

Technologia napraw elektrycznych i elektronicznych układów pojazdów samochodowych

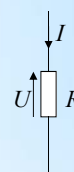
Moc czynna w obwodach prądu stałego, bilans mocy czynnej, dopasowanie odbiornika do rzeczywistego źródła napięcia stałego, sprawność układu.

Opracował:
mgr inż. Marcin Wieczorek
www.marwie.net.pl

Moc wydzielana na rezystancji

- moc oddawana na odcinku, przez który płynie prąd I i pomiędzy końcami którego panuje napięcie U , wynosi

$$P = UI$$



- za pomocą prawa Ohma ($U = RI$, $I = U/R$) możemy ten wzór przekształcić do

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

- moc ta jest zawsze nieujemna, wskazując, że rezystor pobiera energię elektryczną z obwodu i rozprasza ją w innej formie (typowo w postaci ciepła).

Moc

- jednostką mocy jest wat (1 W)
- jeżeli w każdej jednostce czasu t wykonywana jest jednakowa praca W , to moc jest stała i wynosi

$$P = \frac{W}{t}$$

Moc prądu elektrycznego

- moc prądu stałego o natężeniu I oddawana między punktami, między którymi panuje napięcie U wynosi

$$P = \frac{W}{t} = \frac{UIt}{t} = UI \quad \boxed{P = UI}$$

- gdy zwroty strzałek napięcia U i prądu I są zgodne, obliczoną wartość uważamy za moc wydawaną do obwodu, w przeciwnym razie – za moc pobieraną z obwodu
- obliczona wartość może być ujemna – wtedy moc pobierana staje się faktycznie mocą oddawaną i na odwrót

Moc prądu elektrycznego - przykład

- jaki prąd płynie w żarówce samochodowej o mocy 55W zasilanej napięciem z akumulatora 12V?

$$P = UI \quad \Rightarrow \quad I = \frac{P}{U} = \frac{55}{12} \approx \underline{4,6 \text{ A}}$$

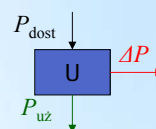
- jaką moc oddaje bateria 1,5V, jeżeli płynie przez nią prąd 20mA?

$$P = UI = 1,5 \cdot 20 = \underline{30 \text{ mW}}$$

Sprawność

- iloraz mocy użytecznej $P_{uż}$ do mocy całkowitej P_{dost}

$$\eta = \frac{P_{uż}}{P_{dost}}$$



- sprawność jest liczbą niemianowaną z zakresu od 0 do 1

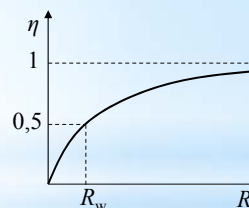
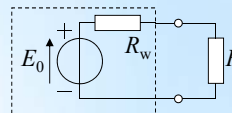
$$\eta = \frac{P_{uż}}{P_{dost}} = \frac{P_{uż}}{P_{uż} + \Delta P} \leq 1$$

Sprawność układu źródło-odbiornik

- sprawność równa się ilorazowi mocy wydzielanej na odbiorniku P do mocy dostarczonej przez źródło P_{zr}

$$\eta = \frac{P}{P_{zr}} = \frac{RI^2}{E_0 I} = \frac{R \frac{E_0}{R + R_w}}{E_0} = \frac{R}{R + R_w}$$

- sprawność rośnie wraz ze wzrostem rezystancji odbiornika



Sprawność urządzeń elektrycznych

- iloraz mocy użytecznej uzyskanej z urządzenia do mocy dostarczonej do urządzenia

$$\eta = \frac{P_{uż}}{P_{dost}}$$

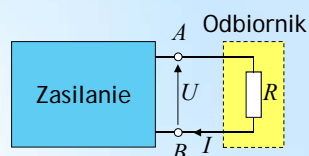
- sprawność niektórych urządzeń:

- grzejniki, grzałki, piece: 0,6 do 0,99
- żarówki (z włóknem wolframowym): około 0,04
- świetlówki: około 0,16
- diody LED: około 0,2
- silniki i prądnice: od 0,3 (małe) do 0,99 (b. duże)
- transformatory: od 0,95 do 0,99.

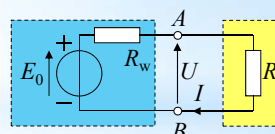
Stany pracy

➤ w pracy układu elektrycznego rozumianego jako zasilanie-odbiornik można wyróżnić cztery charakterystyczne stany:

- nominalny
- jałowy
- zwarcia
- dopasowania energetycznego



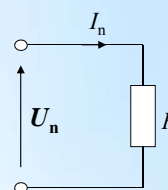
➤ występowanie tych stanów uzależnione jest od wartości rezystancji odbiornika oraz od napięcia na jego zaciskach



Stan nominalny

➤ stan, w którym odbiornik pracuje przy napięciu i prądzie, dla którego został zaprojektowany:

$$U = U_n, \quad I = I_n$$



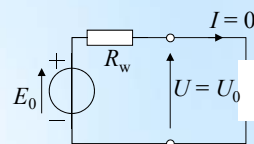
➤ w stanie nominalnym moc odbiornika równa się mocy nominalnej P_n

➤ należy starać się aby odbiornik pracował w stanie nominalnym, w przeciwnym razie może on nie pracować poprawnie lub ulec zniszczeniu (jeżeli żarówkę 12 V załączymy na napięcie 24 V, to prawdopodobnie „spali się”, jeżeli zaś załączymy ją na napięcie 2 V, to nie będzie w ogóle świecić)

Stan jałowy

- stan, w którym przez odbiornik nie płynie prąd mimo obecności napięcia na jego zaciskach

$$I = 0$$

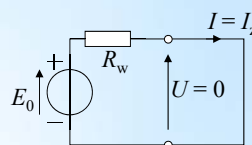


- zachodzi wtedy, gdy $R = \infty$
- napięcie na zaciskach źródła lub odbiornika w stanie jałowym U_0 nazywamy napięciem stanu jałowego
- w stanie jałowym odbiornik nie pobiera mocy (gdyż $I = 0$)

Stan zwarcia

- stan, w którym na zaciskach odbiornika nie występuje napięcie mimo że przez niego płynie prąd

$$U = 0$$



- zachodzi wtedy, gdy $R = 0$
- prąd płynący w stanie zwarcia nazywamy prądem zwarciovym
- prąd zwarciovym ograniczony jest jedynie rezystancją wewnętrzną, rezystancją przewodów i styków i może osiągać znaczne wartości prowadzące do zniszczenia układu
- w stanie zwarcia odbiornik nie pobiera mocy (gdyż $R = 0$)

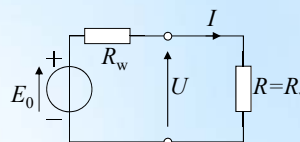
Stan dopasowania energetycznego

- stan, w którym na odbiorniku wydzielą się maksymalna moc przy stałych parametrach źródła zasilania

$$P = P_{\max}$$

- zachodzi wtedy, gdy

$$R = R_w$$

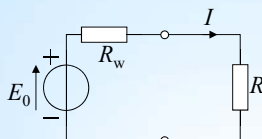


- moc wydzielana na odbiorniku wynosi wtedy

$$P_{\max} = \frac{E_0^2}{4R_w}$$

- taka sama moc wydzielą się na rezystancji wewnętrznej

Stan dopasowania energetycznego - wyprowadzenie



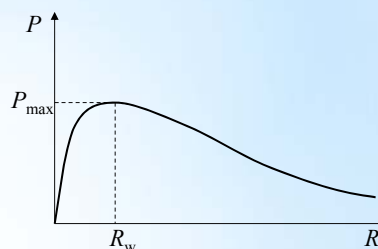
$$I = \frac{E_0}{R + R_w}$$

$$P = RI^2 = R \frac{E_0^2}{(R + R_w)^2} = E_0^2 \frac{R}{(R + R_w)^2}$$

$$P = P_{\max} \Rightarrow \frac{dP}{dR} = 0$$

$$E_0^2 \frac{(R + R_w)^2 - 2R(R + R_w)}{(R + R_w)^4} = E_0^2 \frac{R + R_w - 2R}{(R + R_w)^3} = 0 \Rightarrow \underline{R = R_w}$$

$$P_{\max} = P|_{R=R_w} = R_w \frac{E_0^2}{(R_w + R_w)^2} = \frac{E_0^2}{4R_w}$$



Stan dopasowania energetycznego - uwagi

- **ZALETA:** do odbiornika trafia maksymalna moc, jaką można uzyskać z danego źródła
- **WADA:** jest to jedynie połowa mocy źródła – druga połowa jest bezpowrotnie tracona na rezystancji wewnętrznej
- z tego powodu stan ten nie jest zwykle korzystny (sprawność wynosi 0,5 , co przy przesyłce mocy np. liniami energetycznymi jest niedopuszczalnie mało)
- stan ten jest pożądaný jeżeli zależy nam na dostarczeniu do odbiornika maksymalnie dużej mocy (np. w układach telekomunikacji)

Bilans mocy

obliczenia sprawdzające mocy wydawanej przez źródła i mocy wydzielanej na rezystorach nazywa się **przeprowadzaniem bilansu mocy**

aby przeprowadzić bilans mocy:

obliczamy sumę mocy wydawanych do obwodu przez źródła ($P_{\text{źr}}$),

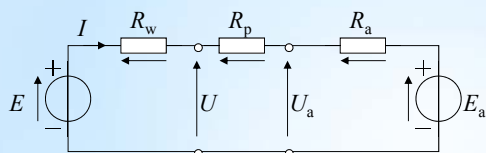
obliczamy sumę mocy wydzielanych na rezystorach (P_{odb}),

sprawdzamy równość $P_{\text{źr}} = P_{\text{odb}}$

niezgodność oznacza, że popełniono pomyłkę przy obliczaniu $P_{\text{źr}}$, P_{odb} lub rozplywu prądów i rozkładu napięć w obwodzie

bilans mocy można zobrazować graficznie za pomocą **diagramu mocy**

Ładowanie akumulatora – bilans mocy



$$R_p = R_{p1} + R_{p2} = 0,003 + 0,003 = 0,006 \Omega$$

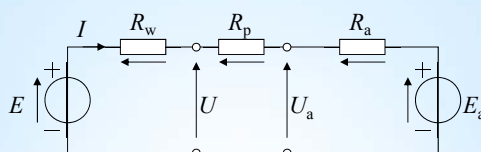
$$I = \frac{E - E_a}{R_w + R_p + R_a} = \frac{13 - 12,7}{0,04 + 0,006 + 0,004} = \frac{0,3}{0,05} = 6 \text{ A}$$

$$P_{zr} = EI - E_a I = 13 \cdot 6 - 12,7 \cdot 6 = 78 - 76,2 = \underline{1,8 \text{ W}}$$

$$P_{odb} = R_w I^2 + R_p I^2 + R_a I^2 = 0,04 \cdot 6^2 + 0,006 \cdot 6^2 + 0,004 \cdot 6^2 = \underline{1,8 \text{ W}}$$

$$\underline{P_{zr} = P_{odb}}$$

Ładowanie akumulatora – diagram mocy



$$R_w I^2 = 0,04 \cdot 6^2 = 1,44 \text{ W}$$

$$R_p I^2 = 0,006 \cdot 6^2 = 0,216 \text{ W}$$

$$R_a I^2 = 0,004 \cdot 6^2 = 0,144 \text{ W}$$

$$EI = 13 \cdot 6 = 78 \text{ W}$$

$$E_a I = 12,7 \cdot 6 = 76,2 \text{ W}$$

