

Uvod u Elektrotehniku

URoKDiP

prof. dr Anamarija Juhas,
prof. dr Neda Pekarić-Nadž,
doc. dr Miodrag Milutinov,
student demonstrator Nikola Rašević

Uvod u Elektrotehniku

- Konsultacije: kabinet 121, Blok F (FTN)
- Kolokvijum: utorak 28. 04. 2020. (u terminu predavanja)
- male provere na nastavi (dodatni poeni)
- tri laboratorijske vežbe (mart-april)
- www.ktet.ftn.uns.ac.rs: predavanja, rešeni zadaci, primeri kolokvijuma
- Prvi deo gradiva (gradivo za kolokvijum)
 1. Električno polje
 2. Vremenski konstantne struje (VKS)
 3. Prostoperiodične struje (PPS)
 4. Magnetsko polje
 5. Vremenski promenljivo EM polje
- Drugi deo gradiva (testovi) : 6. trofazni sistemi, 7. ESD

1. Električno polje

- Naelektrisanje

- pozitivno i negativno, oznaka Q , jedinica C (kulon),
- naelektrisanje protona e , elektrona $-e$,
- zakon održanja naelektrisanja.

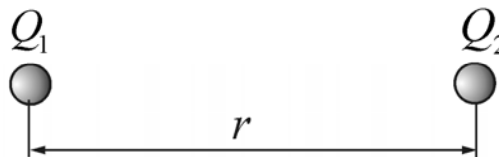
$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

- Podela materijala

- provodnici (metali), izolatori (dielektrici), poluprovodnici.

- Kulonov zakon

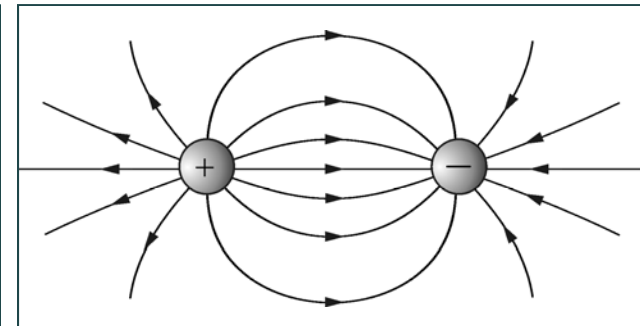
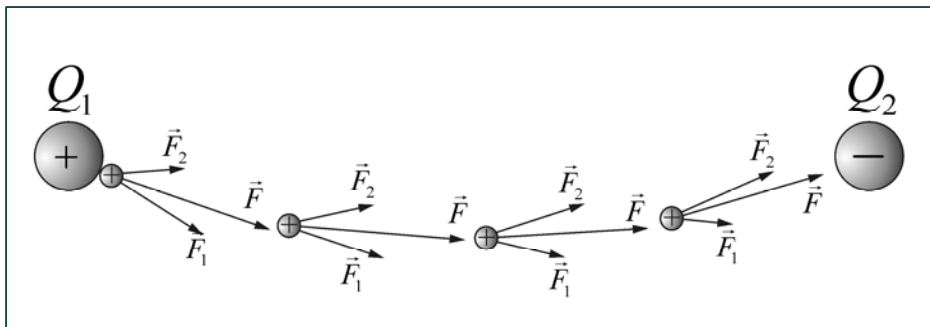
$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$



- intenzitet sile opada sa kvadratom rastojanja,
- istoimena naelektrisanja se odbijaju, raznoimena se privlače.

Linije električnog polja

- Naelektrisana tela menjaju osobine prostora oko sebe
 - električno polje.
- Probno naelektrisanje (malo pozitivno naelektrisanje)
 - Q_1 odbija probno naelektrisanje, Q_2 privlači probno naelektrisanje.



- Linije električnog polja (linije električne sile)
 - grafičko prikazivanje električnog polja,
 - počinju na pozitivnom, završavaju na negativnom naelektrisanju,
 - polje je jače tamo gde su linije gušće.

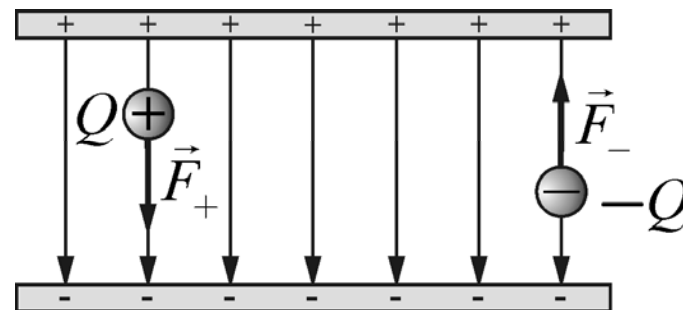
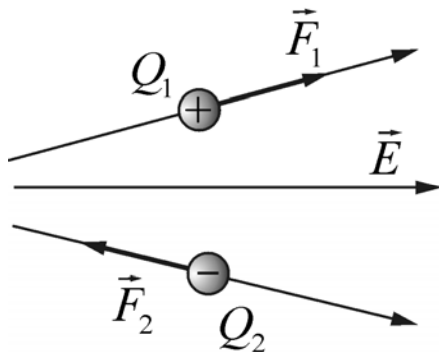
Vektor jačine električnog polja

- Sila na probno naelektrisanje Q_p , može se napisati kao

$$\vec{F} = Q_p \vec{E}, \text{ gde } \vec{E} \text{ ne zavisi od } Q_p,$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q_p} \quad \left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$$

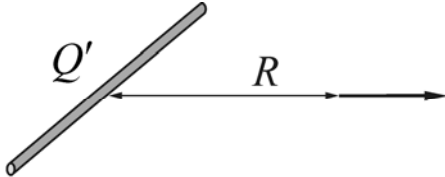
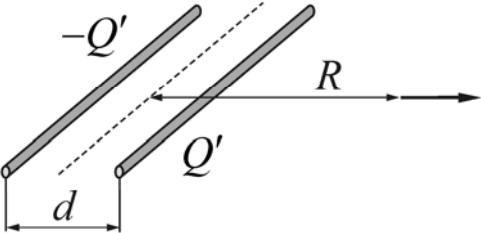
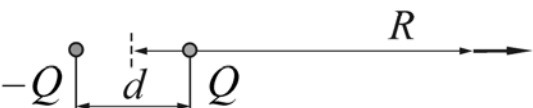
- $\vec{E}$ se naziva vektor jačine električnog polja
- Sila na tačkasto naelektrisanje: $\vec{F} = Q\vec{E}$.



Električna polja u našem okruženju

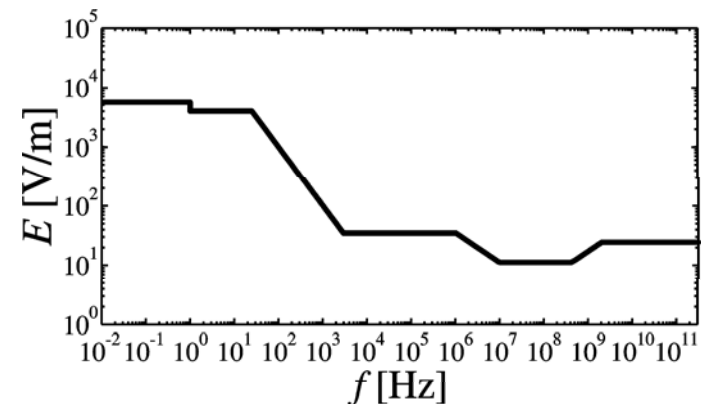
- Prirodna,
 - električno polje zemlje, biološki procesi (snimaju se u dijagnostici: EKG, EEG)

- Veštačka


$$E = \frac{Q'}{2\pi\epsilon_0 R}$$

$$E = \frac{Q'd}{2\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$E = \frac{Qd}{2\pi\epsilon_0 R^3}$$

- Referentni granični nivoi

- najveće dozvoljene vrednosti
- zavise od frekvencije:
2kV/m na 50Hz
16,5V/m na 900MHz



Napon

- Rad električnih sila pri premeštanju Q_p iz A u B:

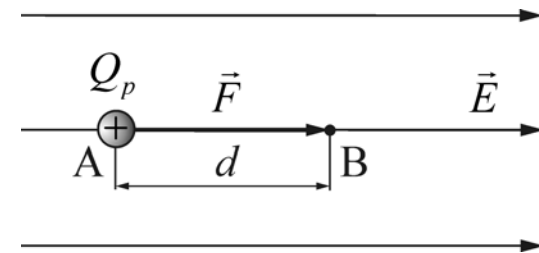
$$A = Fd = Q_p Ed$$

$$A = Q_p U_{AB}$$

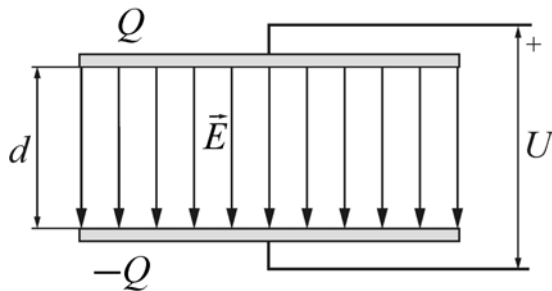
U_{AB} je napon, jedinica je V (volt),

U_{AB} zavisi samo od položaja početne i krajnje tačke,

- definicija: napon U_{AB} brojno je jednak radu koji treba da se izvrši da se jedinično probno naelektrisanje pomeri iz tačke A u tačku B.



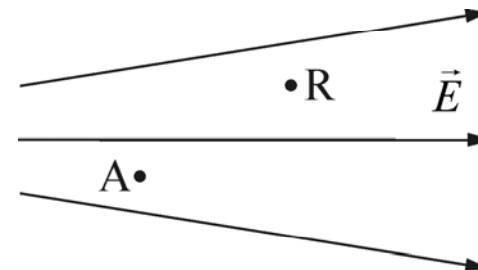
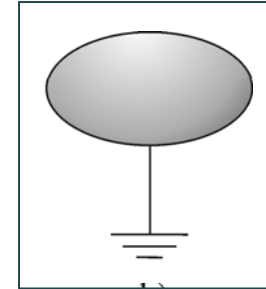
- Između dve provodne ploče



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

Potencijal

- Oznaka V , jedinica V .
 - potencijal referentne tačke je $0V$ (obično zemlja),
 - uzemljenje: provodno telo povezano sa Zemljom,
 - potencijal uzemljenog provodnog tela je $0V$.
- definicija: potencijal tačke A (V_A) je brojno jednak radu koji treba da se izvrši da se jedinično naelektrisanje premesti iz tačke A u referentnu tačku.



- Napon je jednak razlici potencijala:

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

$$U_{BA} = V_B - V_A$$

$$U_{BA} = -U_{AB}$$

Kapacitivnost, kondenzator

- za posmatrani sistem, količnik naelektrisanja i napona je konstanta i naziva se kapacitivnost, jedinica je F (farad)

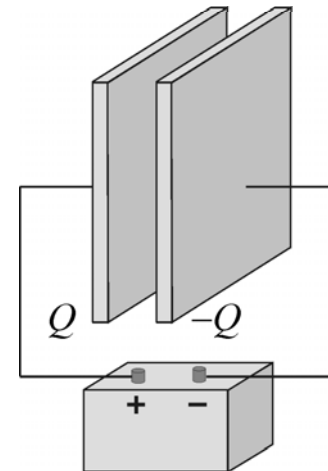
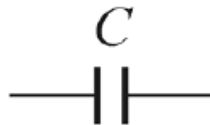
$$C = \frac{Q}{U}$$

$$Q = CU$$

- primeri: kapacitivnost Zemlje iznosi oko 0,7 mF,
- kapacitivnost ljudskog tela je oko 100 pF (ljudsko telo se može naelektrisati).

- **Kondenzator**

- je električna komponenta dizajnirana da ima poznatu vrednost kapacitivnosti,
- u praksi najčešće: μF , nF ili pF (superkondenzatori do nekoliko hiljada F).
- grafički simbol:



Pločasti kondenzator

- dve ravne paralelne provodne ploče razdvojene dielektrikom

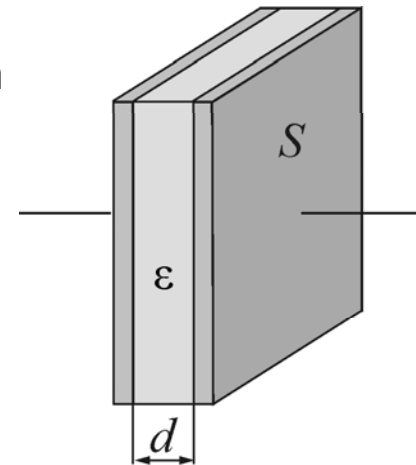
$$C = \epsilon \frac{S}{d} = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

$$Q = CU$$

$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ permitivnost, jedinica F/m

ϵ_r relativna permitivnost (neimenovan broj)

$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ F/m permitivnost vakuumu



- Energija sadržana u kondenzatoru je električna energija
 - kao kratkotrajni izvori električne energije,
 - primeri: blic fotoaparata, defibrilatori.

$$W_e = \frac{1}{2} QU \quad [\text{J}]$$

Dielektrici

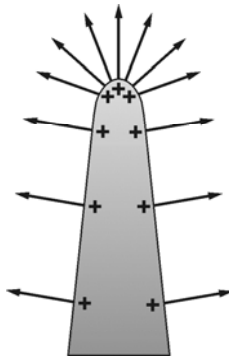
- Osnovne karakterike:
 - permitivnost,
 - električna čvrstina dielektrika.
- Električna čvrstina dielektrika
 - maksimalna jačina električnog polja koju dielektrik može da izdrži i da zadrži svoja izolatorska svojstva,
 - za veće jačine električnog polja dielektrik počinje da provodi (proboj dielektrika),
 - vazduh postaje provodan pri 3 MV/m.



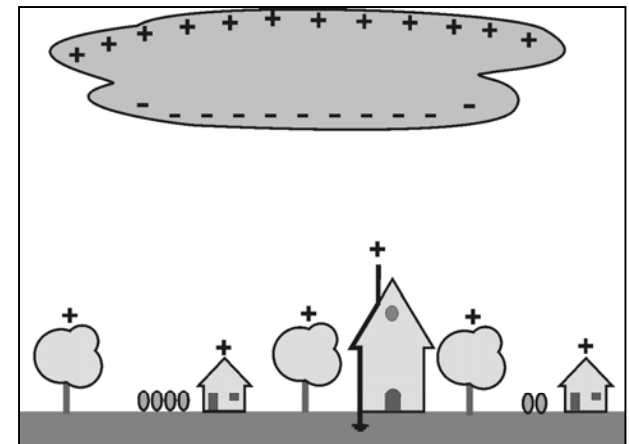
Provodnici u električnom polju

- Faradejev kavez
 - zaklon od električnog polja.

- Šiljak

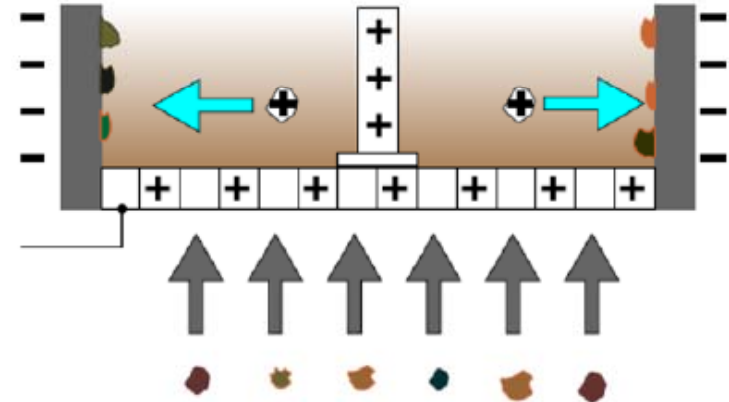


- Gromobrani
 - el. polje je najjače u okolini gromobrana,
 - obično se izrađuju u vidu metalnih šiljaka,
 - provodnikom su povezani sa uzemljenjem,
 - gromobranska zaštita prihvata struju atmosferskog pražnjenja i sprovodi je u zemlju, bez posledica po objekat.



Elektrostatički filtri

- Prečišćavanje dima u dimnjacima
 - termoelektrana i fabrika.
- Princip rada
 - dim se propušta kroz pozitivno naelektrisanu mrežicu,
 - čestice se naelektrišu pozitivno,
 - pozitivno naelektrisana šipka odbija čestice,
 - čestice privlači negativno naelektrisan obod dimnjaka.
- Prečišćavanje vazduha u stanovima
 - dve mrežice: prva pozitivno naelektrisana, dok je druga negativno naelektrisana.



Elektron-volt (eV)

- $1 \text{ eV} = (1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C})(1 \text{ V}) = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 - energija nael. čestica i fotona, energija veze u jezgrima, atomima, molekulima
- $c = \lambda f$ ($c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ je brzina svetlosti)
 $E = hf$ ($h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ je Plankova konstanta)
dovoljno je poznavati samo jednu od veličina E ili f ili λ
- Nejonizujuće zračenje:
 - granica: $E=12,4 \text{ eV}$, ili $f=3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, ili $\lambda=100 \text{ nm}$ (opseg UV zračenja)
 - EM zračenje (do 300 GHz) i svetlosno zračenje (iznad 300 GHz)

