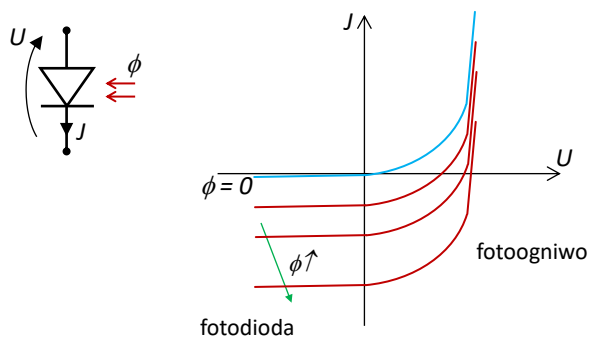
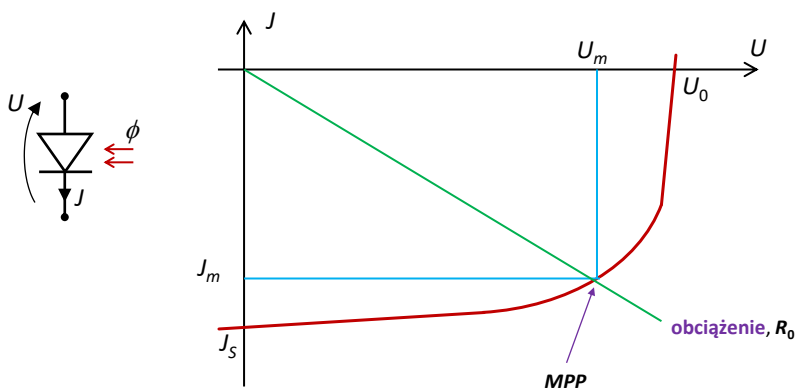


Fotodioda i fotoogniwo



Fotoogniwo photovoltaic (PV) cell



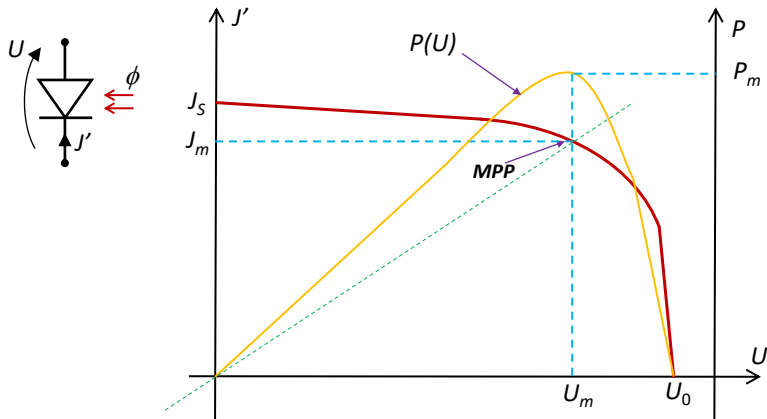
J_s prąd zwarcia

U_0 napięcie obwodu otwartego (nieobciążonego)

MPP punkt maksymalnej mocy (Maximum Power Point)

J_m, U_m współrzędne MPP

Charakterystyka przy strzałkowaniu wydajnikowym ! ($J' = -J$)

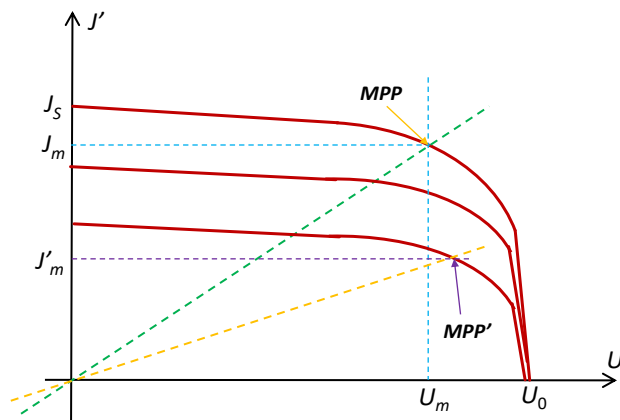


$$\eta = \frac{J_m U_m}{E S_{PV}} 100\%$$

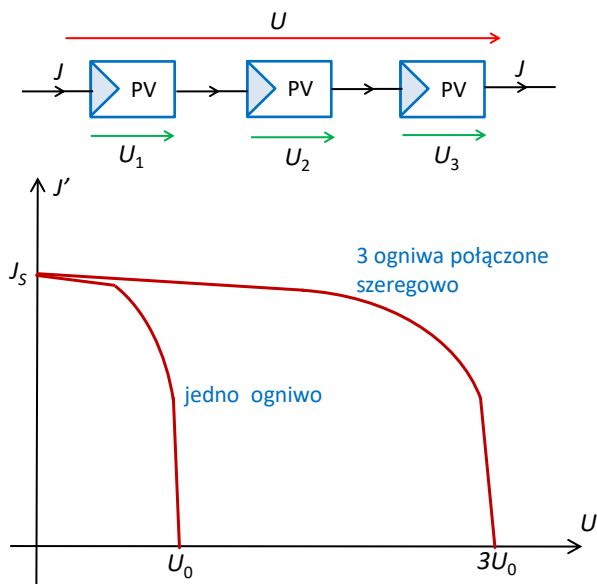
$$FF = \frac{J_m U_m}{J_s U_0}$$

P_m moc maksymalna,
 η sprawność,
 E natężenie promieniowania [W/m^2],
 FF współczynnik wypełnienia (Fill Factor),
 S_{PV} powierzchnia ogniwa.

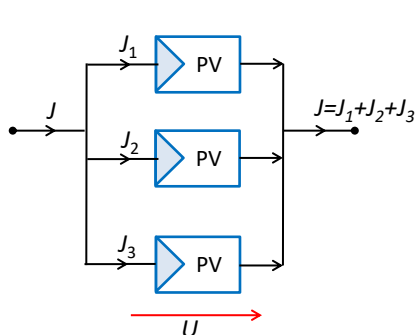
Charakterystyka przy zmianie oświetlenia



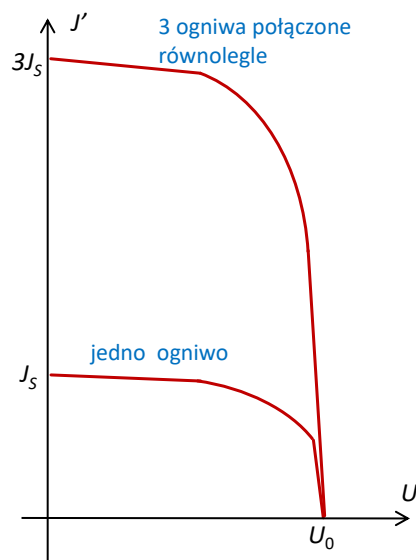
Łączenie fotoogniw - szeregowo



Łączenie fotoogniw - równoległe



W praktyce stosuje się połączenia szeregowo-równoległe, pozwalające zwiększyć napięcie i prąd



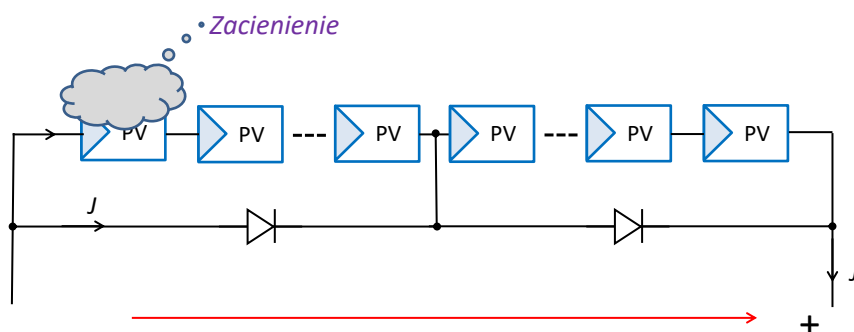
Łączenie fotoogniw

Ogniwa łączone są w moduły, z których tworzy się panele.

W sumie panel może mieć 48, 60, 72 lub 120 (ew. 144) ogniw.

Moc pojedynczego ogniw, to 0.4 – 0.6 W.

Powierzchnia około 15 x 15 [cm] lub 15 x 7.5 [cm].



Parametry paneli

Parametr	NMOT	STC
Moc [W]	283 - 298	375 - 395
Sprawność [%]		20.4 – 21.5
Prąd zwarcia [A]	8.5	10.6
Napięcie obwodu otwartego [V]	42.2 – 42.4	44.4 – 44.7
Prąd (MPP) [A]	7.9 – 8.1	9.9 – 10.1
Napięcie (MPP) [V]	35.7 - 37	37.8 – 39.2
Znamionowa temperatura robocza modułu [°C]	44 ± 2	
Współczynnik temperaturowy mocy [%/K]	-0.259	

NMOT (Nominal Module/Cell Operating Temperature) – Znamionowa temperatura robocza modułu nasłonecznienie 800 W/m², prędkości wiatru 1 m/s, temperatury otoczenia 20 °C.

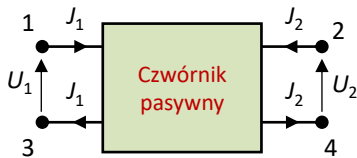
STC (Standard Test Condition) – warunki standardowe, temperatura 25 °C, nasłonecznienie 1000 W/m².

Roczny spadek mocy, np. w pierwszym roku -2%, w kolejnych latach -0.25/Rok (typowo -0.5/Rok), gwarancja mocy po 25 latach 92 % (typowo 85%).

Obwody zawierających elementy sterowane

Czwórniki (two ports)

Czwórnik – układ, w którym można wyróżnić cztery zaciski zewnętrzne tworzące dwie pary – wejściową i wyjściową. Prądy zacisków wejściowych są sobie równe, tak samo prądy zacisków wyjściowych.

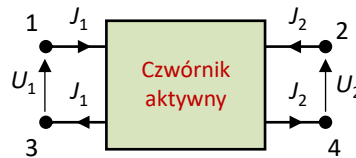


$$\begin{cases} J_1 = G_{11}U_1 + G_{12}U_2 \\ J_2 = G_{21}U_1 + G_{22}U_2 \end{cases}$$

$$G_{12} = G_{21}$$

$$\begin{cases} U_1 = R_{11}J_1 + R_{12}J_2 \\ U_2 = R_{21}J_1 + R_{22}J_2 \end{cases}$$

$$R_{12} = R_{21}$$



$$\begin{cases} J_1 = G_{11}U_1 + G_{12}U_2 + J_{z1} \\ J_2 = G_{21}U_1 + G_{22}U_2 + J_{z2} \end{cases}$$

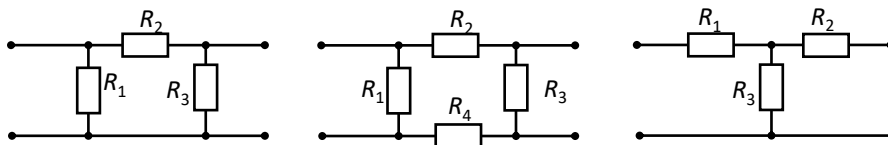
$$G_{12} = G_{21}$$

$$\begin{cases} U_1 = R_{11}J_1 + R_{12}J_2 + U_{z1} \\ U_2 = R_{21}J_1 + R_{22}J_2 + U_{z2} \end{cases}$$

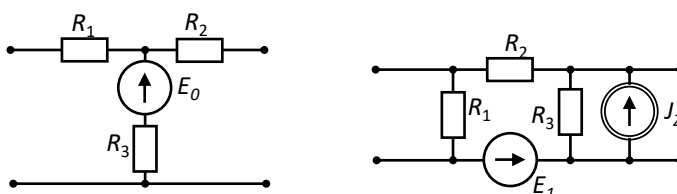
$$R_{12} = R_{21}$$

Przykłady czwórników

Czwórniki pasywne



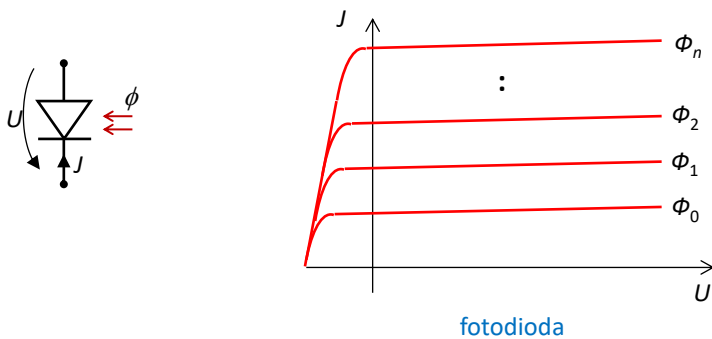
Czwórniki aktywne



Elementy sterowane

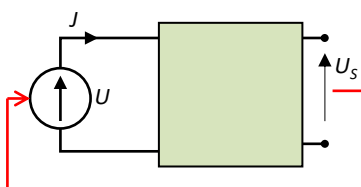
Równania opisujące element sterowany: $J=f(U,x)$, $U=g(J,x)$,

gdzie x jest zmienną sterującą, parametrem, np. T (temperatura), Φ (strumień światła), J_c , U_c .



Liniowe źródła sterowane

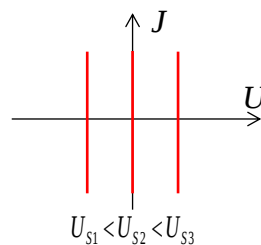
źródło napięciowe sterowane napięciem



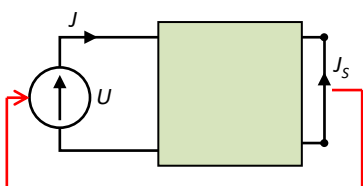
$$U = k_{UU} \cdot U_s$$

U_s – zmienna sterująca

k_{UU} – wzmocnienie [V/V]



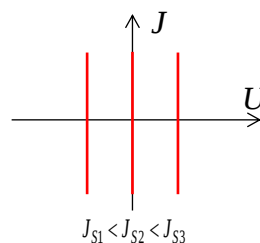
źródło napięciowe sterowane prądem



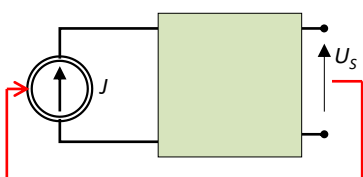
$$U = k_{JU} \cdot J_s$$

J_s – zmienna sterująca

k_{JU} – wzmocnienie [V/A]



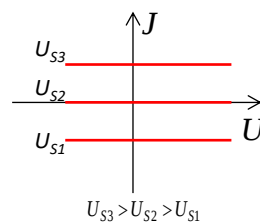
źródło prądowe sterowane napięciem



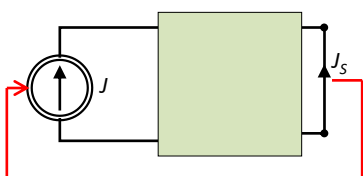
$$J = k_{UJ} \cdot U_s$$

U_s – zmienna sterująca

k_{UJ} – wzmocnienie [A/V]



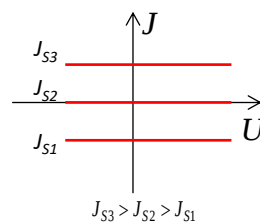
źródło prądowe sterowane prądem



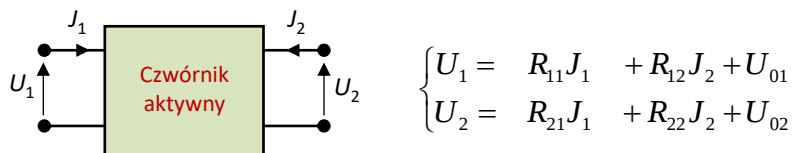
$$J = k_{JJ} \cdot J_s$$

J_s – zmienna sterująca

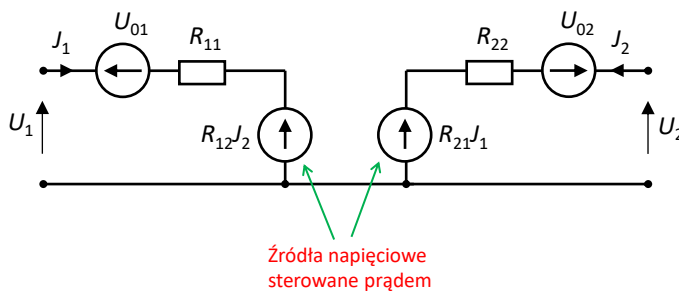
k_{JJ} – wzmocnienie [A/A]



Zastosowanie źródeł sterowanych do modelowania czwórników

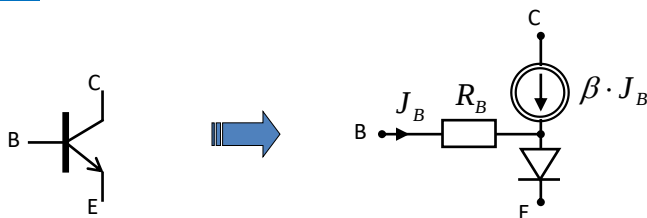


Obwód równoważny, model:

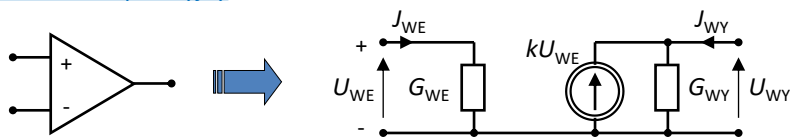


Przykłady elementów sterowanych

Tranzystor



Wzmacniacz operacyjny



$$J_{WE} = G_{WE}U_{WE}$$

$$J_{WY} = -kU_{WE} + G_{WY}U_{WY}$$