
VILLANYSZERELŐ KÉPZÉS

2 0 1 5

ELEKTROTECHNIKA 2.

VILLAMOS TÉR

ÖSSZEÁLLÍTOTTA
NAGY LÁSZLÓ
MÉRNÖKTANÁR

Tartalomjegyzék

Villamos tér fogalma, jellemzői	3
Szigetelők a villamos térben.....	4
Vezetők a villamos térben	4
A csúcshatás	4
Az árnyékolás	5
A kondenzátor.....	5
Kondenzátorok hálózatai.....	6
Kondenzátor töltése és kisütése.....	7

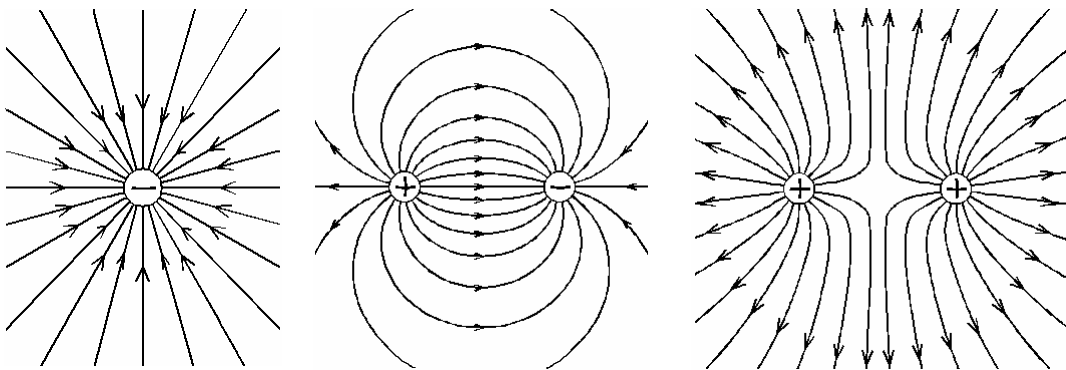
Villamos tér fogalma, jellemzői

A térnek azt a részét, amelyben valamely töltésre erő hat villamos (elektromos, sztatikus, elektrosztatikus) térnek nevezzük. A villamos tér jellemzője a térerősség. A térerősség az egységnyi töltésre ható erővel arányos.

A villamos térerősség jele: $E = F / Q$ [N/C = J/mAs = VAs/mAs = V/m]

A térerősségnek iránya és nagysága van. A villamos teret töltések hozzák létre és erővonalakkal szemléltetjük (modellezzük). Az erővonalak tulajdonságai:

- az azonos irányú erővonalak taszítják egymást,
- homogén térben párhuzamosak az erővonalak,
- a pontszerű töltésnek sugárirányú erőtere van.



- a pozitív töltésen erednek és a negatív töltésen végződnek,
- a test felületéről merőlegesen lépnek ki,
- rövidülni igyekeznek, energiájukat csökkentik,
- a teret egyenletesen töltik ki.

Az erővonalak egy test felületén elhelyezkedő töltésekből indulnak ki illetve töltésekre érkezik. Az erővonalak száma a villamos fluxus. (amekkora az elektron hiány vagy többlet annyi erővonal) Az egységnyi felületen áthaladó erővonalak száma a fluxus (töltés) sűrűség, azaz a dielektromos eltolás.

A dielektromos eltolás jele: $D = Q / A$ [As / m²]

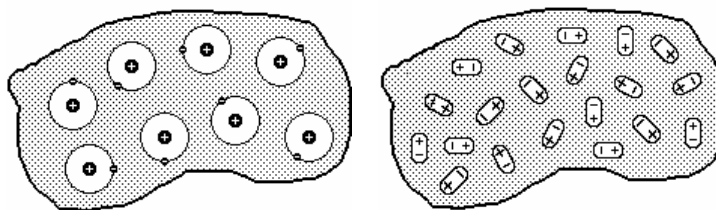
Ugyanakkora térerősség különböző anyagokban, különböző erővonal sűrűséget hoz létre. Az egységnyi térerősség hatására kialakuló fluxus sűrűség a dielektromos állandó vagy permittivitás.

A dielektromos állandó jele: $\varepsilon = D / E$ [As / Vm]

A dielektromos állandó értéke vákuumban: $\varepsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12}$ [As / Vm]

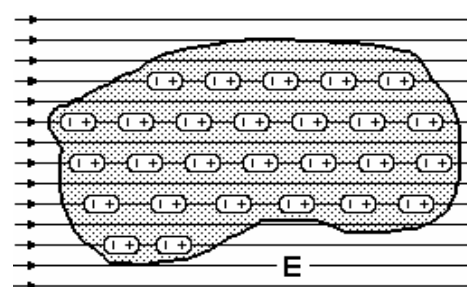
Szigetelők a villamos térben

A szigetelő anyagok molekulái villamosan semlegesek vagy dipólusok lehetnek. Villamos térbe helyezett szigetelő anyag erővonalakat köt le mert az eddig villamosan semleges molekulák villamos



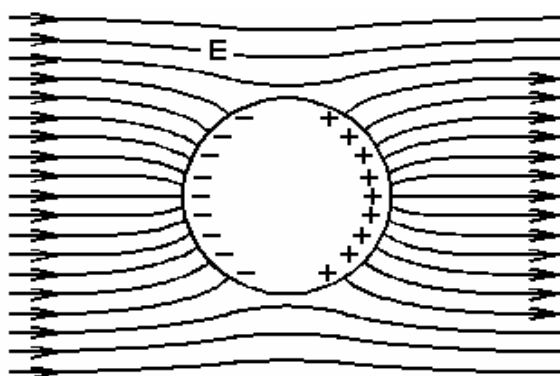
súlypontja eltolódik, illetve az eddig rendezetlen dipólus molekulák rendeződnek. Ezt a jelenséget nevezzük dielektromos polarizációnak. A szigetelő anyagban a lekötött erővonalak miatt a térerősség - az adott szigetelő anyagra jellemzően - lecsökken. A szigetelő anyagban kialakuló térerősség és a szigetelő anyagon kívüli (vákuumbeli) térerősség viszonya a relatív dielektromos állandó.

A relatív dielektromos állandó jele: $\epsilon_r = E_{sz} / E_v$



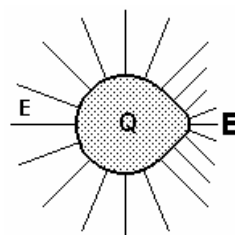
Vezetők a villamos térben

Villamos térbe helyezett vezető elemi töltései a térerősség hatására elmozdulnak. A töltések a vezető test felületén felhalmozódva lekötik a villamos tér erővonalait, így a vezető test belsejében nem alakul ki térerősség. Egy villamosan semleges vezető test elemi töltéseinek - külső tér hatására bekövetkező - szétválasztódását villamos megosztásnak (influenciának) nevezzük.



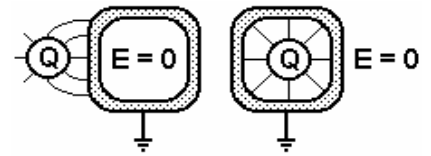
A csúcs hatás

A töltések egy gömb alakú vezető test felületén egyenletesen oszlanak el. Ugyanakkora töltés nagyobb gömbfelületen kisebb, kisebb gömbfelületen nagyobb térerősséget hoz létre. Ha a töltött vezető test nem gömb alakú, akkor a nagyobb görbületű (csúcsos) helyeken nagyobb térerősség alakul ki, mint a felület kisebb görbületű részein. Nagy térerősség esetén a levegő molekulái ionizálódnak és átütés, szikrázás (villámlás) keletkezik (Átütési szilárdság [kV/cm]). Gyakorlati hasznosítása: villámhárító, gyújtógyertya, szikraköz.



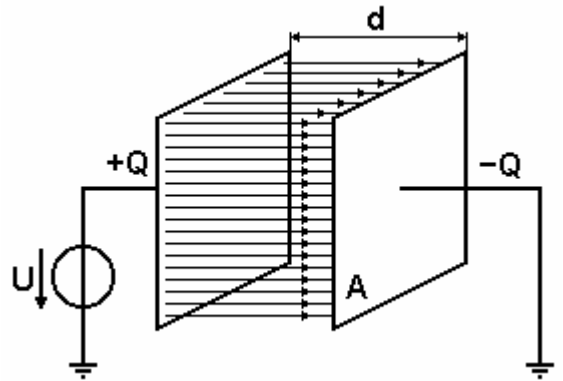
Az árnyékolás

A megosztás miatt egy vezető anyaggal bezárt tér belseje, egy külső eredetű villamos tértől védett. Hasonlóan egy vezető anyaggal bezárt tér környezete egy belső eredetű villamos tértől védett. Gyakorlati hasznosítása: belső és külső villamos árnyékolás.



A kondenzátor

Két, szembenálló, azonos méretű, egymástól villamosan elszigetelt, párhuzamos vezető felület síkkondenzátort alkot. A vezető felületeket fegyverzetnek nevezzük. Az egyik fegyverzeten az U feszültség $+Q$ töltést halmoz fel, mely a másik fegyverzeten a megosztás miatt $-Q$ töltést hoz létre. A töltések az A felületen egyenletesen oszlanak el, a fegyverzetek között homogén villamos tér alakul ki. A fegyverzetek d vastagságú levegő vagy valamilyen más szigetelő réteget, dielektrikumot fognak közre. Az egységnyi feszültség hatására felhalmozódó töltésmennyiséget kapacitásnak nevezzük.



A kapacitás jele: $C = \frac{Q}{U}$

Mértékegysége: $[C] = \frac{As}{V} = F(\text{arad})$

A fegyverzetek között a térerősség:

$$E = \frac{U}{d}$$

A fegyverzeteken a töltéssűrűség:

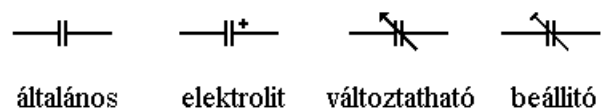
$$D = E \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r = \frac{U}{d} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r = \frac{Q}{A}$$

Az elrendezés kapacitása a geometriai adatokkal:

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

1 Farad a kapacitás ha 1 V feszültség 1 C töltést halmoz fel. A kapacitást megvalósító alkatrészeket kondenzátornak nevezzük.

Kondenzátor rajzjelei:



általános

elektrolit

változtatható

beállító

A kondenzátor típusai:

a szigetelő anyaga alapján:

- papír, olajos papír,
- műanyag (stiroflex fólia),
- kerámia vagy monolit,
- elektrolit.

a felhasználás alapján:

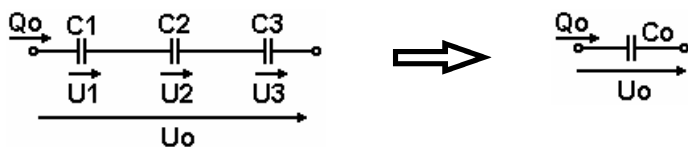
- állandó értékű: szűrő, hidegítő, csatoló,
- változtatható: hangoló,
- beállító: trimmer.

Kondenzátor jellemzői:

- névleges kapacitás,
- tűrés,
- névleges feszültség,
- szigetelési ellenállás,
- veszteségi tényező.

Kondenzátorok hálózatai

A sorosan kapcsolt kondenzátorokon azonos a töltés.



A hurok törvény alapján:

$$U_0 = U_1 + U_2 + U_3$$

A töltéssel és a kapacitással kifejezve:

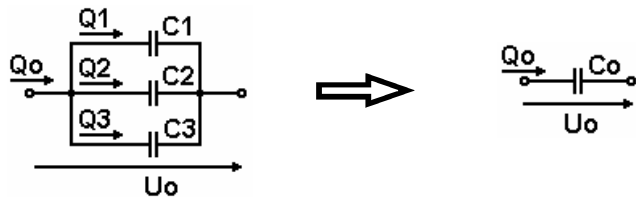
$$\frac{Q_0}{C_0} = \frac{Q_0}{C_1} + \frac{Q_0}{C_2} + \frac{Q_0}{C_3}$$

Az eredő kapacitás:

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

A sorosan kapcsolt kondenzátorok akkora kapacitással helyettesíthetők, melynek értéke a részkapacitások reciprokok összegének reciprokéval egyezik meg. Két soros kondenzátor esetén alkalmazható a replusz művelet.

A párhuzamosan kapcsolt kondenzátorokon azonos a feszültség.



A csomóponti törvény alapján:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

A feszültséget és a kapacitást alkalmazva:

$$C_0 \cdot U_0 = C_1 \cdot U_0 + C_2 \cdot U_0 + C_3 \cdot U_0$$

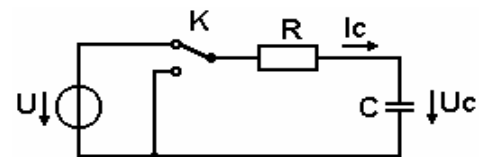
Az eredő kapacitás:

$$C_0 = C_1 + C_2 + C_3$$

A párhuzamosan kapcsolt kondenzátorok akkora kapacitással helyettesíthetők, melynek értéke a részkapacitások összegével egyezik meg.

Kondenzátor töltése és kisütése

A kapcsoló zárása után a generátorból áram indul meg, melyet a kezdeti szakaszban csak az ellenállás korlátoz. Az I áramerősség t idő alatt Q töltést szállít, ezért a kondenzátor töltődik, a feszültsége nő. A töltődési folyamat



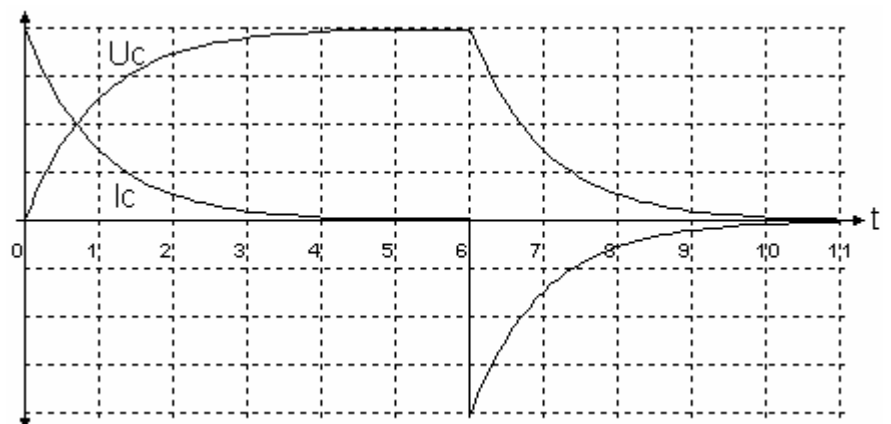
alatt a kondenzátor növekvő feszültsége szembe kapcsolódik a generátor feszültségével. A csökkenő különbségi feszültség a töltő áramot is egyre jobban csökkenti. Amikor a kondenzátor feszültsége eléri a generátor feszültségét, a töltő áram megszűnik, a töltődési folyamat véget ér. A töltődési folyamat "teljes" időtartama kizárólag az ellenállás és a kapacitás értékétől függ: kisebb ellenállással a nagyobb kapacitás ugyanannyi idő alatt töltődik fel mint nagyobb ellenállással a kisebb kapacitás. A töltődési folyamatra az RC szorzat jellemző, melyet időállandónak nevezünk. Az időállandó a végérték 63%-nak eléréséhez szükséges időtartam. Az időállandó jele: $\tau = RC$ [sec]

A kapcsoló átkapcsolásakor az U feszültségre feltöltődött kondenzátor az R ellenálláson keresztül kisül. A kisütési folyamat során a kondenzátor feszültsége csökken, ezért egyre kisebb áramot hajt át az ellenálláson. Amikor a kondenzátor fegyverzetein a töltések kiegyenlítődnek a kisütési folyamat véget ér.

töltés kisütés

$$U_c = U_g(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = U_g \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$I_c = \frac{U_g}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = -\frac{U_g}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$



A kondenzátor töltéskor fogyasztó, kisütéskor generátor jellegű kétpólus. A kondenzátor egyenáramúlag szakadás, váltakozó áramúlag rövidzár.
