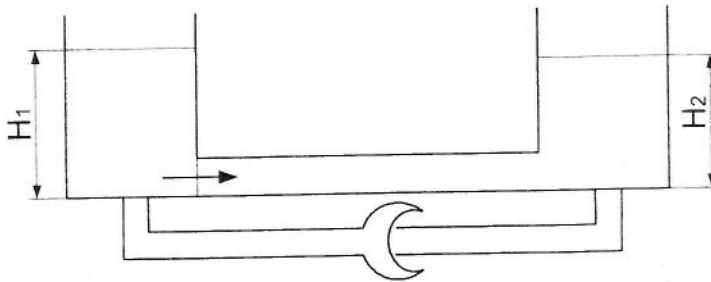


ELEKTROKINETIKA

Električnom strujom se naziva kretanje elektriciteta, pozitivnog ili negativnog, ili oba istovremeno.

Za razliku od elektrostatickog polja, za čije održavanje nije potrebno dodatno održavanje energije i dodavanje, da bi postojala električna struja mora da postoji stacionarno električno polje. Elektrostaticko polje ne može da održava stalnu jednosmernu struju, jer vrlo brzo dolazi do elektrostaticke ravnoteže.



Hidraulički amortizer

Slika 30

Pored gravitacionih sila mora da deluje bar još jedna sila.

Sve struje se dele na:

- elektronske (čvrstim materijalima, žicom),
- jonske (gasom, elektrolitima).

Propratne pojave električne struje su:

- 1 – Toplotni efekat (na tom principu rade mnogi uređaji),
- 2 – Elektrolitički efekat sredina se hemiski menja,
- 3 – Magnetski efekat struje

KARAKTERISTIKE ELEKTRIČNE STRUJE I STRUJNOG POLJA

JAČINA STRUJE

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$i = \frac{dq}{dt}$$

JAČINA STRUJE JE SKALAR !!!

$$I(=) \frac{C}{s} = A = 6,24 \cdot 10^{18} \frac{e}{s}$$

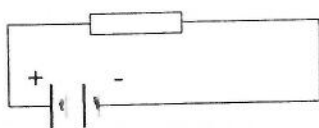
↓
Apsolutni amper

Definicija u SI – Jačina struje koja kad protiče kroz dva paralelna provodnika pravi silu od $2 \cdot 10^{-7}$ N/m

Internacionalni amper – ona struja koja iz rastvora srebro-nitrata izdvoji u jedinici vremena 1,118 g/sec srebra.

13

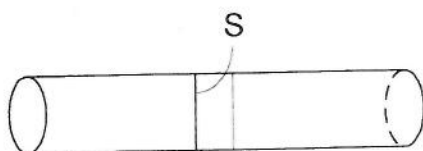
Jačina struje je usmerena skalarna veličina



Slika 31

GUSTINA STRUJE

$$|\vec{J}| = \frac{I}{S} \quad \text{ako je struja homogena}$$



Slika 32

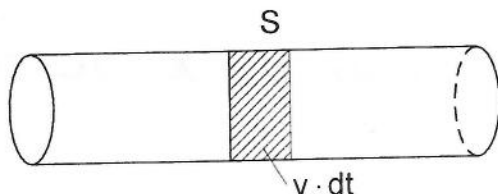
$$di = \vec{J} \cdot d\vec{S}$$

$$\vec{J} = \frac{di}{dS_n} \quad i = \int \vec{J} \cdot d\vec{S} \left[\frac{A}{m^2} \right]$$

$$i = \frac{dq}{dt} = Q_e \cdot N' \cdot S \cdot v$$

$$dq = Q_e \cdot S \cdot v \cdot dt \cdot N'$$

↑
Količina naelektrisanja koje prođe kroz $S \cdot v \cdot dt$



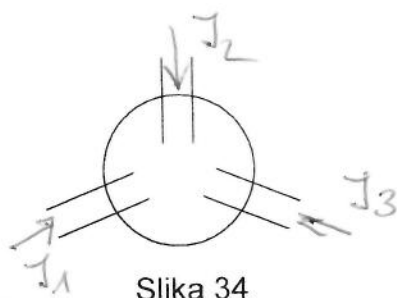
Slika 33

$$S \cdot v \cdot dt = V$$

$$J = \frac{i}{S} = N' \cdot Q_e \cdot v$$

Za stacionarnu strujnu tačku važi

$$\oint_S \vec{J} \cdot d\vec{S} = 0 \quad \text{I Kirhofov zakon}$$



Slika 34

$$J_1 \cdot S_1 + J_2 \cdot S_2 + J_3 \cdot S_3 = 0$$

$$\sum_{k=0}^n J_n = 0$$

OMOV ZAKON

Jačina struje je funkcija napona

$$I = f(U)$$

$$I = G \cdot U \quad G - \text{provodnost}$$

$$\frac{1}{G} = R \quad R - \text{električni otpor}$$

$$\boxed{I = \frac{U}{R} \quad U = R \cdot I \quad R = \frac{U}{I}}$$

Omohov zakon

Svi provodnici za koje važi Omohov zakon su linearni.
Za žičane provodnike važi Omohova formula.

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S} \quad - \text{Omohova formula}$$

ρ – specifična električna otpornost (Ωm)

$$G = \gamma \cdot \frac{S}{\ell} \quad \gamma \cdot \frac{S}{m}$$

↓

Specifična električna provodnost

$$I = \frac{1}{R} \cdot U = G \cdot U = \gamma \cdot \frac{S}{\ell} \cdot U$$

$$\frac{I}{S} = J = \gamma \cdot \frac{U}{\ell} = \boxed{\gamma \cdot E = J} \quad \text{lokalni oblik Omovog zakona}$$

\vec{J} i \vec{E} su kolinearni vektori

$$J = \lambda \cdot E$$

15

$$\vec{E} = \rho \cdot \vec{J} \quad / \quad d\ell$$

$$E \cdot d\ell = \rho \cdot d\ell \cdot \frac{dl}{dS}$$

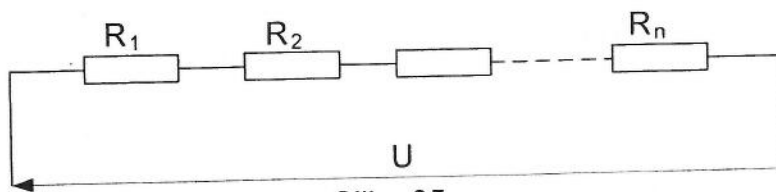
$$U = \rho \cdot \frac{d\ell}{dS} \cdot dl$$

$$dl = \frac{U}{\int \rho \cdot \frac{d\ell}{dS}} \quad \text{Omov zakon}$$

ρ – se daje za sobnu temperaturu

$$\rho_T = \rho_0 \cdot [1 + \alpha(\theta - \theta_0) + \beta(\theta - \theta_0) + \dots]$$

VEZIVANJE OTPORNIKA



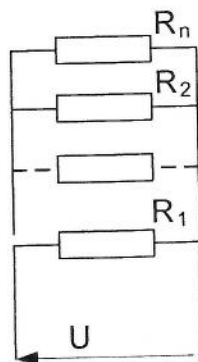
Slika 35

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

$$R_{ekv} \cdot I = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I + \dots + R_n \cdot I$$

$$R_{ekv} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$R_{ekv} = \sum_{i=1}^n R_i$$



Slika 36

$$\frac{U}{R_1} = I_1$$

$$\frac{U}{R_2} = I_2$$

$$\frac{U}{R_{\text{ekv}}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

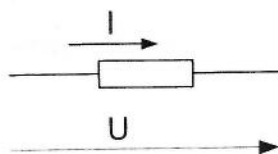
$$\frac{1}{R_{\text{ekv}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$\frac{1}{R_{\text{ekv}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

DŽULOV ZAKON

ZAPAMTITI! SUPROTNOST U ODNOSU
NA KONDENZATORE!

Pri prolasku struje kroz otpor razvija se toplota



Slika 37

$$dA = U \cdot dQ$$

$$dA = U \cdot I \cdot dt$$

$$dW = dA = U \cdot I \cdot dt$$

$$P = U \cdot I = \frac{dA}{dt}$$

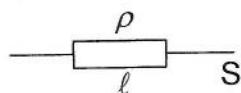
$$U = R \cdot I$$

$$P = R \cdot I^2 \quad \rightarrow \quad \text{važi samo za linearne otpore}$$

$$W = R \cdot I^2 \cdot t$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Lokalni oblik Džulovog zakona



Slika 38

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$P = J^2 \cdot R = \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot J^2 = \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot (J^2 \cdot S^2) = \rho \cdot J^2 \cdot V$$

17

$$\frac{P}{V} = \rho \cdot J^2 = \frac{J^2}{\gamma}$$

$$\frac{P}{V} \rightarrow \text{gustina snage}$$

ELEKTRIČNI GENERATORI I ELEKTROMOTORNJA SILA

Strujanje elektriciteta je praćeno energetskeg zbijanjem, to jest trošenjem električne energije na neelektrične efekte na primer toplotu. Da bi se to strujanje obezbedilo uprkos neelektričnim efektima, neophodno je raspolagati izvorom čija je osnovna karakteristika elektromotorna sila.

U električnom generatoru postoje neke strane sile koje napadaju elementarno naelektrisanje i udaraju ga nasuprot sile stacionarnog polja.

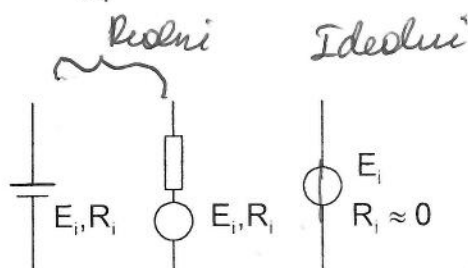
Definicija elektromotorne sile

$$E = \frac{dA}{dq}$$

$$dA = E \cdot dq$$

↓
Strano polje je izvršilo rad

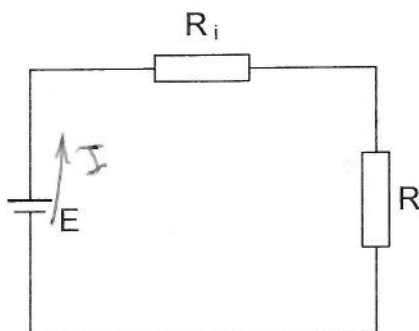
$$E = \frac{dA}{dq} = \int E_{\text{str}} \cdot d\ell \quad [V]$$



Slika 39

PROSTO KOLO

To je strujno kolo sa jednim realnim izvorom i jednim potrošačem



Slika 40

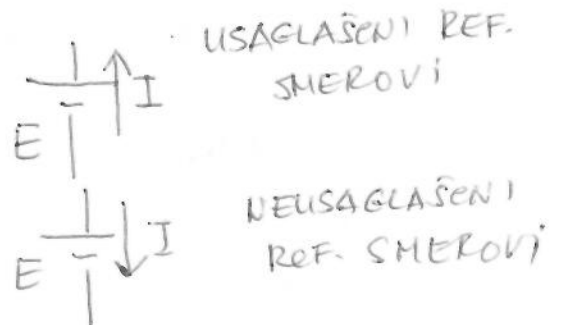
Energetska jednačina

$$E \cdot I \cdot dt = R_1 \cdot I^2 \cdot dt + R \cdot I^2 \cdot dt \quad / : I \cdot dt$$

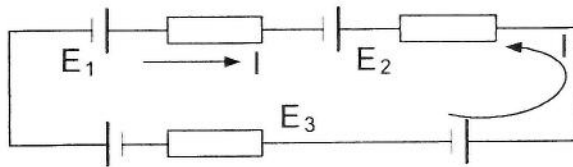
$$E = (R_1 + R) \cdot I$$

$$I = \frac{E}{R + R_1}$$

Omov zakon za prosto kolo



PROSTO KOLO SA VIŠE ELEKTROMOTORNIH SILA I POTROŠAČA



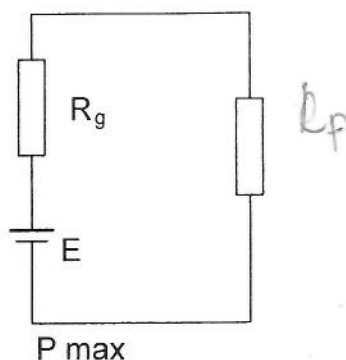
Slika 41

$$E_1 \cdot I \cdot dt + E_2 \cdot I \cdot dt - E_3 \cdot I \cdot dt + E_4 \cdot I \cdot dt = R_1 \cdot I^2 \cdot dt + R_2 \cdot I^2 \cdot dt + R_3 \cdot I^2 \cdot dt \quad / : I \cdot dt$$

$$E_1 + E_2 - E_3 + E_4 = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I$$

$$I = \frac{\sum E}{\sum R}$$

Prilagođenje prijemnika po snazi
(dobijanje maksimalne snage prijemnika)



Slika 42

19

$$P = R \cdot \left(\frac{E}{R + R_g} \right)^2 = \frac{R \cdot E^2}{R^2 + 2 \cdot R \cdot R_g + R_g^2}$$

$$\frac{\partial P}{\partial R} = \frac{E^2(R + R_g) - (2 \cdot R + 2 \cdot R_g) \cdot R \cdot E^2}{(R + R_g)^4}$$

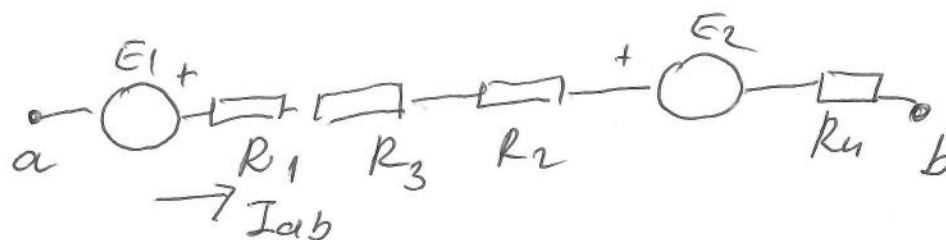
$$R^2 + 2 \cdot R \cdot R_g + R_g^2 - 2 \cdot R^2 - 2 \cdot R \cdot R_g = 0$$

$$R_g^2 = R^2$$

$$R_g = R$$

$$R = R_g$$

Napon na krajevima grane koja sadrži proizvoljan broj izvora (elektromotornih sila)

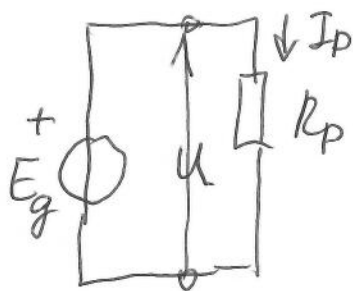


$$U_{ab} = \sum_a^b R I_{ab} - E$$

$$U_{ab} = -E_1 + R_1 I_{ab} + R_3 I_{ab} + R_2 I_{ab} + E_2 + R_4 I_{ab}$$

$$U_{ab} = E_2 - E_1 + (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) I_{ab}$$

Idealni naponski generator



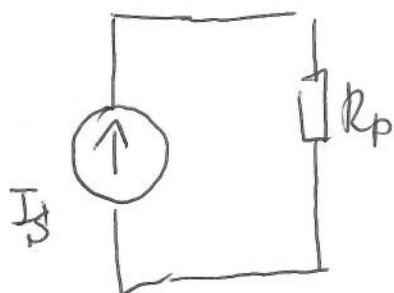
$$U = E_g$$

$$I_p = \frac{E_g}{R_p}$$

osobina: napon na krajevima je konstantan

$R_g \approx 0$ odnosno $R_g \ll R_p$

Idealni strujni generator



$$I_p = I_s$$

$$R_g \gg R_p$$

Realni bi bio I_s

osobina: održava struju u grani u kojoj je priključen konstantno

