



ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА

Марина Ковановић, професор физике

КЉУЧНЕ РЕЧИ:

- електрична струја (једносмерна и наизменична)
- јачина електричне струје
- електрични извори
- електромоторна сила
- електрична отпорност проводника
- Омов закон
- тоplotно дејство струје (Џул-Ленцов закон)
- електрични инструменти



1. ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА

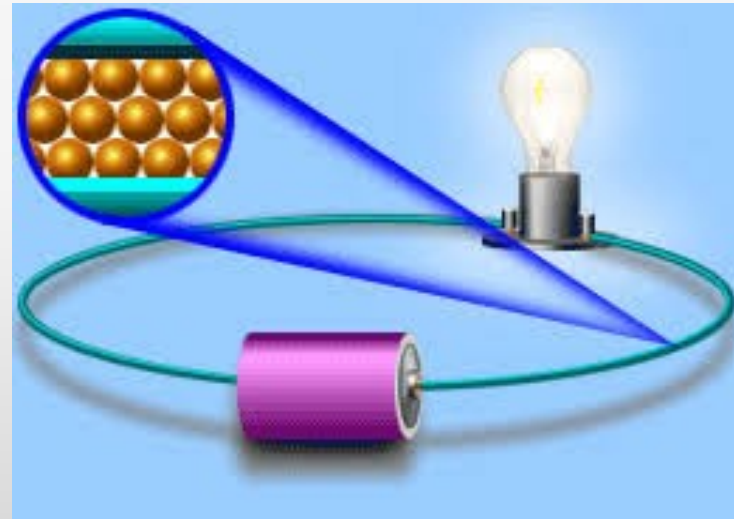
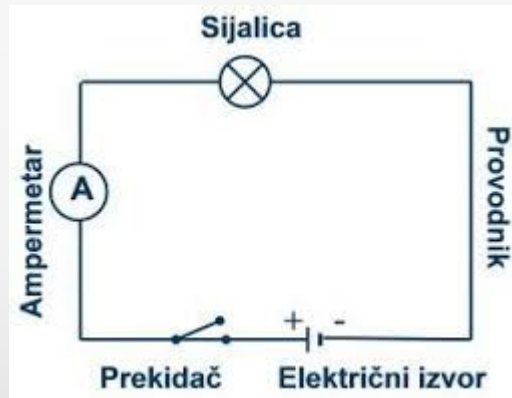
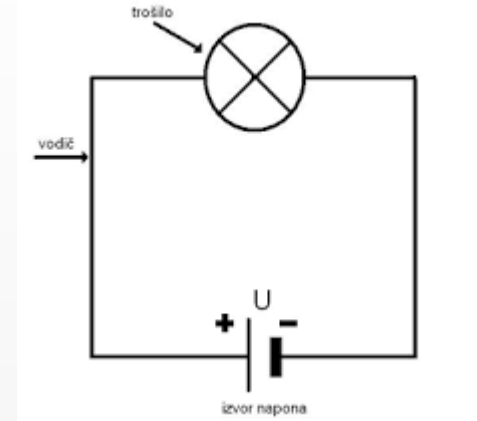
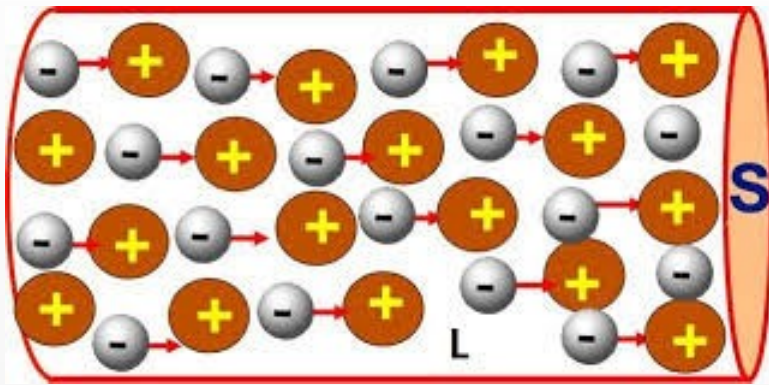
- Усмерено кретање наелектисања у електричном пољу је електрична струја.
- Електрична струја тече све док постоји разлика електричних потенцијала, односно, електрични напон.
- Смер електричне струје је увек од места вишег ка месту нижег потенцијала.



ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА У ТЕЧНОСТИМА, МЕТАЛИМА И ГАСОВИМА

- **Метали** имају кристалну грађу.
- **Носиоци електричне струје код метала су електрони.**
- **Течности** су релативно слаби проводници електричне струје, изузетак су **електролити** (течности са позитивним (катјони) и негативним (анјони) честицама).
- **Носиоци електричне струје у електролитима су јони.**
- **Гасовите супстанце** су веома добри изолатори.





ТЕХНИЧКИ И ФИЗИЧКИ СМЕР СТРУЈЕ

- Како је смер струје одређен у време када се није познавала природа електрицитета узето је да струја тече од позитивног ка негативно полу извора. То је **технички смер струје**.
- **Физички смер струје** се поклапа са смером кретања слободних електрона у електричном пољу и супротан је од техничког смера.
- Иако је технички смер струје погрешан, он се и данас употребљава, јер су по њему дефинисани многи закони и ставови.



2. ЈАЧИНА ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ

- Јачина електричне струје представља количину електрицитета која се у једини времена пренесе кроз попречни пресек проводника.
- Ознака за јачину електричне струје је I .

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

I -[A]-јединица за јачину електричне струје је АМПЕР



$$\circ q = I \cdot t \rightarrow t = \frac{q}{I}$$

q-протекла количина наелектрисања
t-време протицања наелектрисања

$$*** 1\text{C} = 1\text{A} \cdot 1\text{s} = 1\text{As} ***$$

$$*** 1\text{s} = \frac{1\text{C}}{1\text{A}} ***$$



- У пракси се користе веће јединице од ампера, килоампер(kA) и мегаампер(MA):

$$1\text{kA} = 1\,000\text{ A} = 10^3\text{ A}$$

$$1\text{MA} = 1\,000\,000\text{ A} = 10^6\text{ A}$$

- И мање јединице од ампера, милиампер(mA) и микроампер(μA):

$$1\text{mA} = 0,001\text{ A} = 10^{-3}\text{ A}$$

$$1\mu\text{A} = 0,000001\text{ A} = 10^{-6}\text{ A}$$



АМПЕР

- Француски физичар и математичар, један од оснивача електромагнетизма. Био је чудо од детета, врло рано показује два своја дара: сјајну меморију и изузетну способност рачунарања. Између осталог, пронашао је први инструменти за мерење протока наелектрисања који је касније усавршен као галванометар.
- Јединица за јачину електричне струје је добила име по њему.



3. ПОТРОШАЧИ

- Сваки уређај који троши електричну енергију, односно у коме се електрична енергија претвара у неки други вид енергије ћемо звати потрошачи.
- Код неких потрошача претварање електричне енергије у друге видове није тако очигледно.
- Како код микроталасне пећнице електрична струја прелази у топлотну?
- У коју врсту енергије се претвара електрична енергија код електричног звона?



ДЕЛОВАЊА ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ

- Деловање електричне струје може бити:
 - 1) светлосно дејство-упаљено светло, сијалица
 - 2) тоplotно дејство-упаљена рингла од шпорета
 - 3) механичко дејство-бубањ од веш-машине
 - 4) хемијско дејство-електролиза воде
 - 5) магнетно дејство-електромагнет
- При свим овим дејствима један вид енергије претвара се у неки други. Овде важи закон одржавања енергије.



4. ЕЛЕКТРИЧНИ ИЗВОРИ

- За постојање електричне струје у проводнику потребно је да се на његовим крајевима успостави и одржава разлика потенцијала (напон), односно да у њему стално постоји електрично поље.
- Уређаји помоћу којих се то постиже називају се електрични извори.
- пример: акумулатор, батерија



- Струју смо поделили на једносмерну и наизмечну струју.
- Ако у електричном колу струја протиче стално у једном смеру, онда је то једносмерна електрична струја.
- Ако се смер струје стално мења, онда је реч о наизмечној струји.



5. ЕЛЕКТРОМОТОРНА СИЛА

- Електрични напон на крајевима извора се назива електромоторна сила.
- Електромоторна сила означава се са ε и мери се у волтима.
- *Што значи следеће:*

$$\varepsilon - [V]$$



6. ЕЛЕКТРИЧНА ОТПОРНОСТ ПРОВОДНИКА

- Електрична струја у металима представља усмерено кретање слободних електрона.
- Крећући се под утицајем електричног поља, електрони се узајамно сударају, а сударају се и са јонима кристалне решетке метала.
- Можемо увести величину која показује колики отпор нека средина пружа протицању електричне струје, а управо такав јој је назив и дат: *електрична отпорност*.



ОЗНАКА И ЈЕДИНИЦА ЗА ЕЛЕКТРИЧНУ ОТПОРНОСТ

- Ознака за електричну отпорност је R , а јединица за електричну отпорност је Ω (грчко слово омега).

R - $[\Omega]$

- *Електрична отпорност је физичка величина која представља меру отпора усмереном кретању наелектрисаних честица кроз проводник.*



- У пракси се користе веће јединице као што су килоом($k\Omega$) и мегаом($M\Omega$) :

$$1 k\Omega = 1\ 000\ \Omega = 10^3\ \Omega$$

$$1 M\Omega = 1\ 000\ 000\ \Omega = 10^6\ \Omega$$

- У пракси се ређе користе и мање јединице од Ω , милиом и микроом.



- Проверимо како електрична отпорност зависи од дужине проводника (l) и површине попречног пресека (S).
- Ове зависности ћемо проверити мерићи јачину струје кроз проводник. Наиме, како електрична отпорност показује колики отпор нека средина пружа протицању електричне струје, то значи да ће од два проводника већу отпорност имати проводник који протиче слабија струја при истим условима (једнак прикључени електрични напон на његовим крајевима).



- Кад је дужина проводника већа, на свом продуженом путу наелектрисања се поново сударају-наилазе на „додатну“ отпорност.
- Што је проводник дужи, већа му је електрична отпорност:

$$R \sim l$$

- Кад је попречни пресек проводника већи, наелектрисања могу лакше да се усмерено крећу избегавајући сударе.
- Из тога закључујемо да:

$$R \sim \frac{l}{S}$$



!!!!ОБРАСЦИ!!!!

- Обрасци за ел. отпорност:

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

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

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

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

- Обрасци за површину:

1) *круг* $S = r^2 \pi$

2) *квадрат* $S = a^2$

3) *правоугаоник* $S = ab$



СПЕЦИФИЧНА ЕЛЕКТРИЧНА ОТПОРНОСТ

- Специфична отпорност неке супстанције представља електричну отпорност проводника дужине 1m и површине попречног пресека $1m^2$.

ВРСТА МАТЕРИЈАЛА	СПЕЦИФИЧНА ОТПОРНОСТ У ОММЕТРИМА
СРЕБРО	$1,6 \cdot 10^{-8}$
БАКАР	$1,7 \cdot 10^{-8}$
АЛУМИНИЈУМ	$2,8 \cdot 10^{-8}$
ВОЛФРАМ	$5,5 \cdot 10^{-8}$
ГВОЖЂЕ	$1,0 \cdot 10^{-7}$
НИКЕЛИН	$4,2 \cdot 10^{-7}$
КОНСТАНТАН	$5,0 \cdot 10^{-7}$
ЦЕКАЦ	$11,0 \cdot 10^{-7}$



ИЗВОЂЕЊЕ ЈЕДИНИЦЕ МЕРЕ ЗА СПЕЦИФИЧНУ ОТПОРНОСТ

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l} \rightarrow [\rho] = \frac{\Omega \cdot m^2}{m} = [\rho] = \Omega m -$$

омметар

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

$$[\rho] = \Omega \frac{m^2}{m} = \Omega m$$

Ωm - омметар



7. ОМОВ ЗАКОН

- Немачки физичар Георг Ом испитивао је зависност јачине електричне струје кроз проводник од напона на његовим крајевима.
- Јачина струје и напон управо пропорционалне величине. То значи да је њихов однос увек исти, то јест:

$$\frac{U}{I} = \text{const}$$



!!!!!!ОБРАСЦИ!!!!!!

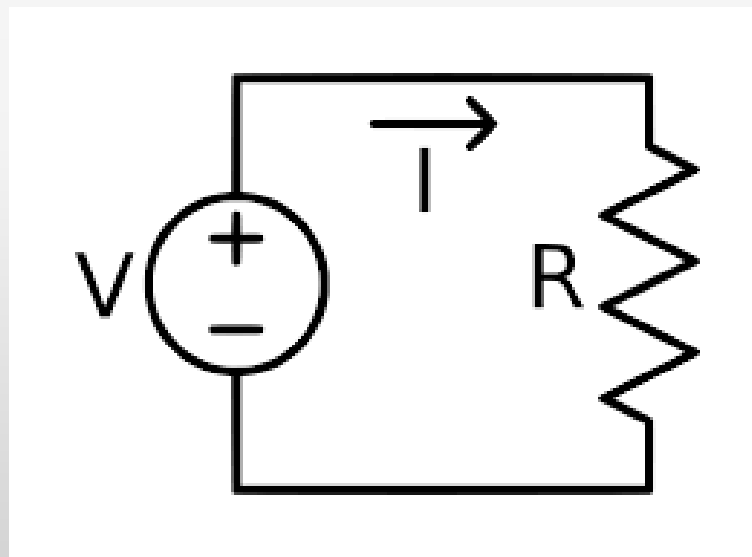
$$R = \frac{U}{I} = \frac{1V}{1A} = 1 \frac{V}{A}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$U = R \cdot I$$

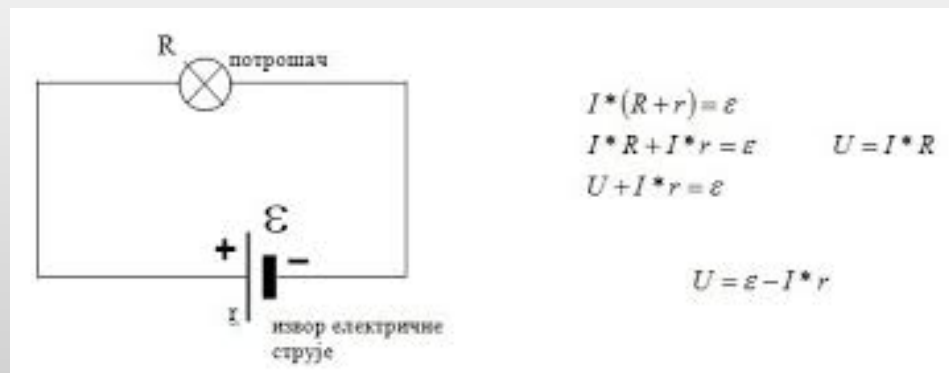


- *Јачина струје у проводнику управо је сразмерна напону на његовим крајевима, а обрнуто сразмерна његовом електричном отпору.*



- Ако извор у колу има електромоторну силу ε , поменућу раније, а укупана отпорност R , онда *Омов закон за просто коло гласи:*

$$\varepsilon = R \cdot I$$



УНУТРАШЊА ЕЛЕКТРИЧНА ОТПОРНОСТ

$$r - [\Omega]$$

$$I = \frac{U}{r+R}$$

НАПОН(U)



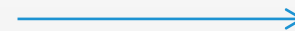
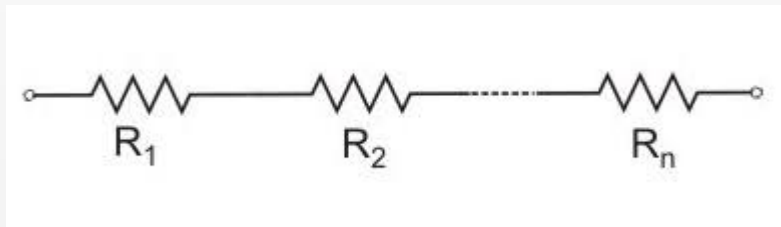
$$\mathcal{E} = I(r+R) = Ir + IR$$

$$\mathcal{E} = Ir + U$$

$$U = \mathcal{E} - Ir$$

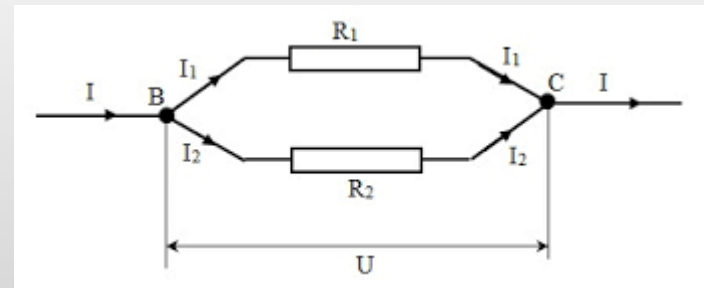

8.ВЕЗИВАЊЕ ОТПОРНИКА

- 1) РЕДНА(СЕРИЈСКА) ВЕЗА
- 2) ПАРАЛЕЛНА ВЕЗА



РЕДНА
ВЕЗА

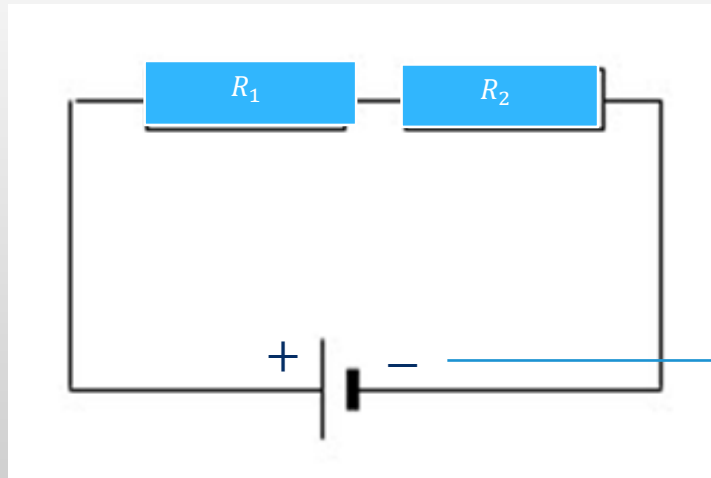
ПАРАЛЕЛНА
ВЕЗА



РЕДНА (СЕРИЈСКА) ВЕЗА

- Два отпорника R_1 и R_2 везани су редом као на слици. Ако се та веза замени једним отпорником, колика је његова еквивалентна отпорност?

R_e - еквивалентна отпорност



ИЗВОР
ЕЛЕКТРИ-
ЧНЕ
СТРУЈЕ

- *На основу Омов закона следи:*

$$U_1 = R_1 \cdot I / U_2 = R_2 \cdot I \text{ и } U = R \cdot I$$

- *Према ономе што знамо о особинама разлике различитог потенцијала $U = U_1 + U_2$.*

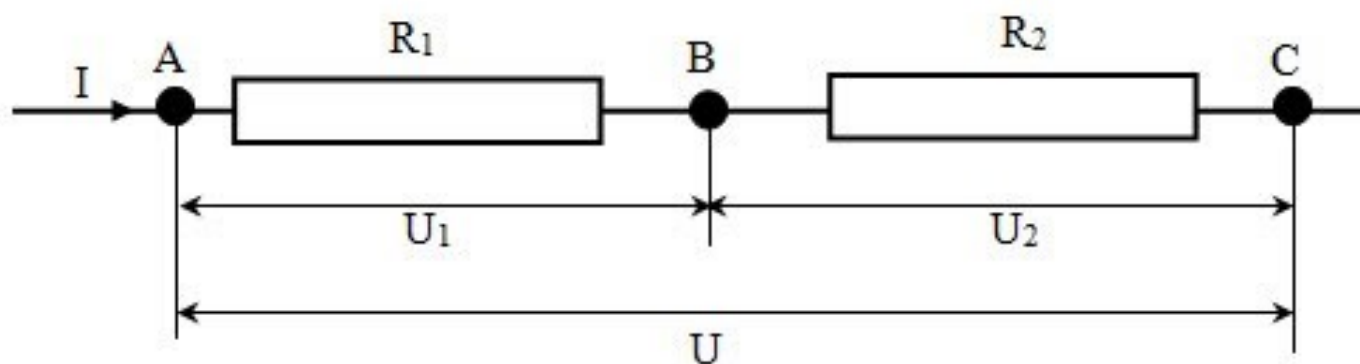
- *Заменом првих релација у последњу:*

$$R_e \cdot I = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I / : I$$

$$R_e = R_1 + R_2$$



ПРИМЕР РЕДНЕ ВЕЗЕ



φ_A - потенцијал тачке А

φ_B - потенцијал тачке В

φ_C - потенцијал тачке С

Напон - разлика потенцијала

између тачака А и В $U_1 = \varphi_B - \varphi_A$

између тачака В и С $U_2 = \varphi_C - \varphi_B$

ИЗВОЂЕЊЕ ОБРАСЦА

$$U = U_1 + U_2$$

$$U_1 = IR_1; U_2 = IR_2; U = IR_e$$

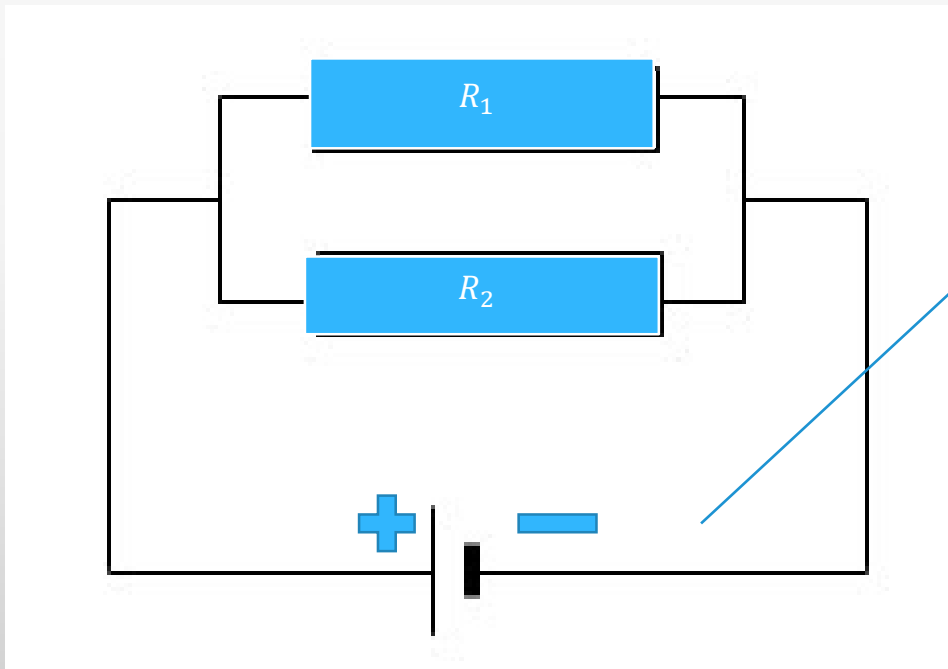
$$IR_e = IR_1 + IR_2$$

$$R_e = R_1 + R_2$$



ПАРАЛЕЛНА ВЕЗА

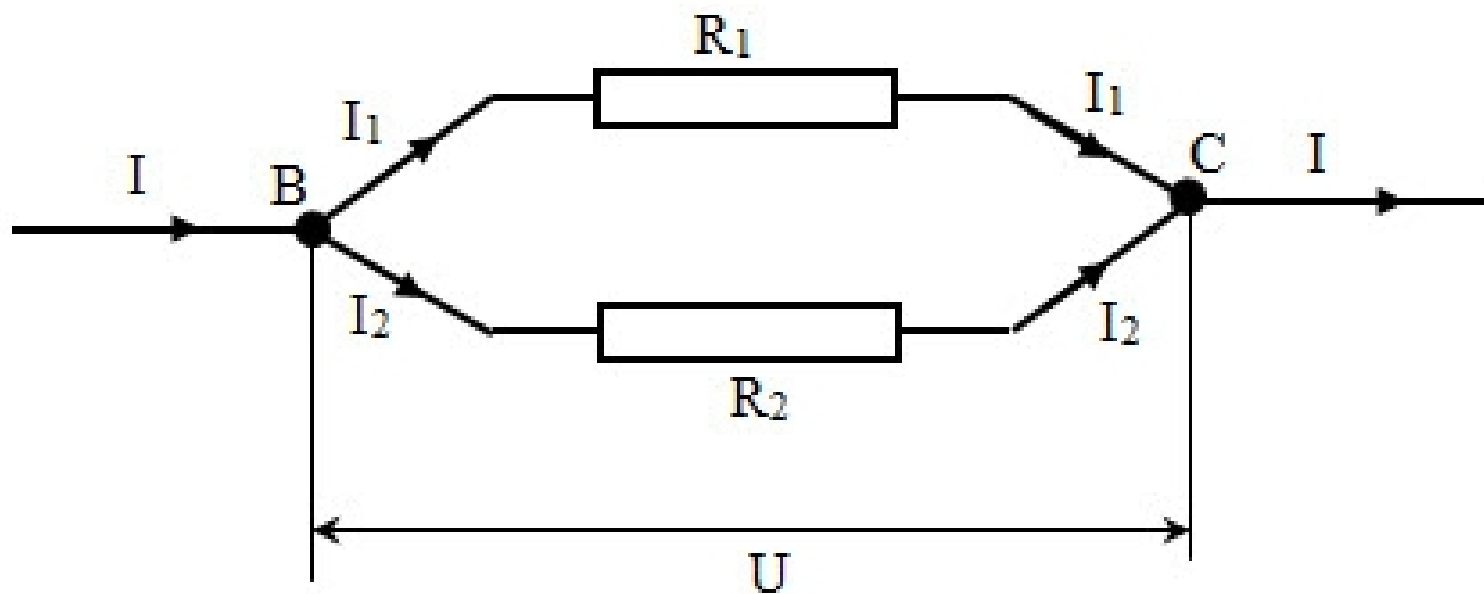
- Два отпорника R_1 и R_2 везани су паралелно (један испод другог) као на слици.



*ИЗВОР
ЕЛЕКТРИ-
ЧНЕ СТРУЈЕ*



ПРИМЕР ПАРАЛЕЛНЕ ВЕЗЕ



ИЗВОЂЕЊЕ ОБРАСЦА

$$q = q_1 + q_2$$
$$I \cdot t = I_1 \cdot t + I_2 \cdot t \quad I = \frac{q}{t} \rightarrow q = I \cdot t$$

$$I = I_1 + I_2 \quad I = \frac{U}{R_e}; I_1 = \frac{U}{R_1}; I_2 = \frac{U}{R_2}$$

$$\frac{U}{R_e} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

ЗНАЧИ!!!

$$R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$
$$R_1 = \frac{R_e \cdot R_2}{R_2 - R_e}$$
$$R_2 = \frac{R_e \cdot R_1}{R_1 - R_e}$$

9. ДУЛ-ЛЕНЦОВ ЗАКОН

- *Количина топлоте ослобођена у проводнику у току протицања електричне струје једнака је производу квадрата јачине те струје, електричне отпорности и времена за које протиче електрична струја.*
- *На основу Закона одржања енергије та количина топлоте Q , која се ослободи у проводнику, једнака је раду A који изврши електрична струја у њему.*
- *Одатле, закључујемо:*

$$Q = A$$



- Ако је $Q = A$, онда сви обрасци за рад важе сви обрасци као и за количину топлоте.

ОБРАСЦИ:

$$1) \quad Q = A = U \cdot I \cdot t$$

$$2) \quad Q = A = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$3) \quad Q = A = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

$$4) \quad Q = A = P \cdot t$$

