

## 32.-33.Radna nedelja (27. 04. 2020. - 08.05. 2020.)

Predmet : Elektrotehnički materijali

Odeljenje: II2

Nastavna jedinica : Dielektrici, Podela dielektrika

Nastavnik : Ivan Mladenović

Odgovore na pitanja poslati do 08.05.2020 god. na e-mail

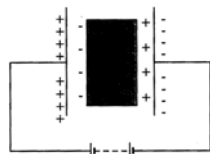
[ivan.mladenovic9901@gmail.com](mailto:ivan.mladenovic9901@gmail.com)

### DIELEKTRICI

Dielektrici su materijali koji imaju *specifičnu električnu otpornost* veću od  $10^8 \Omega \text{m}$  ( $\rho > 10^8 \Omega \text{m}$ ). Kod njih skoro da nema slobodnih elektrona pa je zato njihova električna otpornost velika. Ako i pokažu izvesnu provodnost ona nije posledica kretanja slobodnih elektrona (elektronska provodnost) već je posledica jonizacije nečistoća i primesa u tom materijalu (kretanje naelektrisanih čestica – jona ili jonska provodnost) ili je posledica prisustva vode u dielektriku.

Kod dielektrika je *energetski procep* veći od  $3.5 \text{eV}$  ( $E > 3.5 \text{eV}$ ) pa je na temperaturama blizu apsolutne nule valentna zona potpuno popunjena elektronima a provodna zona je prazna i između njih postoji veliki energetski procep.

Dielektrici imaju negativan *temperaturni koeficijent otpornosti*  $\alpha$  ( $\alpha < 0$ ) odnosno otpornost dielektrika se smanjuje sa porastom temperature jer je mogućnost jonizacije veća.



Dielektrici su materijali sa jakim jonskim i kovalentnim vezama. Pošto u sebi sadrže naelektrisane čestice, kada se unesu u električno polje dolazi do usmeravanja tog naelektrisanja u pravcu polja, odnosno dolazi do **polarizacije dielektrika**. Polarizacija dielektrika je usmeravanje naelektrisanja pod dejstvom spoljašnjeg električnog polja. Strana dielektrika, koja je okrenuta ka pozitivnoj elektrodi, će biti negativnija od strane koja je okrenuta ka negativnoj elektrodi, ako se taj dielektrik izloži dejstvu električnog

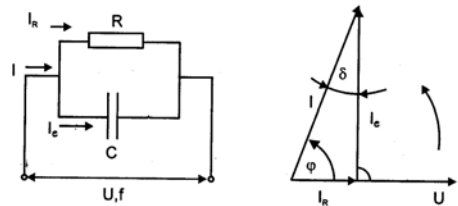
polja. Ukupno naelektrisanje dielektrika je, međutim, nula.

Postoje :

- Kod jonskih kristala, *jonska polarizacija*.
- Kod polarne kovalentne veze *dipolna polarizacija*, nastaje sporije od jonske ali duže traje.
- Kod nepolarne kovalentne veze *elektronska polarizacija* i ona postoji samo dok se dielektrik nalazi u električnom polju.

Veličina koja pokazuje kolika je polarizacija u dielektriku naziva se *dielektrična konstanta*

$\epsilon$ . Relativna dielektrična konstanta  $\epsilon_r$  pokazuje koliko je puta polarizacija u nekom dielektriku veća od polarizacije u vakuumu  $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$  gde je  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$  - dielektrična konstanta vakuuma.  $\epsilon$  kod najčešće korišćenih dielektrika se kreće od 2 do 10 a najveći broj dielektrika ima  $\epsilon_r$  između 12 i 18. Na relativnu dielektričnu konstantu  $\epsilon_r$  utiču temperatura, frekvencija polja u kome se dielektrik nalazi, vlaga...



**Dielektrični gubici** predstavljaju deo energije koji se u dielektriku pretvara u toplotu i dovodi do pada specifične električne otpornosti. Pošto se jedan realan kondenzator sa gubicima može predstaviti kao paralelna veza idealnog kondenzatora bez gubitaka i otpornika velike otpornosti koji predstavlja gubitke, ti gubici su određeni faktorom gubitaka ili tangensom ugla gubitaka

$\text{tg} \delta = \frac{I_R}{I_C} = \frac{1}{R\omega C}$  koji se kod lošijih izolatora kreće od 0.1 do 0.01 a

kod boljih iznosi oko  $10^{-4}$  i zavisi od frekvencije, temperature i vlažnosti.

Ako je dielektrik priključen na niski napon, njegova provodnost je zanemarljivo mala jer imaju malu koncentraciju naelektrisanih čestica. Sa povišenjem napona, pri nekoj kritičnoj jačini električnog polja, doći će do proboja dielektrika. Sposobnost dielektrika da se suprotstavi proboju definiše veličina koja se zove **dielektrična čvrstoća** (probojni napon)  $E_{kr}$  i to je napon koji može da izdrži dielektrik debljine 1mm pred sam proboj. Jedinica je V/m. Probojni napon obično ne izaziva trajne promene u dielektriku već se posle kratkog vremena, za manje od 0.1s, sve vraća u prethodno stanje. Ali ako je dielektrik duže vreme izložen električnom polju čija je jačina blizu granici proboja ili je više puta došlo do proboja u kratkom vremenskom intervalu, doći će do erozije i hemijskog razaranja dielektrika i do proboja i to je električno starenje dielektrika

Idealni dielektrici na sobnim temperaturama ne postoje. Samo je vakuum idealan izolator.

## PODELA DIELEKTRIKA

Dielektrici čine najbrojniju grupu elektotehničkih materijala. Javljaju se u različitim agregatnim stanjima, mogu da budu različitog sastava i porekla, različitog kvaliteta i da imaju različitu primenu.

Dielektrici se najčešće koriste kao

1. izolacioni materijali
2. kondenzatorski materijali.

### IZOLACIONI materijali

Ovi materijali se dalje mogu klasifikovati prema agregatnom stanju:

- čvrste,
- tečne,
- i gasovite

na osnovu porekla:

- na organske
- neorganske),

na osnovu izrade :

- prirodne
- sintetičke.

Izolacioni materijali se koriste za izradu izolatora, izolovanih provodnika i kablova, energetskih postrojenja i mikroelektronskih kola. Ima ih u svim agregatnim stanjima a najviše u čvrstom stanju. U tehnici slabih struja skoro isključivo se koriste čvrsti izolacioni materijali a tečni i gasoviti se koriste u tehnici jakih struja – energetici.

**Čvrsti izolacioni materijali** su guma, bitumen, tekstilna vlakna i sl. a u novije vreme se koriste termoplastične smole (polivinil – hlorid (PVC) i polietilen(PE)), termotvrde smole (bakelit), epoksidne smole (araldit) i silikonske smole (silikoni).

**Tečni izolacioni materijali** su mineralna ulja (transformatorsko, kablovsko), dobijena iz sirove nafte, i sintetička ulja (hlorovana, fluorna i silikonska). Za razliku od mineralnih ulja, sintetička ulja nisu zapaljiva, ne stvaraju eksplozivne gasove, mnogo su manje podložna starenju i imaju bolje električne karakteristike.

**Gasoviti izolacioni materijali** mogu da budu prirodni i sintetički. Od prirodnih je najznačajniji vazduh a od sintetičkih  $SF_6$  – elgas. On je bezbojan, neotrovan i nezapaljiv gas, bez mirisa i hemijski vrlo stabilan.

**Izolacioni materijali za provodnike i kablove su:** polietilen (PE), umrežen i neumrežen; polivinil-hlorid (PVC); guma; impregnirani papir; vazduh; elgas ( $SF_6$ ). Energetski kablovi i provodnici kao izolaciju obično imaju PVC, PE, gumu i papir impregnisan uljem. Telekomunikacioni kablovi imaju izolaciju od PVC ili PE a visokofrekventni provodnici i kablovi izoluju se sa PE i vazduhom.

**Materijali za izradu pločice za štampana kola su** tvrdi papir (pentinaks) i staklena vlakna (vitroplaks)

### KONDENZATORSKI materijali

Postoje različite vrste kondenzatora:

po konstrukciji:

- cilindrični,
- pločasti,
- disk ili čip-kondenzatori),

u zavisnosti od toga da li im se kapacitet menja:

- stalni
- promenljivi,
- po nameni i sl.

U kondenzatorima za visokofrekventnu tehniku se koriste keramike.

Kondenzatori velikog kapaciteta kao dielektrik imaju feroelektričnu keramiku.

Kondenzatori sa papirom, liskunom i sintetičkim folijama koriste se za srednje frekvencije.

Elektrolitski kondenzatori (aluminijumski i na bazi tantala) koriste se pri niskim frekvencijama (<20kHz) i imaju veliki kapacitet.

### Dielektrici Pitanja :

1. Za koje materijale kažemo da su dielektrici ?
2. Šta je polarizacija dielektrika i koje vrste polarizacije postoje ?
3. Definisati dielektričnu konstantu ?
4. Šta su dielektrični gubici ?
5. Šta predstavlja veličina dielektrična čvrstoća ?

### Podela dielektrika Pitnja :

1. Kako se najčešće koriste dielektrici ?
2. Kakvi mogu, na osnovu porekla I izrade, da budu Izolcioni materijali ?
3. Koji su izolacioni materijali za kablove I provodnike ?
4. Koje vrste kondenzatora postoje ?
5. Koji se dielektrici koriste u kondenzatorima u zavisnosti od toga na kojoj frekvenci rade ?

Odgovore na pitanja dostaviti do 08.05.2020 god. ( ima 10 pitanja i imate dve nedelje da odgovorite na njih).