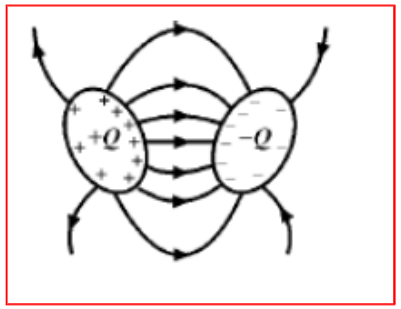
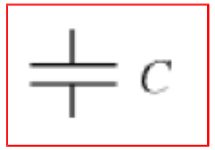
KAPACITIVNOST

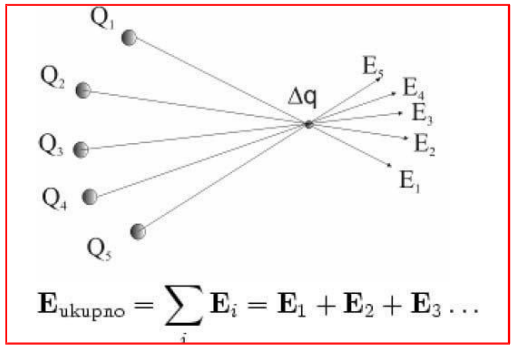


Kapacitivnost sistema provodnika

Usamljeni provodnici se karakterišu malom kapacitivnošću!!!! Sistem provodnika!!!!!!!







$$U_{12} = V_1 - V_2 = \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{l} \ .$$

$$C = \frac{Q}{U} \ .$$

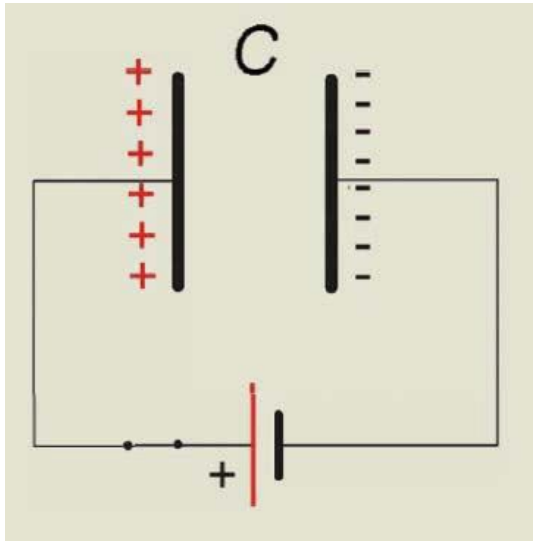
Kondezator je sistem od dve provodne površine opterećenje jednakom količinom nalektrisanja Q suprotnog znaka koje se nalaze na nekom međusobnom rastojanju d

Funkcije u električnim kolima:

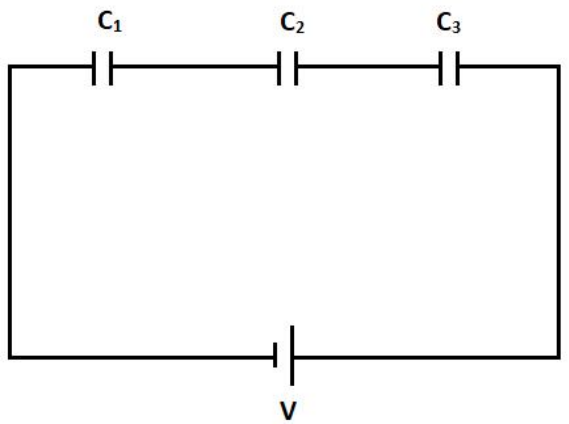
- Skladištenje energije – čuva električnu energiju kada je napon primenjen i oslobađa je kasnije.
- Filtriranje signala – u DC kolima, blokira stalnu struju, a prolazi AC signale (koristi se u napajanju za uklanjanje šuma).
- Povećanje stabilnosti napajanja – kondenzatori na napajanju smanjuju varijacije napona.
- Formiranje vremenskih konstanti – u kombinaciji sa otpornicima (RC krug), definišu brzinu punjenja i pražnjenja, što je osnova tajmera i oscilatora.
- U AC kolima– služi za podešavanje faznog pomaka, rezonanciju, ili kao filter u audio/elektronskim kola.

Opterećivanja kondezatora

- Posle zatvaranja prekidača dolazi do kretanja naelektrisanih čestica kroz provodnik
- Na elektrodi vezanoj za pozitivan priključak izvora, nagomilava se pozitivna, a na drugoj ista, ali negativna količina naelektrisanja
- Između elektroda javlja se razlika potencijala i električno polje,
- Opterećivanje kondenzatora završava se kada se napon između elektroda izjednači sa naponom izvora
- Ako se opterećen kondenzator izvadi iz kola za punjenje, on zadržava svoje osobine (*Q, U, W*) ***sposobnost akumuliranja el. energije***
- Kondenzator se može rasteretiti ako se elektrode povežu provodnicima za prekidač i on zatvori



SPREZANJE KONDENZATORA

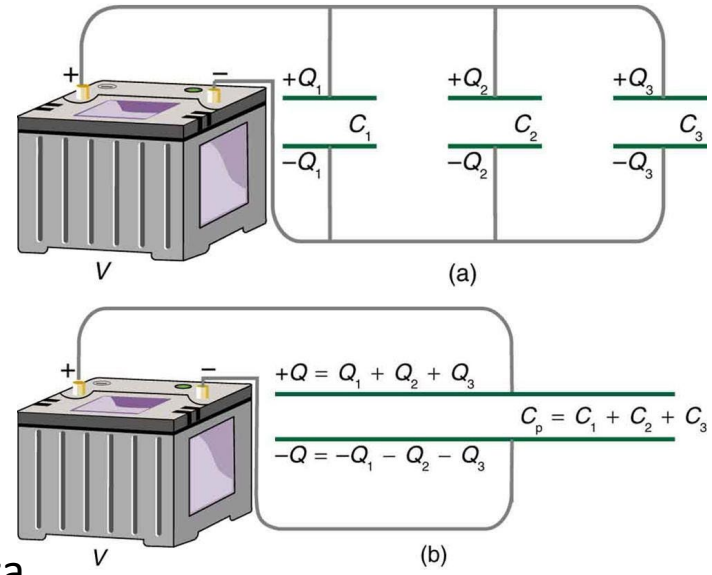


Redna veza

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$



Paralelena veza

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

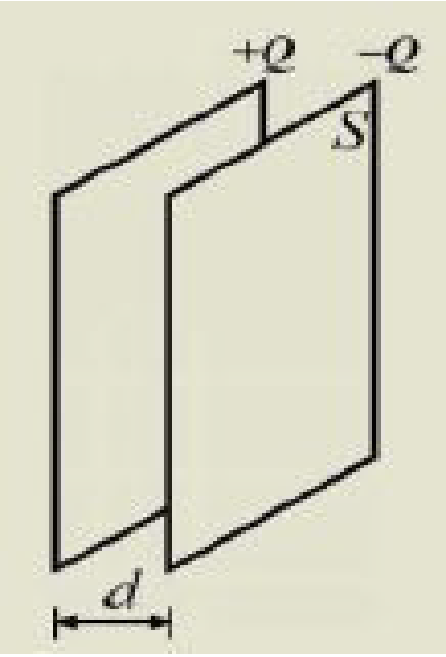
$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

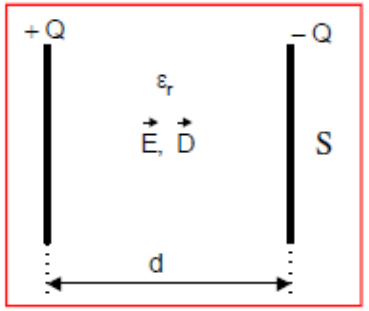
Ravan kondenzator - sastoji se od dve paralelne provodne ploče, čije je međusobno rastojanje *d malo u poređenju sa* njihovim dimenzijama
Polje praktično samo postoji u prostoru između elektroda i homogeno je. Odstupanje postoji samo u okolini ivica ploča, ali je ono zanemrljivo za dovoljno malo *d*

Za kondenzatore većih kapaciteta potrebno je izabrati dielektrik sa što većom dielektričnom konstantom, da površine provodnika budu što veće, a debljina dielektrika među njima što manja (postoje ograničenja u ispunjavanju ovih uslova u praksi)

$$C = \varepsilon_o \frac{S}{d}$$



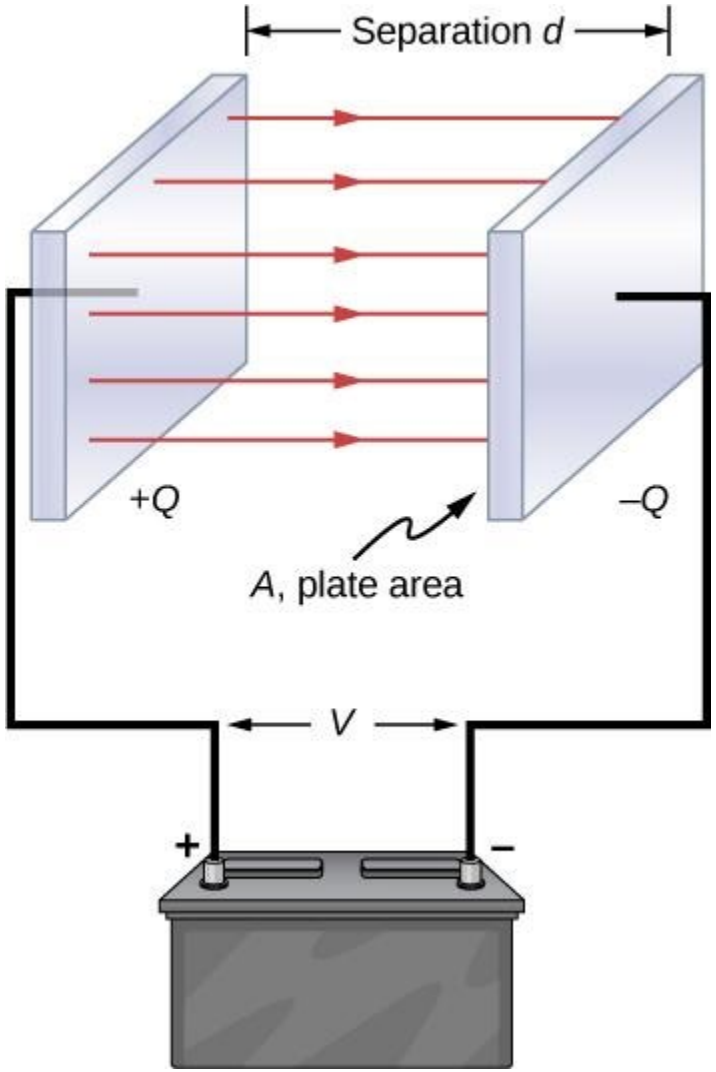
RAVAN KONDENZATOR

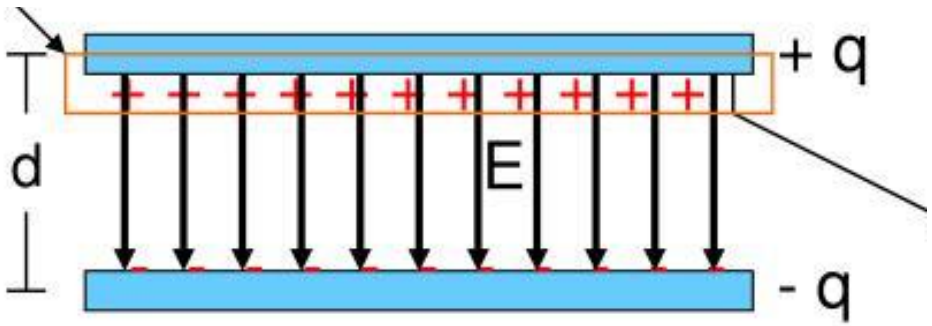


$$C = \varepsilon_0 \frac{S}{d}$$

$$E = \frac{\eta}{\varepsilon_0}$$

Ukoliko se na S, d ili ł utiče nekom nelektričnom veličinom, tada kapacitet C zavisi od te veličine, - kapacitivni sensor!!!!!!


Separation d
+Q
–Q
A, plate area
V
+
–

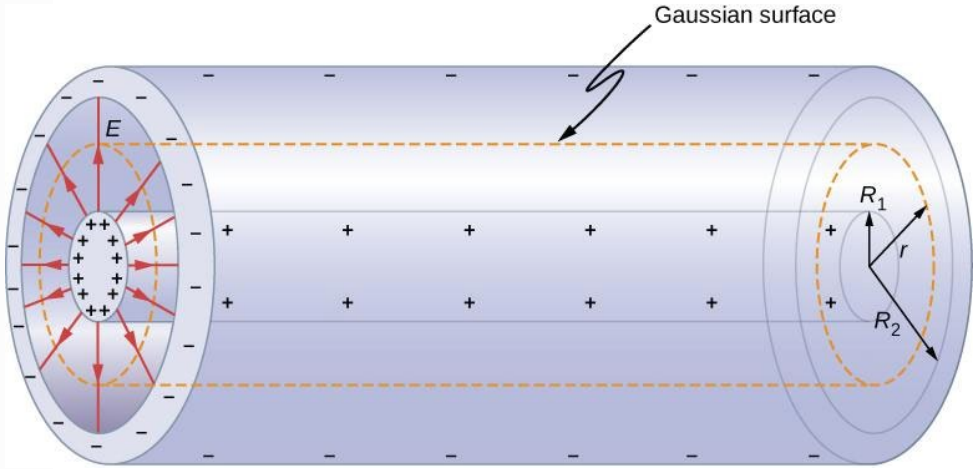

+ q
d
E
- q

Cilindrični kondenzator

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r L}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$

Oznake:

- C – kapacitivnost kondenzatora (F)
- ε_0 – permitivnost vakuuma
- ε_r – relativna permitivnost dielektrika
- L – dužina cilindara (m)
- R_1 – poluprečnik unutrašnjeg cilindra (m)
- R_2 – poluprečnik spoljašnjeg cilindra (m)
- $\ln$ – prirodni logaritam

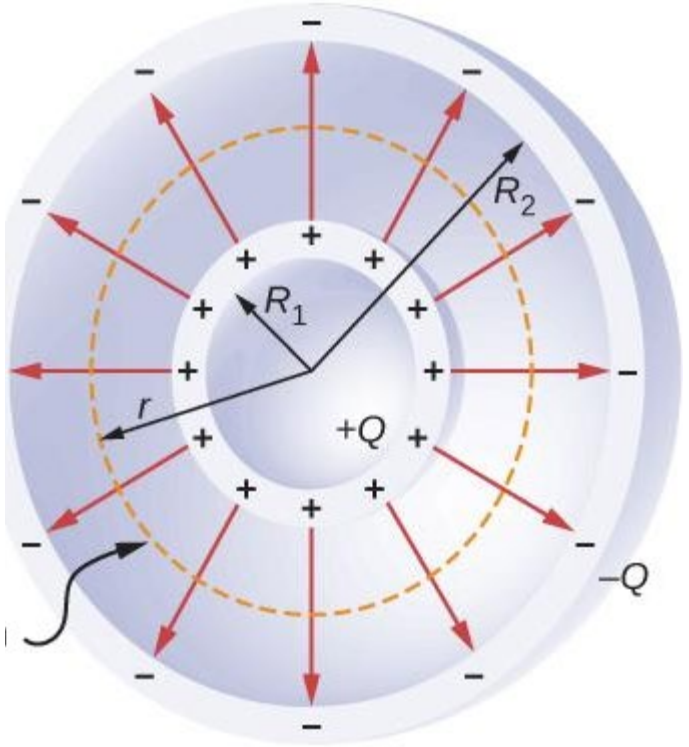


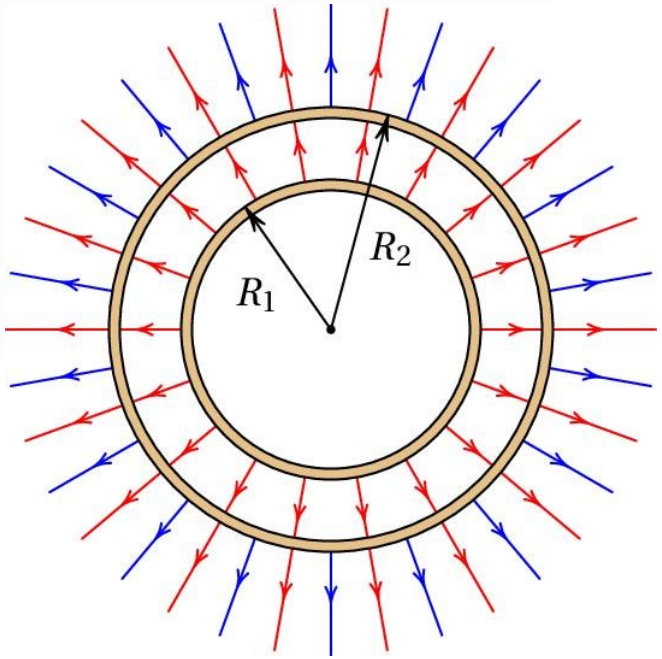
SFERNI KONDENZATOR

$$C = 4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

Oznake:

- C – kapacitivnost kondenzatora (F)
- ε_0 – permitivnost vakuuma
- ε_r – relativna permitivnost dielektrika
- R_1 – polupreč nik unutrašnje sfere (m)
- R_2 – polupreč nik spoljašnje sfere (m)



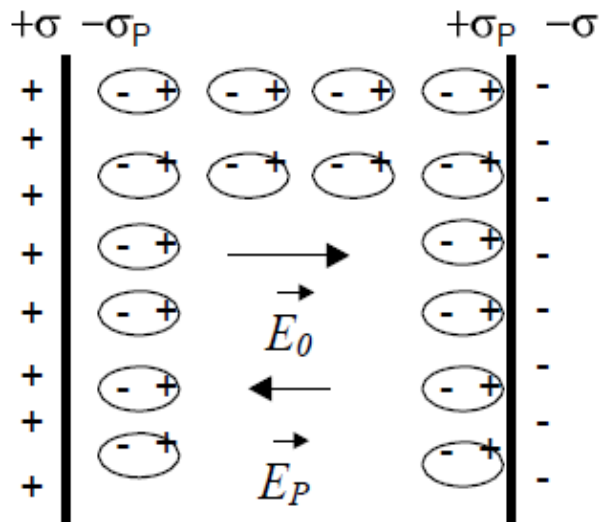


Poređenje tri geometrijska oblika kondenzatora

Kondenzator	Geometrija	Kapacitivnost
Ravni	Dve paralelne ploče	$C = \varepsilon S/d$
Cilindrični	Dva koaksijalna cilindra	$C = 2\pi\varepsilon L/\ln(R_2/R_1)$
Sferni	Dve koncentrične sfere	$C = 4\pi\varepsilon R_1 R_2/(R_2 - R_1)$

Dielektrični materijal u električnom polju

- U dielektričnom materijalu,za razliku od metala, naelektrisanja se ne mogu lako kretati.



- Između različito opterećenih ploča homogeno električno polje deluje na pozitivno i negativno naelektrisanje unutar dielektrika.
- Ovu pojavu pomeranja naelektrisanja zovemo dielektrični pomeraj.
- Na površini dielektrika pojavljuje se negativno nalektrisanje ka pozitivnoj elektrodi i pozitivno naelektrisanja ka negativnoj elektrodi.
- Površinska gustina naelektrisanja iznosi σ_P.

- Prostorno naelektrisanje na površini dielektrika računa se preko relativne dielektrične konstante.

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \qquad \sigma_P = \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r} \cdot \sigma$$

- Dielektrici su dakle materijali koji pokazuju svojstvo električne polarizacije kada ih unesemo u električno polje. Izolatori su izraziti dielektrici.
- Za izolatore su bitna tri svojstva:
  - dielektričnost,
  - provodnost,
  - električna čvrstoća (dielektrična čvrstoća).

- Električna čvrstoća je granična jačina električnog polja kad dolazi do proboja izolatora; tada se on više ne ponaša kao izolator.
- Na materijale nije moguće primeniti polje proizvoljne jačine

Vektor gustine električnog pomeraja

Uvodimo novu veličinu vektor gustine električnog pomeraja, D.

Između vektora električnog pomeraja, i el. polja postoji direktna veza:

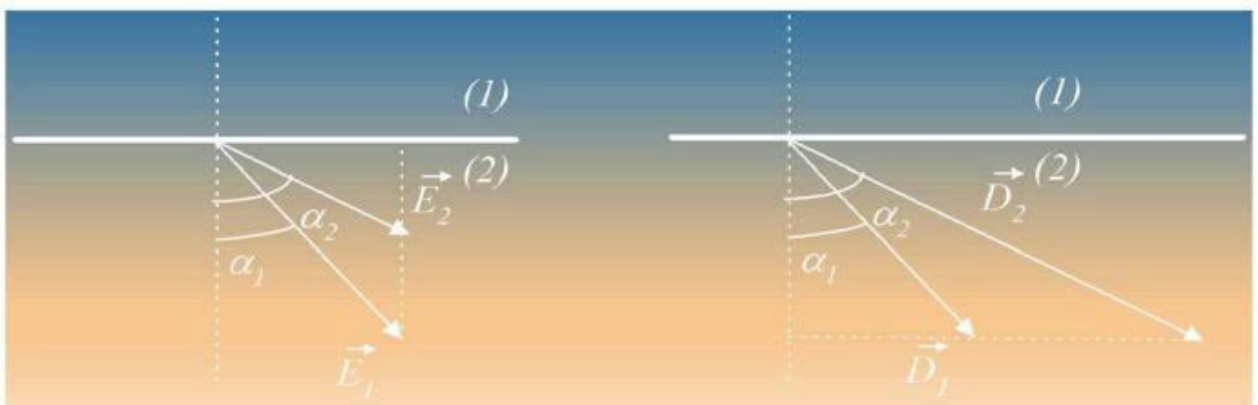
$$D = \varepsilon \cdot E \quad \left[\frac{\mathrm{As}}{\mathrm{m}^2}\right]$$

- Uopšteni Gaussov zakon vredi:

$$\oint_S \vec{D} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = \left(\sum_i Q_i\right)_{unutar\ S}$$

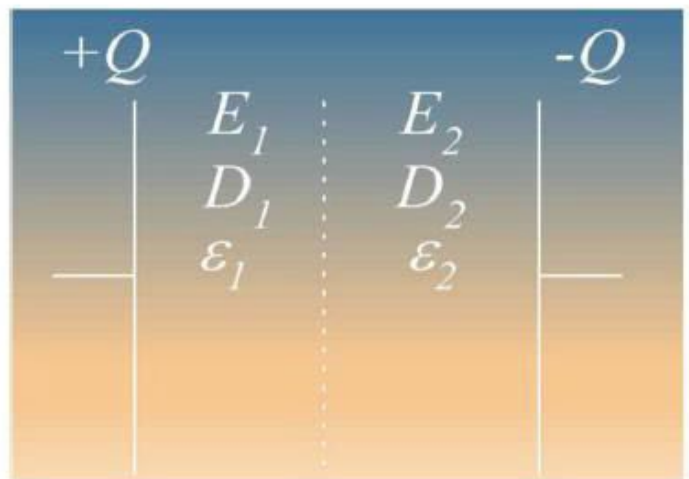
Polje na granici dva dielektrika

- Zbog toga što na granici dva dielektrika postoji vezano naelektrisanje, električno polje menja iznos prelaskom u drugu sredinu, a ako ne pada normalno na granicu tada menja i smer.
- Na granici dva dielektrika tangencijalne komponente električnog polja su jednake ($E_{1t} = E_{2t}$)
  - na granci dva dielektrika normalne komponente vektora gustine električnog pomeraja su jednake ($D_{1n} = D_{2n}$)



Serijska veza izolatora

- Kod serijske veze vektori D i E linije polja su normalne na razdvojnu površinu pa važi:

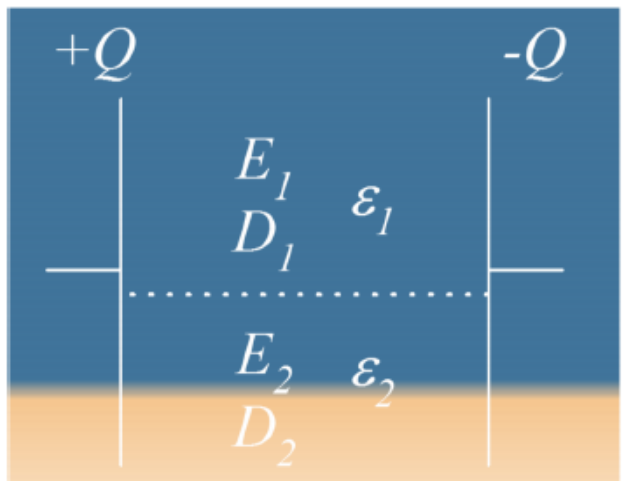


$$D_1 = D_2 = D$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

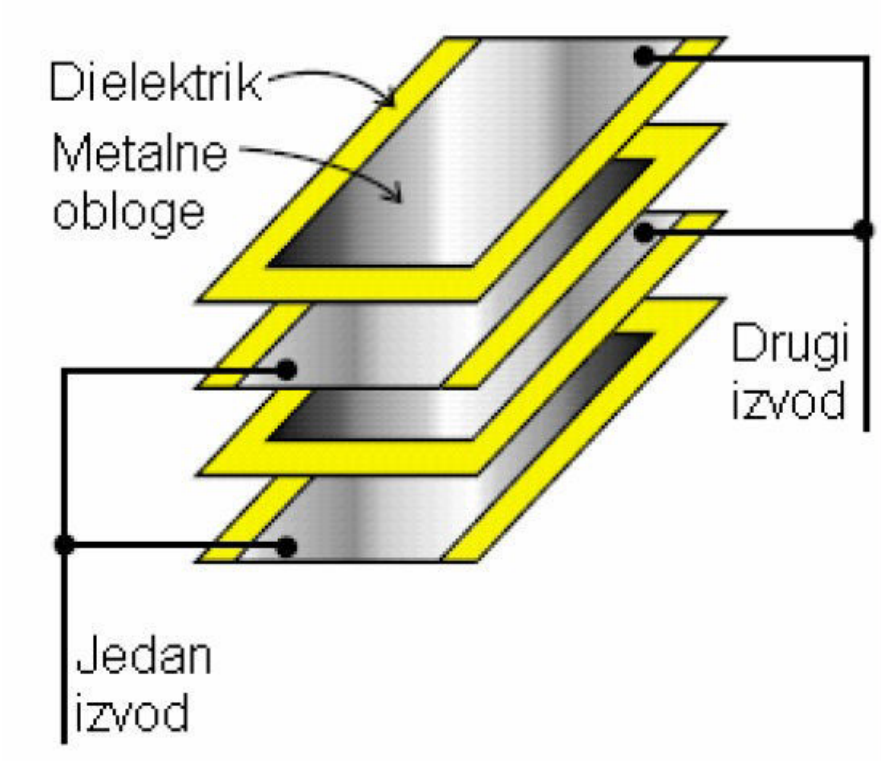
Paralelna veza izolatora

- Kod paralelne veze vektor E je paralelan sa razdvojnom površinom pa važi

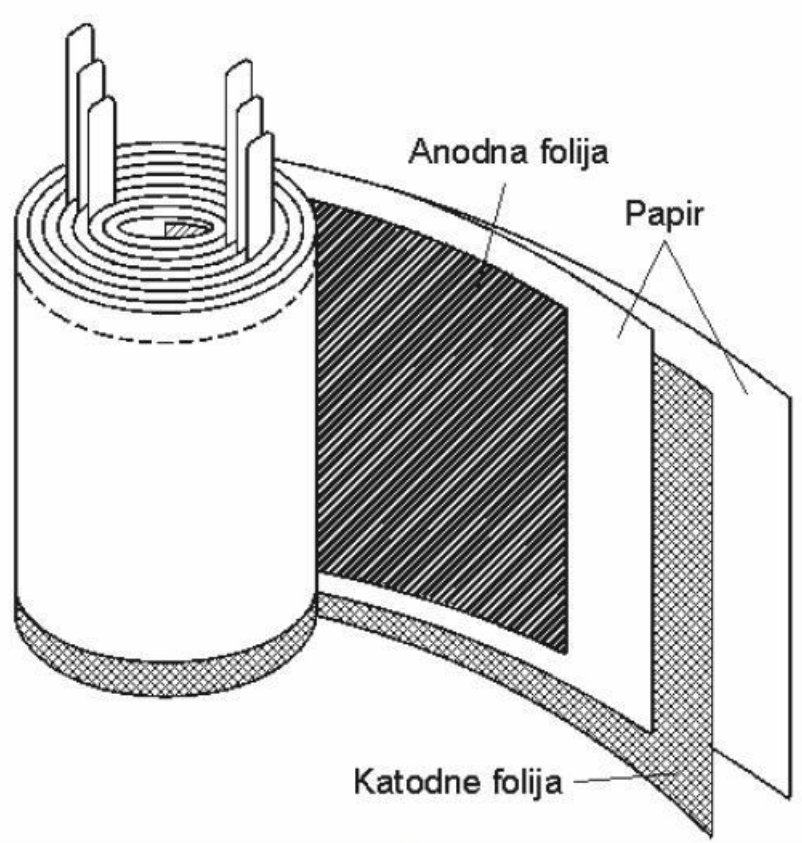


$$E_1 = E_2 = E$$

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$$



a.

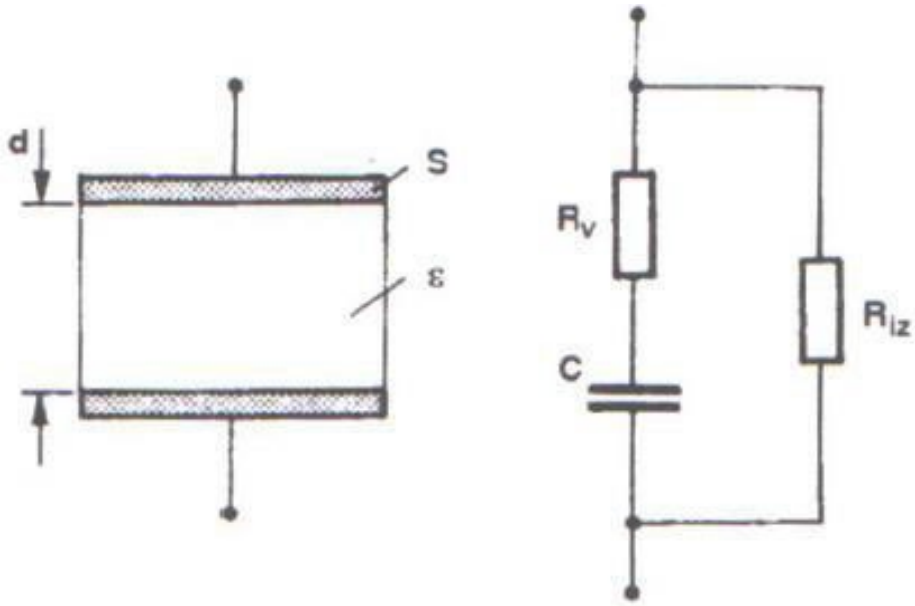


b.

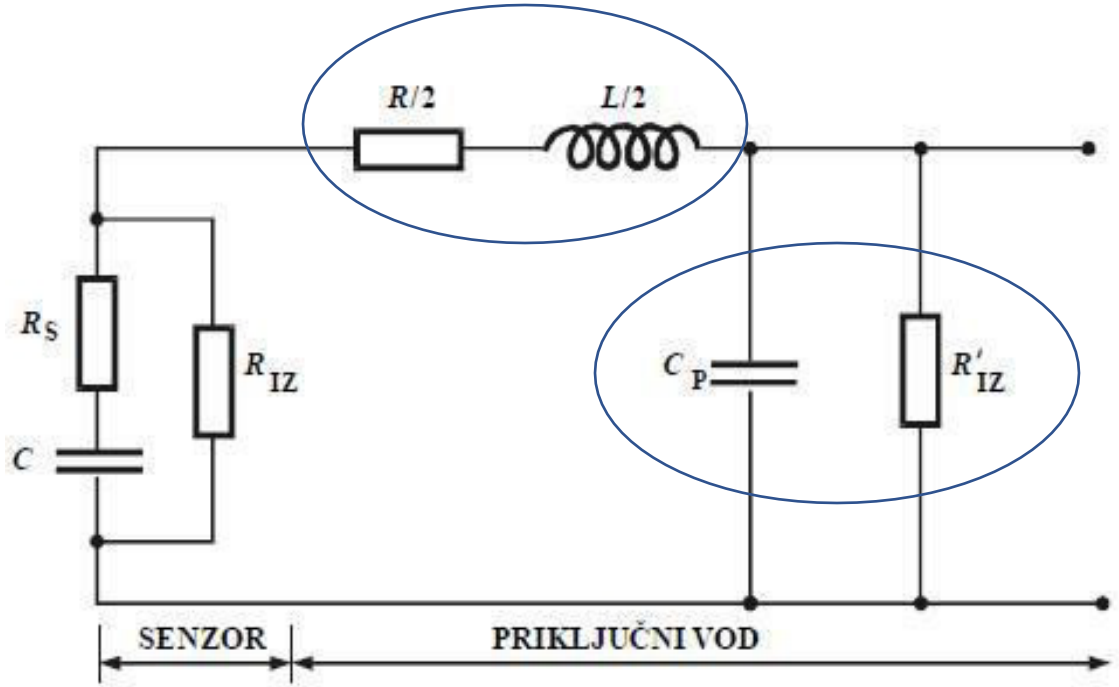
$$C = \varepsilon_o \varepsilon_r \frac{S(N-1)}{d} = 0{,}0885\varepsilon_r \frac{S(N-1)}{d},$$

$$C = 0{,}177\varepsilon_r \frac{bL}{d},$$

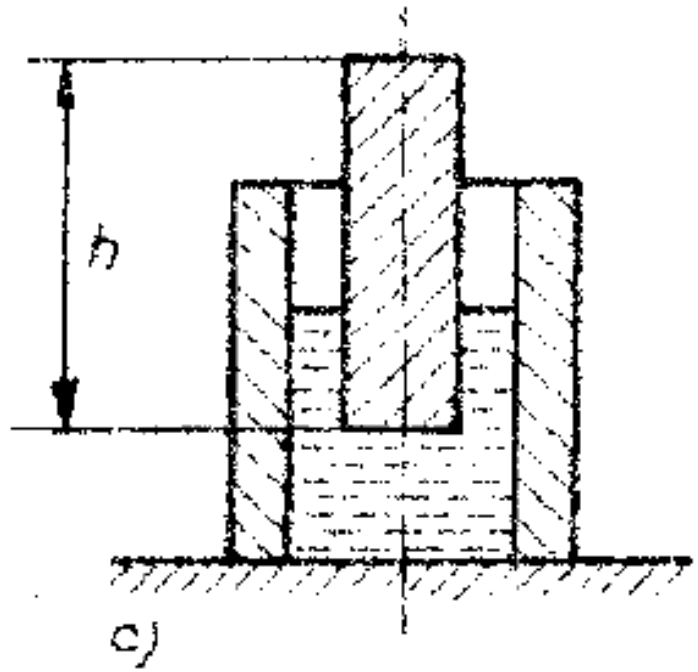
Ekvivalentna električna šema



Električna šema kapacitivnog senzora



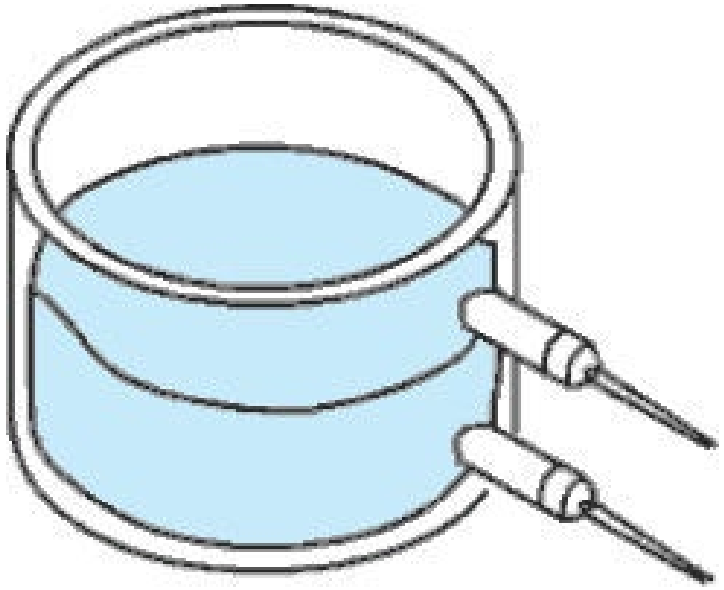
Kapacitivni senzori poseduju i izvesnu induktivnost i omski otpor. Induktivnost im je mala i najšće se zanemaruje, dok otpor može biti značajan.



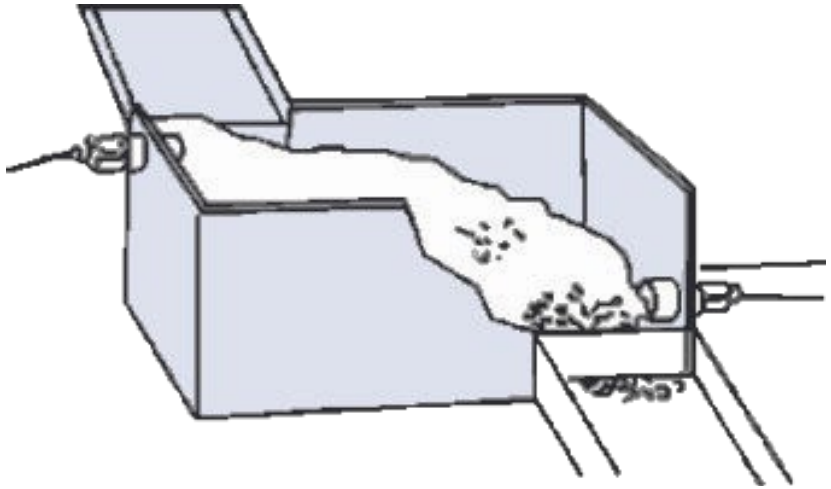
c)

Dielektrična konstanta

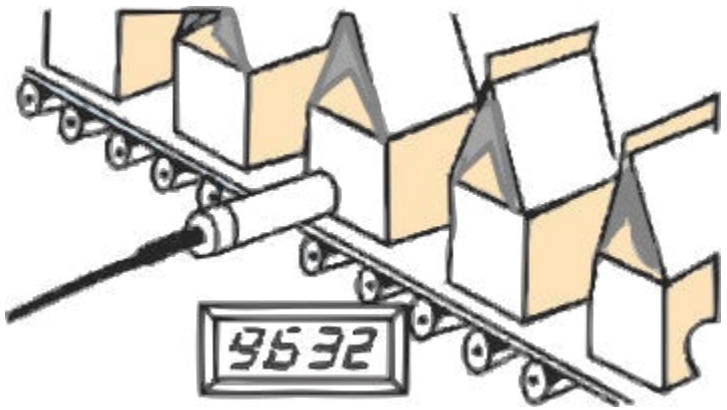
Materijal	**Dielektrična konstanta**	**Materijal**	**Dielektrična konstanta**
Sintetička smola	3,6	Voda	80
Liskun	6	Alkohol	25,8
Ebonit	4	Staklo	5
Mermer	8	Karton	4,5
Papir	2,3	Kablovska gumena smesa	2,5
Organsko staklo	3,2	Benzin	2,2
Stiren	3	Polivinil	2,9
Porcelan	4,4	Kvarcno staklo	3,7
Vosak	2,2	Silicijum	2,8
Kvarcni pesak	4,5		
Meka guma	2,5		



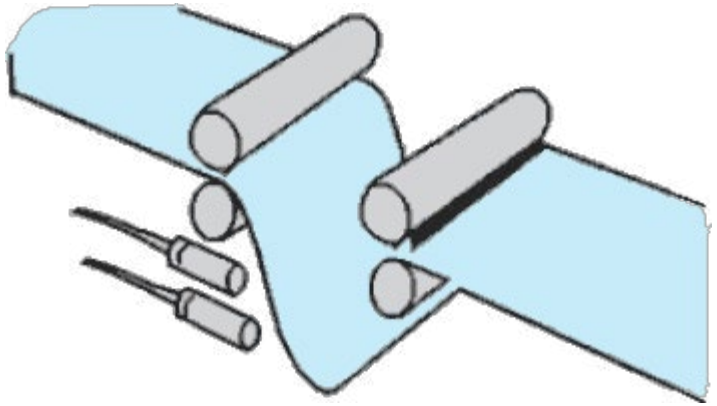
Merenje nivoa tečnosti u plastičnom ili staklenom sudu



Merenje nivoa praškastog materijala



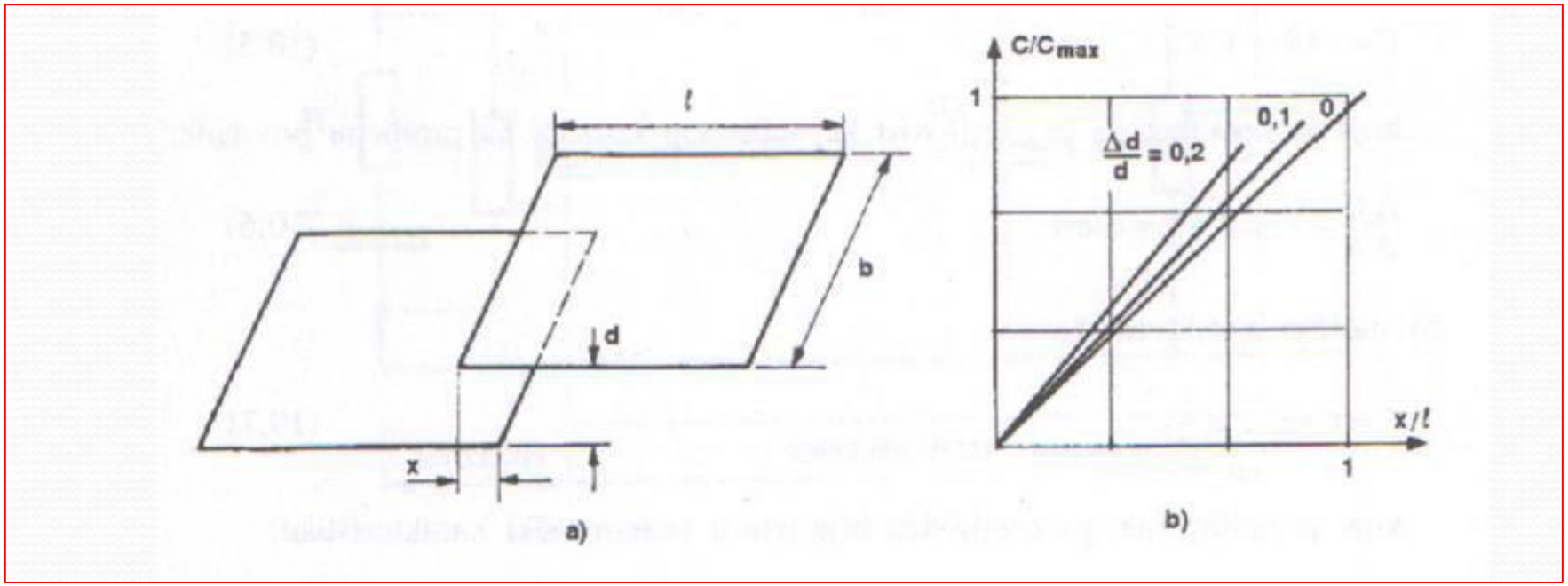
Detekcija i brojanje

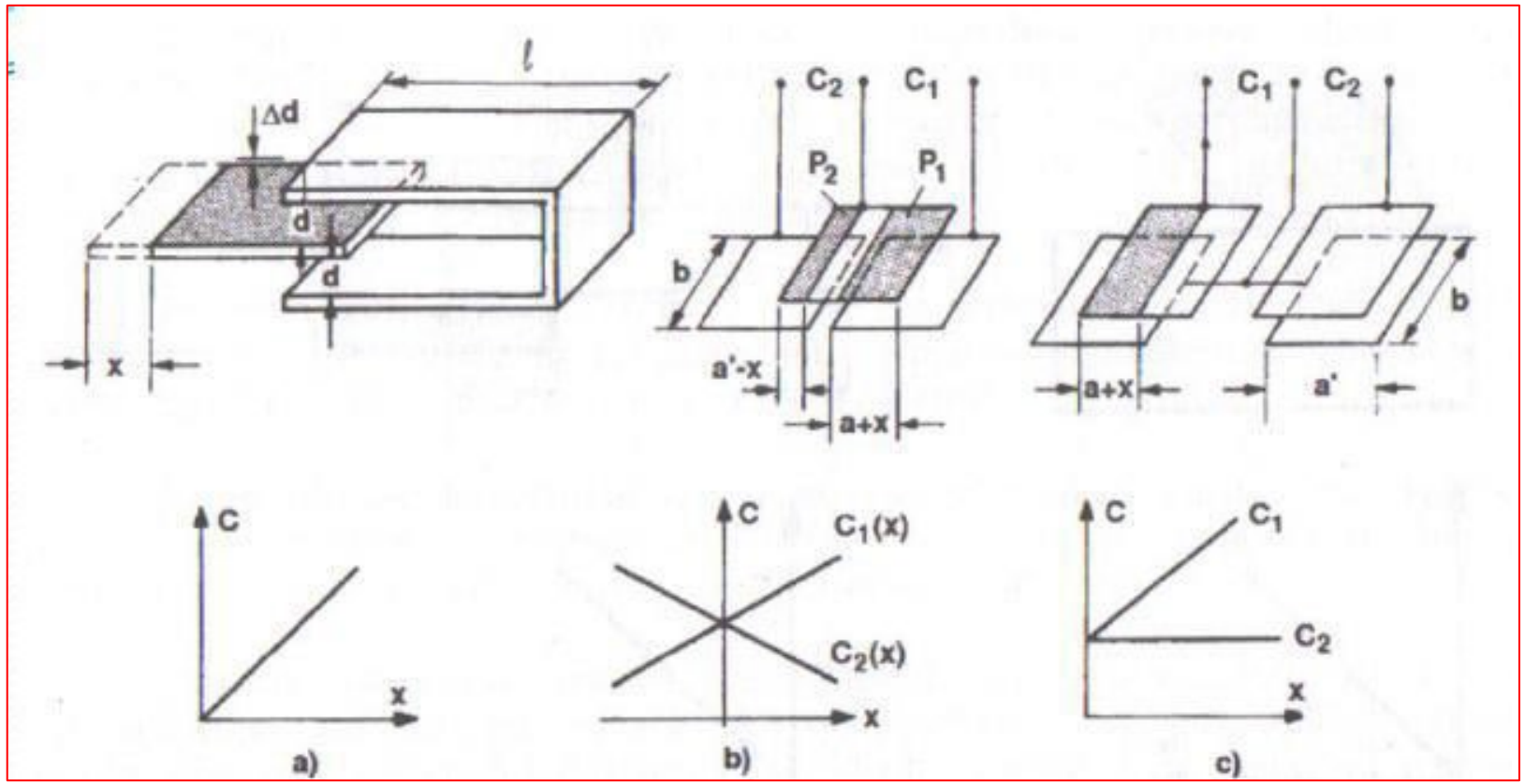


Provera kidanja

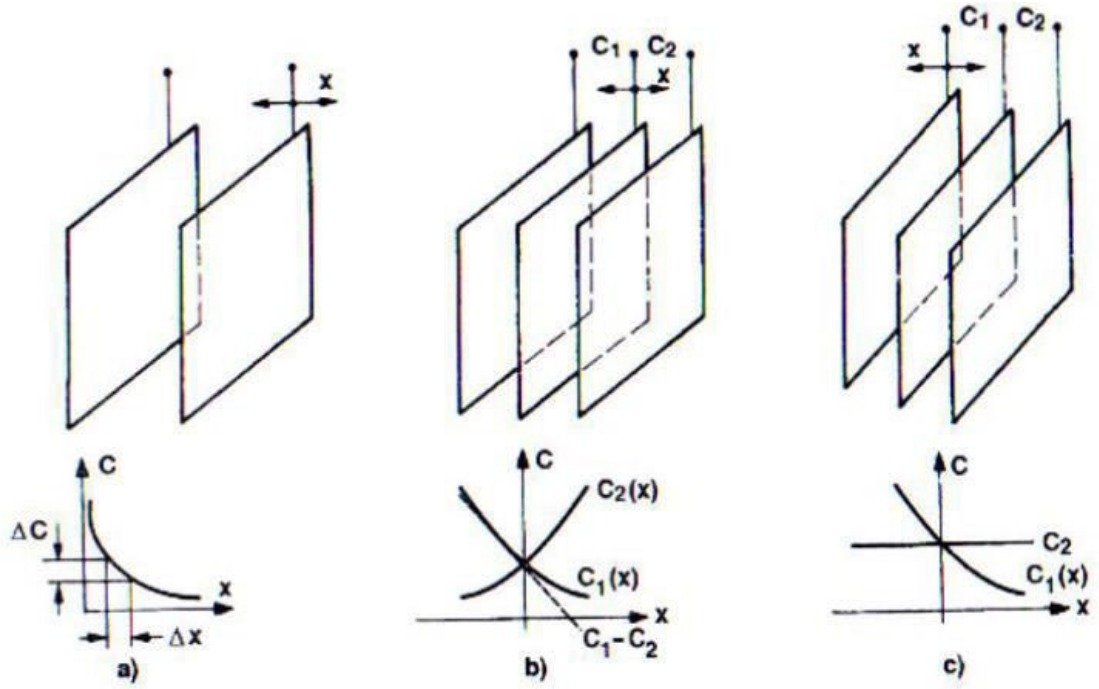
GREENES

Menjanjem aktivne površine izmedu ploča (elektroda)




l
Δd
d
d
x
C2
C1
P2
P1
b
a'-x
a+x
C1
C2
b
a+x
a'
C
x
a)
C
C1(x)
C2(x)
x
b)
C
C1
C2
x
c)

Menjanjem zazora između elektroda



Promena kapaciteta je veoma osetljiva na promenu razmaka između ploča senzora, pa se zato ovi senzori upotrebljavaju za praćenje fizikalnih veličina koje se manifestuju kao mali pomaci reda milimetra, mikrometra, pa i manje.