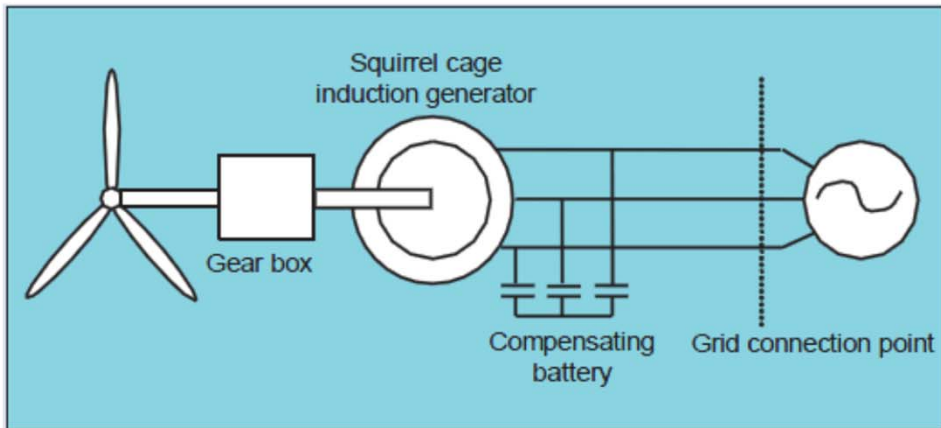


Modelowanie siłowni wiatrowej

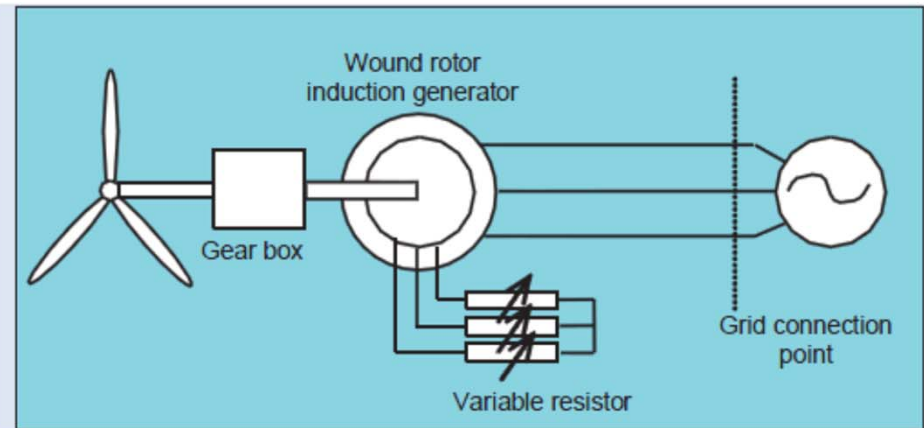
1. Siłownie wiatrowe
2. Generacja PV

Generatory z turbinami wiatrowymi

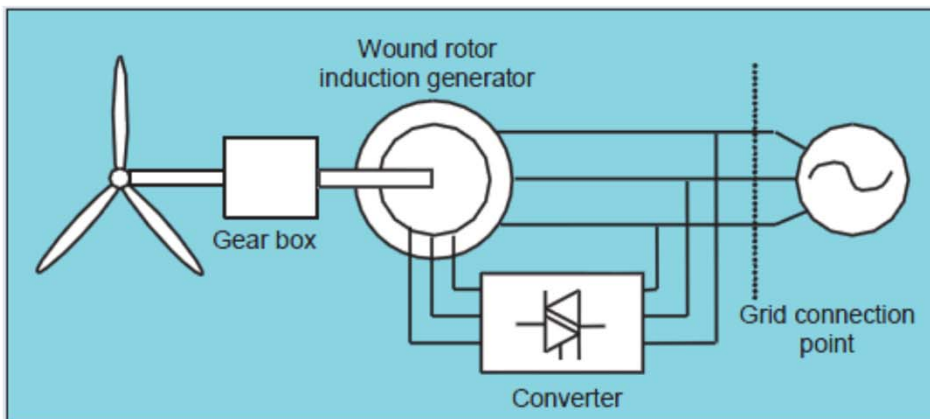
maszyna indukcyjna z wirnikiem klatkowym



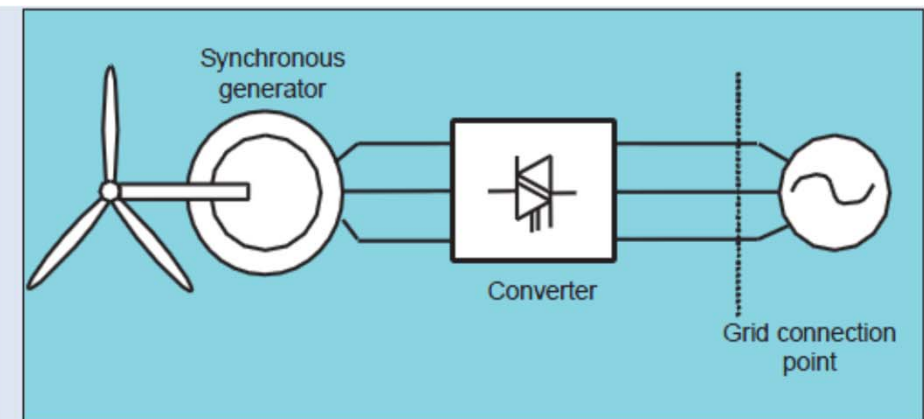
maszyna indukcyjna pierścieniowa



dwustronnie zasilany generator indukcyjny

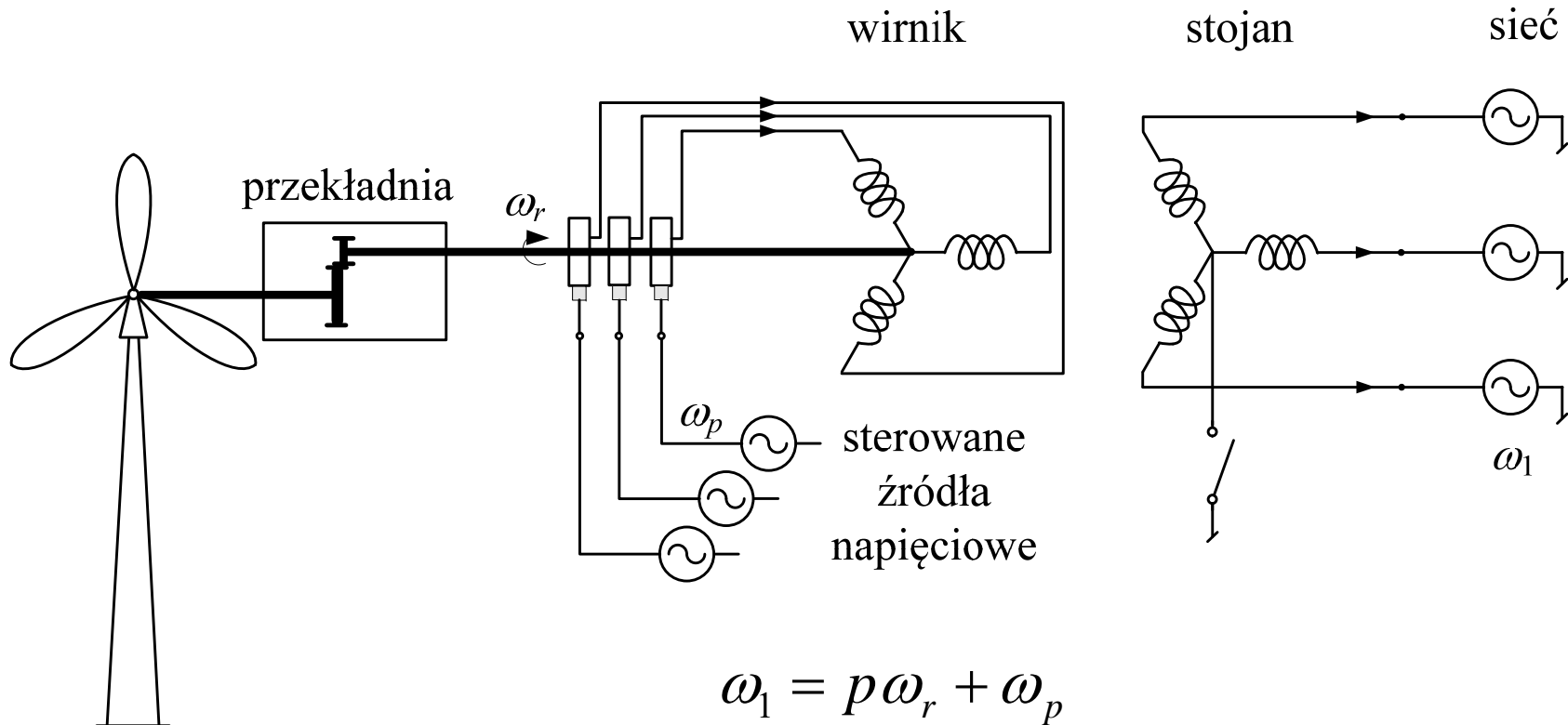


generator synchroniczny



Modelowanie siłowni wiatrowej

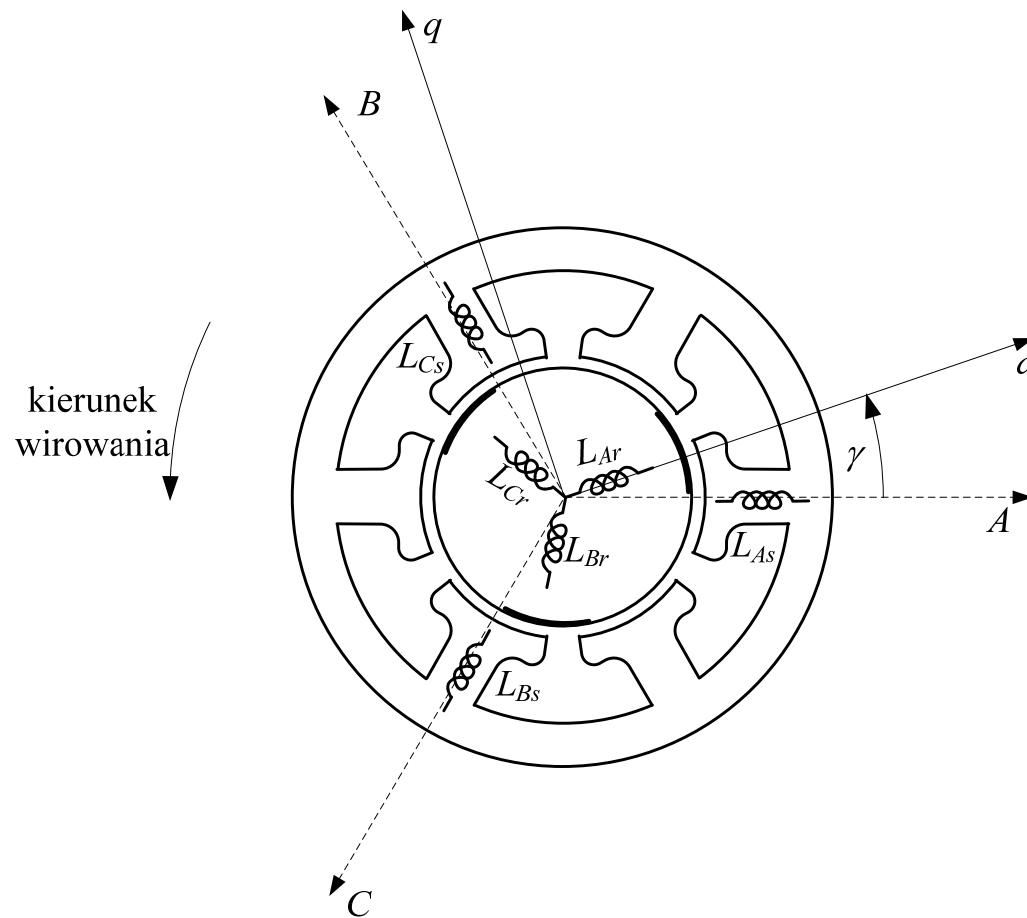
Dwustronnie zasilany generator indukcyjny



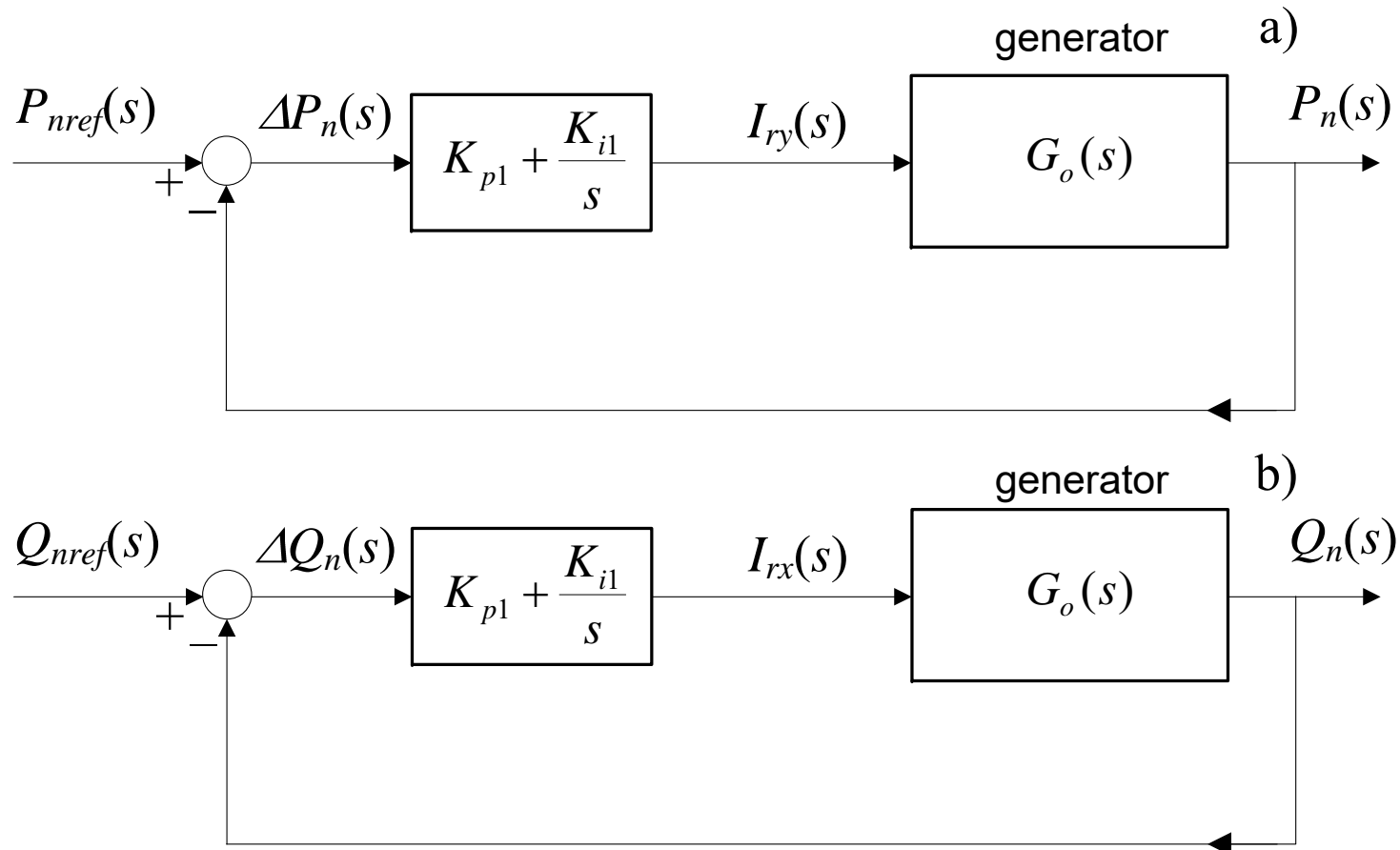
p – liczba par biegunów

Modelowanie siłowni wiatrowej

Schemat zastępczy maszyny indukcyjnej



Modelowanie siłowni wiatrowej

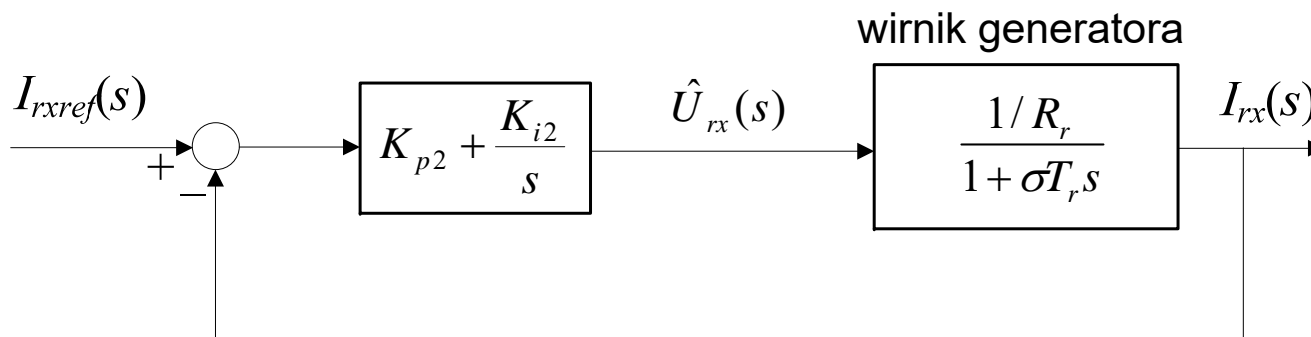


Schemat regulacji mocy czynnej i biernej DZGI

Modelowanie siłowni wiatrowej

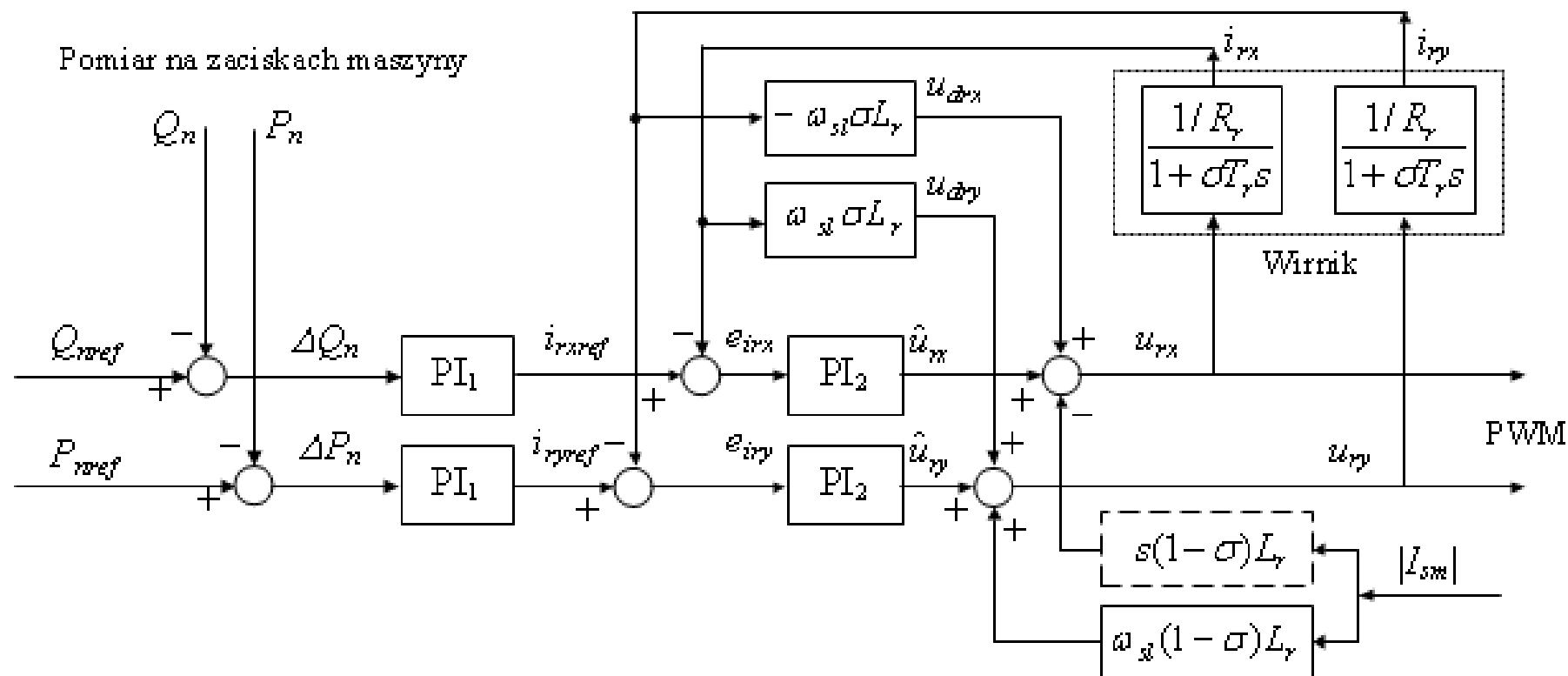
$$I_{rx}(s) = \frac{1/R_r}{\sigma T_r s + 1} \hat{U}_{rx}(s)$$

$$I_{ry}(s) = \frac{1/R_r}{\sigma T_r s + 1} \hat{U}_{ry}(s)$$



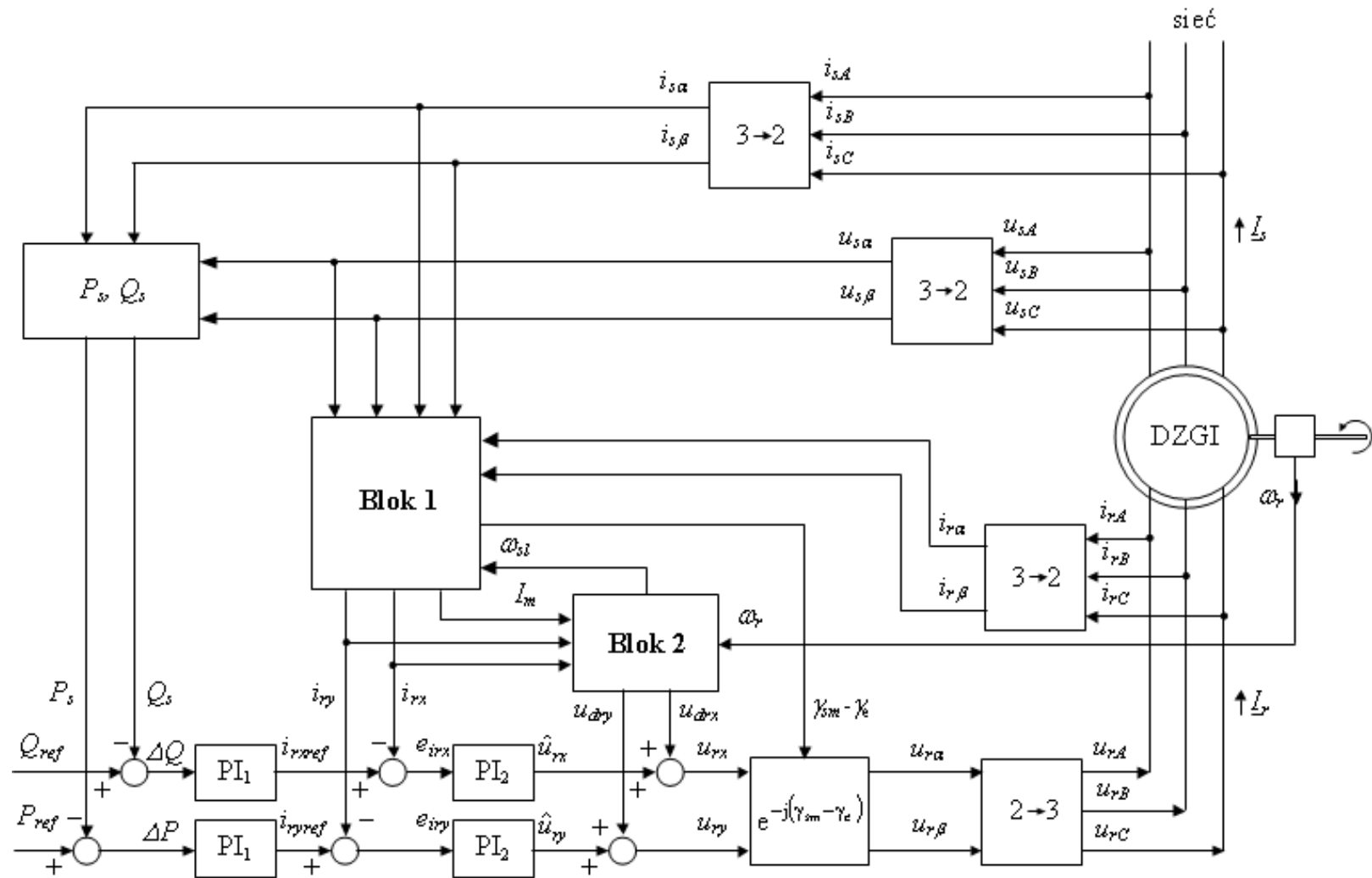
Schemat regulacji składowej i_{rx} prądu wirnika

Modelowanie siłowni wiatrowej



Schemat układu regulacji DZGI w składowych xy od strony zasilania wirnika

Modelowanie siłowni wiatrowej



Schemat układu sterowania DZGI

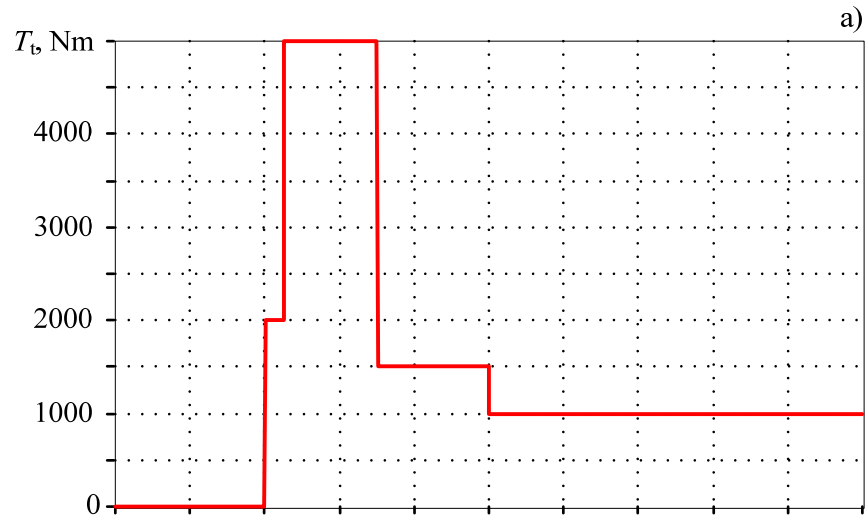
Wyniki symulacji DZGI

Parametry analizowanego generatora

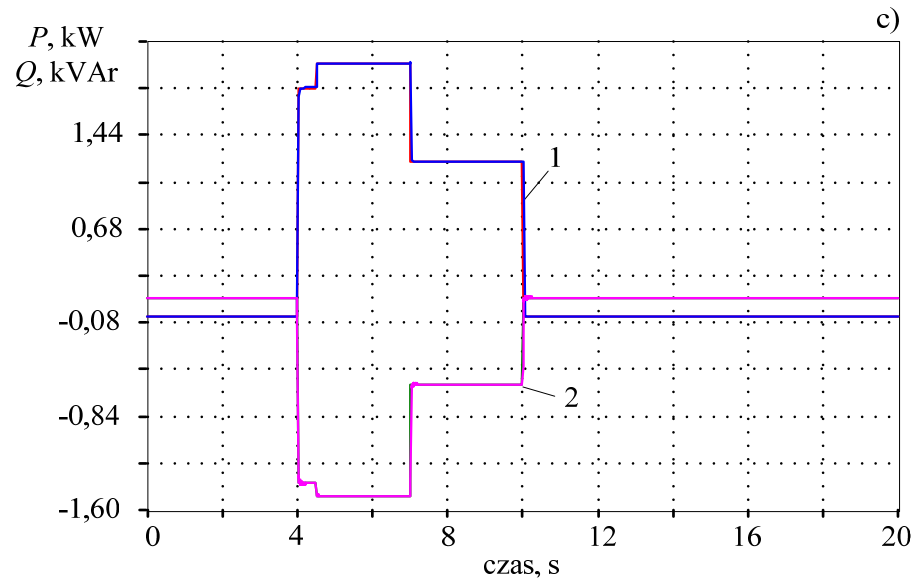
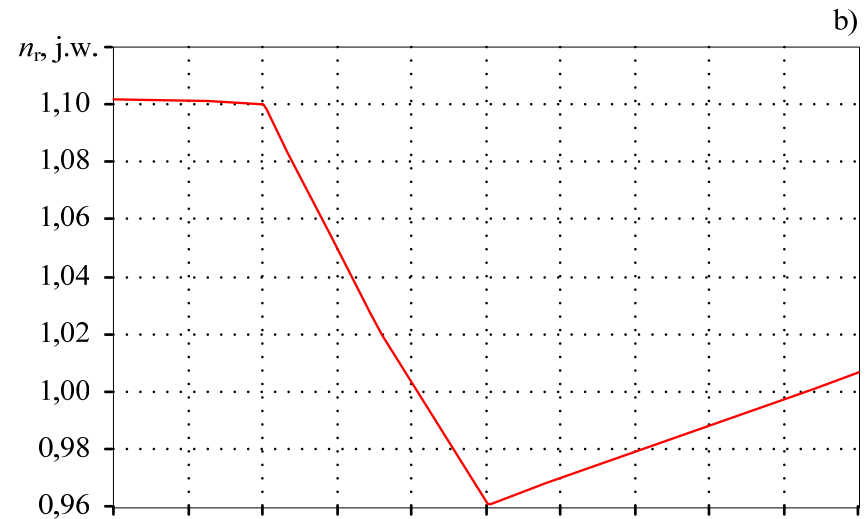
Moc znamionowa P , (kW)	2000	Liczba par biegunów	2
Napięcie znamionowe U , (V)	690	Poślizg początkowy	-10%
Współczynnik mocy $\cos \varphi$	0,9	Moment inercji H , (kgm ²)	58,0134
Sprawność	0,906	Znam. moment napędowy T_m , (Nm)	2485,94
Maks. moment napędowy, j.w.	1,58	Współczynnik tłumienia D , (Nm/(rad/s))	2,53

Wyniki symulacji DZGI

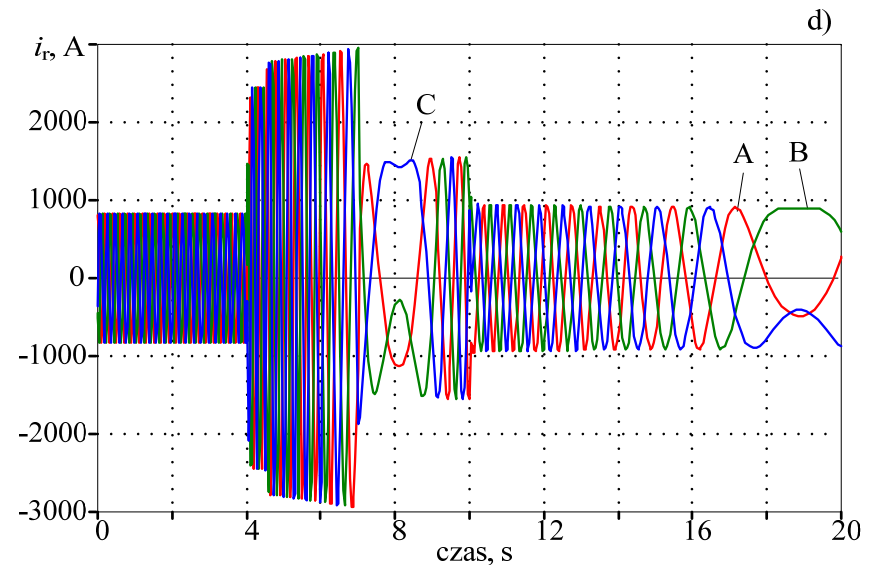
Moment wiatraka



Prędkość obrotowa

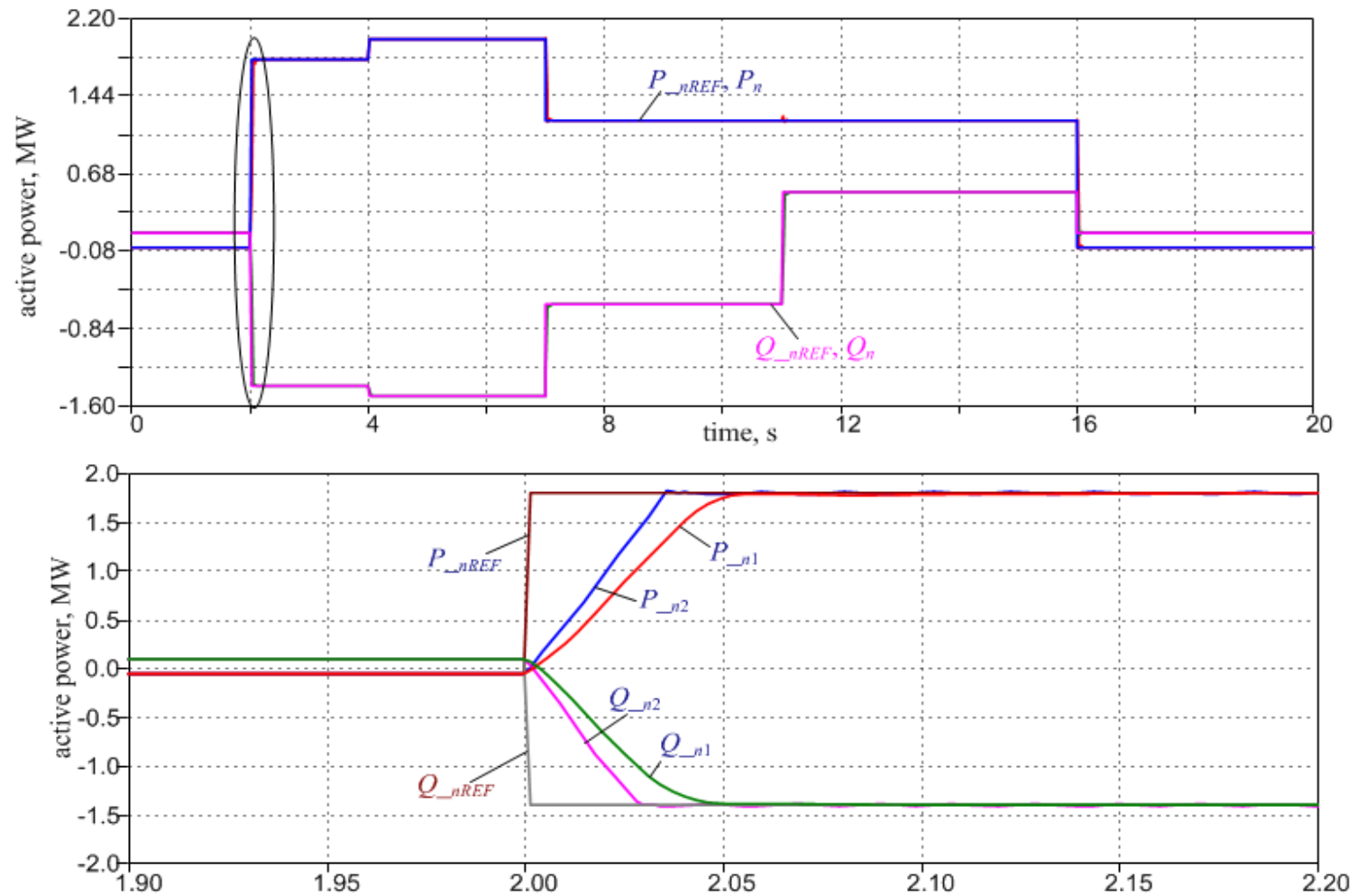


Moc czynna (1) i bierna (2)



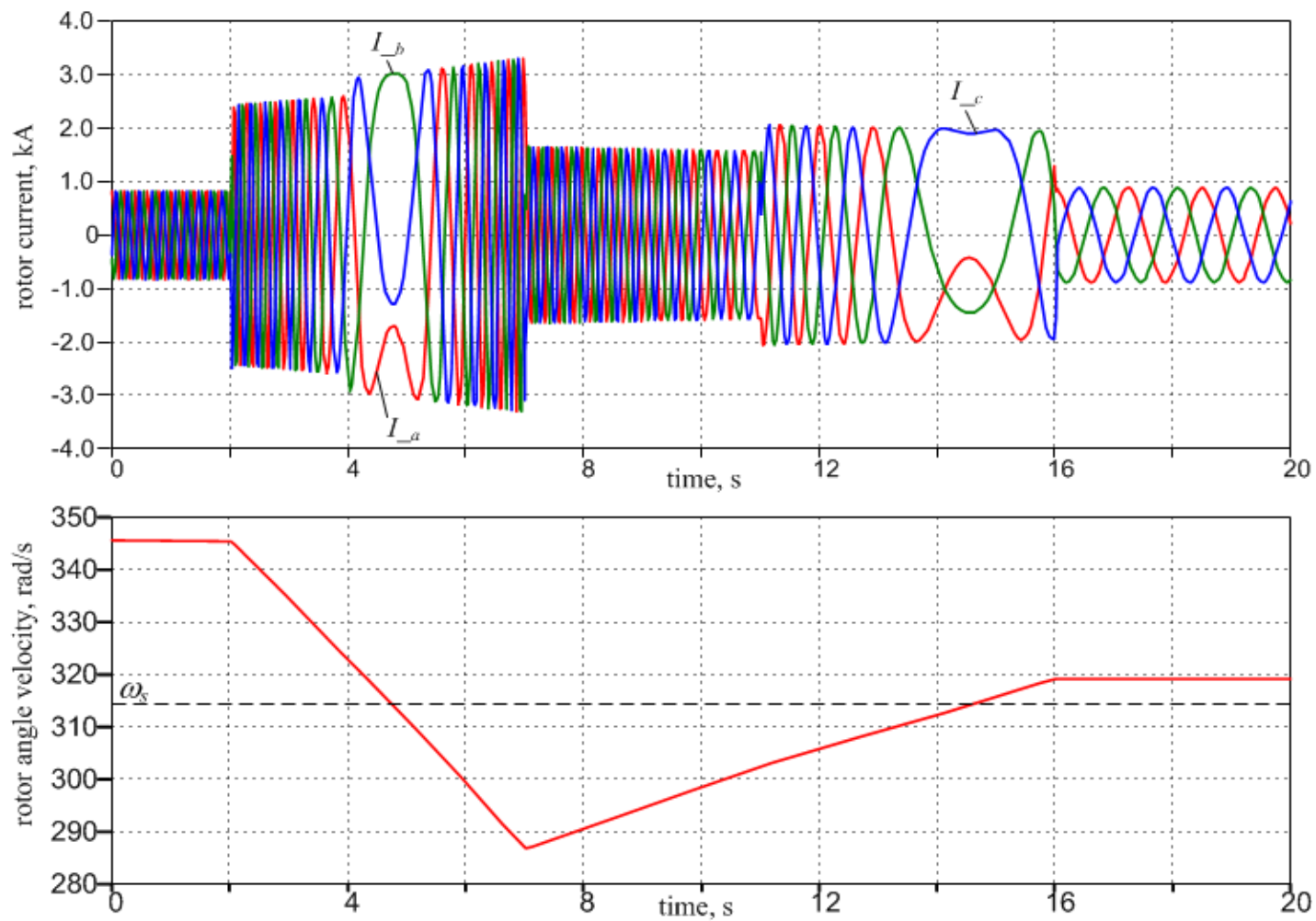
Prądy fazowe wirnika

Wyniki symulacji DZGI



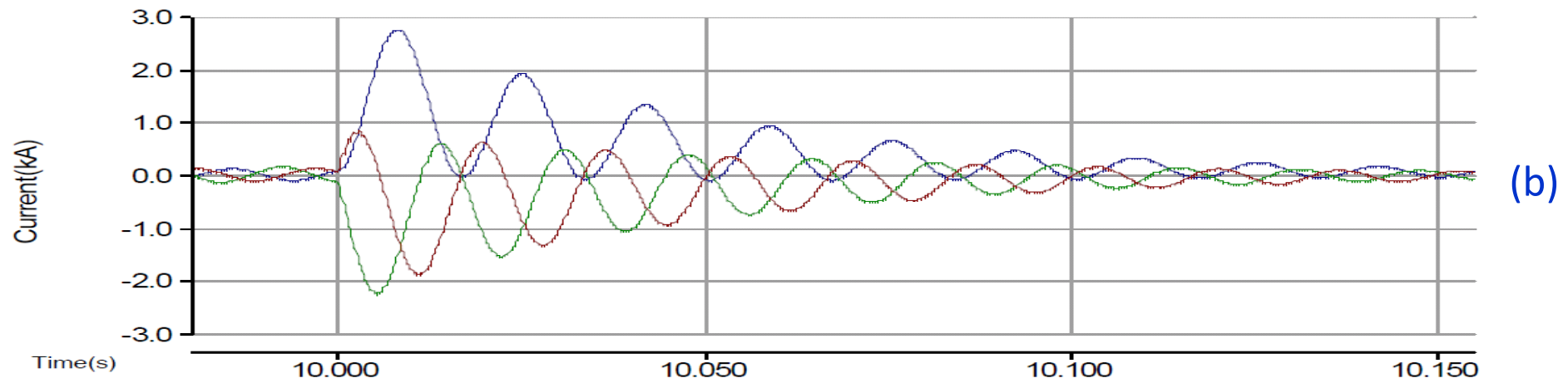
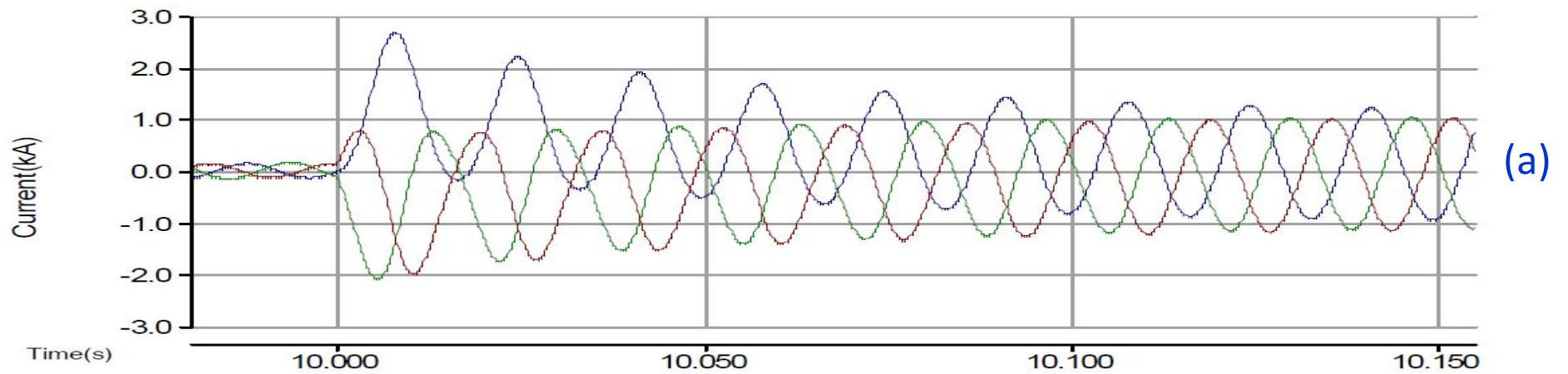
Sterowanie mocą czynną i bierną

Wyniki symulacji DZGI



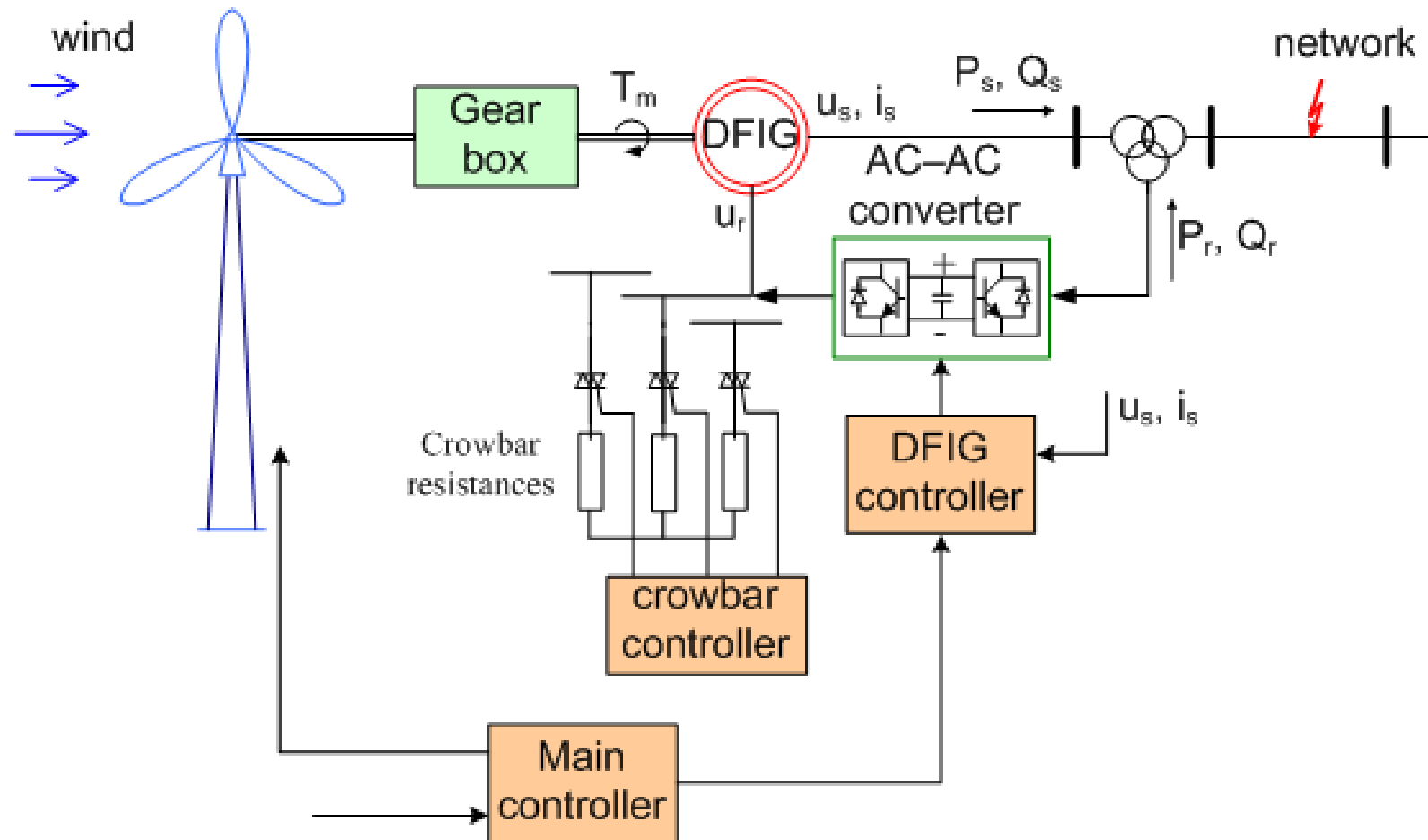
Prąd wirnika oraz prędkość kątowna wirnika

Wyniki symulacji DZGI



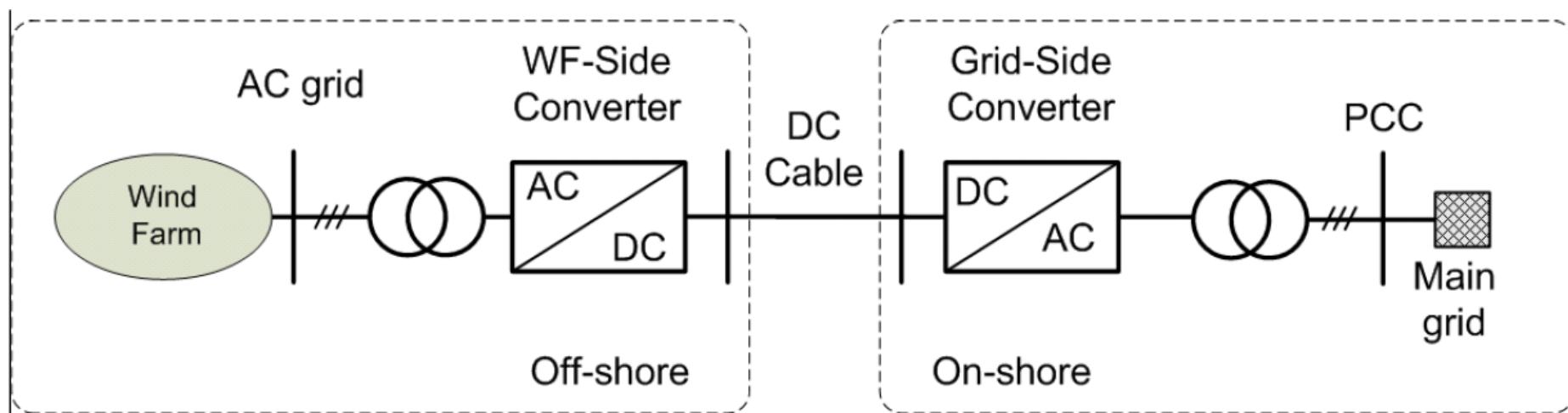
Porównanie prądów zwarciovych generatora synchronicznego (a) i DZGI (b)

Wyniki symulacji DZGI



Ochrona przepięciowa obwodu wirnika – „crowbar”

Połączenie farmy wiatrowej morskiej z siecią

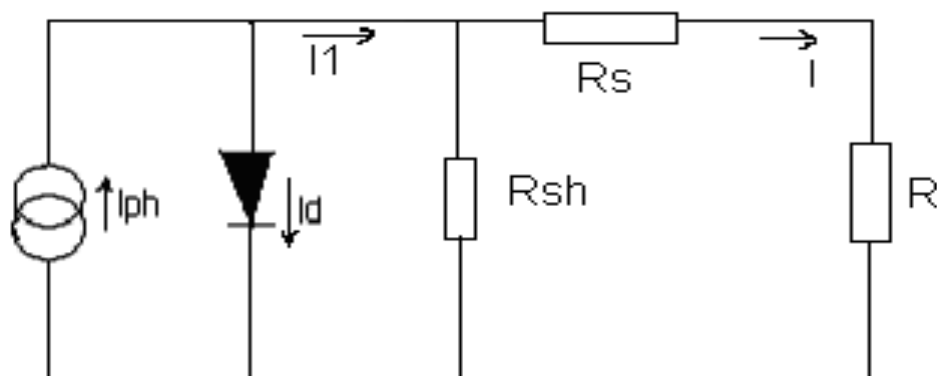


Połączenie z zastosowaniem łącza FACTS (HVDC)

Ogólna charakterystyka generacji fotowoltaicznych (PV)

- Generacja PV, obok hydro-generacji oraz generacji wiatrowej pozostaje najważniejszym źródłem generacji odnawialnej.
- W ostatnich latach na świecie są instalowane siłownie o łącznej mocy przekraczającej 50 MW rocznie.
- Zalety:
 - prosty i krótki cykl inwestycyjny;
 - brak części ruchomych ułatwia eksploatację i obniża koszty;
- Wady:
 - duża zależność od warunków pogodowych;
 - znaczne koszty inwestycyjne;
 - niski stopień wykorzystania zainstalowanych urządzeń.

Schemat zastępczy ogniwa PV



$$I = I_{ph} - I_o \left(\exp \left(\frac{q(V + IR_s)}{kT} \right) - 1 \right) - \frac{V + IR_s}{R_{sh}}$$

gdzie:

q – ładunek elektronu (1.6×10^{-19} Coulomb),

K – stała Boltzmann (1.38×10^{-23} Nm/K),

T – temperatura ogniwa ($^{\circ}\text{K}$),

I_o – prąd wsteczny diody, A

I_{ph} – prąd źródłowy PV, A

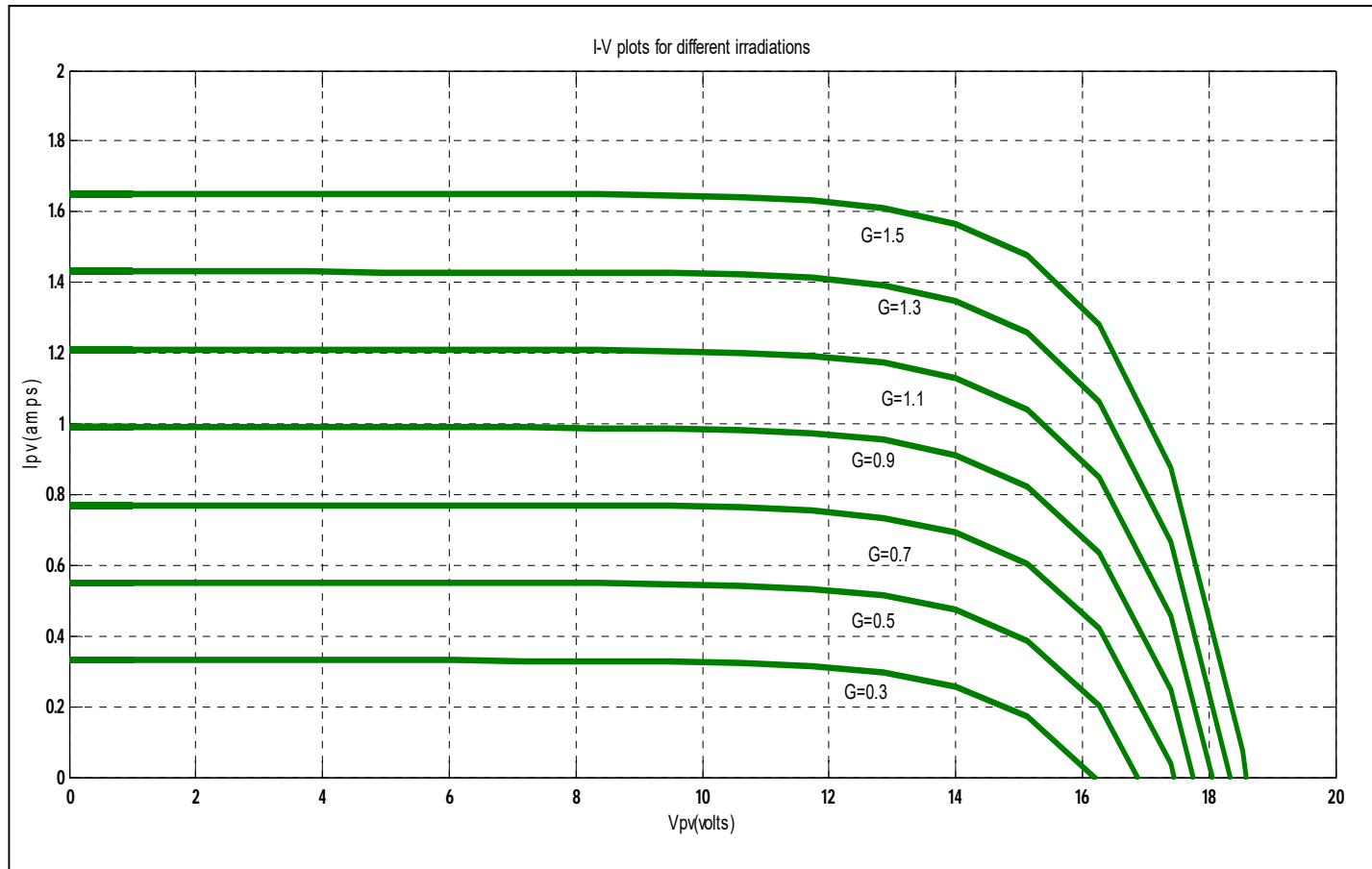
R_s – oporność szeregową ogniwa PV, Ω

R_{sh} – oporność równoległa ogniwa, Ω

I – prąd wyjściowy, A.

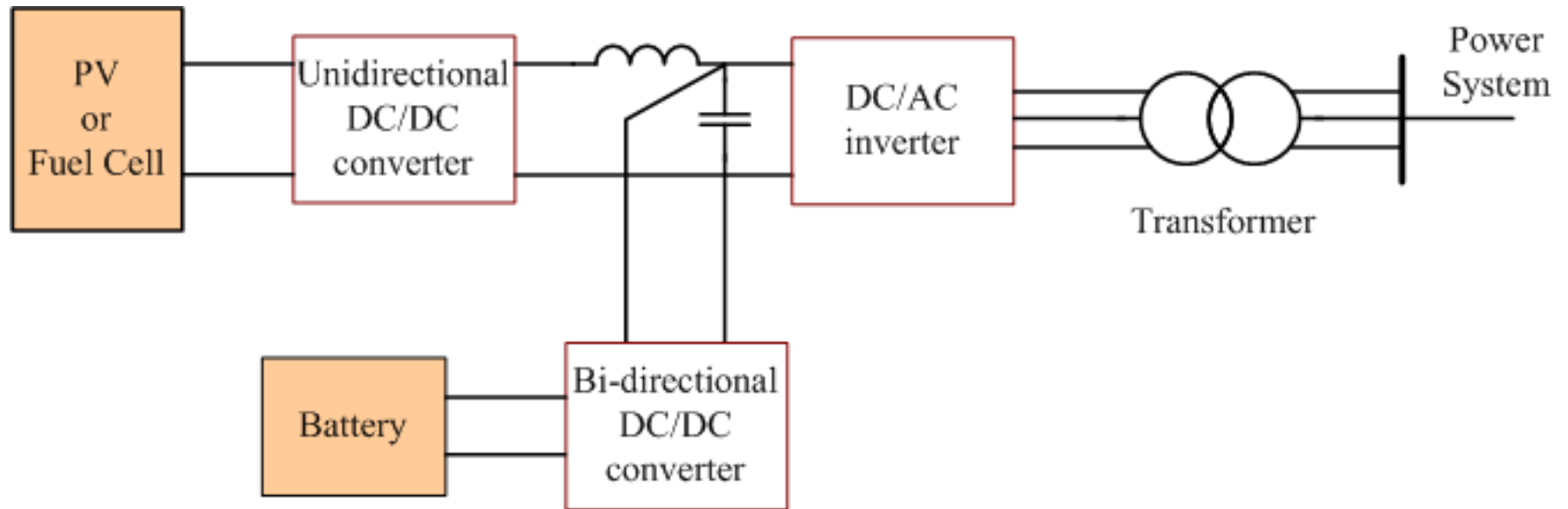
Charakterystyki ogniwa PV w funkcji napromieniania

prąd obciążenia A



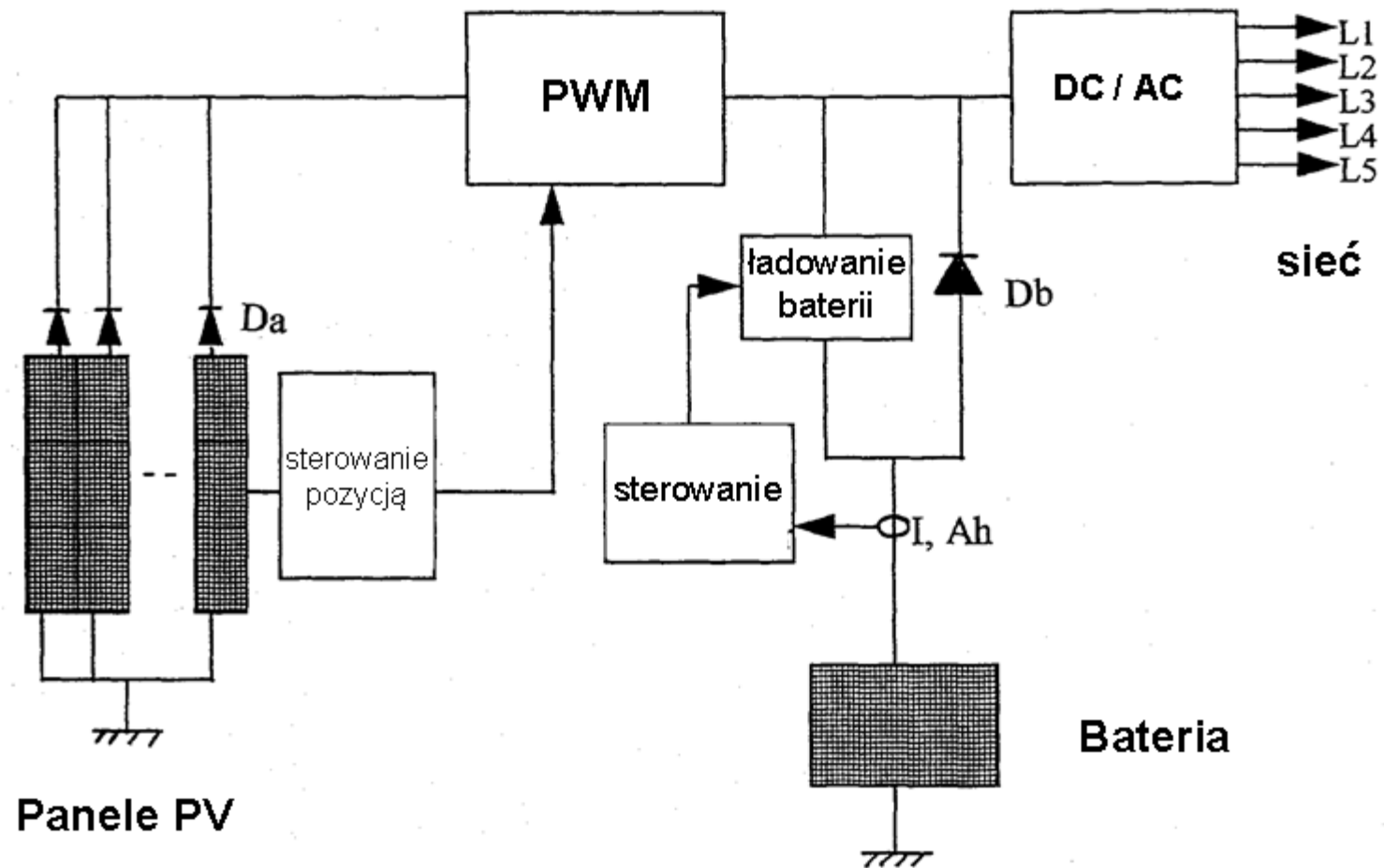
napiecie V

Połączenie siłowni PV z siecią

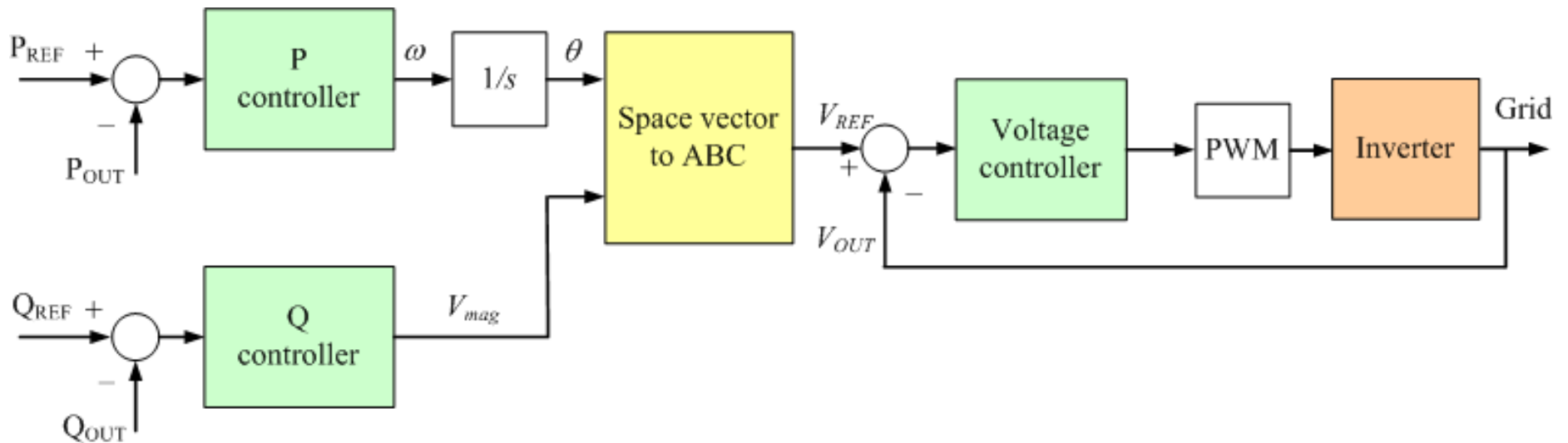


Generator PV z baterią/kondensatorem

Schemat generacji PV

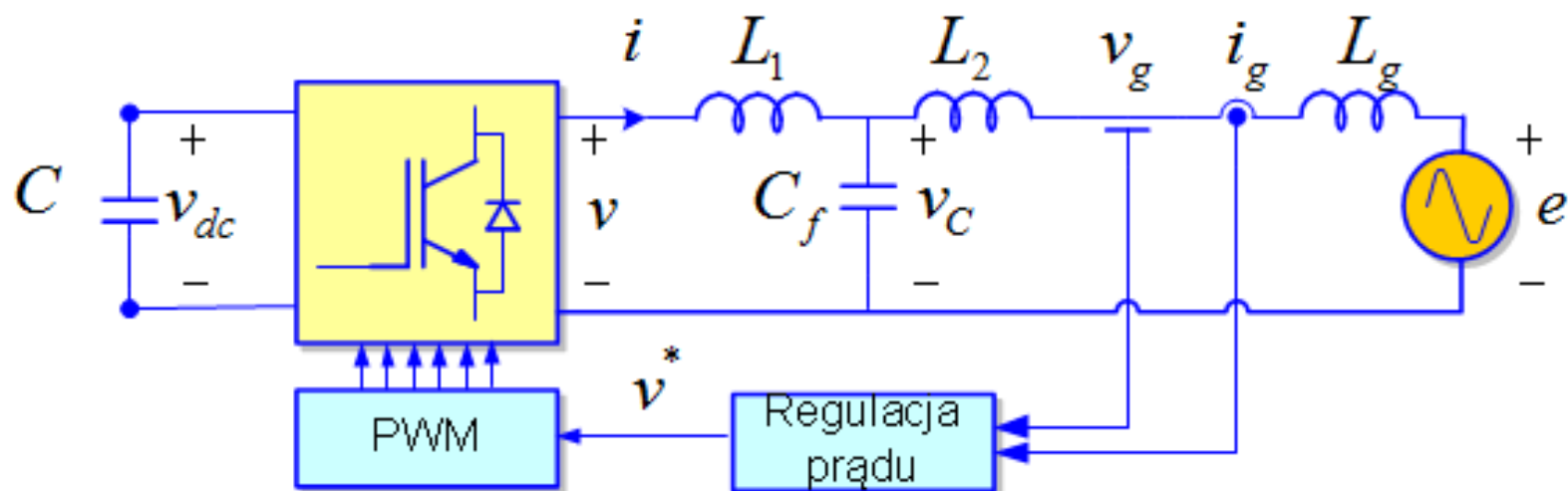


Połączenie siłowni DC z siecią



Ogólny schemat regulacji mocy czynnej i biernej w układzie z przekształtnikiem

Połączenie siłowni DC z siecią



Schemat układu połączenia PV z siecią z regulacją prądu

Instalacja 17,6 kW na dachu firmy w Oslo

Przykłady



Electricity from Sunlight: An Introduction to Photovoltaics, Paul A. Lynn, © 2010 John Wiley & Sons, Ltd.

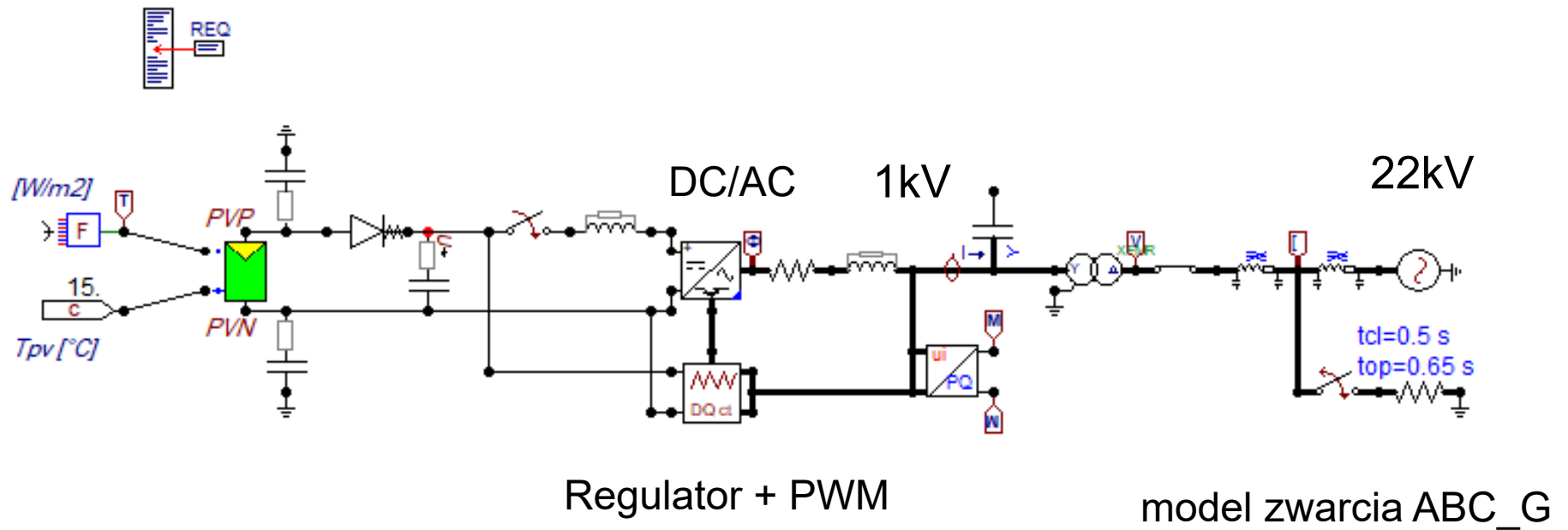
Instalacja Moura w Portugalii, moc max. 45.6 MW

Przykłady



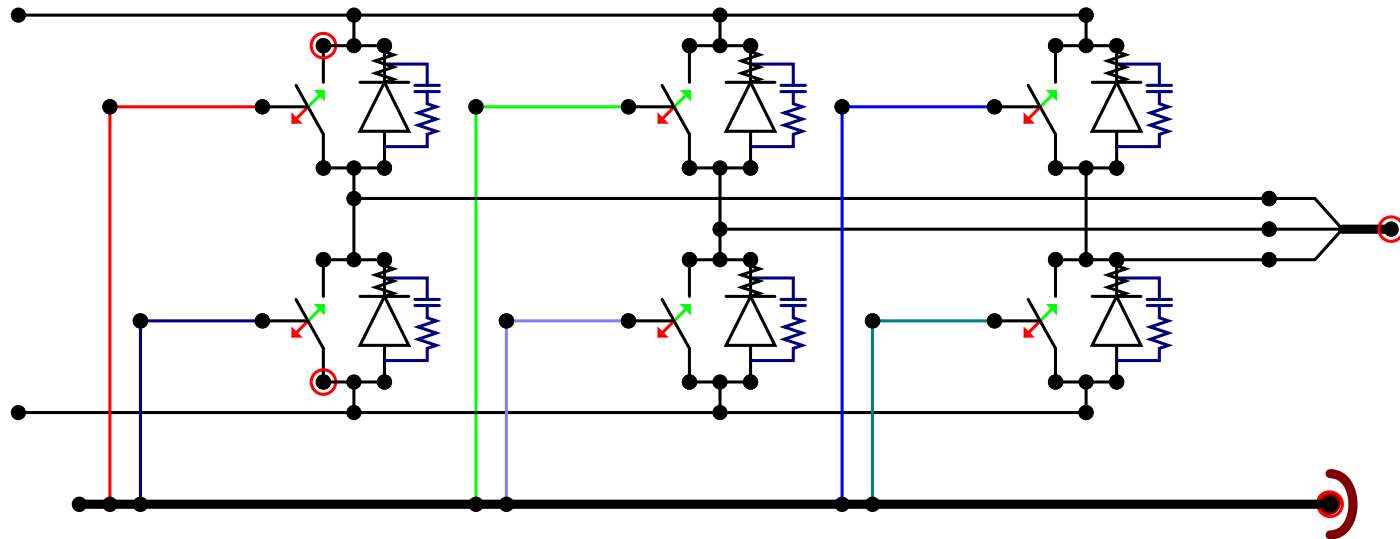
Electricity from Sunlight: An Introduction to Photovoltaics, Paul A. Lynn, © 2010 John Wiley & Sons, Ltd.

Model ATP/EMTP



Schemat modelu Exa_25 z elektrownią fotowoltaiczną

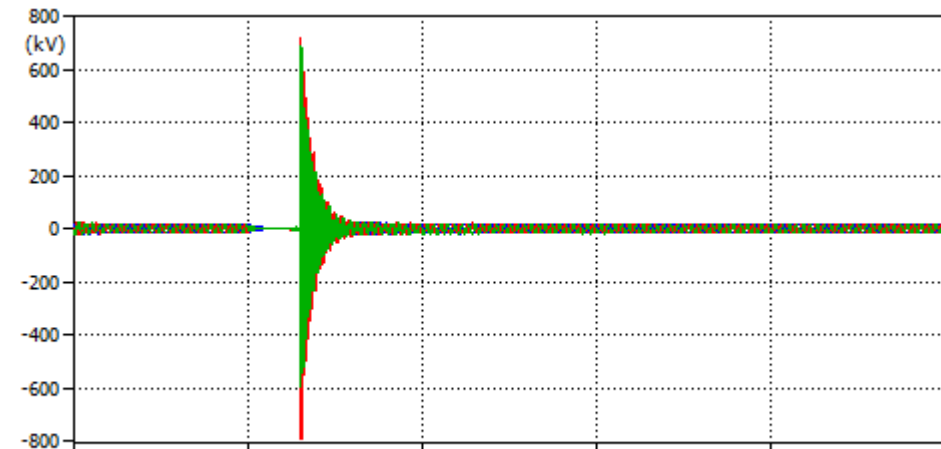
Model ATP/EMTP



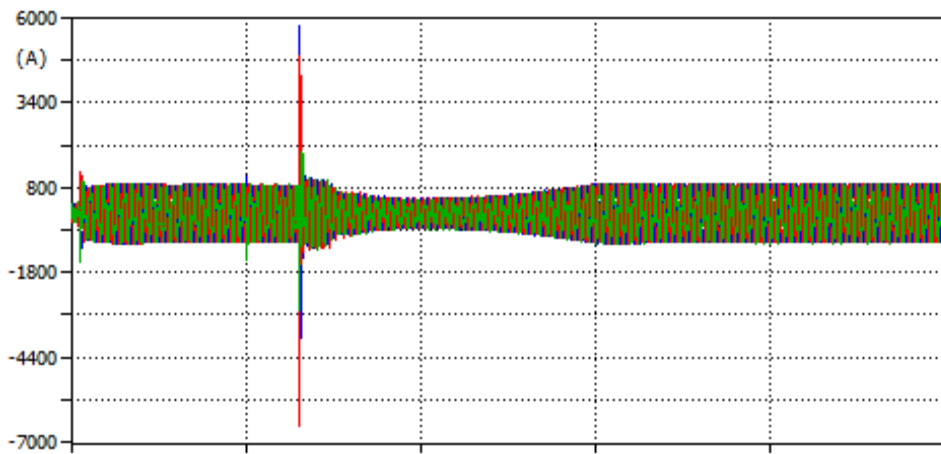
Schemat modelu przekształtnika DC/AC

Model ATP/EMTP

napięcia 22kV



prądy/22kV



moce **P**, **Q**

