

Sensorët dhe Interfejsët

Kapitulli 8 : Sensorët dhe Aktuatorët Kimikë

Hyrje

- Sensorët kimikë janë shumë të ndryshëm
- Detektim bazohet në mostrim
- Mostra lejohet të reagojë me elementet e sensorit
- Zakonisht sigurohet një dalje elektrike
- Shndërrimi mund të jetë shumë-etapësh dhe kompleks
- Në disa sensorë, një analizë complete kimike e substancës ndodh
- Në tjerat një dalje direkte paraqitet si paosjë e vetë prezencës së substancës (reaksioni).

Hyrje

- Detektimi kimik është i zakonshëm
- Në shkenca dhe mjekësi – mostrimi i oksigjenit, gjakut, alkoolit etj
- I përdorur në industri për kontrollë procesimi, përfshirë këtu edhe monitorimin e sigurisë.
- Rol me rëndësi në ruajtje të ambientit
- Përcjellje të materialeve të rrezikshme
- Përcjellja e fenomeneve natyrore dhe të shkaktuara nga njeriu
 - Ndotja,
 - Infektimi ujor
 - Migrimi i llojeve shtazore
 - Parashikimi dhe përcjelja e motit

Klasifikimi

- Sensorët me dalje direkte dhe indirekte
 - Sensori direkt: **reaksioni kimik apo prezenca e kemikalieve prodhon një dalje elektrike të matur.**
 - Shembull: sensori kapacitiv i lagështisë – kapaciteti i kondensatorit është proporcionalisht (direkt) i lidhur me sasinë e ujit prezent në mes dy pllakave.
 - Sensori indirekt (kompleks) bazohet në **lexim indirekt sekondar të stimulimit të detektuar.**
 - Shembull: sensori optik i tymit. Një sensor optik si fotorezistori ndriçohet nga një burim dhe kështu siguron një lexim vlerash.
 - Tymi “mostrohet” duke u lejuar të kalojë mes burimit dhe sensorit dhe kështu të ndryshojë intensitetin, shpejtësinë, fazën apo ndonjë veçori tjetër të dritës.

- Dalja paraqet ndryshime të rezistencës (përçueshmërisë) apo të kapacitetit (permitivitetit) si pasojë e seubstancave apo reaksioneve kimike.
- Këto mund të jenë me emërtime të ndryshme.
 - **Sensorët potenciometrikë** nuk përfshijnë rrymën – matje të kapacitetit dhe tensionit.
 - **Sensorët amperimetrikë** bazohen në matje të rrymës
 - **Sensorët konduktometrikë** bazohen në matje të përçueshmërisë (rezistencës)

Sensorët elektrokimikë

- Këto janë emra të ndryshëm për veçori të njëjta pasi që tensioni, rryma dhe rezistenca lidhen përmes ligjit të Omit.
- Sensorët elektrokimikë përfshijnë një numër të madh të metodave detektuese, të gjitha të bazuara në elektrokimi.
 - Shumë sensorë të zakonshëm përfshirë këtu edhe celulat djegëse, sensorët sipëfaqësorë të përçueshmërisë, elektrodën enzime, sensorët e oksidimit dhe sensorët e lagështisë i takojnë kësaj kategorie.

Sensorët metal-oksidë

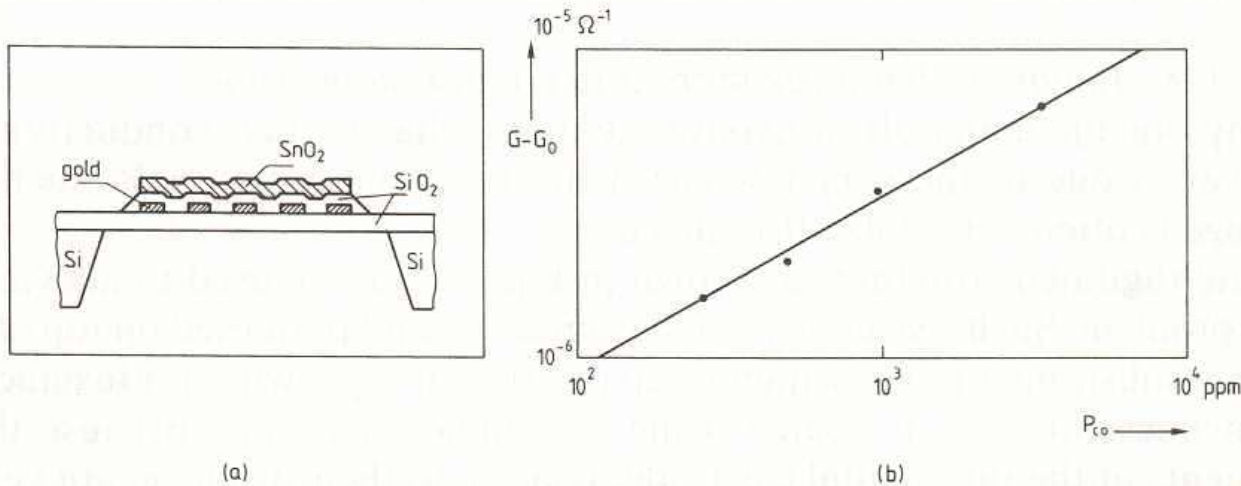
- Bazohen në një veçori të zakonshme të oksideve të metalit të ndryshimit të potencialit sipërfaqësor (përçueshmërisë) në prani të gazrave të ndryshëm si etil alkooli, mtani, etj.
- Metal-oksidet që mund të përdoren:
 - Kallaji (SnO_2), zinku (ZnO), hekuri (Fe_2O_2), zirkoni (ZrO_2), titaniumi (TiO_2) dhe volframi (WO_3).
- Këto janë materiale gjysmëpërçuese (të llojit p apo n)

Sensorët metal-oksidë

- Prodhimi relativisht i lehtë
- Bazohen në teknologji të përpunimit të siliciumit në shtresa të holla.
- Principi bazë
 - Kur një oksid mbahet në temperatura të ngritura, gazrat rrethues reagojnë me oksigjenin duke shkaktuar ndryshime në rezistencë të materialit.
- Komponentet esenciale:
 - Temperatura e lartë
 - Oksidi dhe
 - Reaksioni në oksid

Sensorët metal-oksidë

- Sensori tipik: sensori CO
- Një ngrohës dhe një shtresë e hollë SnO_2



Sensorët metal-oksidë

- Reaksioni është me oksigjenin
- Çdo gaz i zvogëlueshëm (gaz që reagon me oksigjenin) do të detektohet.
- I mungon selektimi – problem i zakonshëm me sensorët metal-oksid. Për tejkalim,
 - Selektohen temperaturat në të cilat gazi përkatës reagon
 - Gazi përkatës mund të filtrohet.
- Këta sensorë përdoren në shumë aplikime:
 - Detektorët CO dhe CO₂
 - Sensorët e oksigjenit në automjete.
 - Shembull: sensorët e oksigjenit përdorin sensor TiO₂ në të cilin rezistenca rritet me koncentrimin e oksigjenit.
 - Mund të përdoret edhe për kontrollim të ndotjes.

Sensorët termo-mekanikë

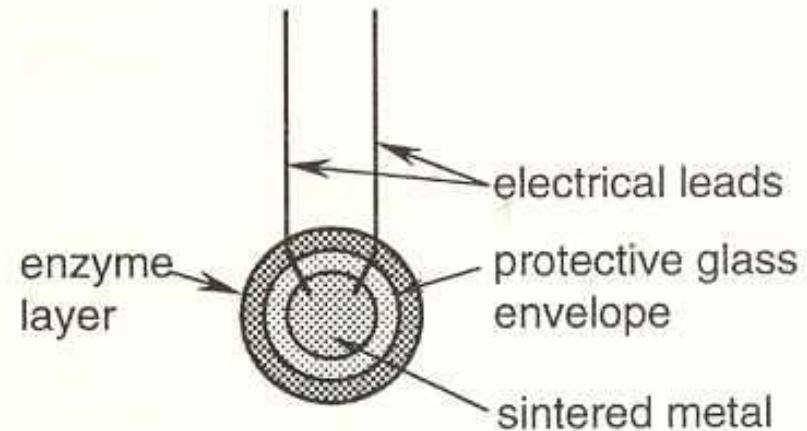
- Një klasë e sensorëve që bazohen në nxehtësinë e liruar nga reaksionet kimike për të detektuar sasinë e substancave përkatëse (reagent).
- Tri strategji për dtektim, duke krijuar kështu sensorë për aplikime të ndryshme.
 - Detektimi i rritjes së temperaturës si pasojë e reaksionit
 - Sensori katalitik për detektim të gazrave djegëse.
 - Matjet e përçueshmërisë termike në ajër si pasojë e gazit të detektuar.

Sensorët kimikë të bazuar në termistorë

- Principi: detekto ndryshimin e vogël në temperaturë si pasojë e reaksionit kimik.
- Një sensor referent i temperaturës përdoret për të detektuar temperaturën e solucionit
- Ndryshimi i temperaturës më pas është i lidhur me koncentrimin e substancës së detektuar.
- Përdoret një reaksion i bazuar në enzime (të cilat janë shumë selektive – ashtu që reaksioni të përcaktohet – dhe për shkak se gjenerojnë sasi të mjaftueshme të nxehtësisë).

Sensorët kimikë të bazuar në termistorë

- Sensori i zakonshëm krijohet duke vendosur shtresën e enzimës në termistor.
- Termistori është i llojit sferik – shumë kompakt – shumë i ndjeshëm.



Sensorët kimikë të bazuar në termistorë

- Përdoren për detektim të koncentrimit të ureas dhe glukozës.
- Sasia e nxehtësisë e gjeneruar është proporcionale me sasinë e substancës së detektuar në solucion.
- Ndryshimi në temperaturë mes termistorit të trajtuar dhe termistorit referent më pas lidhet me koncentrimin e substancës.
- Termistori mund të masë diferenca deri në 0.001°C
- Ndjeshmëria totale varet nga sisa e nxehtësisë e gjeneruar.

Sensorët katalitikë

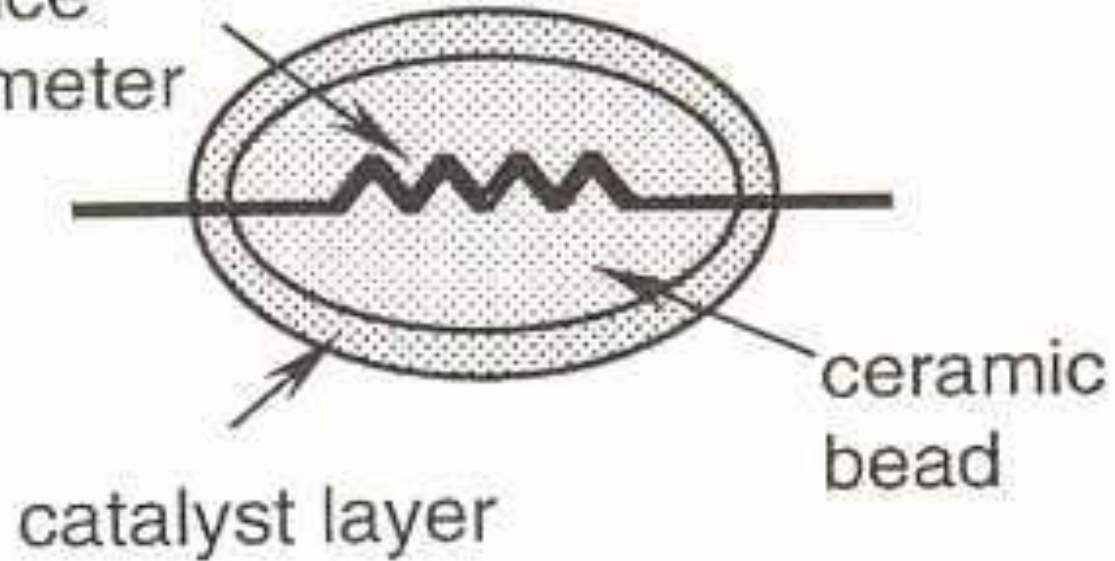
Sensorë kalorimetrikë:

- Mostra e analitit (gaz) digjet
- Nxhetësia e gjeneruar matet përmes sensorit të temperaturor.
- Lloj i zakonshëm i sensorit
- Vegël kryesore në detektim të gazrave të djegshëm si metani, butani, hidrogjeni, avujve të lëndëve djegëse (eter, aceton, etj.).

Sensorët katalitikë

- Principi: mostrimi i ajrit me përmbajtje të gazit djegës në një dhomë të nxehur
- Digjet gazi për t'u gjeneruar nxehtësi.
- Për shpejtim të procesit, një katalizator përdoret.
- Temperatura e detektuar paraqet përqindjen e gazit të djegshëm në ajër.
- Sensori më i thjeshtë përdor dredhë platini nëpër të cilin kalon rryma.
- Dredha e platinit nxehet si pasojë e rezistencës së saj dhe shërben si katalizator për hidrokarbone (për këtë arsye është material aktiv në konvertorë katalitikë në vetura).

platinum wire
resistance
thermometer



Sensorët katalitikë - aplikimet

- Përdoren në miniera për detektim të metanit dhe në industri për te detektuar tretës në ajër.
- Çështja më e rëndësishme është koncentrimi në të cilin gazrat ekplodojnë.
- Kjo quhet edhe kufiri i ultë i ekspozivit - *lower explosive limit* (LEL), përfundi të cilit gazi nuk ndezet.
- Për metan, p.sh., limiti LEL është 5% (me vëllim, në ajër).
- Sensori i metanit do të kalibrohet në % të LEL (100%LEL korrespondon me 5% metan në ajër)

Sensorët dhe Aktuatorët e Rrezatimit

Kapitulli 9

Hyrje

Do të diskutohen brezet rrezatuese:

- Mbi UV
 - Përfundi IR.
-
- Brezi mbi UV karakterizohet me jonizim –
 - Frekuenca është mjaftë e lartë për të jonizuar molekular (ek. i Plankut).
 - Frekuencat janë aq të larta (mbi 750 THz) sa që shumë forma të rrezatimit mund të deprëtojnë nëpër materiale prandaj edhe metodat e detektimit duhet të bazohen në principe tjera për dallim prej atyre për frekuenca të ulëta.
 - Në anën tjetër, përfundi brezit IR, rrezatimi elektromagnetik mund të gjenerohet dhe detektohet përmes antenave të thjeshta.

Hyrje

- I tërë rrezatimi mund të konsiderohet si rrezatim elektromagnetik.
- Do të përcjellim nomenklatrën konvencioanle
 - Rrezatimin e frekuencave të ulëta do ta quajmë rrezatim “elektromagnetik” (valë, energji elektromagnetike, etj.)
 - Rrezatimin e frekuencave të larta do ta quajmë rWill call high frequency radiation, simply “rrezatim” (si në rreze- X , α , β , γ apo kozmik)

Hyrje

- Sa më e lartë frekuenca aq më e lartë energjia e fotoneve.
- Në frekuenca të larta, energjia e fotoneve është e mjaftueshme të largojë elektronet nga atomet – rrezatimi jonizues.
- Në frekuenca të ulëta. Jonizimi nuk ndodh prandaj këto valë quhen jo-jonizuese.
- Frekuenca më e lartë në regjion mikrovalor është 300 Ghz. Energjia e fotoneve është 0.02 eV.
 - Kjo konsiderohet jo-jonizuese.
- Frekuenca më e ultë në regjionin X-valë është 3×10^{16} Hz dhe energjia e fotonit është 2000 eV. Qartë një rrezatim jonizues.

Njësitë

- Njësitë për rrezatim, përpos në rrezatim elektromagnetik ndahen në tri:
 - Njësi të aktivitetit,
 - Njësi të ekspozimit
 - Njësi të dozës së absorbuar.
 - Poashtu – njësitë për ekuivalencë të dozës.
- Njësia bazë për **aktivitet** është Becquerel [Bq]
- Definohet si një tranzicion (dezintegrim) për sekondë.
- Tregon shkallën e shkatërrimit të radionukleidit.

- Njësia bazë e **ekspozimit** është kulon për kilogram $[C/kg]=[A.s/kg]$.
 - Njësia më e vjetër ka qenë roentgen (1 roentgen= $2.58 \times 10^{-4} C/kg$).
- Zakonisht përdoren nënfishat e $[C/kg]$ si $[mC/kg]$, $[\mu C/kg]$ dhe $[pC/kg]$.

Njësitë

- **Doza e absorbuar** matet me gray [Gy] = [J/kg].
- Gray është energjia për kilogram dhe $1[\text{Gy}] = 1[\text{J/kg}]$.
 - Njësia e vjetër ka qenë rad (1 rad = 100 [Gy]).
- Njësia e **ekuivalencës së dozës** është sievert [Sv] në [J/kg].
 - Njësia e vjetër ka qenë rem (1 rem = 100 [Sv]).
- Vëreni që sievert dhe gray janë të njëjtë.
- Kjo për arsye se masin madhësi të njëjta në ajër.

- Megjithatë ekuivalenca e dozës për një trup (si p.sh., i njeriut) fitohet duke shumëzuar dozën e absorbuar me një faktor kualiteti.

Sensorët e rrezatimit

- Tri lloje bazë të sensorëve të rrezatimit:
 - Sensorët e jonizimit
 - Sensorët e shkëlqimit
 - Sensorët gjysmëpërçues të rrezatimit
- Këta sensorë janë ose:
 - Detektorë – detektim pa kuantifikim apo:
 - Sensorë – edhe detektim dhe kuantifikim

Sensorët (detektorët) e jonizimit

- Në sensor jonizimi, rrezatimi që kalon nëpër një medium (të gaztë apo të ngurtë) krijon çifte elektron-proton
- Densiteti dhe energjia varet nga energjia e rrezatimit jonizues.
- Këto ngarkesa më pas mund të tërhiqen drejt elektrodave dhe maten apo mund të përshpejtohen përmes fushës magnetike për përdprim të mëtejshëm.
- Sensori më ivjetër dhe më i thjeshtë është dhoma e jonizimit.

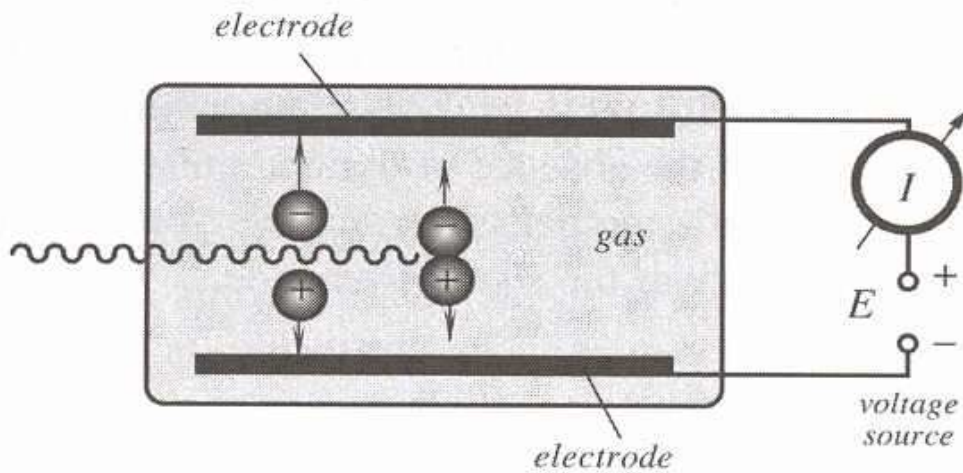
Dhoma e jonizimit

- Dhoma është e mbushur me gaz
- Në presion të ultë
- Ka reagim të parashikuar ndaj rrezatimit.
- Në shumicën e a gazrave, energjia jonizuese nga elektronet e jashtme është e vogël
 - 10 deri 20 eV.
- Energjia pak më e lartë kërkohet për shkak se një pjesë e kësaj mund të absorbohet.
- Për detektim, vlera me rëndësi është vlera në W.

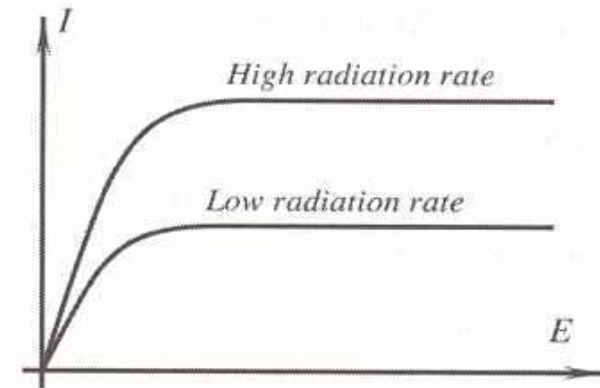
Table 9.1. W va lues for var ious gases used in ionization chambers (eV/ion pair)

Gas	Electrons (fast)	Alpha particles
Argon (A)	27.0	25.9
Helium (He)	32.5	31.7
Nitrogen (N ₂)	35.8	36.0
Air	35.0	35.2
CH ₄	30.2	29.0

Dhoma e jonizimit



(A)



(B)

Dhoma e jonizimit - aplikimet

- Përdorimi më i zakonshëm –
 - Detektorët e tymit
- Dhoma është a hapur ndaj ajrit dhe jonizimi ndodh në ajër.
- Një burim i vogël radioaktiv (Americum 241) jonizon ajrin në vlera konstante
- Kjo shkakton një rrymë konstante të vogël jonizimi mes anodës dhe katodës në dhomë.
- Produktet djegëse si tymi hyjnë në dhomë

Dhoma e jonizimit - aplikimet

- Grimcat e tymit janë shumë më të mëdha dhe të rënda se ajri
- Ato formojnë qendra reth të cilave ngarkesat pozitive dhe negative rikombinohen.
- Kjo e redukton rrymën e jonizimit dhe shkakton alarm.
- Në shumicën e detektorëve të tymit, ekzistojnë dy dhoma.
- Njëra është ajo që u përshkrua më sipër. Mund të aktivizohet nga lagështia, pluhuri apo ndryshimet në presion apo insekte të vogla, e dyta, dhoma referente
- Në të hapjet janë shumë të vogla për të lejuar deprimin e grimcave të tymit por lejojnë lagështinë.
- Aktivizimi bazohet në diferencën mes dy rrymave në këto dhoma.

Dhomat e jonizimit në detektor shtëpiak të tymit



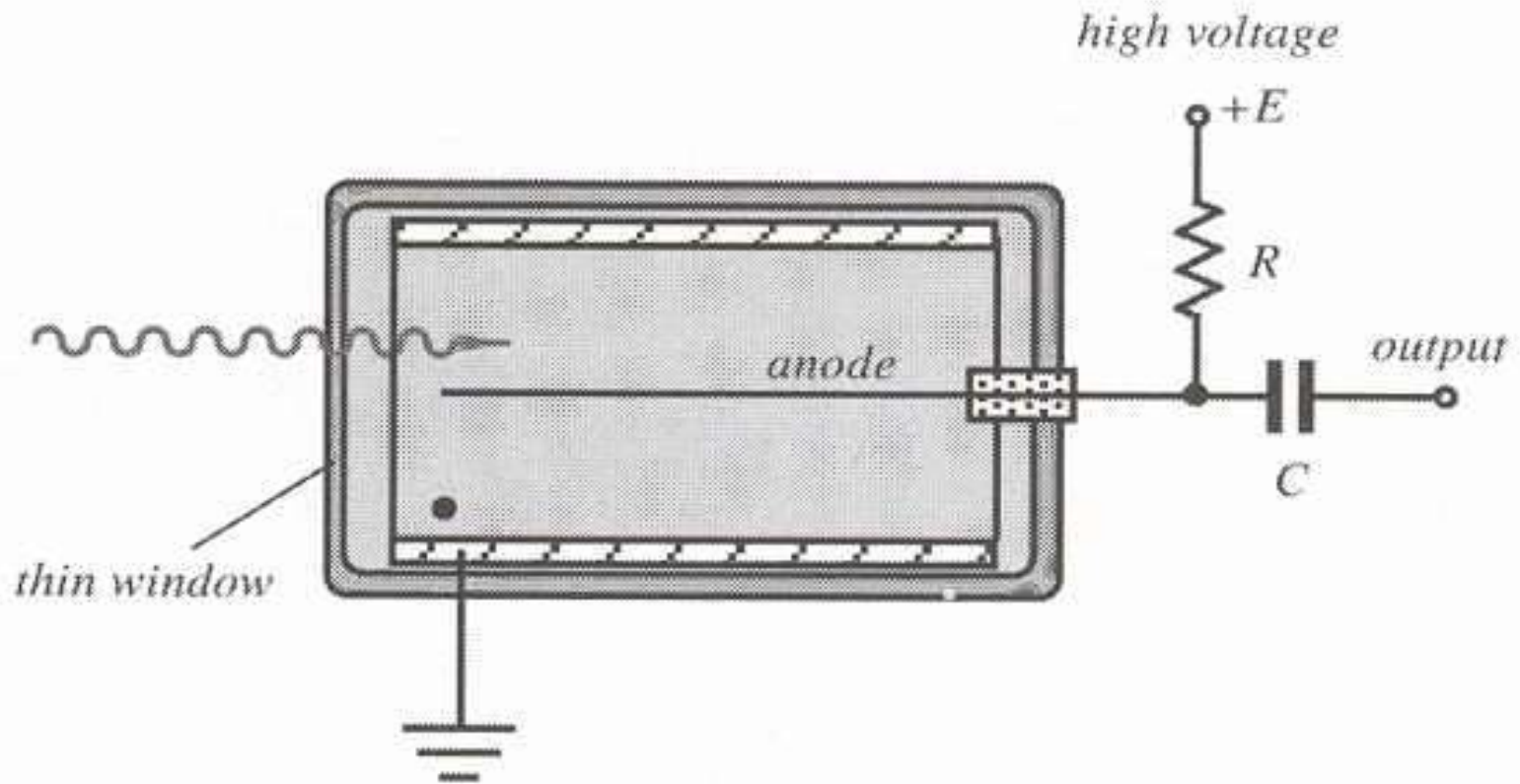
Sensor densiteti i strukturave nukleare



Numëruesit Geiger-Muller

- Një dhomë jonizimi
- Tensioni nëpër dhomën e jonizimit është shumë i lartë
- Dalja nuk është në funksion të energjisë jonizuese por i fushës elektrike në dhomë.
- Për këtë arsye, numëruesi GM mund të “numërojë” grimcat e vetme.
- Ky tension shumë i lartë mund të shkaktojë aktivizimin e leximit jo korrekt menjëherë pas leximit korrekt.

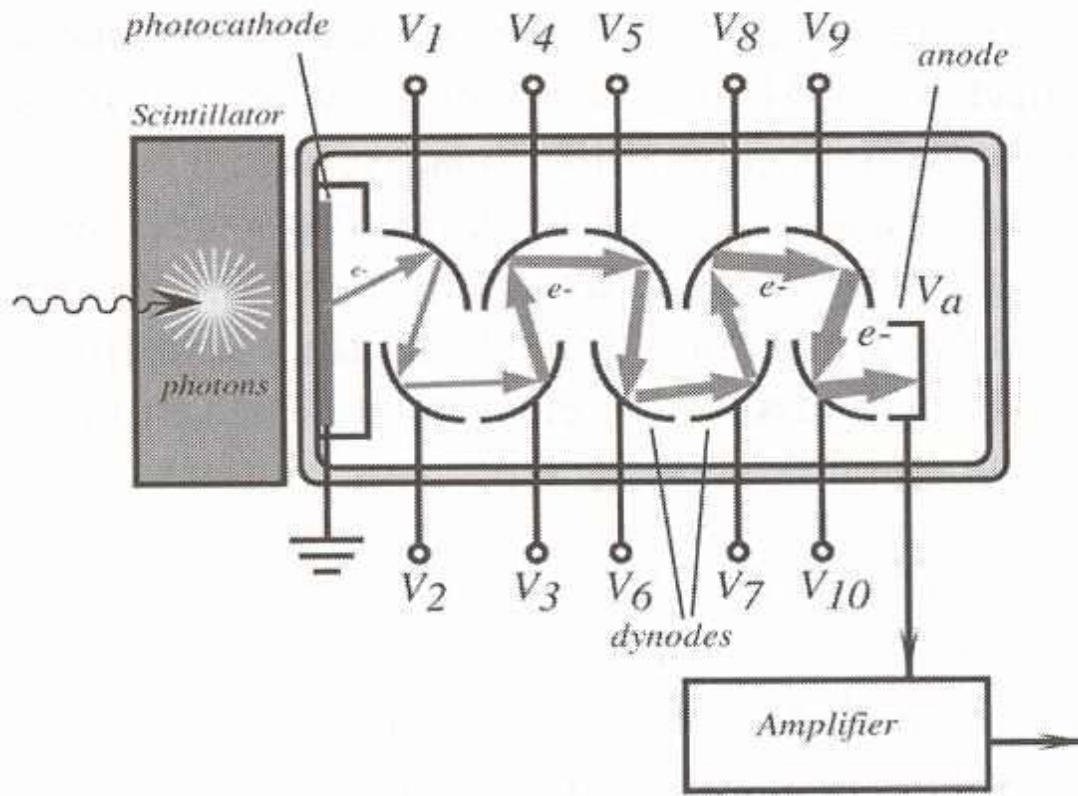
Sensori Geiger-Muller



Sensorët e shkëlqimit

- Shfrytëzojnë shndërrimin e rrezatimit në dritë (shkëlqimi) i cili ndodh në disa materiale.
- Intensiteti i dritës së gjeneruar më pas është masë për energjinë kinetike të rrezatimit.
- Materialet që përdoren duhet të shfaqin dobësim të shpejtë të dritës pas rrezatimit (fotoluminesenca) për të lejuar reagim të shpejtë të detektorit.
- Materiali më i zakonshëm është Natrium-Jodi
- Drita e përfituar nga procesi i shndërrimit rrezatim-dritë është i dobët dhe duhet "amplifikuar" për t'u detektuar.
- Fotomultiplikatori mund të përdoret për këtë qëllim.

Sensori i shkëlqimit

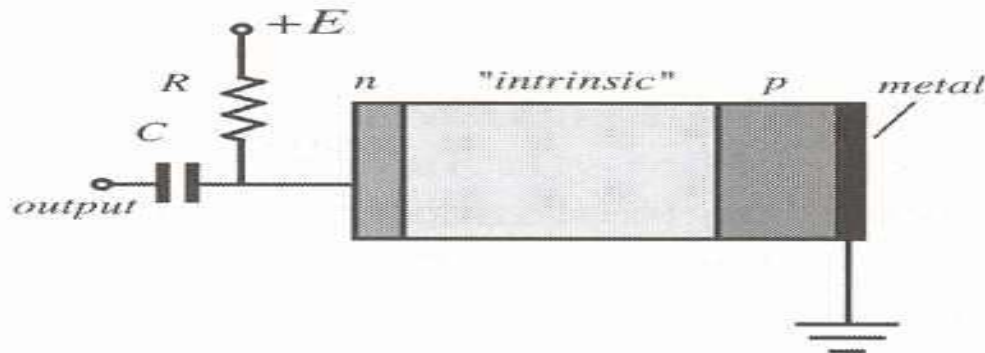


Detektorët gjysmëpërçues të rrezatimit

- Rrezatimi i dritës mund të detektohet në gjysmëpërçues përmes lirimit të ngarkesave nëpër boshllëkun e brezit
- Çdo sensor gjysmëpërçues i dritës mund të jetë i ndjeshëm në rrezatim me energji të lartë
- Disa çështje praktike duhet të zgjidhen:
 1. Për shkak se energjia është e lartë, materialet me boshllëk më të ultë të brezit nuk mund të përdoren sepse do të prodhonin rryma të larta.
 2. Rrezatimi i lartë mund të depërtojë nëpër gjysmëpërçues pa liru ngarkesa.
- Janë të nevojshme materiale më të trasha dhe të rënda.
- Në detektim të niveleve të ulëta rrezatimi, rryma inverze mund të interferojë me detektorin.
- Për këtë arsye, disa sensorë gjysmëpërçues mund të përdoren në temperatura shumë të ulëta

Detektorët gjysmëpërçues të rrezatimit

- Në esencë janë dioda inverz të polarizaura.
- Fitohet rrymë e vogël inverze.
- Rryma inverze është masë për energjinë kinetike të rrezatimit.
- Dioda duhet të jetë mjaft e trashë për të absorbuar energjinë si pasojë e grimcave të shpejta.
- Ndërtimi më i zakonshëm (si PIN diodë) – me Litium

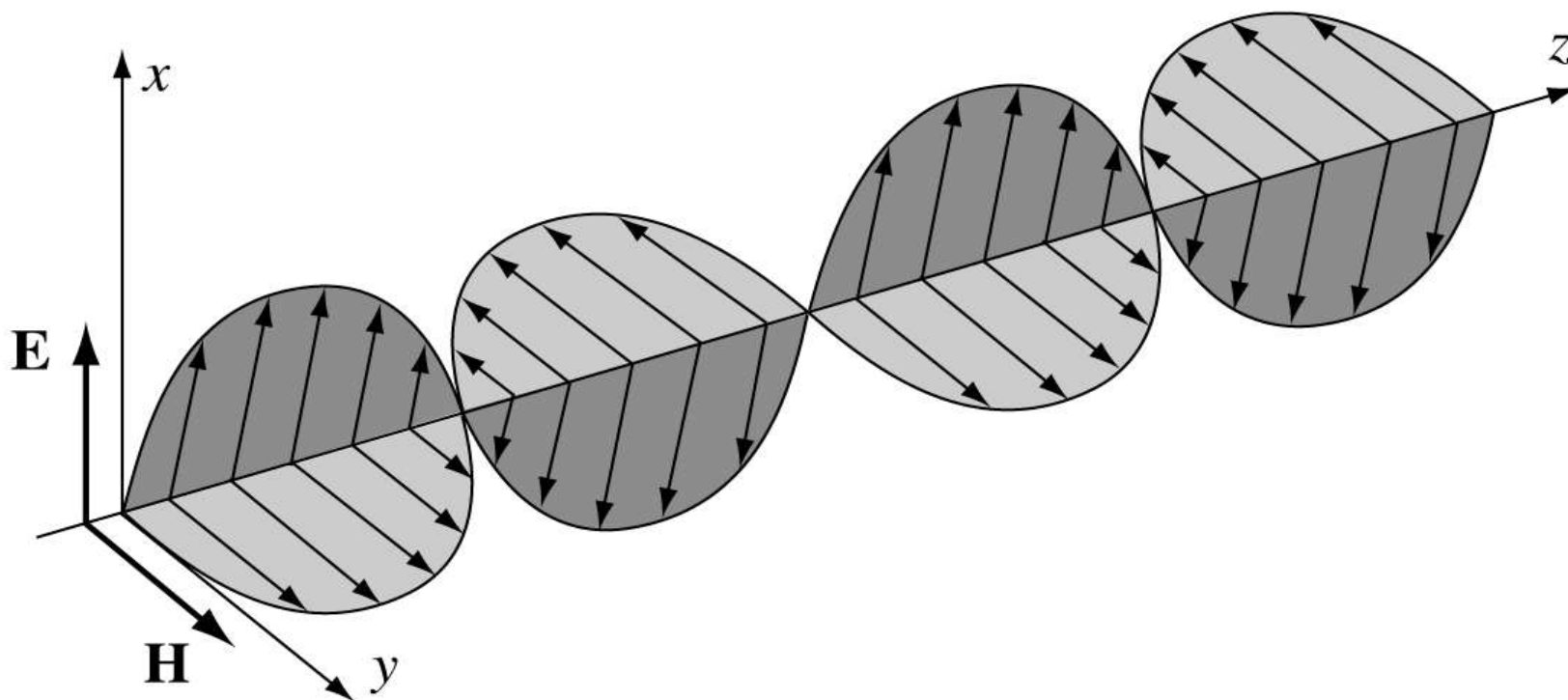


Sensorët e rrezatimit mikrovalor

- Mikrovalët përdoren për detektim të madhësive tjera sepse gjenerohet, manipulohet dhe detektohet lehtë rrezatimi mikrovalor.
- Përdorimi në detektim të shpejtësisë, të ambientit (radar, doppler radar, mapimi i Tokës dhe i planeteve, etj.) është i mirënjohur.
- Të gjitha këto aplikime dhe sensorët janë bazuar në veçoritë e përhapjes së valëve elektromagnetike.

Valët elektromagnetike

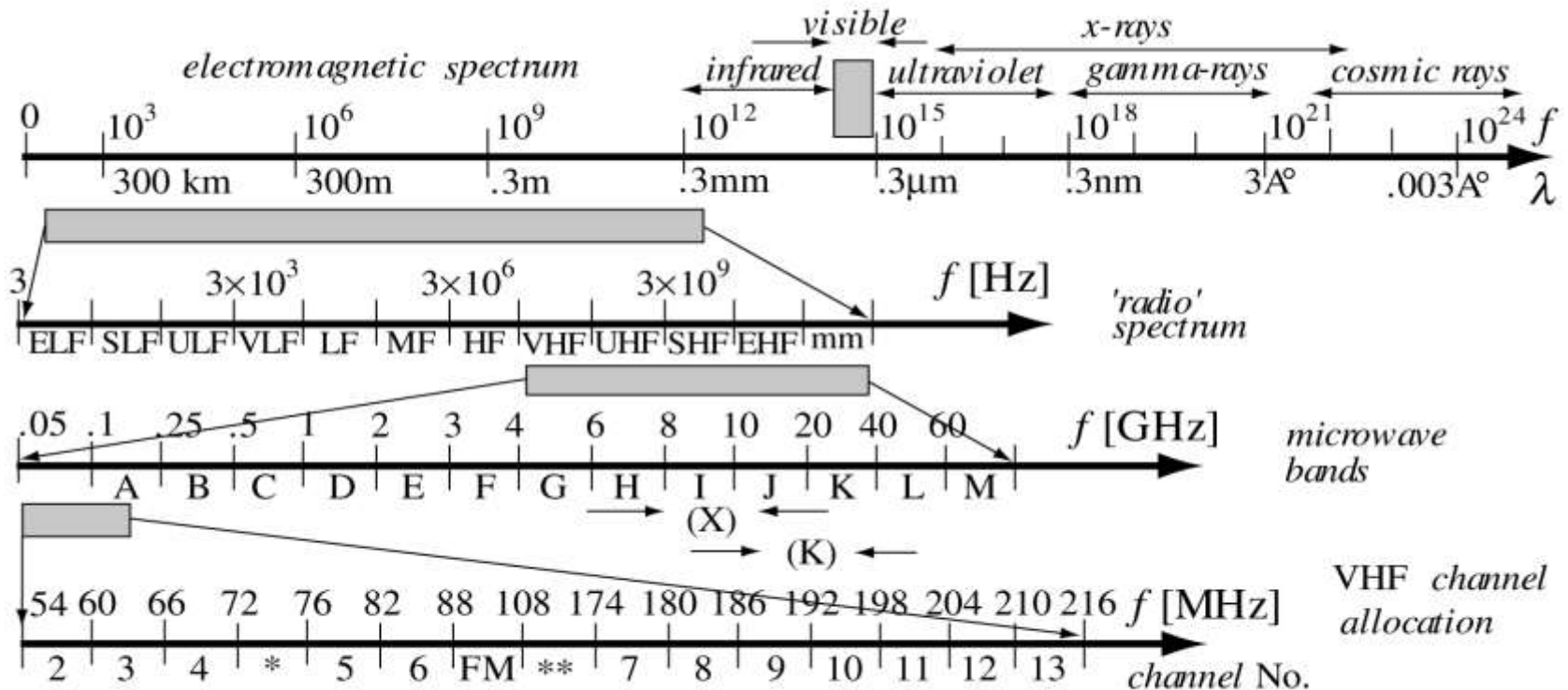
- Valët elektromagnetike dallojnë prej valëve akustike në dy mënyra kryesore
 - Valët elektromagnetike janë transverzale (valët akustike janë longitudinale)
 - Valët elektromagnetike janë variacion në hapësirë dhe kohë i fushës elektrike dhe magnetike.
- Intensiteti i fushës elektrike E dhe i fushës magnetike H janë tërthorë në drejtimin e përhapjes së valës dhe ndaj njëri tjetrit.



Valët elektromagnetike

- Dobësimi i valëve elektromagnetik, është eksponencial dhe i varur nga materialet
 - Zero në vakuum
 - I Ulët në materiale të dobëta përcuese si dielektrikët.
 - I lartë në materiale përcuese.
- I gjithë spektri elektromagnetik mund të përdoret për detektim
- Mikrovalët janë posaçërisht të përshtatshme për këtë qëllim.
- Spektri mikrovalor-
 - 300 MHz - 300 GHz (gjatësi valore 1m - 1mm).

Spektri elektromagnetik



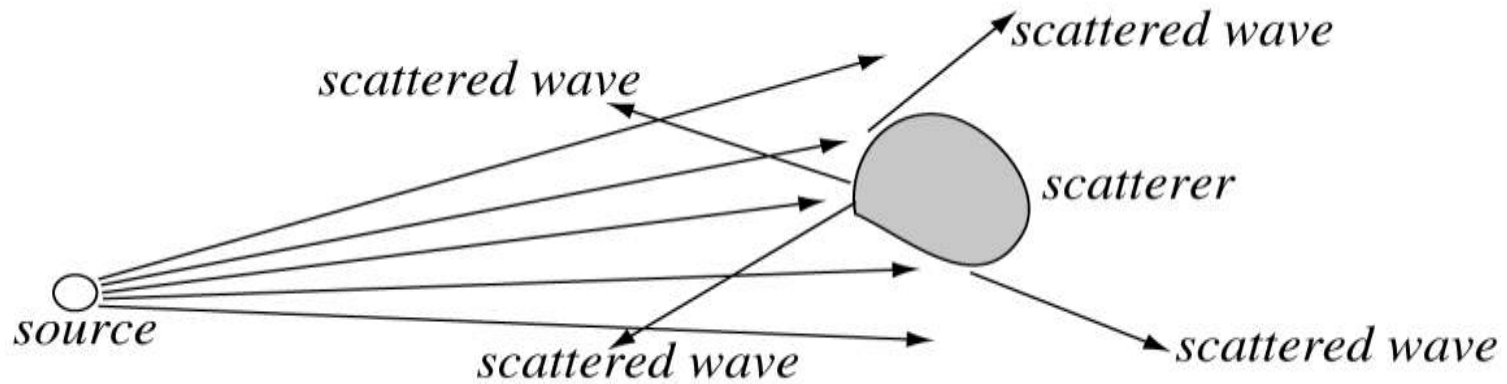
* 72-76 MHz reserved for 2-way radio, aeronautical communication
 ** 88-174 MHz reserved for FM broadcasting (88-108 MHz), 2-way radio, control

Detektimi mikrovalor

- Bazohet në katër metoda:
 1. Përhapjen e valëve
 2. Reflektimin e valëve
 3. Transmetimin e valëve
 4. Rezonancën
- Këto mund të kombinohen në një sensor për të ndikuar një funksion përkatës.

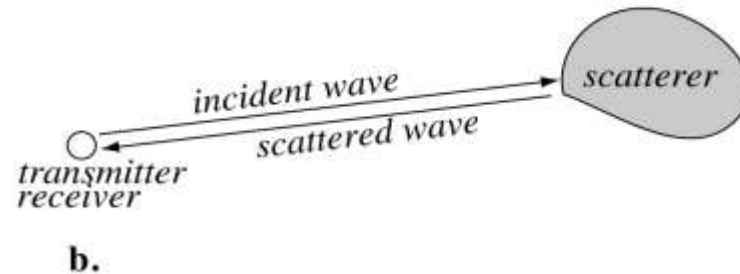
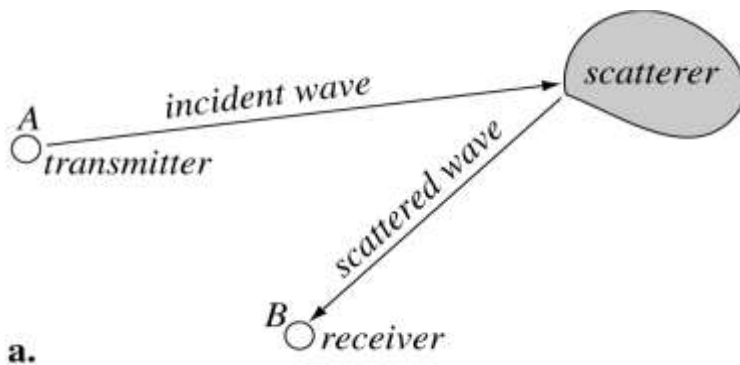
Detektimi mikrovalor - RADAR

- RADAR - **RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging.
- Metoda më e njohur për detektim mikrovalor
- Në formën më të thjeshtë nuk dallon shumë prej baterisë (burimi) dhe syve tanë (detektor)
- Sa më i madh caku dhe më intensiv burimi i valëve, aq më i madh sinjali i pranuar prapa prej cakut.



Detektimi mikrovalor - RADAR

- Pranimi mund të jetë e njëjta antenë (pulsed-echo radar), apo (a-static radar)
- Pranimi mund të jetë i vazhdueshëm nga antena tjetër (bi-static radar)
- Operimi i radarit bazohet në reflektim të valëve nga cilido cak në të cilin has valla rënëse.



Radari

- Për çdo objekt në rrugë të valëve elektromagnetike, koeficienti i shpërndarjes, i quajtur prerja tërthore shpërndarëse apo prerja tërthore e radarit σ

$$\sigma = 4\pi R^2 \frac{P_s}{P_i}$$

P_s : densiteti i spërndarë i fuqisë
 P_i : densiteti rënës i fuqisë
R: distanca prej burimit te caku

Radari

- Fuqia e pranuar kalkulohet nga ekuacioni i radarit

$$P_r = P_{rad} \sigma \frac{\lambda^2 D^2}{(4\pi)^3 R^4}$$

λ : gjatësia valore

σ : prerja tërthore e radarit

P_r : fuqia totale e pranuar

P_{rad} : fuqia totale e rrezatuar

D : drejtimi i antenës

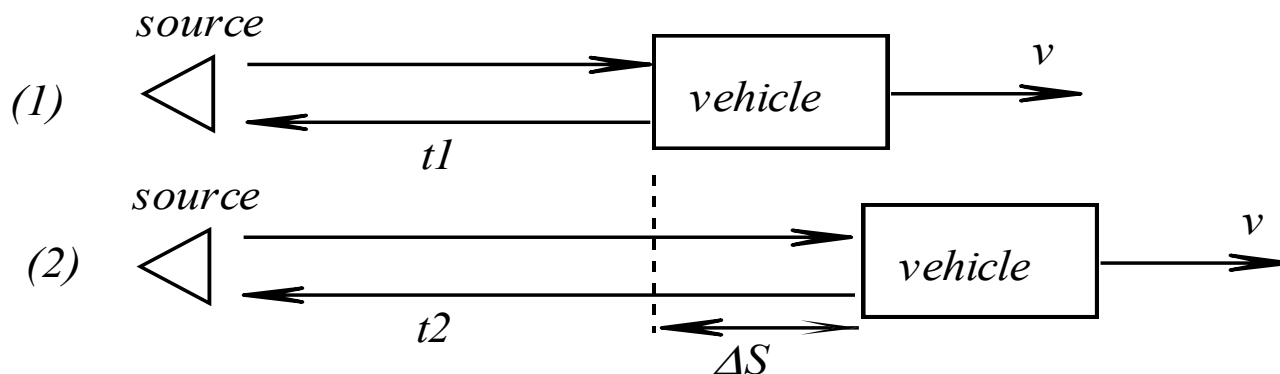
Radari Doppler

- Shfrytëzohet efekti Doppler.
- Amplituda dhe fuqia nuk janë me rëndësi (derisa të pranohet një reflektim).
- Paraqet ndryshimin në frekuencë të valëve të reflektuara si pasojë e shpejtësisë së caktuar.

Doppler Radar

- Nëse një cak është në lëvizje me shpejtësi v .
- Burimi transmeton një sinjal me frekuencë f .
- Sinjali i reflektuar kthehet në transmetues me vonesë prej $2\Delta t$ ku $\Delta t = \Delta S/v$.
- Kjo vonesë shkakton një zhvendosje në frekuencë të sinjalit të pranuar në formën:

$$f' = \frac{f}{\left(1 + \frac{2v}{c}\right)}$$



Doppler Radar

- Sinjali i valës kthyesë është më i ultë sa më e lartë të jetë shpejtësia e automjetit.
- Nëse lëvizja është drejt burimit të radarit, frekuenca rritet (shpejtësi negative).
- Matja e kësaj frekuence paraqet një tregues të saktë për shpejtësinë e automjetit.
- Përdoret në polici në detektorë të shpejtësisë
- E njëjta mund të aplikohet në detektim të aeroplanëve apo tornadove – bazuar në detektim të shpejtësisë.
- Radari Doppler është i verbër ndaj caqeve stacionare.

Radarët Doppler - shënime

- Radari Doppler përdoret edhe në sistemet kundër përplasjes të automjetet dhe për kontroll aktiv të shpejtësisë konstante.
- Radari bazohet shumë në antenat dhe drejtimin e tyre.
- Radarët praktikë operojnë në frekuenca të larta - 10GHz - 30 GHz
- Sistemet për evitim të përplasjeve operojnë në frekuenca mbi 80 GHz

Radarët - shënime

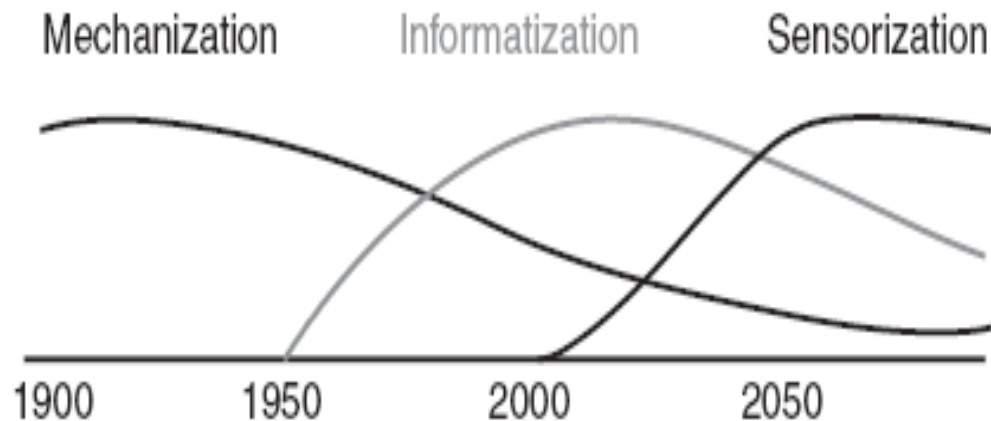
Ekzistojnë shumë lloje tjera të radarëve.

- I ashtuquajturi radar në tokë (ndryshe njihet edhe radar depërtues i tokës).
 - Operon në frekuenca më të ulëta me qëllim deprëtimi dhe mapimi të objekteve përfundi tokës.
- Për hulumtime hapësinore dhe për mapim të planetëve – SAR (Synthetic Aperture Radar)
 - Kjo metodë shfrytëzon antenat lëvizëse dhe procesim të sinjalve për të rritur shtrirjen dhe fuqinë dukëse të radarit.

MEMS dhe sistemet e sensorëve të mençur

Kapitulli 10

- Procesi i automatizimit ka tri faza:
 - Mekanizimi
 - Informatizimi dhe
 - Sensorizimi (sensorization)



Mekanizimi

- Qeniet njerëzore gjithmonë kanë tentuar që të zgjerojnë mundësitë e tyre.
- Së pari, ata bënë zgjerimin e fuqisë mekanike.
- Ata zbuluan makinat me avull, motorët elektrik dhe aeroplanët.
- Procesi i mekanizimit ka ndryshuar tërësisht shoqërinë njerëzore.
- Me këtë u lind revolucioni i parë industrial.

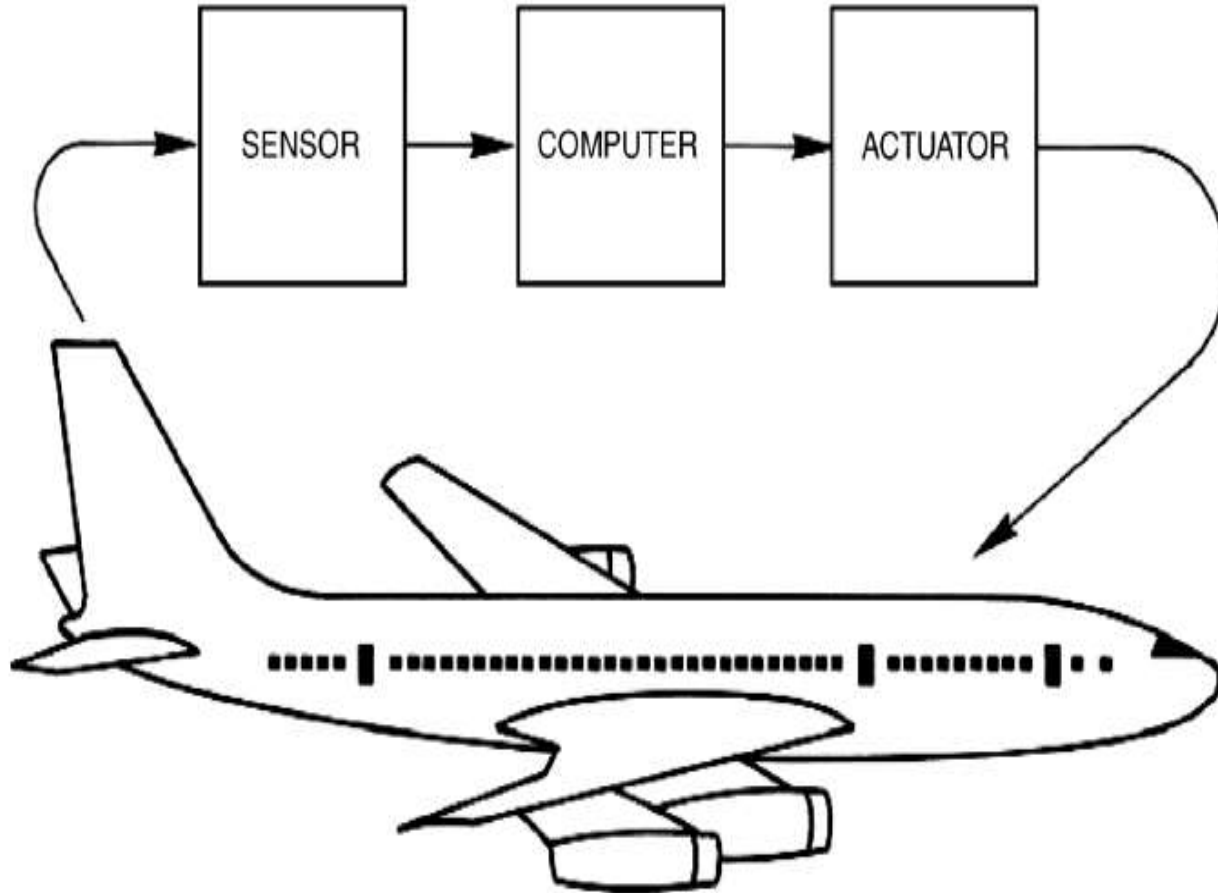
Informatizimi

- Së dyti, ata “zgjeruan” trurin e tyre.
- Ata zbuluan mënyra të reja për komunikime të ndërsjella: kompjuter dhe internet.
- Kjo fazë e informatizimit sërish e ka ndryshuar shoqërinë, ku ne ende nuk mund t’i parashikojmë rezultatet përfundimtare.

- Me zbulimin e sensorëve, qeniet njerëzore janë duke mësuar që të zgjerojnë në mënyrë artificiale ndjenjat e tyre.
- Faza e sensorizimit së bashku me mekanizimin dhe informatizimin shpijnë deri tek revolucioni industrial i automatizimit të plotë ose robotizimit.

- Ky sistem përfshinë një numër të madh të sensorëve për monitorim të fluturimit.
- Kompjuterët e bëjnë procesimin e sinjaleve, I krahasojnë ato sinjale me vlerat e dizajnuara dhe ofrojnë sinjale kontrolluese për motorët, timoni etj.
- Një sistem i tillë i ashtuquajtur “triplet” i përbërë nga mekanika, kompjuterët dhe sensorët lejon që aeroplani të fluturoi me autopilot.

Aeroplani i automatizuar komplet

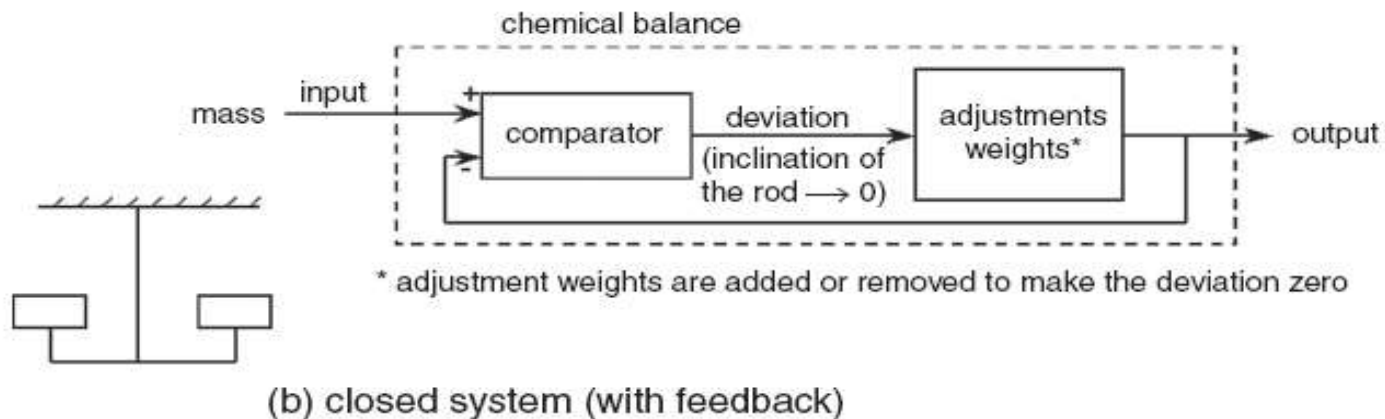
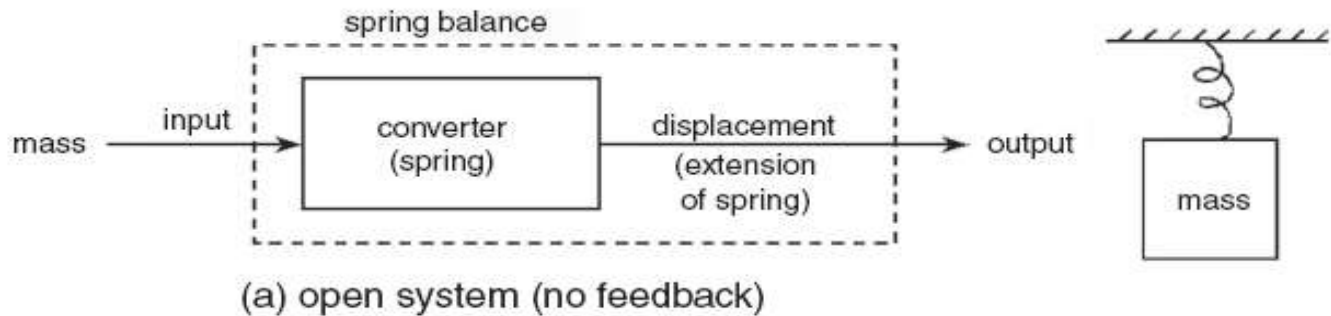


Definimi i llojeve të sensorëve

- Këtu do të ofrojmë definimet për disa lloje të sensorëve; si më poshtë:
 - sensorët
 - sensorët e mençur
 - sensorët e mençur të integruar
 - Sistemet e sensorëve të mençur

Sistemet e hapura dhe të mbyllura të sensorëve

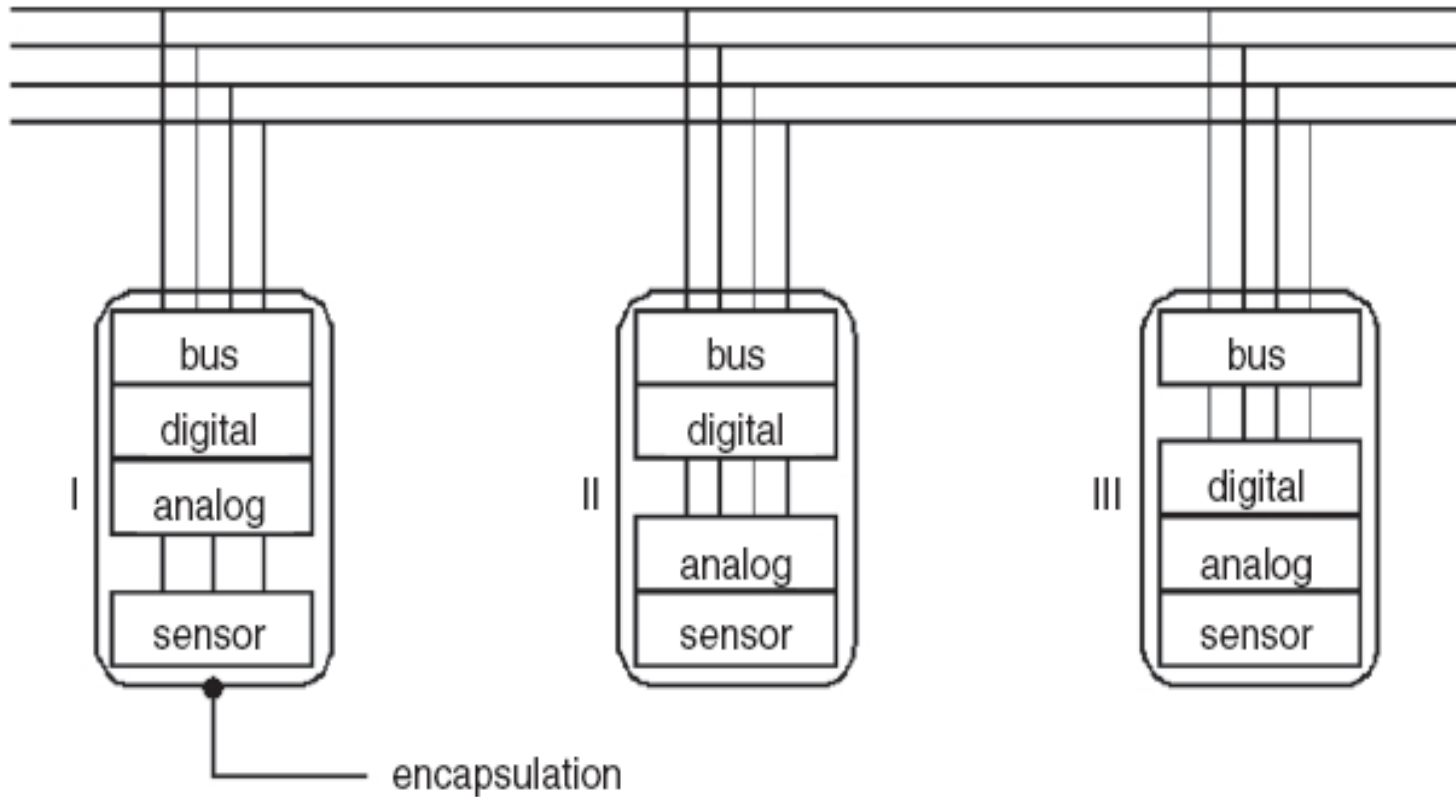
- Dy klasë mund të dallohen:
 - Sistemet e hapura, në të cilat nuk ka qark riveprues dhe
 - Sistemet me lak të mbyllur, me qark riveprues.



Definimi i sensorëve të mençur

- Nëse bëhet kombinimi i një interfejsi analog, një konvertuesi analog-digjital dhe një bus interfejsi, atëherë kemi të bëjmë me sensor të mençur.
- Në figurën e mëposhtme paraqiten 3 lloje të sensorëve të përzier (hibrid), të cilët dallojnë për nga shkalla e integritit në çipin e sensorit.

Definimi i sensorëve të mençur

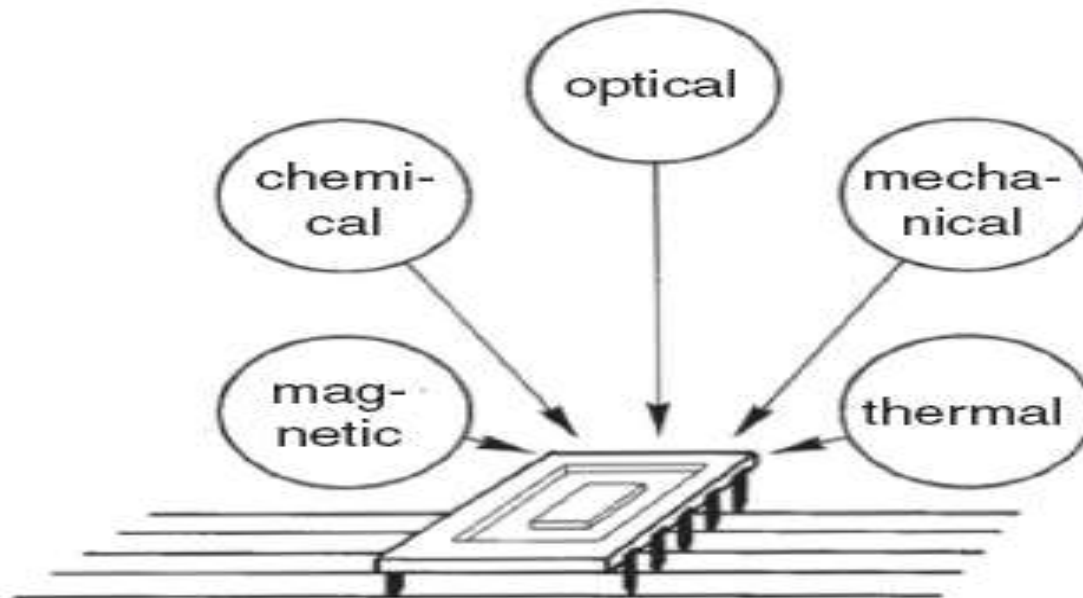


Definimi i sensorëve të mençur

- Në sensorin e parë të mençur hibrid, interfejsi univerzal i sensorit (USI-Universal Sensor Interface) mund të përdoret për të lidhur sensorin me ndërlidhjen bus.
- Në sensorin e dytë, është integruar sensori dhe elementi procesues i sinjalit.
- Megjithatë, ADC dhe interfejsi Bus ende janë jashtë këtij dizajnimi.
- Në sensorin e tretë, kemi të bëjmë me një kombinim të një interfejsi në një çip që ofron rrjedhë të bitëve (bit stream).

Definimi i sensorëve të mençur të integruar

- Nëse bëhet integrimi i të gjitha funksioneve të sensorëve në një qip të vetëm, në këtë rast kemi të bëjmë me sensorë të mençur të integruar.
- Ky lloj i sensorëve më së miri është paraqitur në figurën e mëposhtme.



MEMS

- MEMS apo Micro-Electro Mechanical System është teknikë e kombinimit të komponenteve elektrike dhe mekanike në një çip, për të prodhuar një sistem të dimensioneve miniaturale.
- MEMS është integrimi i një numri të mikro-komponenteve në një çip të vetëm për të detektuar dhe kontrolluar ambientin.
- Integrimi arrihet përmes teknologjive të mikrofabrikimit



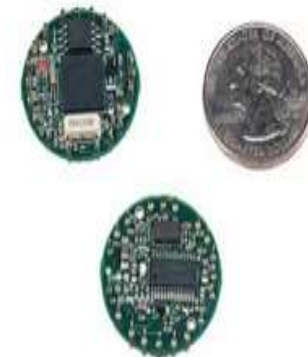
Mechanical



Electrical

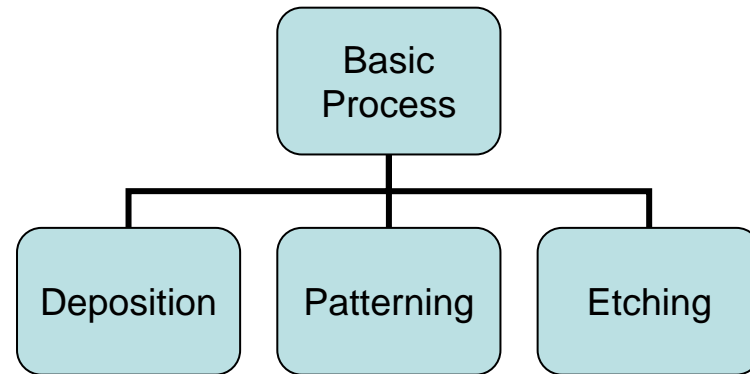
Pse MEMS?

- Më të vegjël në madhësi
- Konsum të ultë të fuqisë
- Më të ndjeshëm në ndryshime të vlerave hyrëse
- Më të lirë si pasojë e prodhimit në masë
- Më pak ndërhyrës se pajisjet e mëdha



Materialet e përdorura janë:

- Silici
- Polimeret
- Metalet
- Keramika



Procesi i prodhimit

- **Depozitimi**

- Si pasojë e reaksionit kimik apo fizik.

- **Modelimi**

- Modeli transferohet në një material fotosensitiv përmes rrezatimit selektiv përmes dritës.

- **Gdhendja**

- Përmes acideve të forta me të cilat dizajnohet MEMS

Teknologjia prodhuese e MEMS

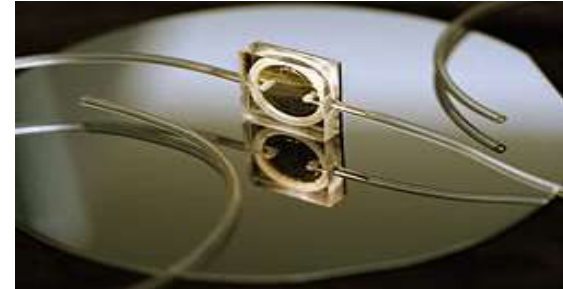
Mikroprodhimi në masë (Bulk Micromachining)

Mikroprodhimi sipërfaqësor (Surface Micromachining)

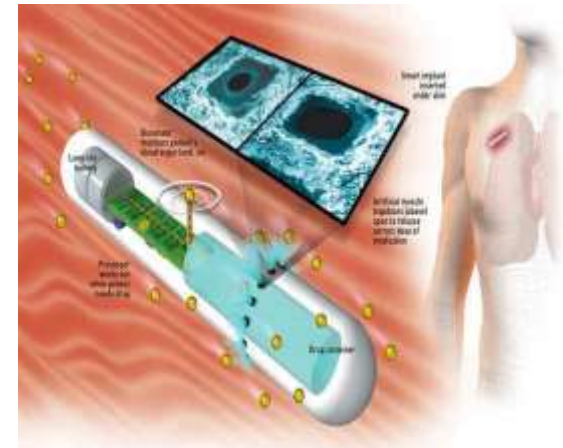
High Aspect Ratio (HAR) Silicon Micromachining

Aplikimet në Mjekësi

- **Laser Biocavity** : Kjo pajisje dallon celulat kancerogjene prej atyre jo kancerogjene duke i ndihmuar kirurgët.



- **Pilula e mençur** :
 - Implanthet në trup
 - Shpërndarje automatike të barit (sipas kërkesës)



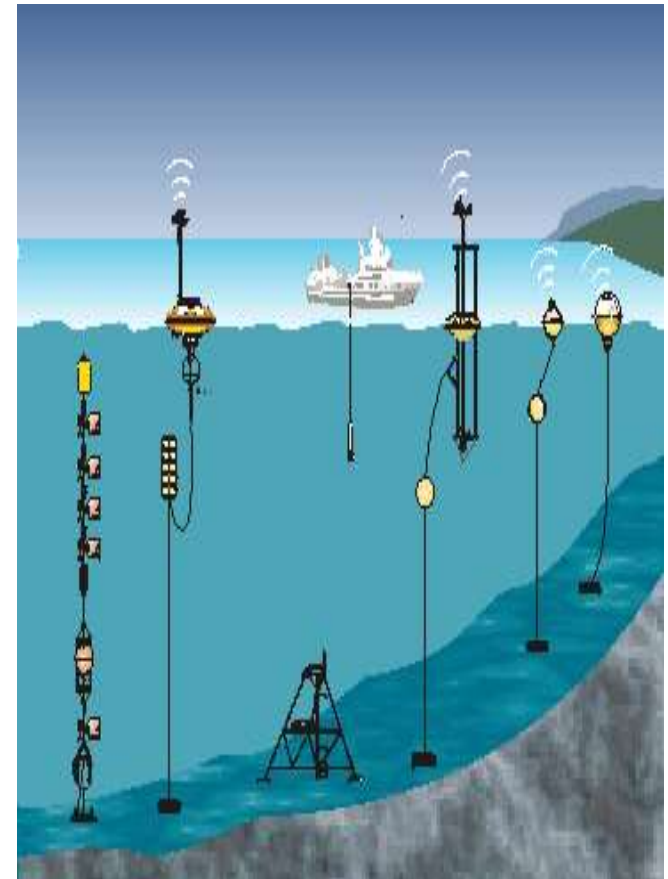
- **Pamje për të verbërit** :
 - Fusha të bazuara në MEMS mund të insertohen në retinë për të siguruar shikim të pjesshëm



Aplikimet në shkenca detare

Detektimi në det mund të bëhet për arsye të ndryshme:

- Hulumtime të naftës
- Parashikime të motit global
- Monitorimi i kualitetit të ujit
- Matja e parametrave me rëndësi për “shëndetin” e strukturave në det
 - platformat e naftës
 - anijet
- Studimi i gjallesave ujore
- Në operacione ushtarake



Aplikimet në operacione detare ushtarake

- Një fushë e MEMS sensorëve të shpërndara në fund të oqeanit mund të detektojë nëndetëse e armikut.
- MEMS sensorët (sensorët e presionit, akselerometrat, etj.) përdoren në armë kundër torpedove në nëndetëse dhe anije.
- MEMS sensorët në torpedo janë të përgjegjshme për
 - Detonim të torpedos në kohë të duhur
 - Goditje të caktuar në ambient të dendur
 - Parandalim të shpërthimit të parakohshëm

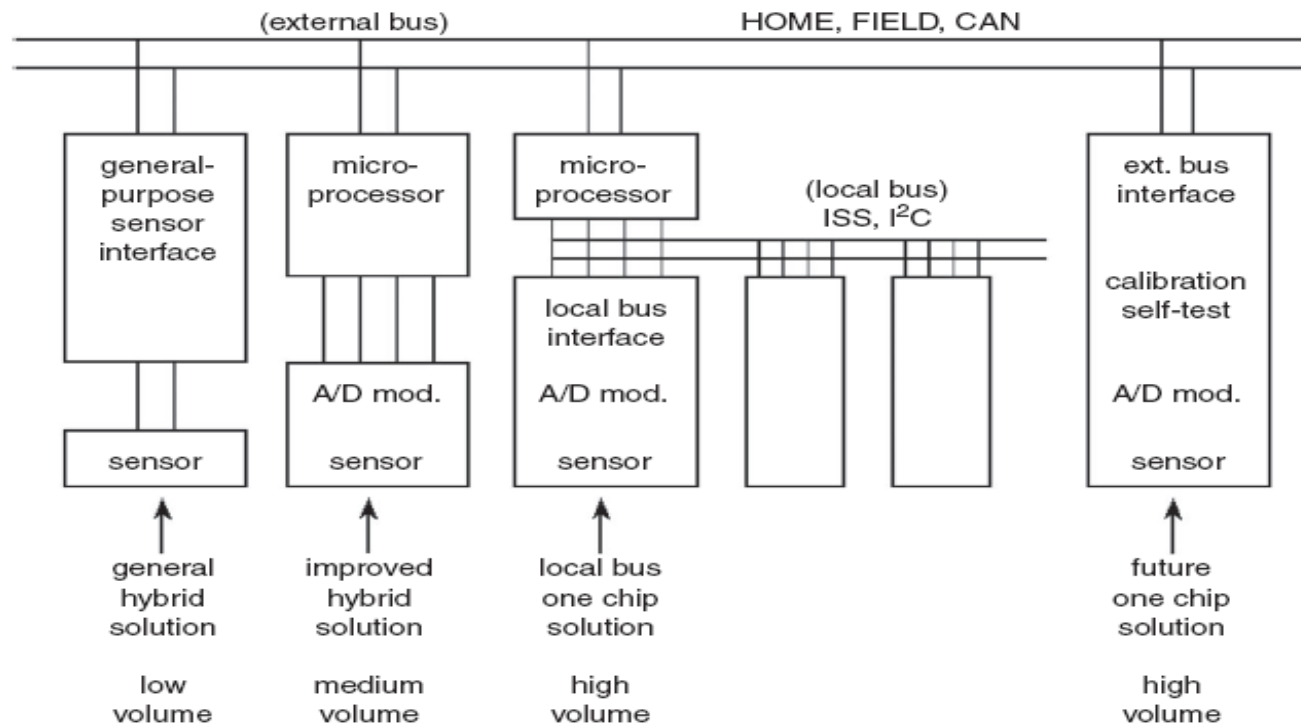


Definimi i sensorëve të mençur të integruar

- Një sensor i mençur i integruar duhet të përmbajë të gjitha elementet e nevojshme për një:
 - Një apo më tepër sensorë,
 - Amplifikatorë,
 - Multiplekser,
 - Konvertues analog-digjital,
 - Memorie,
 - Interfejs Bus,
 - Kontrollor dhe menaxhues të fuqisë.
- Megjithatë, integrimi i plotë i të gjitha këtyre funksioneve do të jetë me një kosto të lartë.

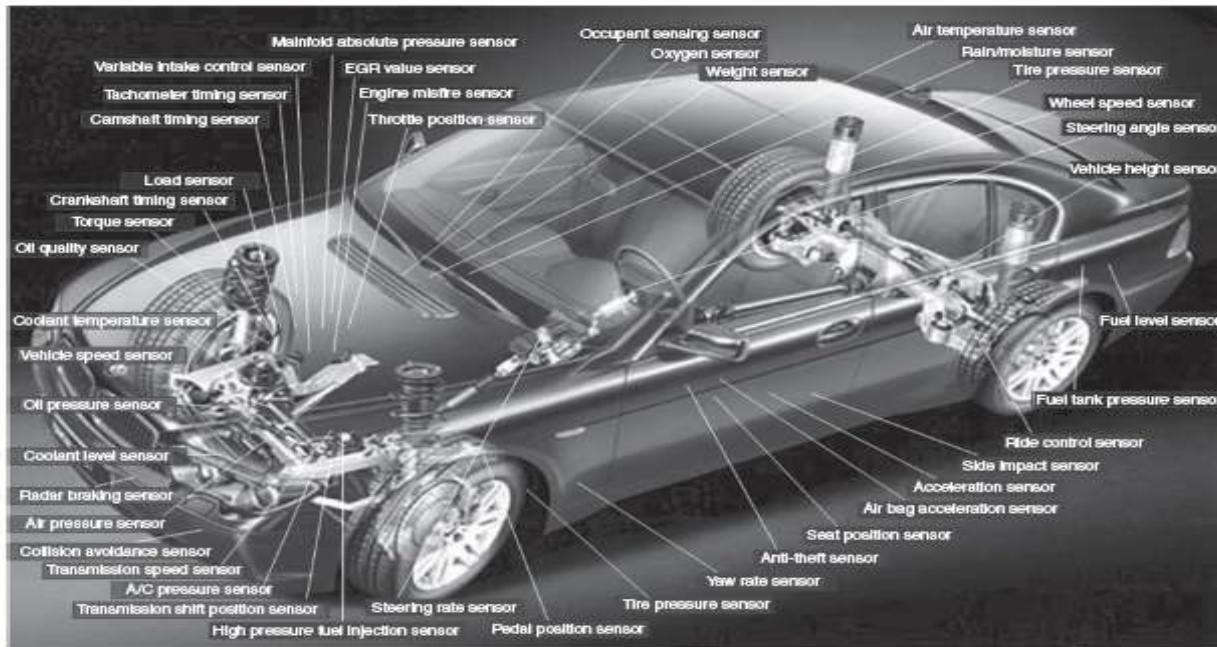
Sistemet e integruara të sensorëve të mençur

- Figura e mëposhtme shpjegon evoluimin e sistemeve të integruara të sensorëve të mençur.
- Kjo figurë e paraqet këtë evoluim të detajuar ku përfshihen këtu edhe disa hapa të ndërmjetëm.



Përdorimi i sensorëve të mençur

- Sensorët e mençur të integruar do të përdoren në mjediset e jetës së përditshme: në shtëpitë e mençura dhe pajisjet e mençura, në industrinë e automobilave etj.
- P.sh. automjetet moderne i kanë në vete të përfshirë më tepër se 40 sensorë, siç shihet në figurën në vijim.



Përdorimi i sensorëve të mençur

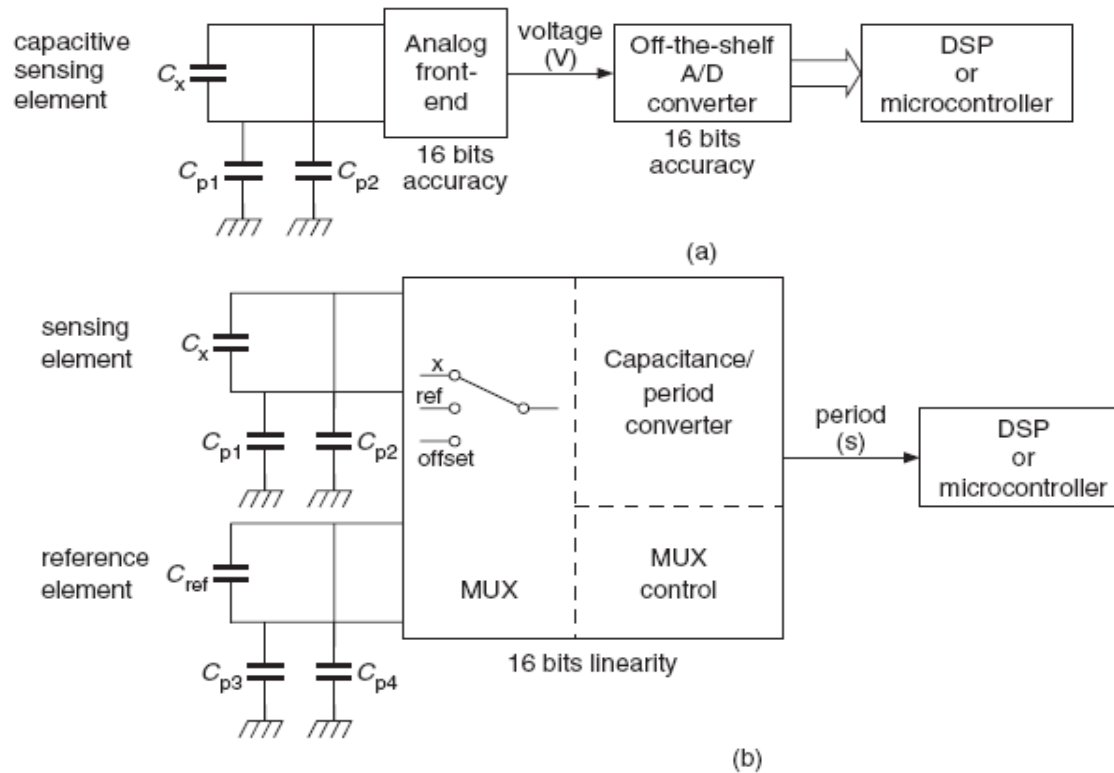
- Shumë sensorë përdoren në shtëpi, të cilat do të quhen “shtëpitë e së ardhmes”.
- Sikurse në automjete, shtëpitë e së ardhmes përmbajnë shumë sensorë nëse sistemi distribuues Bus përdoret në vend të rrjetit pikë-pikë.
- Pajisjet shtëpiake ende nuk janë automatizuar, mirëpo do të vjen koha kur makina për pastrim të shtëpisë do të lëvizë në mënyrë automatike një herë në javë dhe do ta pastrojë shtëpinë.
- Pastaj, makina e larjes do të përcaktojë se sa detergjent i nevojitet për pastrimin e rrobave...etj.
- E gjithë kjo është e mundur me aplikimin e sensorëve të mençur, mirëpo këta sensorë duhet të jenë të madhësive të vogla dhe të integruar.

Interfejsat dhe teknikat e matjes

Kapitulli 11

Konvertimi Analog/Digjital

- Figura (a) tregon më së miri sistemin e sensorëve për elementin kapacitiv C_x ku përdoret një konvertues A/D.



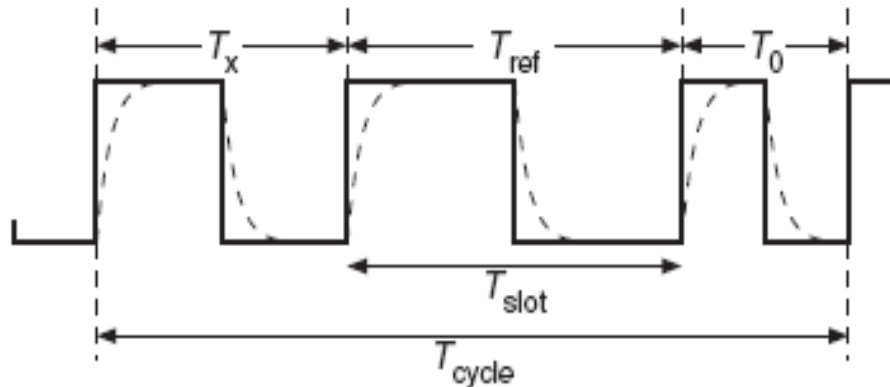
a) vendosja konvencionale, b) vendosja kur konvertori A/D është i implementuar në mikrokontroller

Konvertimi Analog/Digjital

- Një konvertues A/D kërkon një tension analog në hyrje, që në mënyrë të konsiderueshme e komplikon dizajnimin fillestar.
- Konvertimi i saktë i sinjalit kapacitiv në tension nuk është i lehtë dhe kërkon marrjen parasysh të shumë parametrave që kanë të bëjnë me vlerat e komponentëve dhe me fazat e konvertimit.
- Fatmirësisht, sistemi mund të thjeshtohet në mënyrë të konsiderueshme.

Konvertimi Analog/Digjital

- Për shembull, veprimi mostro-dhe – mbaj (sample and hold), kuantizimi dhe filtrimi digjital mund të implementohen shumë lehtë në mikrokontrollorët DSP.
- Në figurën e mëposhtme (b), konvertuesi kapacitet/periodë mund të implementohet përmes një oscilatori, perioda e të cilit ndryshon në mënyrë lineare me vlerën e elementit të sensorit, kështu që e bën gjenerimin e sinjalit në dalje (shih figurën e mëposhtme).



Konvertuesi kapacitet/periodë

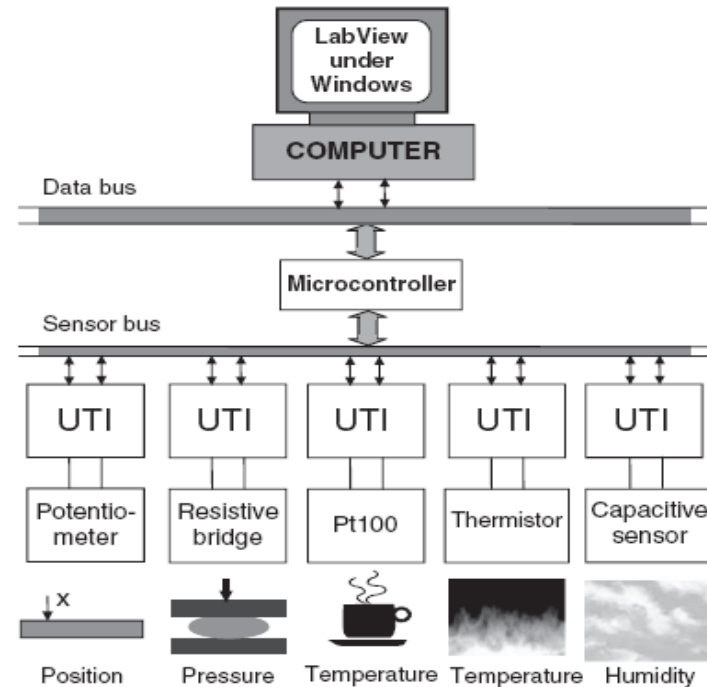
Konvertimi Analog/Digjital

- Elementi i sensorit është një pjesë integrale e interfejsit të oscilatorit.
- Ky sinjal i oscilatorit përdoret për eksitim të elementit të sensorit.
- Nuk nevojitet gjenerator eksitus dhe detektor sinkron.
- Konvertuesi A/D është pjesërisht i integruar me DSP ose me mikrokontrollorin.
- Mikrokontrollori dhe DSP janë të pajisur për të matur frekuencën ose intervalet kohore duke përdorur numëruesit e tyre (counters).

Interfejsi universal i konvertuesit (Universal Transducer Interface)

- Ky seksion shpjegon një interfejs universal të konvertuesit (UTI), në të cilin shumica e teknikave matëse janë të aplikueshme.
- Figura e mëposhtme tregon më së miri dizajnin e elementeve të ndryshme të sensorëve të implementuar me cipa UTI.

Një paraqitje e sistemeve të implementuara me UTI



Ky çip përmban një numër të caktuar të qarqeve, që janë optimale për elementet e sensorëve që përdoren më së shumti. Figura paraqet më së miri bllok diagramin e sistemit UTI.