

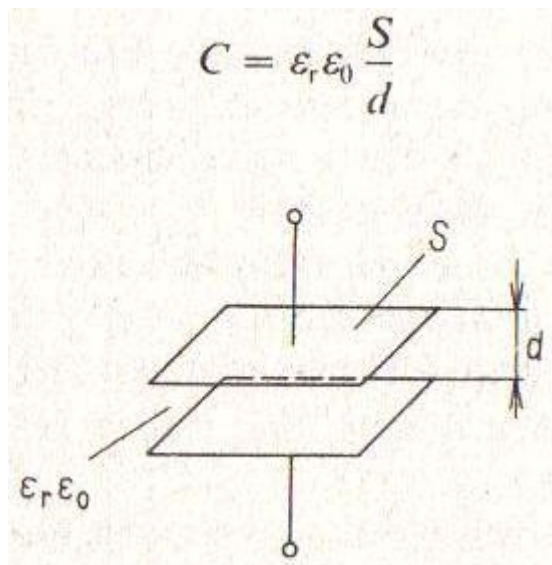
Milan Drozdy, 5ZP012

Použitie dielektrika v praxi

Dielektrikum je každá látka, ktorá sa polarizuje vo vonkajšom elektrickom poli. Pokiaľ dielektrikum neobsahuje voľné nosiče náboja (alebo ich obsahuje veľmi málo), označujeme ho ako izolant. Dielektrikum sa všeobecne vyznačuje malou mernou elektrickou vodivosťou. Ďalšie dôležité vlastnosti (podľa aplikácie) sú permitivita (dielektrická konštanta), stratový uhol, prierné napätie, mechanické vlastnosti, tepelná vodivosť a iné. V elektrotechnike a elektronike sú používané ako materiál rôznych izolátorov, ako substrát pre dosku plošných spojov, v kondenzátoroch a v mnohých iných aplikáciách.

Ja sa v tomto referáte zameriam na kondenzátory, kdeže som sa o nich učil na strednej škole.

Použitie kondenzátorov v elektrotechnike je veľmi mnohostranné. V nízkofrekvenčnej technike sa používajú na oddelenie jednosmernej zložky signálu, v spätnoväzbových obvodoch umožňujú v korekčných obvodoch úpravu frekvenčných charakteristík, vo vysokofrekvenčných obvodoch tvoria prvky rezonančných obvodov, v napájacích obvodoch majú funkciu filtračných členov atď. Rovinný kondenzátor vytvoríme dvoma kovovými elektródami, ktorých plocha prekrytia je S a medzi ktorými je dielektrikum hrúbky d . Kapacitu takéhoto kondenzátora vypočítame podľa vzťahu:



Rovinný kondenzátor

Podľa konštrukčného vyhotovenia sa rozlišujú dve základné skupiny kondenzátorov: pevné kondenzátory — ich kapacita je konštantná, a premenlivé kondenzátory — ich kapacitu možno meniť v určitom rozsahu.

Pevné kondenzátory

Kondenzátory s papierovým dielektrikom sú vytvorené dvoma hliníkovými fóliami, medzi ktorými je ako dielektrikum špeciálny kondenzátorový papier ($\epsilon_r = 4$ až 7). Celok je stočený do zvitku tak, aby kondenzátor mal čo najmenšiu indukčnosť. Zvitok je zaliaty do plastu alebo uložený v kovovom puzdre.

Kondenzátory z metalizovaného papiera majú ako dielektrikum kondenzátorový papier, ktorý je po oboch stranách pokovovaný (metalizovaný) obyčajne vrstvičkou hliníka. Proti papierovým kondenzátorom majú tú výhodu, že pri priereze dielektriká sa vrstvička hliníka v mieste prierezu vyparí a kondenzátor možno používať ďalej. Kondenzátory s plastovou fóliou používajú ako dielektrikum fóliu hrubú 5 až 20 μm (mikrometrov), ktorá môže byť z polystyrénu, terylénu alebo teflonu. Vyznačuje sa veľkou elektrickou pevnosťou, malými stratami a veľkým izolačným odporom.

Sľudové kondenzátory majú dielektrikum zo sľudy, na ktorej sa naparením alebo nastriekaním vrstvičky striebra vytvoria elektródy.

Keramické kondenzátory majú dielektrikum vytvorené zo špeciálnej keramiky s vysokou pomernou permitivitou. Elektródy sú vytvorené naparením kovovej vrstvičky na keramiku. Majú malé dielektrické straty, najčastejšie sa používajú vo vysokofrekvenčnej technike.

Elektrolytické kondenzátory majú ako dielektrikum tenkú vrstvičku oxidu, vytvorenú na hliníkovej alebo tantalovej elektróde. Elektrické spojenie dielektriká s druhou elektródou kondenzátora zabezpečuje pórovitá látka napustená elektrolytom. Elektróda s oxidom musí byť vždy polarizovaná kladne vzhľadom na druhú elektródu. Pri opačnej polarizácii elektród nastáva narušenie oxidu, kondenzátor sa správa ako rezistor s malým odporom, zvýšeným prúdom sa dielektrikum ohrieva, narúša a môže nastať zničenie kondenzátora. Preto pri zapájaní týchto kondenzátorov do obvodov treba dodržiavať polaritu vyznačenú výrobcom na súčiastke.

Kondenzátory s premenlivou kapacitou

Kondenzátory s premenlivou kapacitou rozdeľujeme na ladiace a doladovacie. Ladiace kondenzátory sú vytvorené sústavou pevných statorových elektród uložených izolovane v kovovom puzdre (vani). Medzi statorové elektródy sa zasúva sústava rotorových elektród, ktoré sú vodivo spojené s vaňou. Vzájomným prekrývaním elektród sa zväčšuje kapacita. Dielektrikom medzi statorom a rotorom býva najčastejšie vzduch. Kapacita ladiaceho kondenzátora je daná vzťahom

$$C = 0,08842 \varepsilon \frac{S}{d} (n - 1)$$

kde C je kapacita (F),

ε — pomerná permitivita,

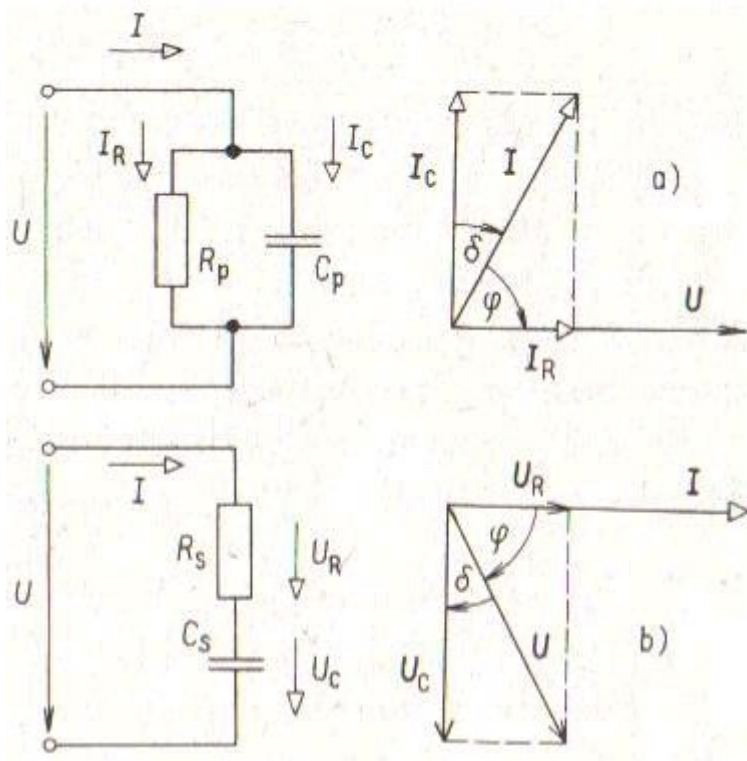
S — plocha prekrytia elektród (m²),

d — vzdialenosť medzi elektródami (m), n — počet elektród kondenzátora.

Závislosť kapacity od uhla natočenia ladiaceho kondenzátora môže byť lineárna alebo nelineárna. Závisí to od tvaru elektród kondenzátora a vzájomného uloženia rotora proti statoru.

Medzi charakteristické vlastnosti kondenzátorov patrí menovitá kapacita, menovité napätie, izolačný odpor a stratový činiteľ $\text{tg } \delta$.

Menovitá kapacita je výrobcom predpokladaná kapacita vyznačená na kondenzátore. Skutočná hodnota sa líši od menovitej hodnoty v rozsahu tolerancie uvedenej výrobcom. Menovité napätie je také napätie, na ktoré je konštruovaný kondenzátor. Pri prekročení tohto napätia nastáva zvýšená tvorba tepla a plynov a môže nastať zničenie kondenzátora. Vyznačuje sa na kondenzátoroch vo voltoch. Izolačný odpor je odpor medzi elektródami kondenzátora nameraný jednosmerným prúdom pri teplote 20 °C. Vytvorený je odporom dielektriká a izolácie, ktorá obklopuje elektródy. Jeho hodnota býva rádovo 10⁹ Ω. Pri elektrolytických kondenzátoroch sa neuvádza. Stratový činiteľ $\text{tg } \delta$ charakterizuje straty energie v kondenzátore, ktoré sú spôsobené stratami v dielektriku a zvodom medzi elektródami. Pre jednotlivé typy kondenzátorov sa uvádza v katalógu. Stratový činiteľ $\text{tg } \delta$ možno vypočítať aj zo vzťahov odvodených z fázorových diagramov náhradných obvodov kondenzátora, kde všetky straty v technickom kondenzátore sú vyjadrené stratovým odporom pripojeným paralelne alebo sériovo k bezstratovému (ideálnemu) kondenzátoru. Paralelný a sériový náhradný odpor kondenzátora spolu s príslušnými fázorovými diagramami sú na nasledujúcich obrázkoch.



Náhradná schéma kondenzátora a jeho fázové diagramy. Paralelné zapojenie (a), sériové zapojenie (b)

Na výpočet treba poznať veľkosť stratového odporu a kapacitu kondenzátora. Potom z fázorového diagramu môžeme pre paralelný náhradný obvod uviesť vzťah:

$$\operatorname{tg} \delta_p = \frac{I_r}{I_c} = \frac{\frac{U}{R_p}}{\frac{U}{X_p}} = \frac{1}{\omega C_p R_p}$$

Z fázorového diagramu pre sériový náhradný obvod platí:

$$\operatorname{tg} \delta_s = \frac{U_R}{U_C} = \frac{I R_s}{I X_s} = \omega C_s R_s$$

Uhol δ sa nazýva stratový uhol, jeho veľkosť určujú stratové odpory R_p a R_s . Paralelný a sériový náhradný obvod sú elektricky rovnocenné za predpokladu $R_p \gg R_s$ ($R_s = R_p \tan^2 \delta_p$, $C_s = C_p$).

Stratový činiteľ $\tan \delta$ je frekvenčne závislý. Najmenší stratový činiteľ majú vzduchové kondenzátory, najväčší elektrolytické.

Anorganické dielektriká

na výrobu kondenzátorov sa najviac používajú keramické dielektriká, najmä na základe: TiO_2 (rutilová keramika)

$BaTiO_3$ (feroelektrická keramika). Rutilová keramika sa označuje -stabilit,

- rutilit
- negatit

Feroelektrické keramiky sa označujú permitit. V praxi sa delia podľa charakteru závislosti ich relatívnej permitivity od teploty. Ak je táto závislosť lineárna, charakterizuje sa teplotným súčiniteľom relatívnej permitivity ktorý je definovaný podobne ako teplotného súčiniteľa relatívnej permitivity riadiť. 1. sk –Kondenzátory s dielektrikom z rutilovej keramiky. Najmenšou hodnotou tejto veličiny má stabilit, ktorého relatívna permitivita iba nepatrne závisí od teploty.

2. sk patria sem keramiky ktorých závislosť relatívnej permitivity od teploty je nelineárna. Majú rekordne vysoké hodnoty relatívnej permitivity. Sú to predovšetkým keramiky typu permitit..

3. sk tvorí špeciálna polovodivá keramika supermit. Kondenzátory z tejto keramiky sa označujú ako kondenzátory typu 3.

Táto keramika má najvyššiu relatívnu permitivitu zo všetkých u nás vyrábaných keramik. Dielektriká kondenzátorov typu 2 a 3 sa označujú ako nelineárne nielen pre charakter ich teplotnej závislosti relatívnej permitivity, ale predovšetkým pre nelineárnu závislosť náboja na ich elektródach od napätia.

Za perspektívne anorganické dielektrikum sa považuje aj sklo. Lístková slúda sa ako kondenzátorové dielektrikum používa čoraz menej.

Rozmáha sa použitie tenkovrstvových anorganických dielektrík, v ktorých funkciu dielektrika najčastejšie plnia rôzne oxidy (hliníkové a tantalové elektrolytické kondenzátory, tenkovrstvové kondenzátory na základe SiO a SiO₂ a iné).

Ako kondenzátorové dielektriká sa môžu využiť aj polovodiče. Ako kondenzátory s veľmi malou kapacitou sa dajú využiť napr. polovodičové diódy, pričom ich kapacitu možno v určitom, nevelmi širokom rozmedzí riadiť elektricky pomocou zmeny hrúbky hradlovej vrstvy. Takéto kondenzátory sa nazývajú varikapy.