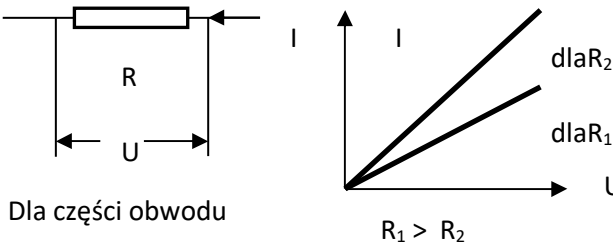
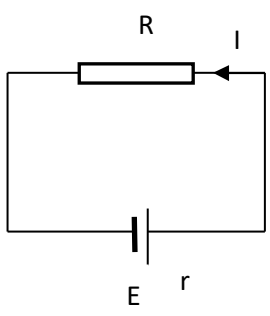


22– PRĄD STAŁY. CZĘŚĆ 1

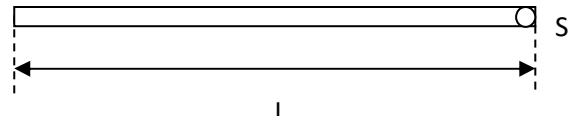
Natężenie prądu

$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{jednostka } 1A = \frac{C}{s}$$

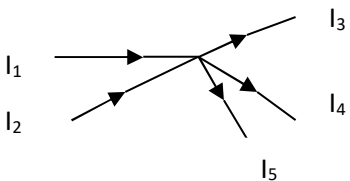
Prawo Ohma

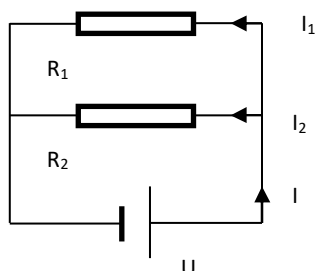
 Dla części obwodu	$I = \frac{U}{R}$ Natężenie prądu jest wprost proporcjonalne do napięcia. $R = \frac{U}{I} \quad \text{jednostka } 1\Omega = 1\frac{V}{A}$
 Dla całkowitego obwodu	$I = \frac{E}{R + r}$ E – SEM (siła elektromotoryczna)

Zależność oporu od rodzaju i wymiarów przewodnika i temperatury

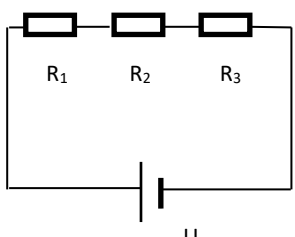
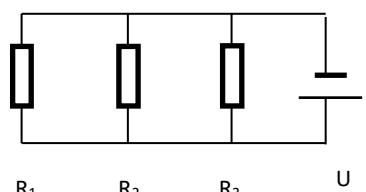
	$R = \rho \frac{l}{S}$ R – opór ρ – opór właściwy l – długość S – pole przekroju poprzecznego $[\rho] = 1\Omega m = 10^6 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$
jednostka – $[\alpha] = \frac{1}{K}$ Współczynnik temperaturowy oporu jest to względny przyrost oporu przypadający na jednostkowy przyrost temperatury.	$R = R_o(1 + \alpha \Delta T)$ $\alpha = \frac{\frac{R - R_o}{R_o}}{\Delta T}$

Prawa Kirchhoffa

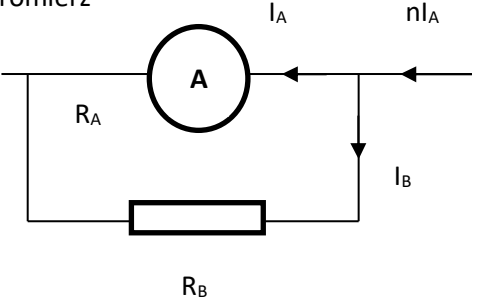
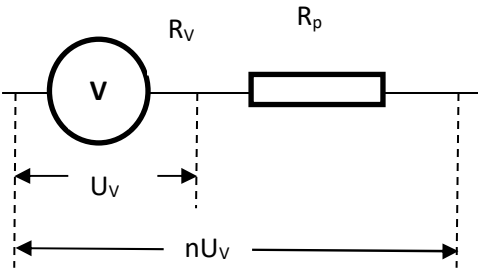
 I prawo	$\sum_{i=1}^m I_i = \sum_{j=1}^n I_j$ Suma natężeń prądów wpływających do pewnego punktu rozgałęzienia jest równa sumie prądów wypływających z tego punktu. PRZYKŁAD: Dla rysunku obok: $I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$
--	--

 II prawo	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$ Stosunek natężeń prądów płynących w odpowiednich rozgałęzieniach jest równy odwrotnemu stosunkowi oporów tych rozgałęzień.
---	---

Łączenie oporów

połączenie szeregowe 	natężenie prądu – $I = \text{const}$ napięcie - $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ opór zastępczy $R_{\text{zastępczy}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ Opór zastępczy za n identycznych oporników o oporze R każdego $R_{\text{zastępczy}} = nR$
połączenie równoległe 	natężenie prądu – $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ napięcie - $U = \text{const}$ odwrotność oporu zastępczego $\frac{1}{R_{\text{zastępczy}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ Opór zastępczy za n identycznych oporników o oporze R każdego $R_{\text{zastępczy}} = \frac{R}{n}$

Zmiana zakresu mierników

Amperomierz 	Aby zwiększyć zakres pomiaru prądu n razy stosujemy bocznik o oporze $R_B = \frac{R_A}{n - 1}$
Woltomierz 	Aby zwiększyć zakres pomiaru napięcia n razy stosujemy posobnik o oporze $R_p = (n - 1)R_V$

Zależność oporu metali od temperatury

$$R = R_o(1 + \alpha\Delta T)$$

$$\rho = \rho_o(1 + \alpha\Delta T)$$

R_o, ρ_o – odpowiednio: opór początkowy – opór właściwy początkowy, w temperaturze T_o

R, ρ – odpowiednio: opór końcowy – opór właściwy końcowy, w temperaturze T

α - współczynnik temperaturowy oporu, oporu właściwego

$\Delta T = T - T_o$ – przyrost temperatury

Praca i moc prądu

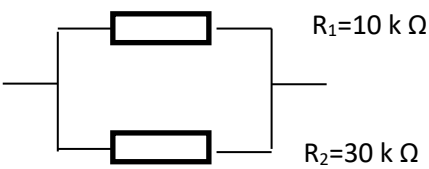
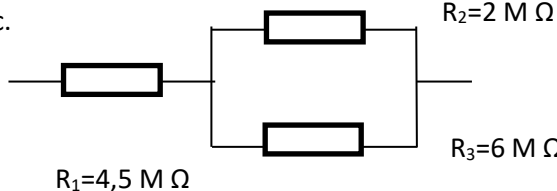
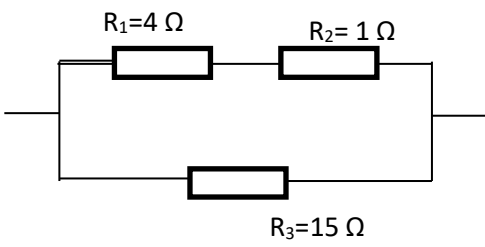
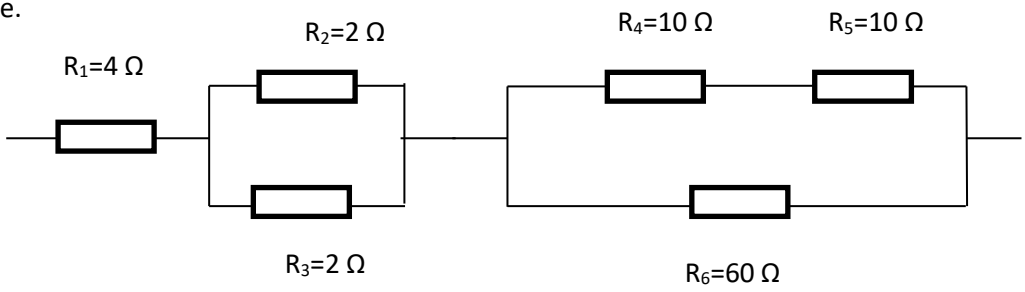
$$W = UIt = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t$$

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

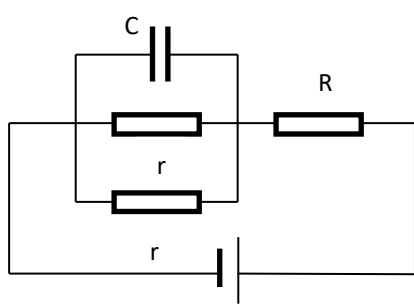
ZADANIA

Zadanie 1

Oblicz natężenie prądu przepływającego przez każdy opór, napięcie na nim i moc wydzieloną na każdym oporze w obwodach (odpowiedzi na końcu)

a.  $R_1 = 2 \, \Omega$ $R_2 = 8 \, \Omega$ pod napięciem $U = 10 \, \text{V}$	b.  $R_1 = 10 \, \text{k} \, \Omega$ $R_2 = 30 \, \text{k} \, \Omega$ pod napięciem $U = 150 \, \text{V}$
c.  $R_1 = 4,5 \, \text{M} \, \Omega$ $R_2 = 2 \, \text{M} \, \Omega$ $R_3 = 6 \, \text{M} \, \Omega$ pod napięciem $U = 6 \, \text{kV}$	d.  $R_1 = 4 \, \Omega$ $R_2 = 1 \, \Omega$ $R_3 = 15 \, \Omega$ pod napięciem $U = 9 \, \text{V}$
e.  $R_1 = 4 \, \Omega$ $R_2 = 2 \, \Omega$ $R_4 = 10 \, \Omega$ $R_5 = 10 \, \Omega$ $R_3 = 2 \, \Omega$ $R_6 = 60 \, \Omega$ pod napięciem $U = 10 \, \text{V}$	

Zadanie 2

	Dwa jednakowe oporniki, każdy o oporze $r = 25 \, \Omega$ i opór $R = 50 \, \Omega$ oraz kondensator o pojemności $C = 5 \, \mu\text{F}$ połączono ze źródłem prądu jak na rysunku obok. Obliczyć siłę elektromotoryczną źródła prądu jeśli ładunek na kondensatorze wynosi $q = 1,1 \cdot 10^{-4} \, \text{C}$. opór wewnętrzny źródła pominąć. <i>Odpowiedź: 110 V</i>
---	---

Zadanie 3

Jaki powinien być opór bocznika, aby zakres amperomierza o oporze wewnętrznym $R=2\ \Omega$ zwiększyć pięciokrotnie?

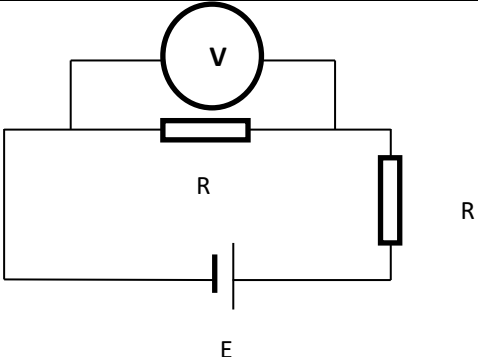
Odpowiedź: $0,5\ \Omega$

Zadanie 4

Jaki powinien być opór dodatkowy, który należy podłączyć do woltomierza, aby 10-krotnie rozszerzyć zakres jego pomiaru? Opór wewnętrzny woltomierza wynosi $R=20\ k\Omega$.

Odpowiedź: $180\ k\Omega$

Zadanie 5

	W obwód przedstawiony na rysunku włączono woltomierz o zakresie 100 V. Natężenie prądu płynącego przez woltomierz przy maksymalnym wychyleniu wskazówki wynosi 1 mA. Obliczyć błąd względny pomiaru napięcia spowodowany skończoną wartością oporu woltomierza. Siła elektromotoryczna źródła $E=60\ V$, opór $R=100\ \Omega$, a opór wewnętrzny źródła pomijamy. Odpowiedź: 0,05 %
--	---

Zadanie 6

Urządzenie o mocy $P=40\ W$ dostosowane do napięcia $U=6\ V$ podłączono do baterii o sile elektromotorycznej $E=6,3\ V$ i oporze wewnętrznym $r=0,06\ \Omega$. Jakie natężenie prądu przepływa przez to urządzenie? Jak się ustaliło na nim napięcie? Ile wynosi moc prądu na nim? Przyjąć, że opór urządzenia jest omowy, a więc stały.

Odpowiedź: $I=6,56\ A$; $U'=5,91\ V$; $P'=38,76\ W$

Zadanie 7

Dwa opory omowe o mocach $P_1=21\ W$ i $P_2=1\ W$ dostosowane do napięcia $U=12\ V$ połączono szeregowo i podłączono do tego właśnie napięcia. Oblicz moce wydzielone na tych oporach.

Odpowiedź: $P_1'=0,04\ W$; $P_2'=0,91\ W$.

Zadanie 8

Do jakiego napięcia maksymalnego można podłączyć szeregowo dwa opory omowe o mocach wynoszących $P_1 = 100 \text{ W}$ i $P_2 = 40 \text{ W}$ przy napięciu $U = 230 \text{ V}$, aby żaden z nich się nie przepalił. Jakie moce będą miały te opory w tych warunkach?

Odpowiedź: $U_{\max} = 314,8 \text{ V}$; $P_1' = 15,3 \text{ W}$; $P_2' = 38,2 \text{ W}$

Zadanie 9

Z akumulatora o oporze wewnętrznym $r_w = 0,08 \Omega$ pobierana jest przez odbiornik moc $P_1 = 8 \text{ W}$ przy natężeniu $I_1 = 4 \text{ A}$. Obliczyć moc P_2 pobieraną z tego akumulatora przez inny odbiornik, jeżeli natężenie prądu $I_2 = 6 \text{ A}$.

Odp: ok. 11 W

Zadanie 10

Jaki dodatkowy opór należy połączyć szeregowo z urządzeniem o stałym oporze o mocy P , dostosowanym do napięcia U , aby po włączeniu do tego układu pod to samo napięcie, moc prądu na tym urządzeniu była n -krotnie mniejsza?

Odp: $R = \frac{U^2(\sqrt{n}-1)}{P}$

Zadanie 11

Jednorodny pierścień przewodzący włączono do obwodu, w którym płynie prąd o natężeniu $I = 9 \text{ A}$. Styki elektryczne dzielą długość pierścienia w stosunku 1:2, przy czym w pierścieniu wydzielą się moc 108 W . Jaka moc wydzieląby się w pierścieniu gdyby styki były umieszczone na osi symetrii pierścienia

a. przy zastosowaniu tego samego źródła prądu?

b. przy zastosowaniu innego źródła prądu, takiego, przy którym natężenie prądu całkowitego byłoby równe nadal 9 A . Jakie byłoby napięcie tego nowego źródła prądu?

Odpowiedź: a. $121,5 \text{ W}$; b. 96 W , $13,5 \text{ V}$

Zadanie 12

Dwa oporniki omowe o oporach R_1 i R_2 włączono do sieci o napięciu U najpierw szeregowo, a potem równolegle. W którym wypadku pobierana jest większa moc? Podać uzasadnienie rachunkowe.

Odpowiedź:

$$P_{szeregowe} = \frac{U^2}{R_1 + R_2} \quad P_{równoległe} = \frac{U^2}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$$
$$\frac{P_{szeregowe}}{P_{równoległe}} = \frac{\frac{U^2}{R_1 + R_2}}{\frac{U^2}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}} = \frac{R_1 R_2}{(R_1 + R_2)^2} = \frac{R_1 R_2}{R_1^2 + R_2^2 + 2R_1 R_2} < 1$$
$$P_{równoległe} > P_{szeregowe}$$

Zadanie 13

Dwa oporniki omowe o oporach $R_1=R$ i $R_2=2R$ podłączono do źródła prądu szeregowo i równolegle. Na którym oporniku wydzielili się większa moc i ile razy?

Odpowiedź:

- a. W połączeniu szeregowym na drugim oporniku wydzielili się moc dwa razy większa moc.
- b. W połączeniu równoległym na pierwszym oporniku wydzielili się moc dwa razy większa moc.

Zadanie 14

Połączono ze sobą

- a. szeregowo
- b. równolegle

dwie zwojnice drutu miedzianego o tych samych długościach drutu, z tym że zwojnica druga posiadała drut o dwukrotnie większej średnicy przekroju poprzecznego. Na której zwojnicy wydzielili się większa moc i ile razy?

Odpowiedź:

- a. W połączeniu szeregowym na pierwszym oporniku wydzielili się moc cztery razy większa moc.
- b. W połączeniu równoległym na drugim oporniku wydzielili się moc cztery razy większa moc.

Zadanie 15

Żarówka z włóknem wolframowym pobiera moc $P=50\text{ W}$ przy normalnym świeceniu, gdy pracuje pod napięciem $U = 230\text{ V}$. Wówczas temperatura jej włókna wynosi $t=2500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jaką moc ma żarówka w pierwszej chwili po przyłączeniu do źródła o napięciu $U = 230\text{ V}$, gdy włókno ma temperaturę pokojową $t_0=20\text{ }^{\circ}\text{C}$? Współczynnik temperaturowy oporu wolframu $\alpha=0,0045\text{ 1/K}$, jeśli opór początkowy w równaniu $R = R_0(1 + \alpha\Delta T)$ jest oporem w temperaturze 0°C .

Odpowiedź: 608 W

Zadanie 16

Elektryczny czajnik ma dwie spirale. Jeśli użyć pierwszej z nich, to czas gotowania wody $t_1=3\text{ minuty}$, jeśli drugiej, to $t_2=9\text{ minut}$. Jak długo będzie trwało gotowanie wody gdy obie spirale połączymy:

- szeregowo?
- równolegle?

UWAGA: Przyjąć, że opór spiral jest jednakowy w każdych warunkach.

Odpowiedź: Szeregowo 12 minut, równolegle 2,25 minut.

Zadanie 17

Opornik wykonany z drutu o długości $l=200\text{ m}$ został podłączony do napięcia U . Ile metrów drutu należy odciąć, aby po podłączeniu do napięcia $U' = 0,5 U$ wydzieliła się na nim ta sama moc?

Odpowiedź: 150 m

Odpowiedzi do zadania 1

a.

Opornik	opór [Ω]	napięcie [V]	natężenie prądu [A]	moc [W]
R_1	2	2	1	2
R_2	8	8	1	8

b.

Opornik	opór [$k\Omega$]	napięcie [V]	natężenie prądu [mA]	moc [W]
R_1	10	150	15	2,25
R_2	30	150	5	0,75

c.

<i>Opornik</i>	<i>opór [MΩ]</i>	<i>napięcie [kV]</i>	<i>natężenie prądu [mA]</i>	<i>moc [W]</i>
R_1	4,5	4,5	1	4,5
R_2	2	1,5	0,75	1,125
R_3	6	1,5	0,25	0,375

d.

<i>opornik</i>	<i>opór [Ω]</i>	<i>napięcie [V]</i>	<i>natężenie prądu [A]</i>	<i>moc [W]</i>
R_1	4	7,2	1,8	12,96
R_2	1	1,8	1,8	3,24
R_3	15	9	0,6	5,4

e.

<i>opornik</i>	<i>opór [Ω]</i>	<i>napięcie [V]</i>	<i>natężenie prądu [A]</i>	<i>moc [W]</i>
R_1	4	2	0,5	1
R_2	2	0,5	0,25	0,125
R_3	2	0,5	0,25	0,125
R_4	10	3,75	0,375	1,40625
R_5	10	3,75	0,375	1,40625
R_6	60	7,5	0,125	0,9375