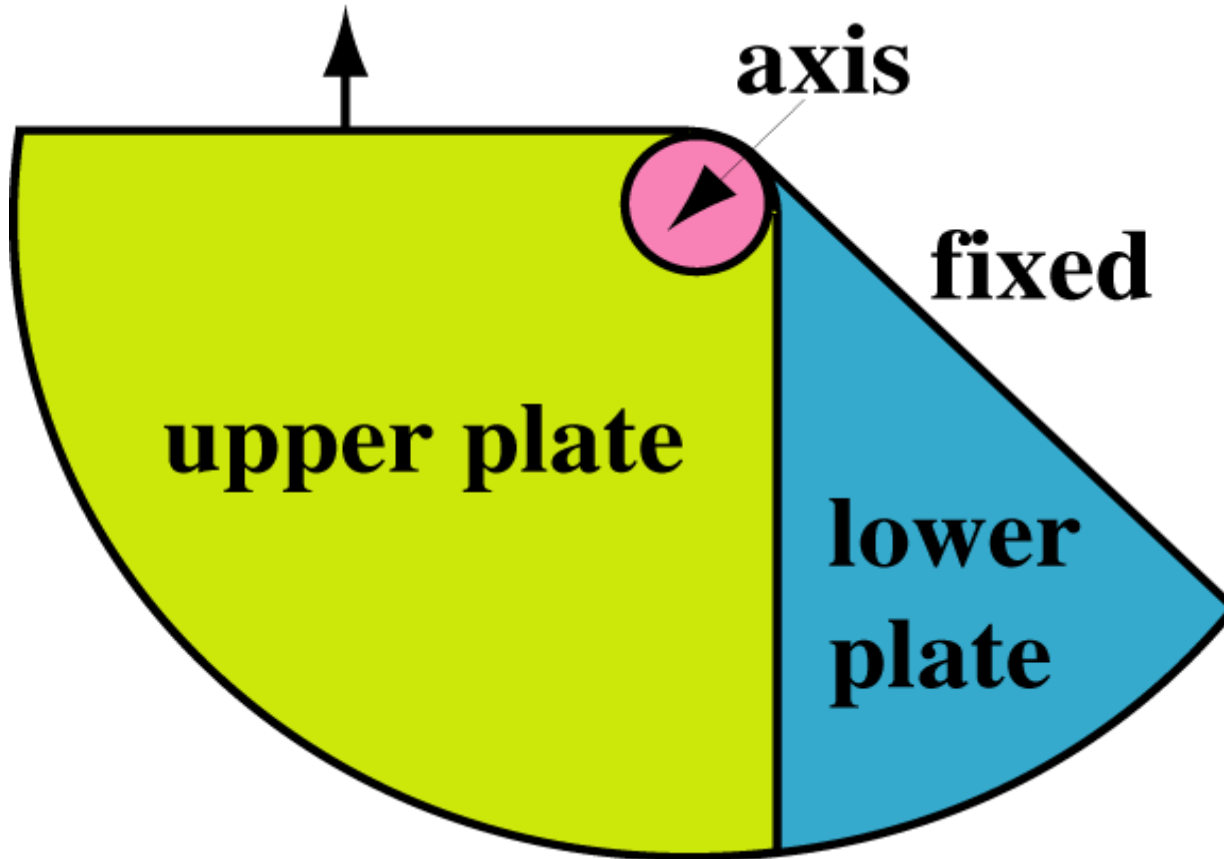
Sensori i pozitës



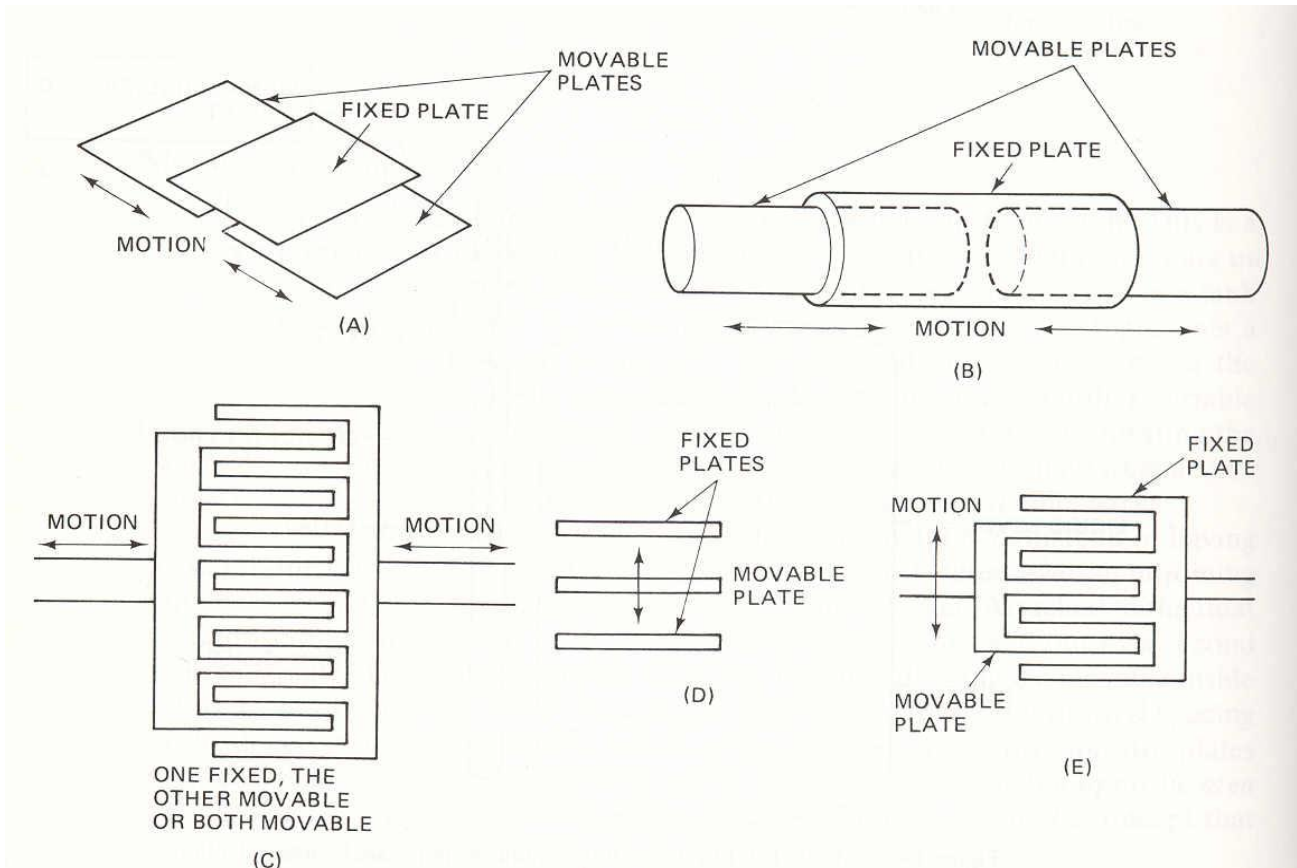
Sensorë tjerë të pozitës, zhvendosjes, afërsisë:

- Sensorët rrotullues (këndor) të pozitës
- Sensorët me zhvendosje lineare:
 - Sensorë të integruar në formë krehëri
 - Pllaka me rrëshqitje anësore
 - Sensorë zhytës
- Tjerë

<https://www.youtube.com/watch?v=Y1mA50tEmLQ>

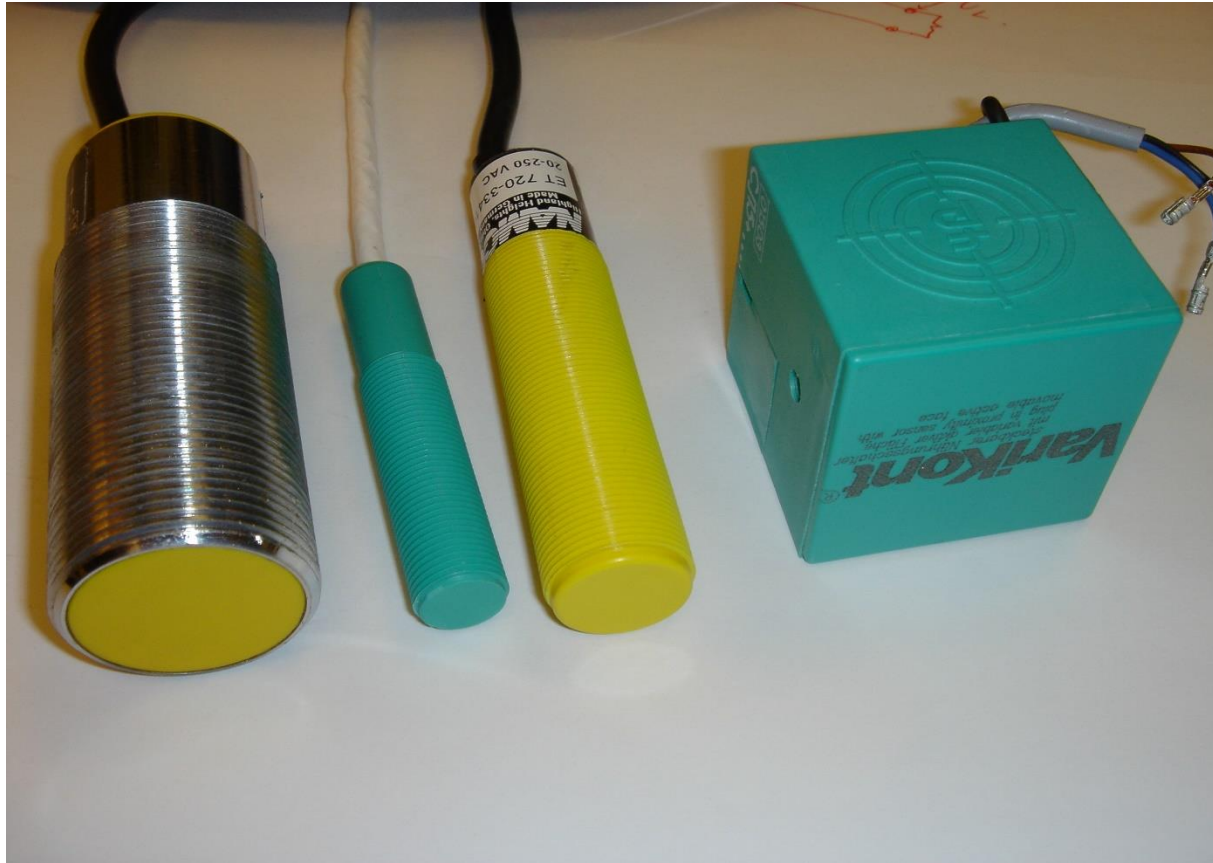


Konfigurime tjera për sensorë linearë të zhvendosjes



Sensorë komercialë kapacitivë

<https://www.youtube.com/watch?v=QItuf6INvmI>



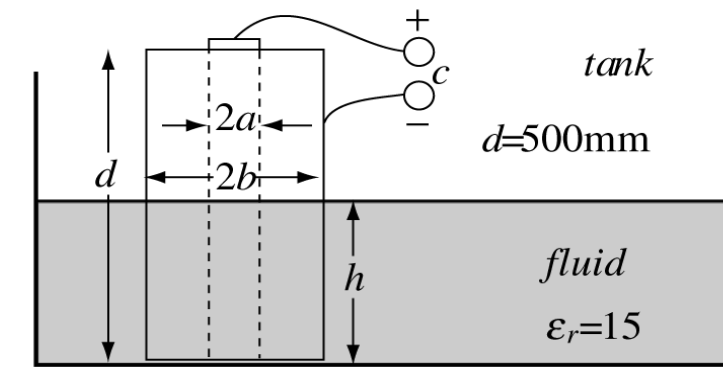
Sensorë kapacitivë të nivelit të lëngut

- Niveli i lëngut:
 - Mund të detektohet përmes cilitdo lloj sensori të afërsisë të diskutuar paraprakisht
 - Duke detektuar direkt pozitën e sipërfaqes së lëngut
 - Apo përmes tapës e cila mund të ndryshojë kapacitetin e kondensatorit linear apo rrotullues.

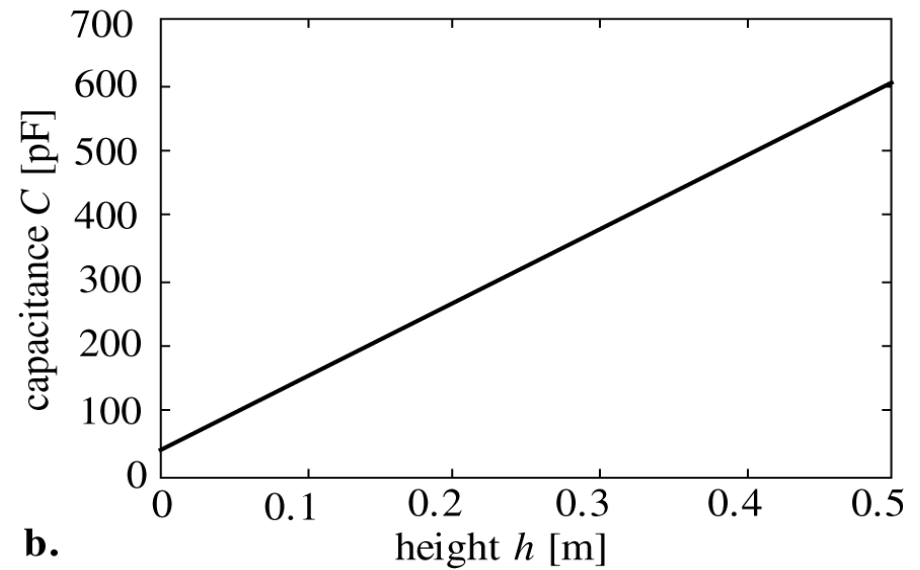
<https://www.youtube.com/watch?v=0du-QU1Q0T4>

- Ekziston edhe një metodë e cila është lineare por e cila mund të ketë shtrirje shumë të madhe:

Sensor ko-aksial i nivelit të lëngut



a.



b.

Sensor ko-aksial i nivelit të lëngut

- Kapaciteti është linear në raport me h prej $h=0$ në $h=L$
- Instrumenti matës kapacitiv i karburantit është i këtij lloji por kjo ide mund të zbatohet për cilindo lloj të lëngut jopërçues si p.sh., vajrat.

Sensorët kapacitivë - komentet

- Sensorë të thjeshtë dhe të fortë
- Të dobishëm në shumë aplikime (sensorë presioni, akustikë, etj.)
- Kapacitetet janë të vogla dhe ndryshimet në to edhe më të vogla.
 - Kërkojnë metoda të posaçme shndërrimi.
 - Shpesh pjesë të oscilatorit LC (për matje të frekuencës)
 - Tjerat përdorin burim ac (për matje të impedancës)

Aktuatorët kapacitivë

Lëvizja kapacitive është e thjeshtë:

- Potenciali lidhet mes dy pllakave të kondensatorit
- Pllakat ngarkohen me ngarkesa elektrike të kundërta.
- Këto ngarkesa elektrike tërheqin njëra tjetrën (ligji i Kulonit)
- Forcat tentojnë të tërheqin pllakat afër njëra tjetrës.

Aktuatorët kapacitivë

- Lëvizja mekanike e pllakave është e mundur – përbën lëvizje
- Në kondensator me pllaka paralele forca është:

$$F = \frac{CV^2}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r SV^2}{d^2}$$

- Për konfigurime tjera: nuk ka relacion të saktë por:
 - Një sjellje e përgjithshme

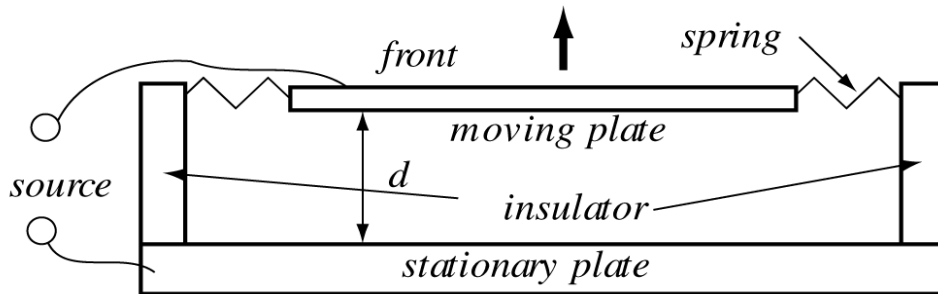
Aktuatorët kapacitivë

- Forca e zhvilluar është proporcionale me :
 - Kapacitetin:
 - Distancën mes pllakave:
 - Potencialin mes pllakave
- Forcat janë zakonisht shumë të vogla (ε është shumë i vogël)

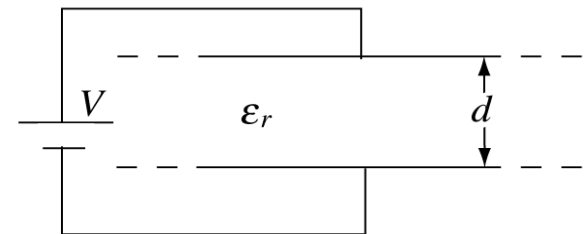
$$F = \frac{CV^2}{d} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r SV^2}{d^2}$$

Aktuatori bazë kapacitiv

- Një aktuator elektrostatik (altoparlant elektrostatik, gjenerator ultrasonik)
- Pllaka e sipërme tërhiqet apo refuzohet nga pllaka e ultë, fikse
- Lëvizja mund të përdoret për pozicionim apo për riprodhim të zërit



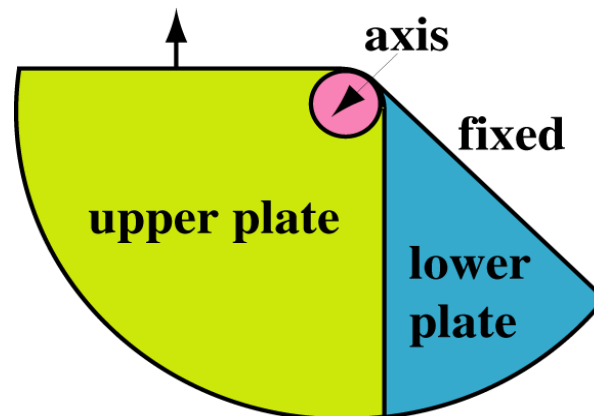
a.



b.

Aktuatori kapacitiv këndor

- Pllaka e sipërme lëviz në raport me pllakën e ultë
- Forca proporcionale me pozitën (ndryshon kapaciteti)
- I dobishëm për lëvizje me forcë të dobët



Aktuatorët elektrostatikë - komentet

- Lëvizja është zakonisht e vogël (përveç altoparlantëve)
- Tensionet janë të larta
- Forca është e vogël
- Zakonisht të saktë dhe linearë
- Shumë të pranishëm në sensorë MEM (micro-electro-mechanical)

Sensorët magnetikë

- Quhen sensorë magnetikë sepse janë të bazuar në principet magnetike.
- Termi “sensor magnetik” ka dy kuptime:
 - Sensorët që punojnë sipas principeve magnetike dhe
 - Sensorët që matin fushën magnetike

Elementet kryesore përbërëse të sensorëve magnetik; Magnetët permanentë



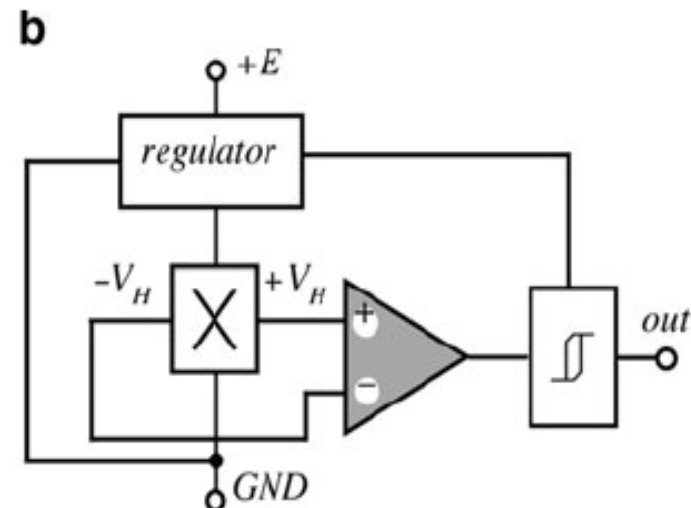
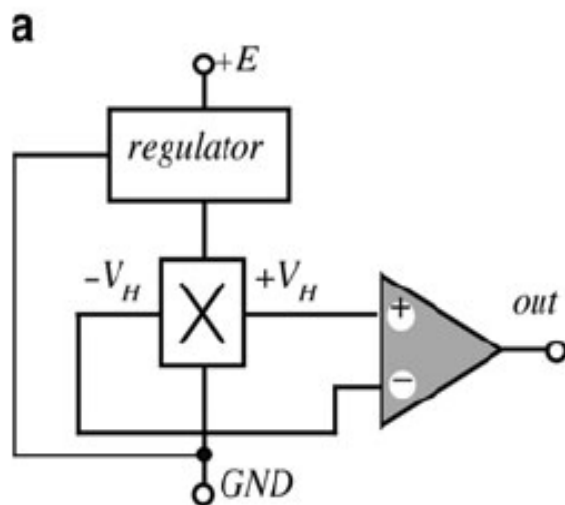
- Magnetët permanentë janë komponente të rëndësishme për fabrikimin e sensorëve magnetikë.
- Këta sensorë magnetik përdoren më së shumti për detektimin e lëvizjeve të ndryshme, zhvendosjeve etj.
- Për të zgjedhur magnetin për ndonjë aplikacion të veçantë, duhet të merren në konsideratë karakteristikat e mëposhtme:
 - Induktiviteti rezidual (B) në Gauss- sa është i fortë magneti?
 - Produkti maksimal energjik, MEP (B_H) – Magnetin i fuqishëm që është shumë rezistent në forcat demagnetizuese zakonisht ka MEP të lartë
 - Magnetët me MEP të lartë janë më të mirë, më të fuqishëm dhe njëkohësisht me kosto më të lartë

Sensorët induktivë dhe magnetikë

- Një nga përparësitë e shumta të përdorimit të fushës magnetike për detektim të pozitës dhe të distancës është që ndonjë material jomagnetik mund të penetrohet nga fusha magnetike pa humbje sa i përket saktësisë së pozicionit të caktuar.
- Përparësi tjetër e sensorëve magnetik është se mund të punojnë në mjedise të ndryshme dhe në situata të ndryshme sepse objektivat e ndryshëm mund të mbështjellen me materiale inerte që nuk ndikojnë në fushën magnetike

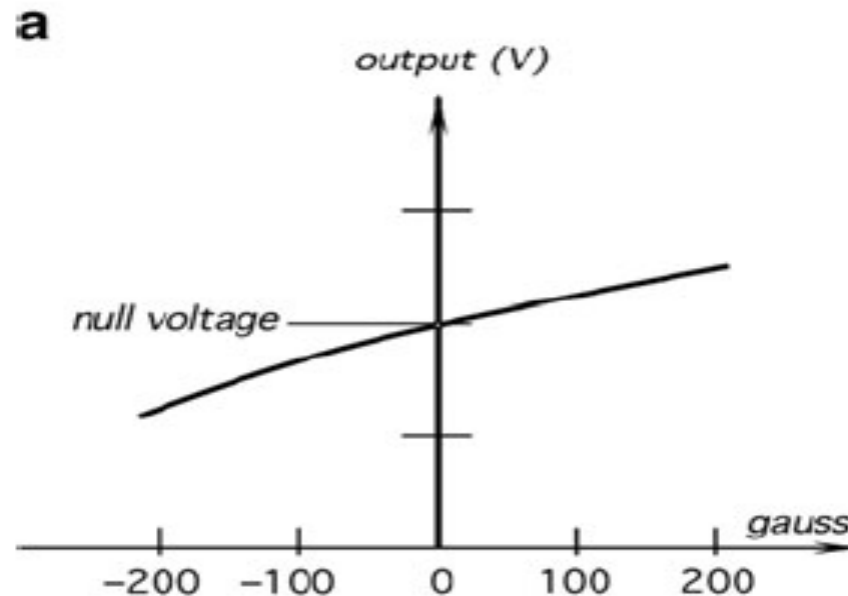
Hall sensorët

- Ndoshta sensorët magnetikë që përdoren më së shumti janë sensorët e efektit të Hall-it.
- Janë dy lloje të sensorëve të Hall-it:
 - analog dhe
 - sensorët dy nivelësh (bi-level).



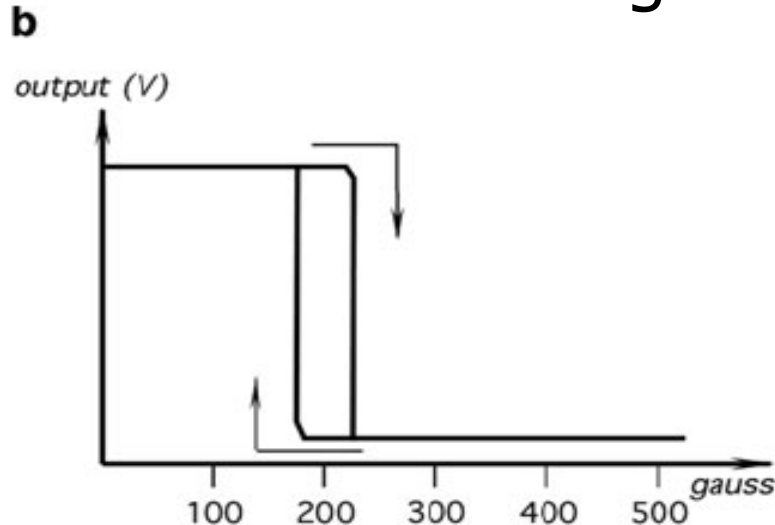
Sensorët analogë

- Sensorët analog zakonisht përmbajnë amplifikatorë për ndërlidhje më të lehtë me qarqet periferike.
- Sensorët analog operojnë në një rang më të gjerë të tensionit dhe janë stabilë në mjediset me zhurma.
- Këta sensorë nuk janë krejtësisht linear (figura e mëposhtme) në raport me densitetin e fushës magnetike



Hall sensorët me dy nivele (1)

- Sensorët me dy nivele përmbajnë trigerin e Shmit-it me një histerezë të nivelit të pragut.
- Sinjali në dalje të këtij sensori si funksion i densitetit të fushës magnetike është treguar në figurën e mëposhtme.
- Sinjali është dy nivelësh dhe ka histerezë të qartë në raport me fushën magnetike.



Hall sensorët me dy nivele (2)

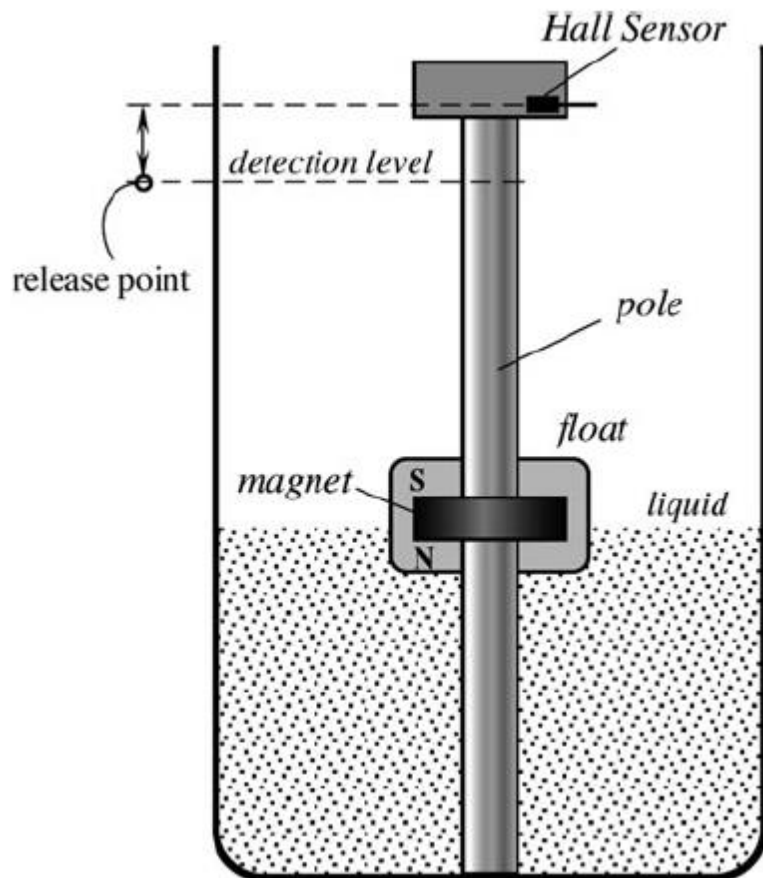
- Për matjet e pozicionit dhe zhvendosjes, sensorët e Hall-it duhet të kenë një burim të fushës magnetike dhe qarqe të ndryshme elektronike.
- Fusha magnetike ka dy rëndësi fundamentale për këta sensorë:
 - Densitetin e fluksit dhe
 - Polaritetin (ose orientimin).

Hall sensorët me dy nivele (3)

- Para se të bëhet dizajnimi i një detektorit të pozicionit me sensorin e Hall-it, duhet të bëhen analiza të detajuara në këtë mënyrë:
- Së pari, forca e fushës së magnetit duhet të detektohet.
- Forca do të jetë më e madhe në sipërfaqen e polit dhe do të zvogëlohet duke u larguar nga magneti.
- Do të thotë, sa më larg magnetit forca është më e vogël.
- Forca e fushës magnetike nuk është lineare me distancën dhe varet nga forma e magnetit, qarku i magnetit dhe nga rruga që e kalon magneti.

Shembull i përdorimit të Hall sensorëve

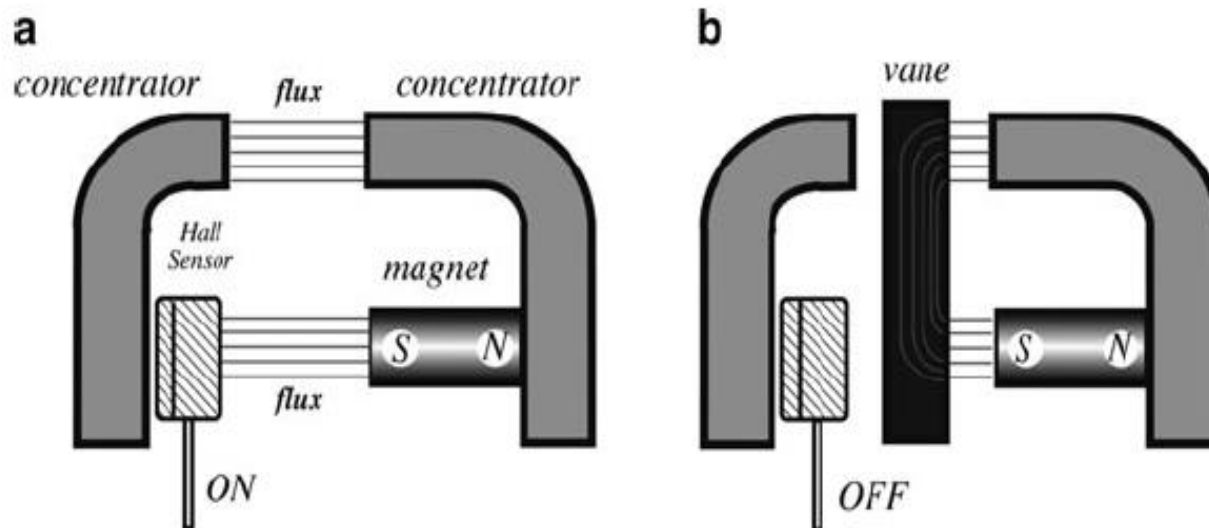
- Le ta shikojmë një detektor të nivelit të lëngut si në figurën e mëposhtme:



- Kur niveli i lëngut rritet dhe e arrinë nivelin e detektimit (pikën e shkarkimit), komutuesi Hall e bën trigerimin dhe dërgon sinjal tek pajisja për monitorim.
- Kur niveli i lëngut bjen nën pikën e shkarkimit tensioni i daljes së sensorit Hall ndryshon, duke treguar se niveli i lëngut është ulur.

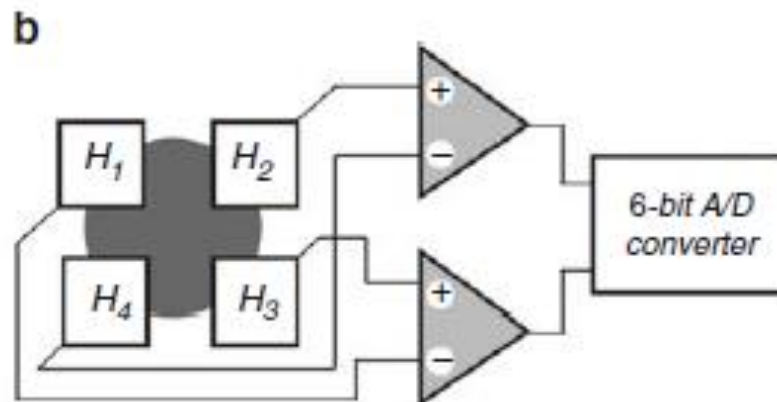
Shembull i përdorimit të Hall sensorëve

- Sensori Hall mund të përdoret edhe për të ndërprerë komutimin në një objekt lëvizës
- Në këtë mod, magneti dhe sensor Hall janë të montuar në një majë të dhëmbëzuar ku hapësira ndërmjet tyre është ajri. Shiko figurën e mëposhtme.



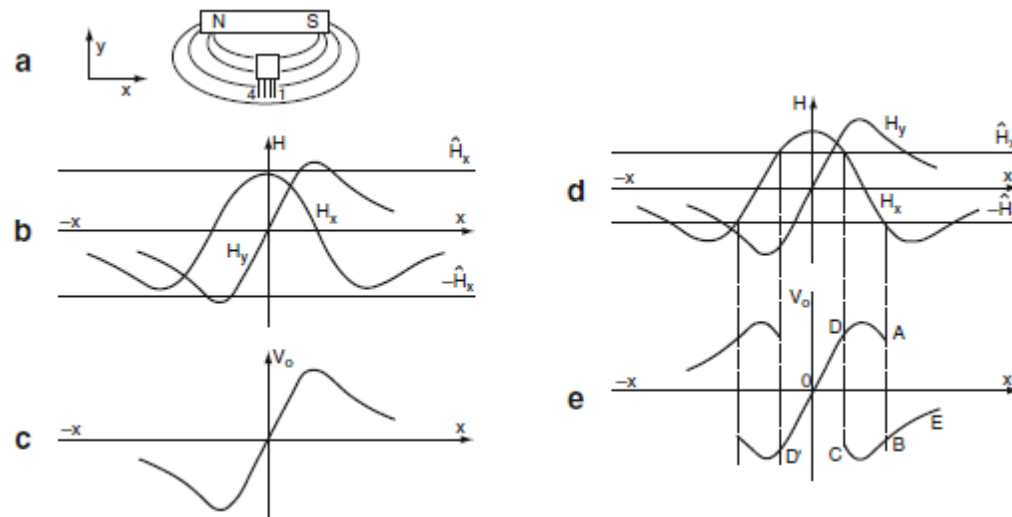
Lidhja e Hall sensorëve

- Katër sensorë Hall mund të konektohen në një qark të urëzuar për të detektuar lëvizjet lineare apo rrethore.
- Figura a dhe b ilustron më së miri këtë koncept ku sensori është i fabrikuar duke përdorur teknologjinë MEMS në një chip të vetëm dhe ky sensor është i paketuar në një kuti plastike SOIC-8.

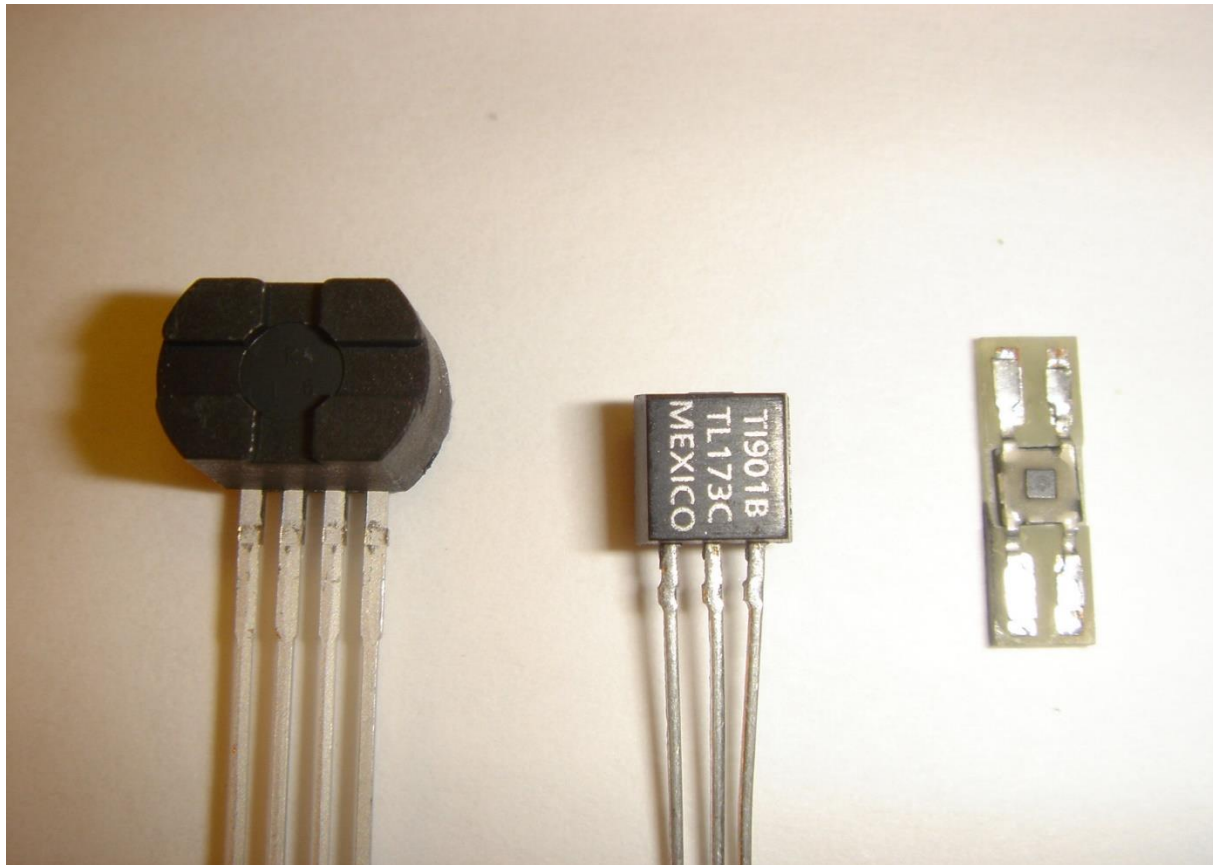


Sensorët magnetorezistivë

- Këta sensorë janë të ngjashëm me sensorët Hall.
- Për funksionim ata kërkojnë një fushë magnetike të jashtme.
- Dalja e sensorit magnetoresistiv në fushën e një magneti permanent si funksion i zhvendosjes x paralel me boshtin magnetik, shihet më së miri në figurën e mëposhtme (a-c).
- Magneti ofron fushën ndihmëse dhe atë transverzale. Dalja e sensorit me fushë të fuqishme magnetike shihet në të njëjtën figurë në d dhe e.

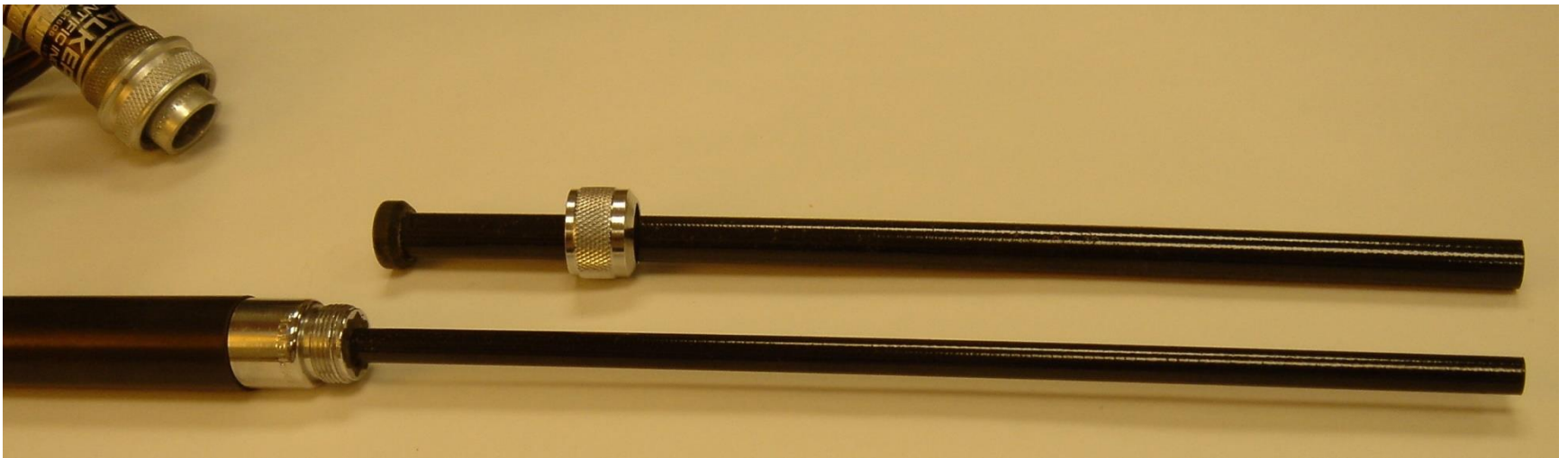


Disa Hall sensorë



Sondë me element 3 boshtor Hall

<https://www.youtube.com/watch?v=AcRCgyComEw>



Hall sensorët për kontrollim të motorit të CDROM-it

