



Politechnika Lubelska
Wydział Elektrotechniki i Informatyki

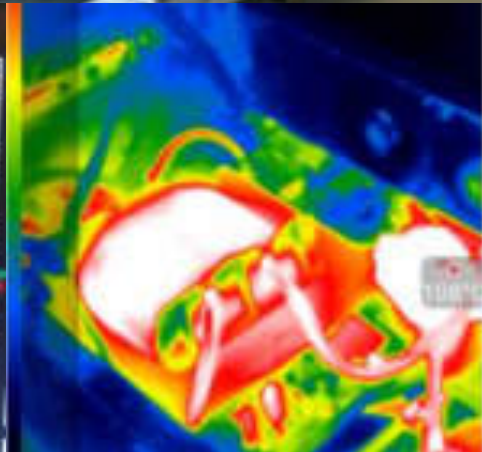
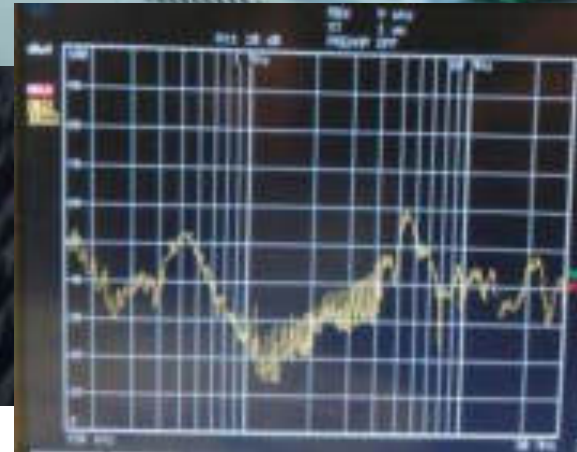


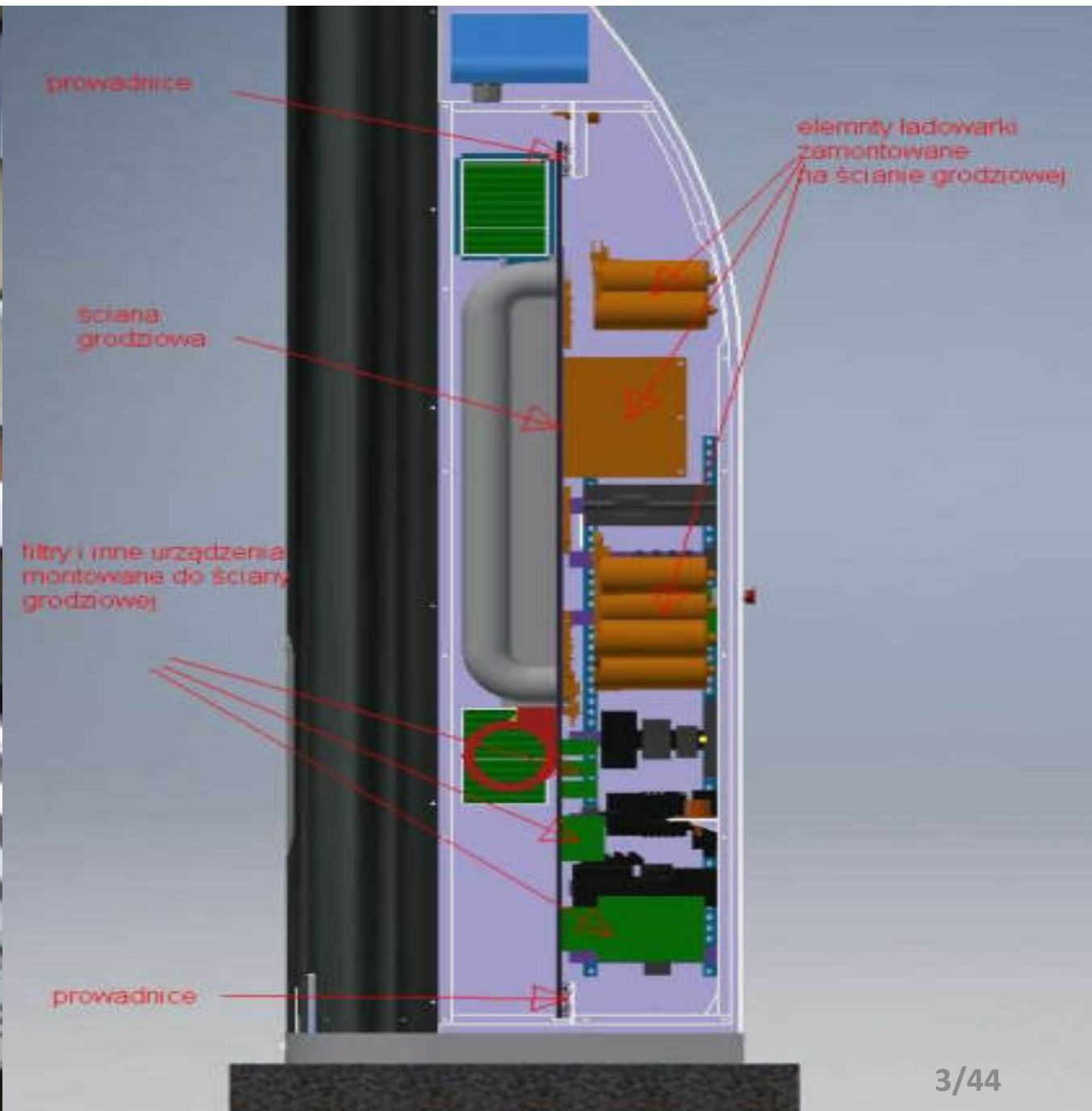
Hybrydyzacja układów ładowania i transferu energii (część 3)

dr inż. Dariusz Zieliński

Komitet Elektrotechniki PAN, Sekcja Energoelektroniki i Napędu Elektrycznego

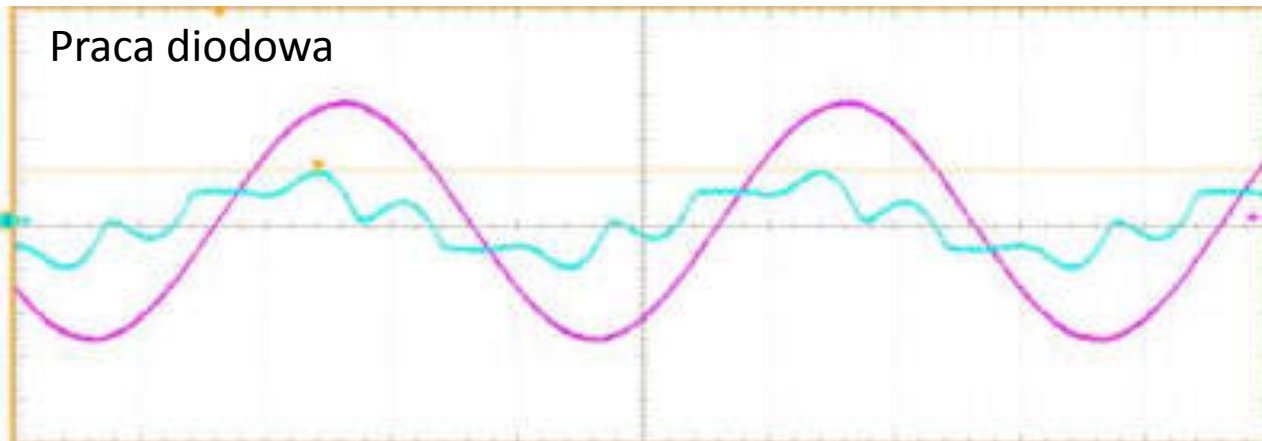
Lublin, 17.02.2021r.





2.2 Oscylogramy z wybranej fazy stacji PLUGinEV

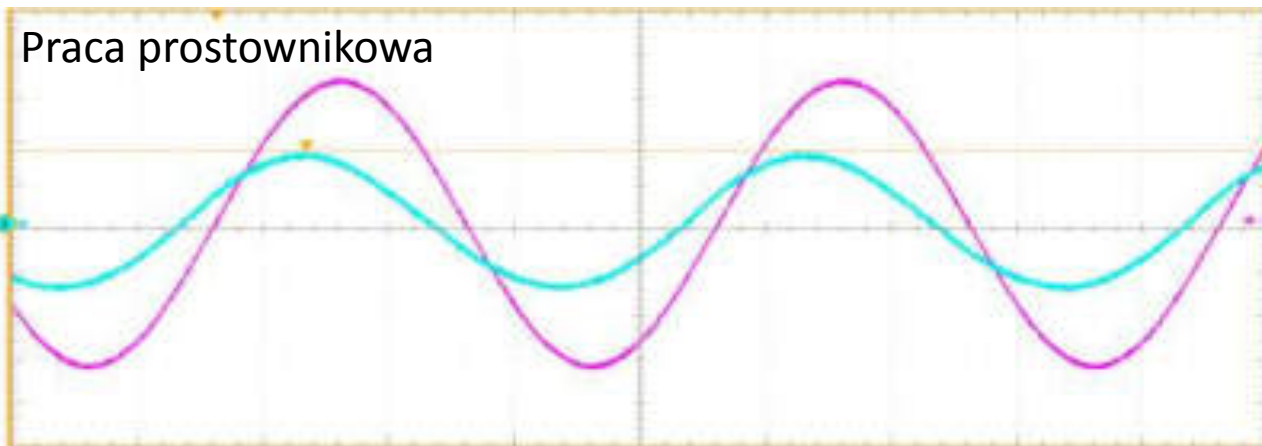
Praca diodowa



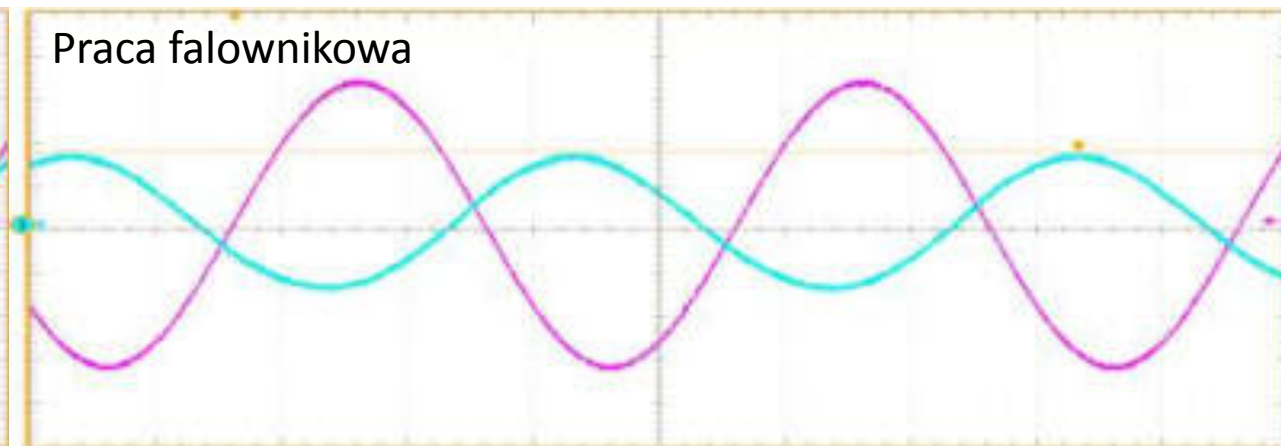
Praca w trybie kompensacji mocy biernej



Praca prostownikowa



Praca falownikowa



Fundusze Europejskie
Inteligentny Rozwój



Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



2.3 Niezależnie sterowanie mocą każdej z faz



FUNKCJONALNOŚCI

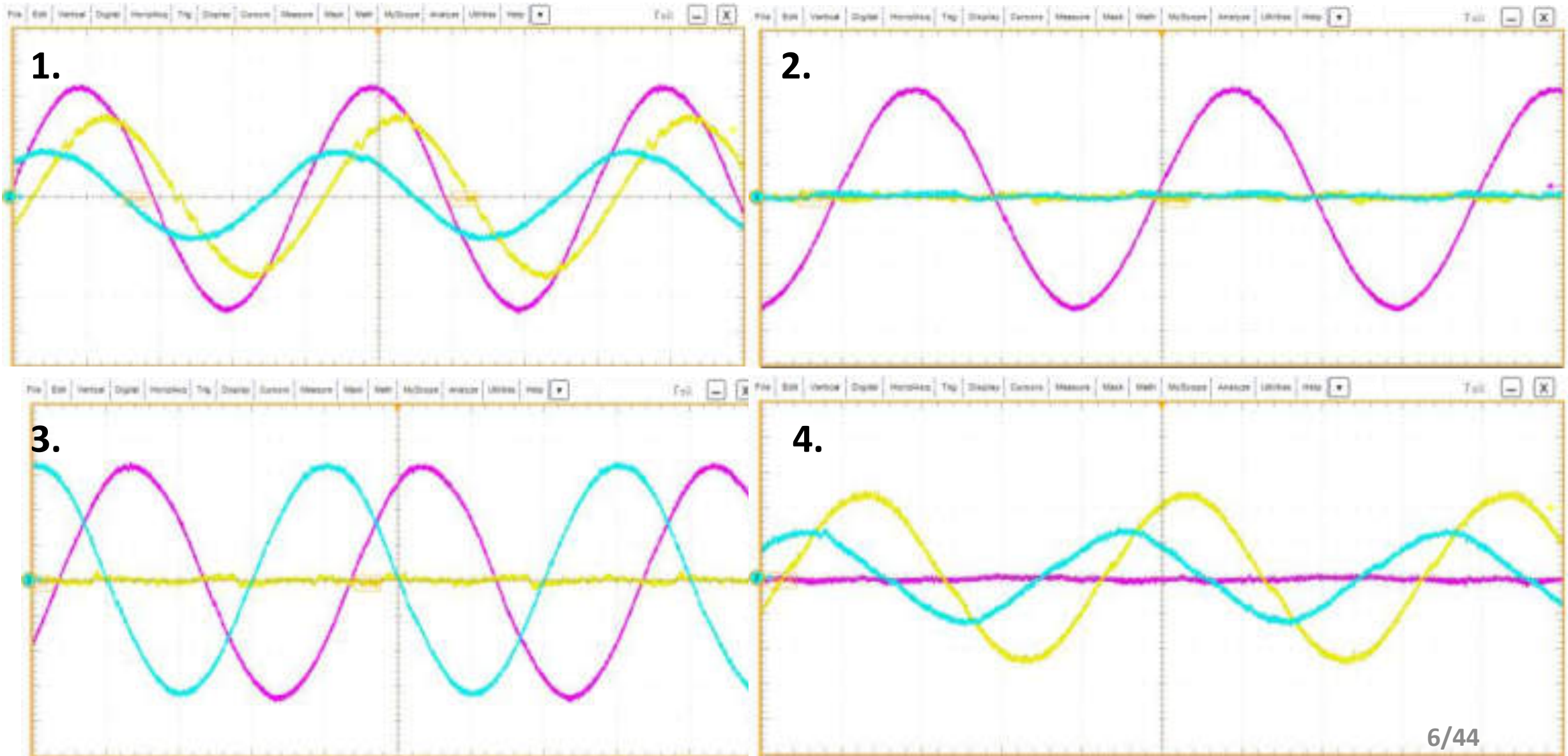
- ✓ Dwa kierunki pracy układu przekształtnikowego AC/DC DC/DC
- ✓ Sterowanie przekształtnikiem poprzez zadanie P i Q dla każdej z faz
- ✓ Filtracja wyższych harmoniczných – sterowanie multi-rezonansowe
- ✓ **Realizacja pracy wyspowej**

CECHY

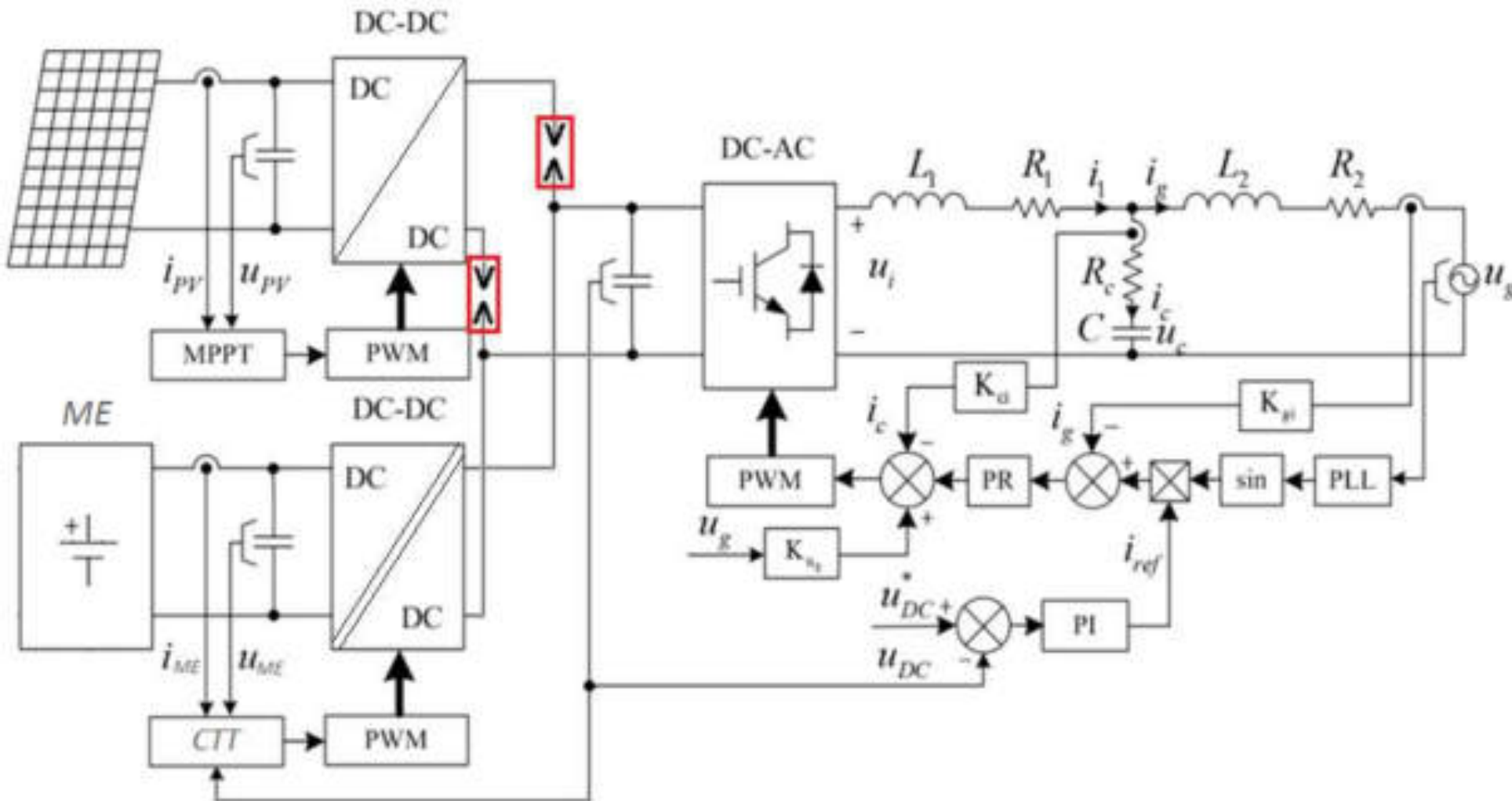
- ✓ Układ 4 przewodowy (3f-4w)
- ✓ Niezależne **sterowanie mocą** dla każdej z faz



2.3 Niezależne sterowanie mocą we wszystkich fazach przekształtnika 3f-4p (tryb pracy sieciowej)



2.3 Uproszczony schemat algorytmu sterowania przekształtnikiem (1-faza)

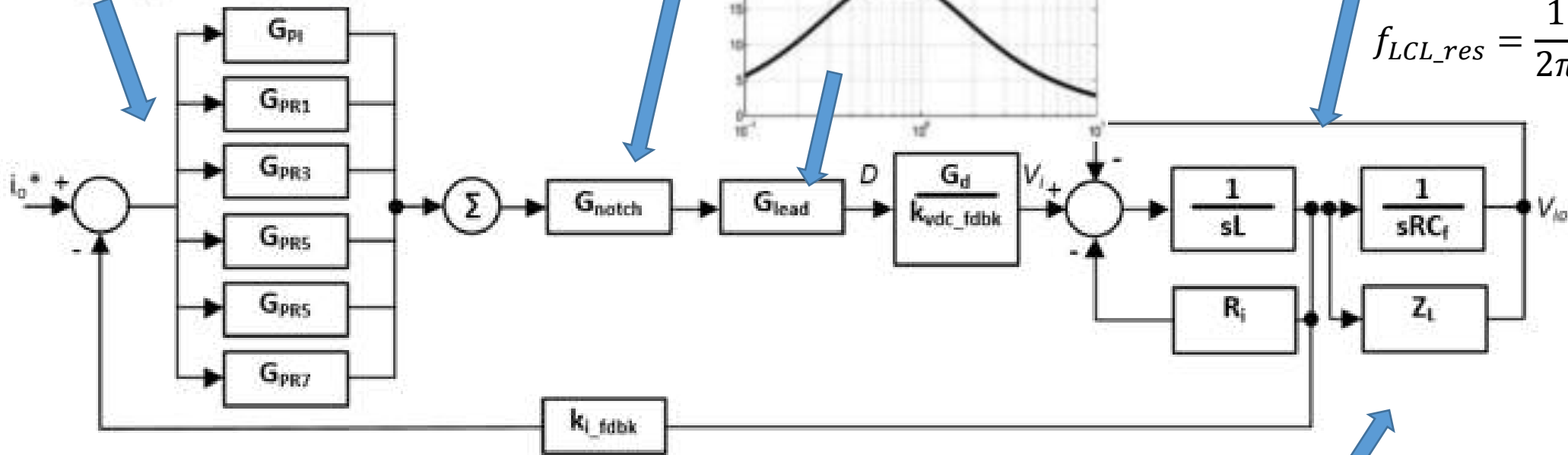
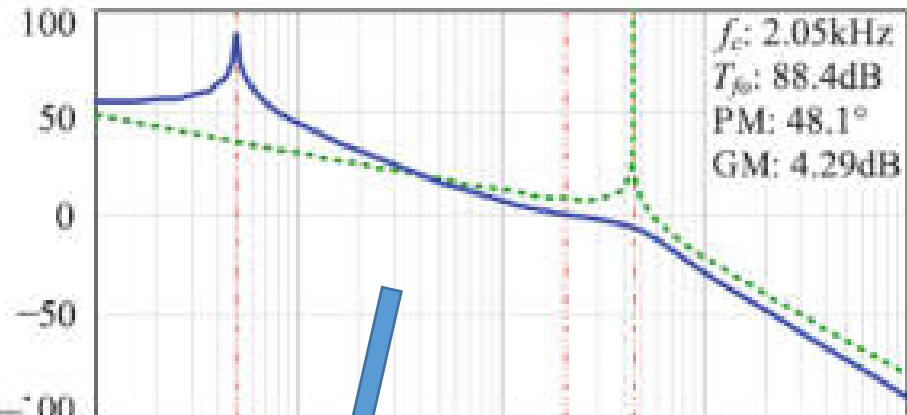
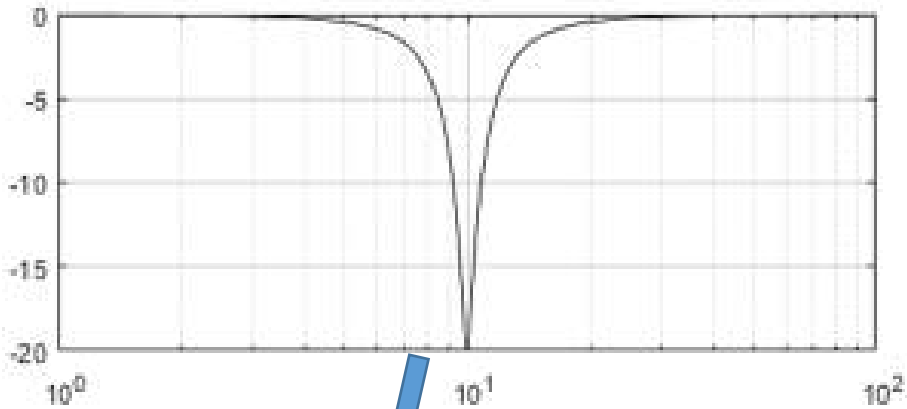
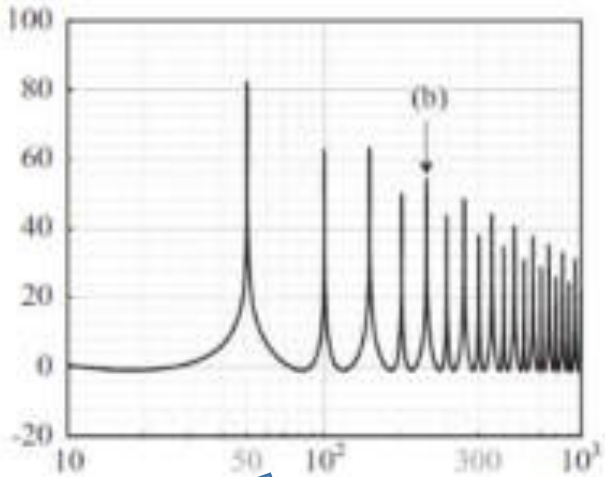


Pomiary napięć, rozkład na składowe symetryczne i synchronizacja PLL

Pomiary prądów oraz obliczenie referencji dla każdej z faz L1,2,3+N

Kompensacja wyższych harmonicznych oraz filtrów LCL

Generacja 6 wzorów PWM dla każdej z faz



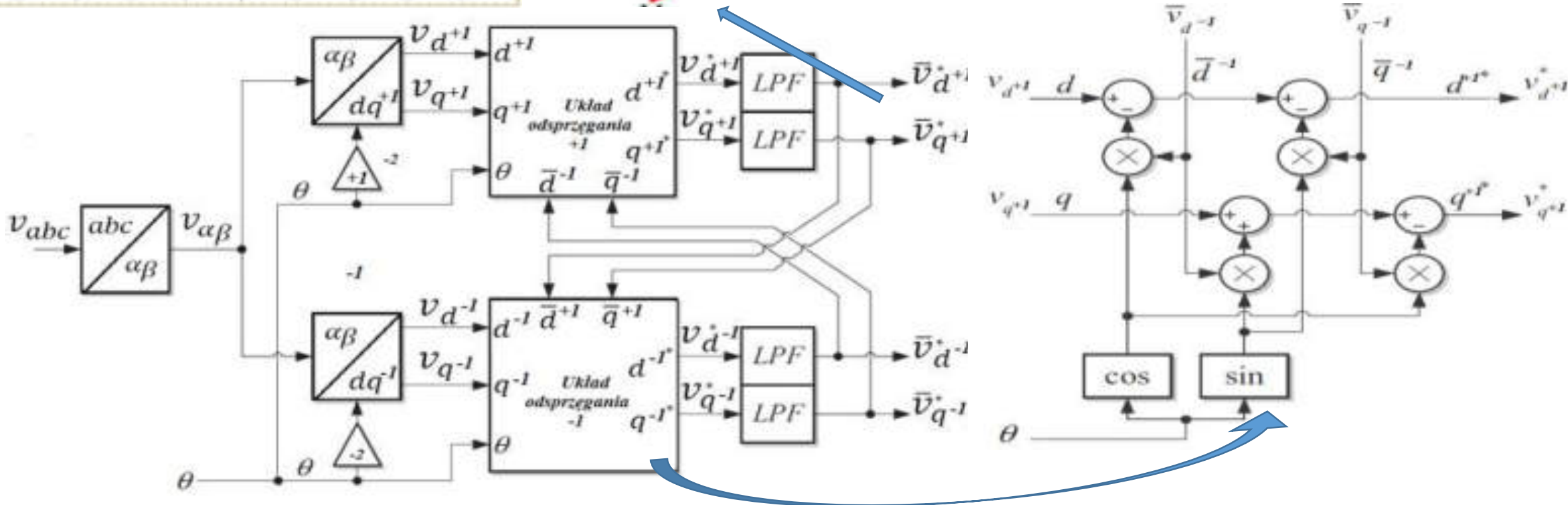
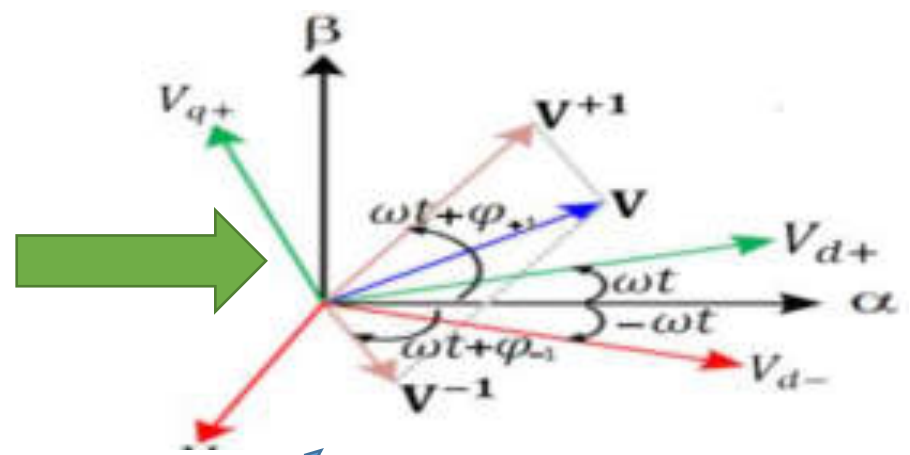
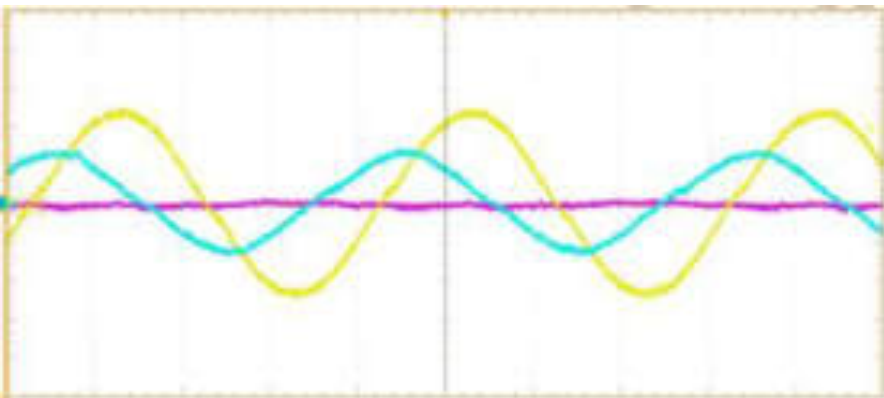
$$f_{LCL_res} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{L_i + L_g}{L_i L_g C_f}}$$

$$G_i = \left(K_{pI_1H} + \sum_{n=1}^N \frac{K_{iL_nH} 2\omega_{rcL_nHS}}{s^2 + 2\omega_{rcL_nHS} + \omega_{o_nH}^2} \right) \left(\frac{G_d}{K_{vdc_fdbk}} \right) G_{LCL}$$

$$1 + R_c C_f s$$

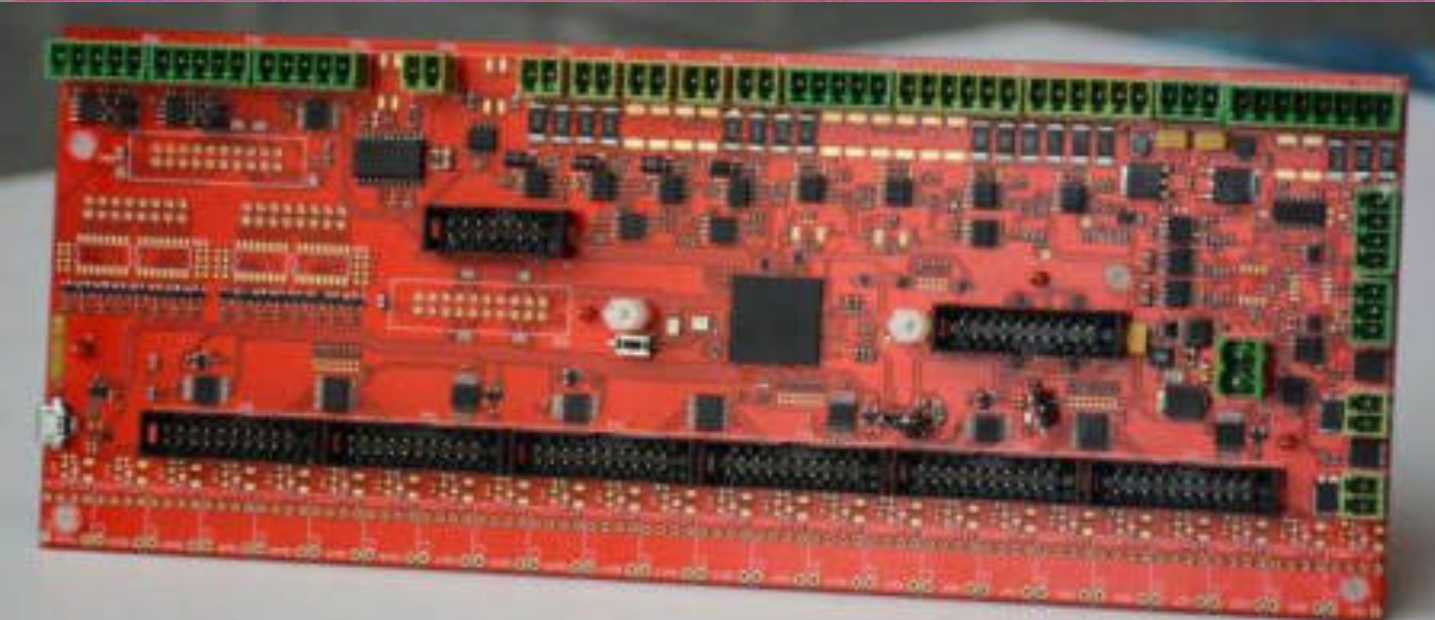
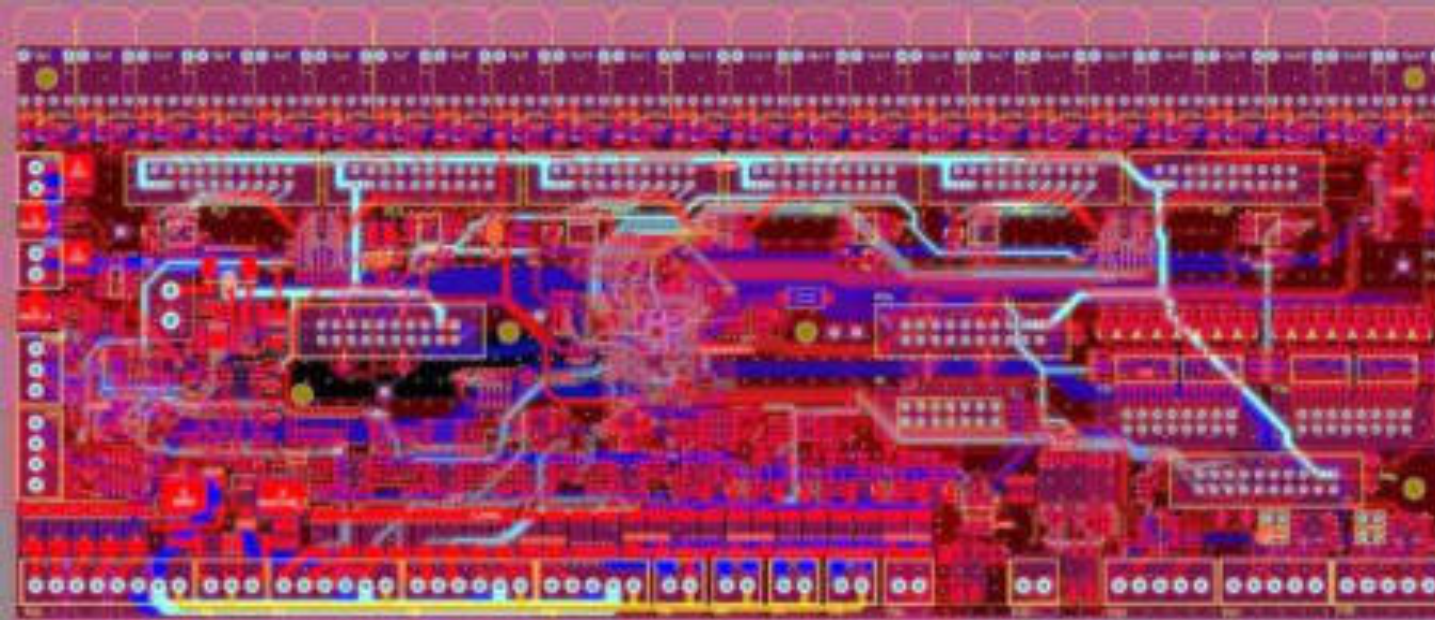
$$G_{LCL} = \frac{1}{L_i C_f s^3 + (R_g + R_c) L_i C_f s^2 + L_i + (R_i R_g + R_g R_c + R_c R_i) C_f s + R_i + R_g}$$

2.3 Układ synchronizacji
DDSRF PLL
rozkład na składowe
symetryczne



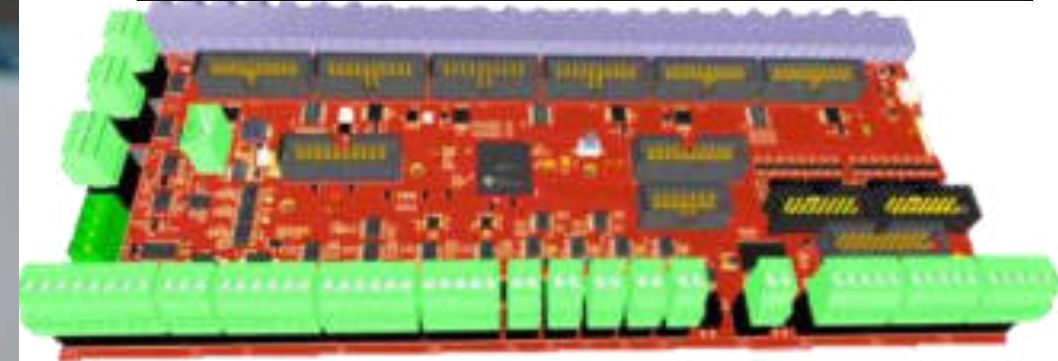
$$v_{dq+} = \mathbf{V}^{+1} \begin{bmatrix} \cos(\varphi_{+1}) \\ \sin(\varphi_{+1}) \end{bmatrix} + \mathbf{V}^{-1} \begin{bmatrix} \cos(\varphi_{-1}) \cos(2\omega t) + \sin(\varphi_{-1}) \sin(2\omega t) \\ (\sin(\varphi_{-1}) \cos(2\omega t) - \cos(\varphi_{-1}) \sin(2\omega t)) \end{bmatrix}$$

2.3 Opracowane sterowniki układów przekształtnikowych

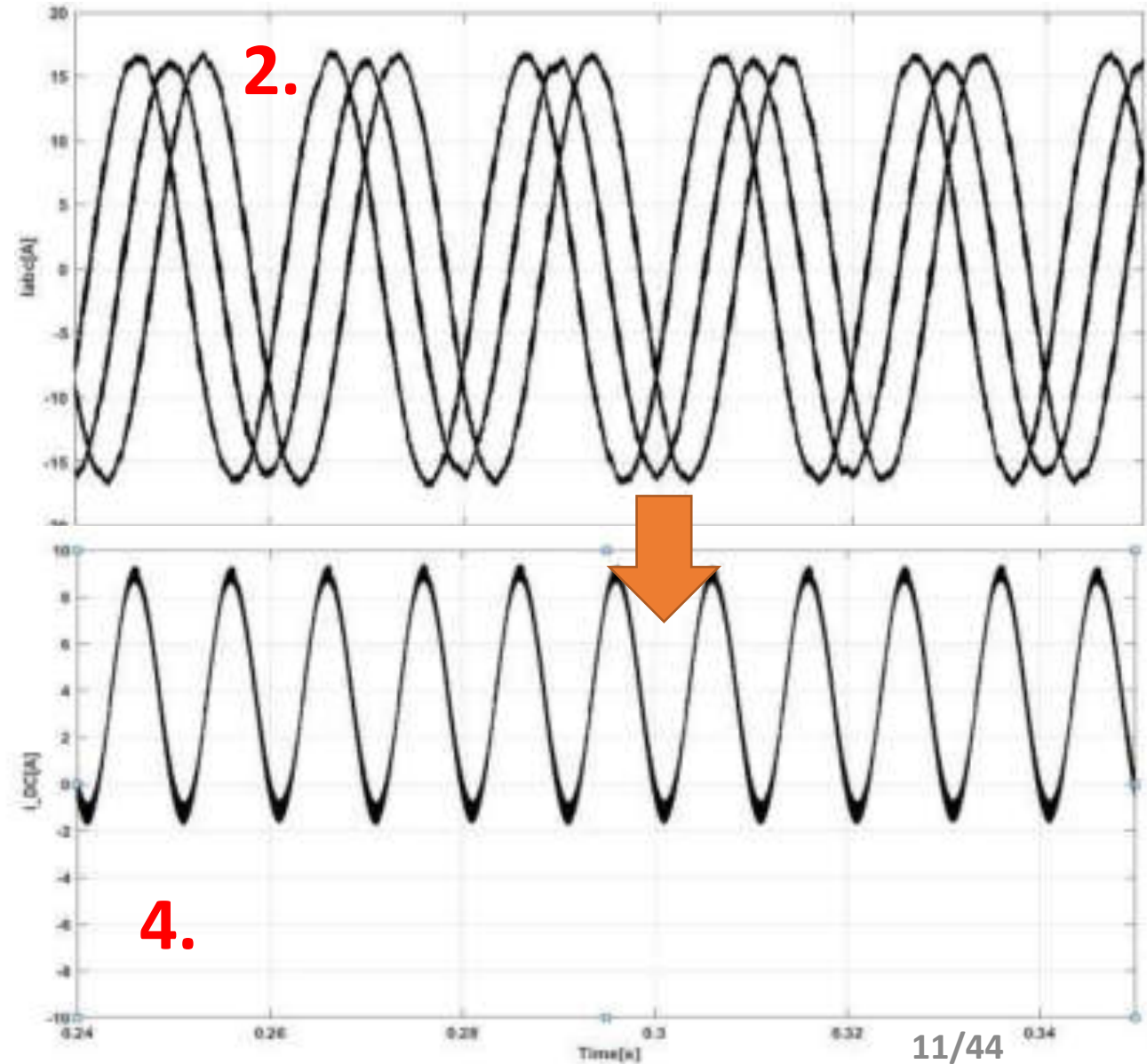
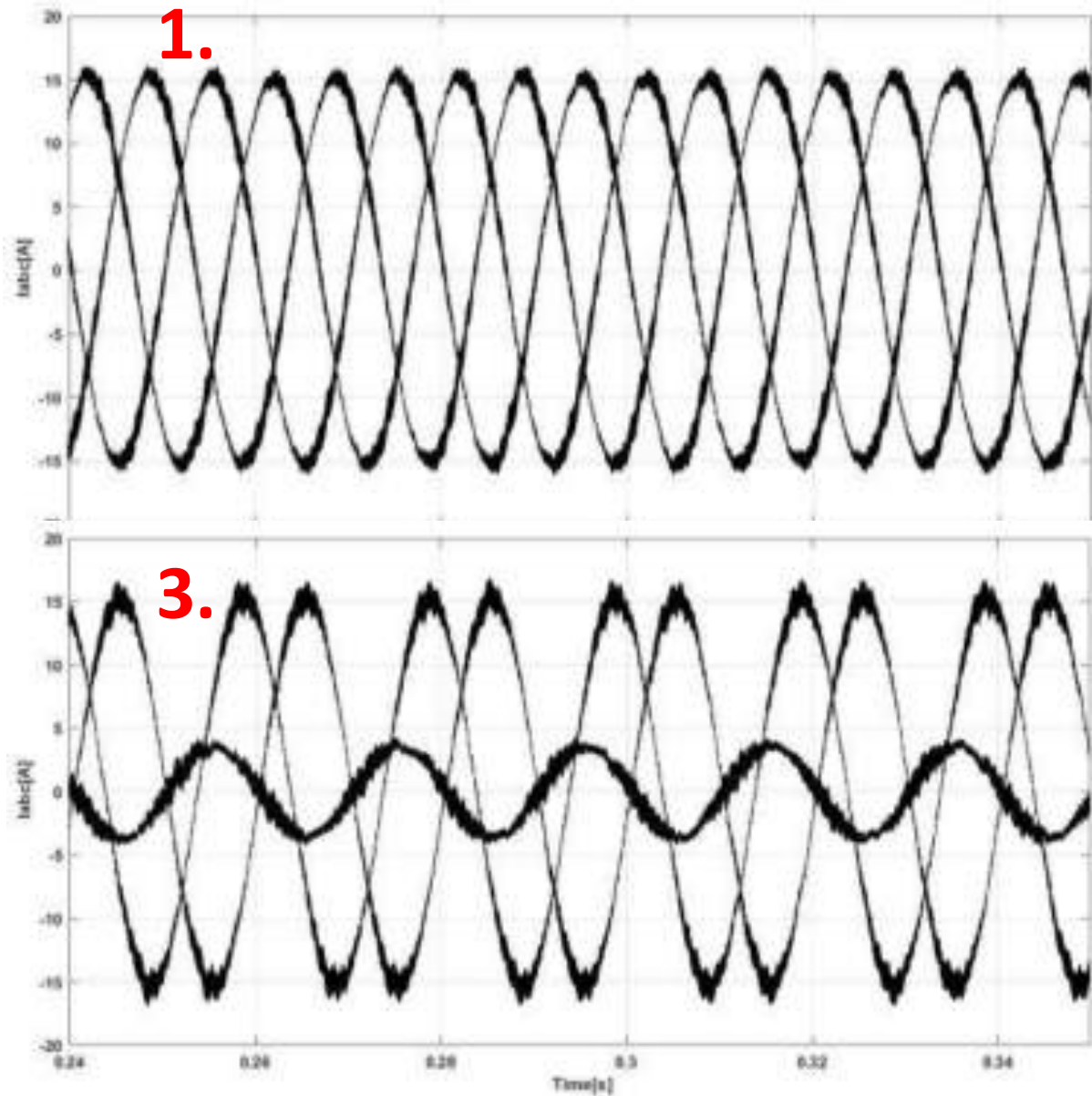


Specyfikacja techniczna sterownika przekształtników: AC/DC + DC/DC:

- TMS320F28379D
- 32-Bit CPUs
- 2 x 200 MHz
- 24 Moduły PWM
- IEEE 754 Single-Precision Floating-Point
- Komunikacja: CAN, SPI,
- 6 warstw PCB
- Izolacja elektryczna 2,5 kV



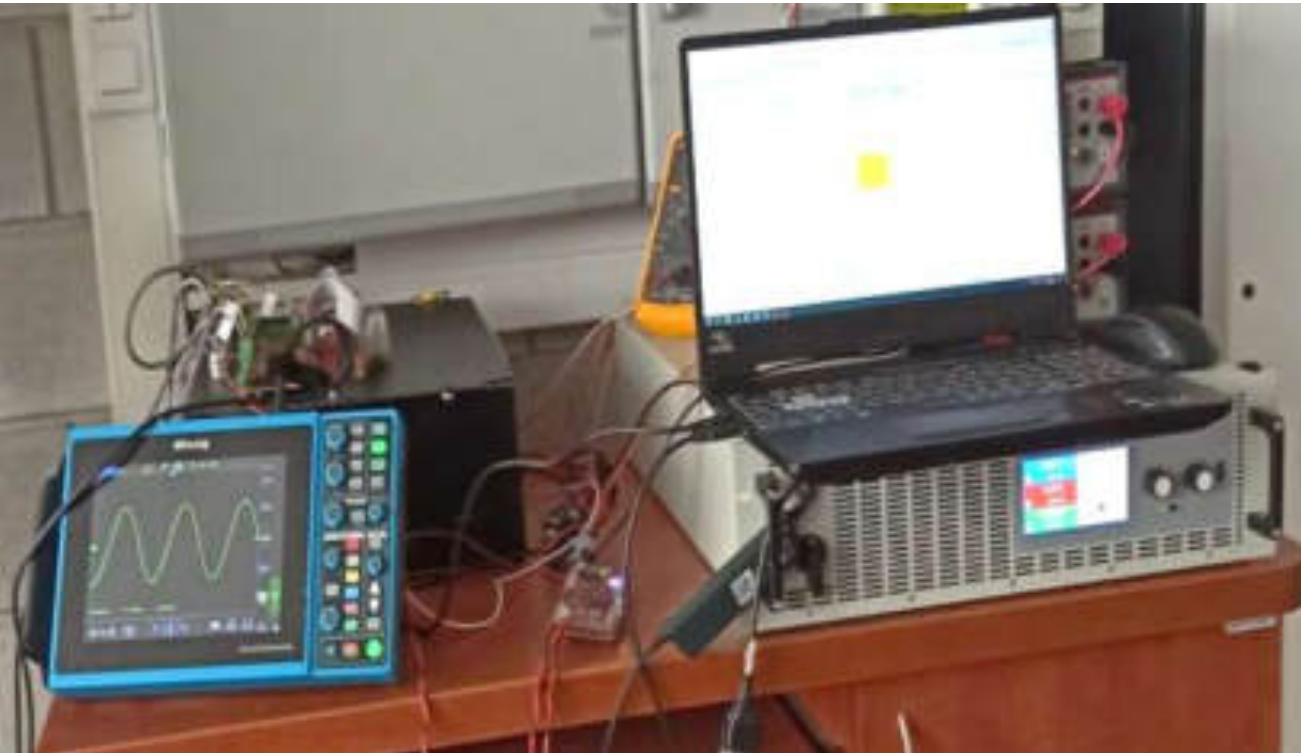
2.4 Niezależne sterowanie mocą we wszystkich fazach przekształtnika (tryb pracy sieciowej)



2.4 Pomiary temperatur testowego magazynu energii

Praca symetryczna

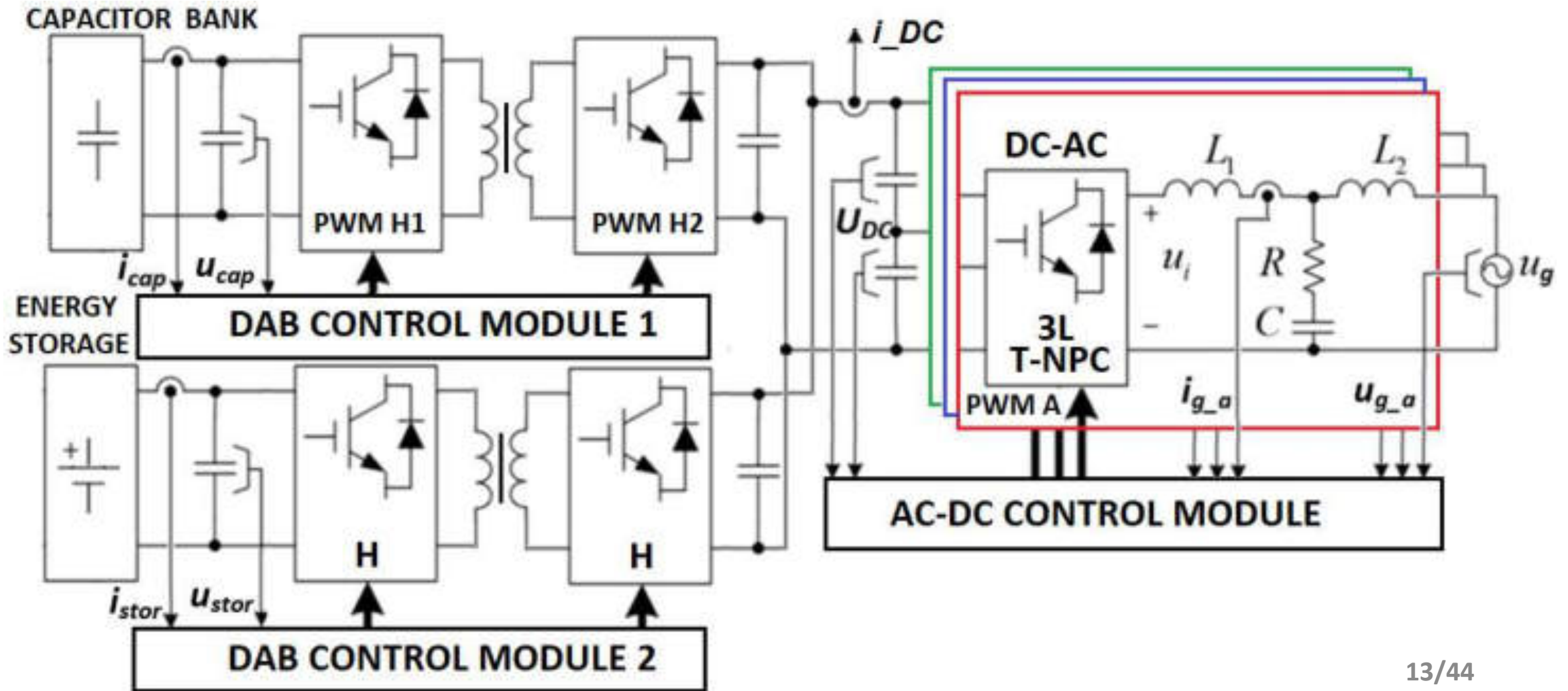
Praca asymetryczna 50%



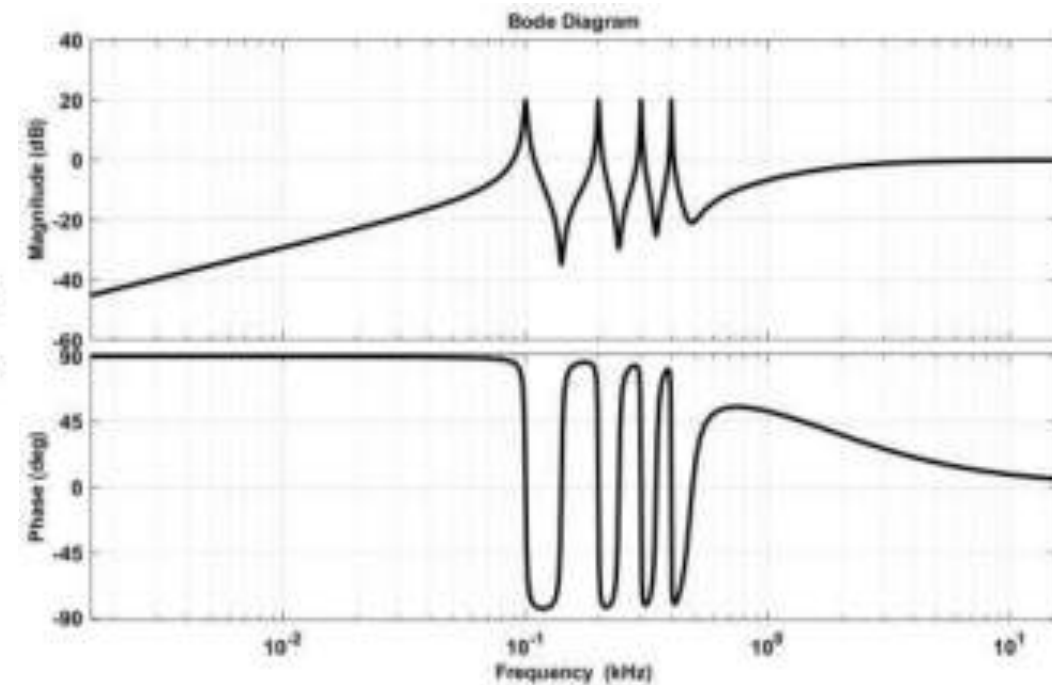
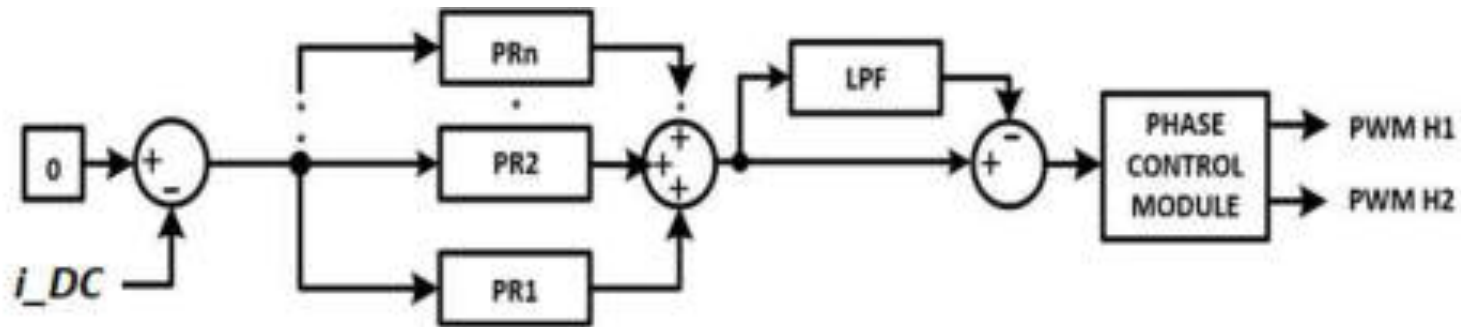
INFORMACJE DLA UŻYTKOWNIKÓW:

- Temperatura ogniw podczas rozładowywania: 2°C do 45°C
- Temperatura ogniw podczas ładowania: 2°C do 45°C
- Rekomendowana temperatura akumulatora: 10°C do 25°C

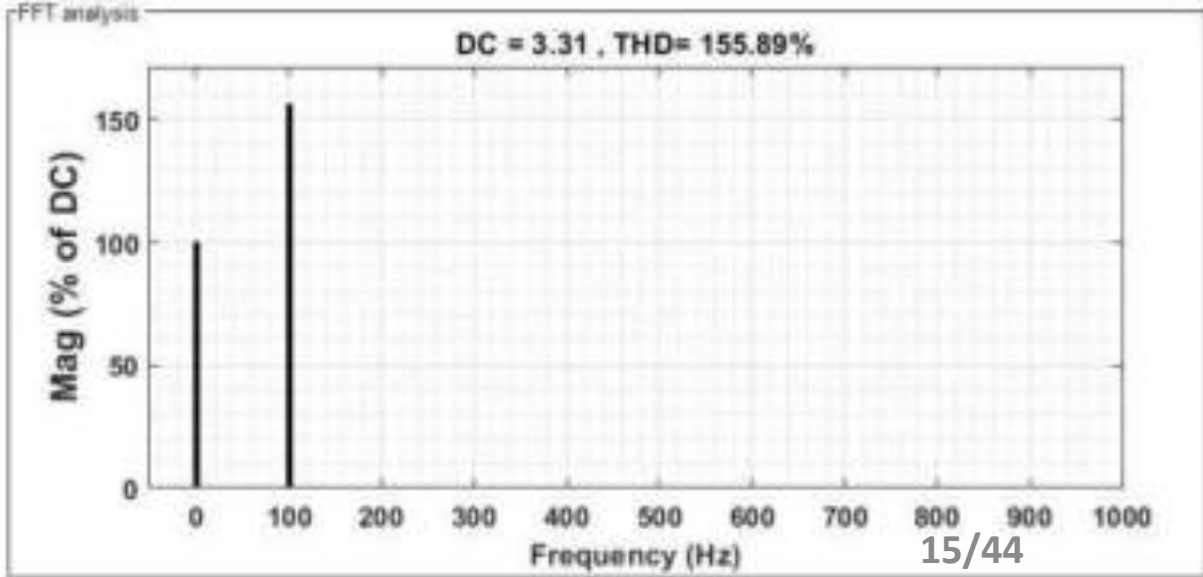
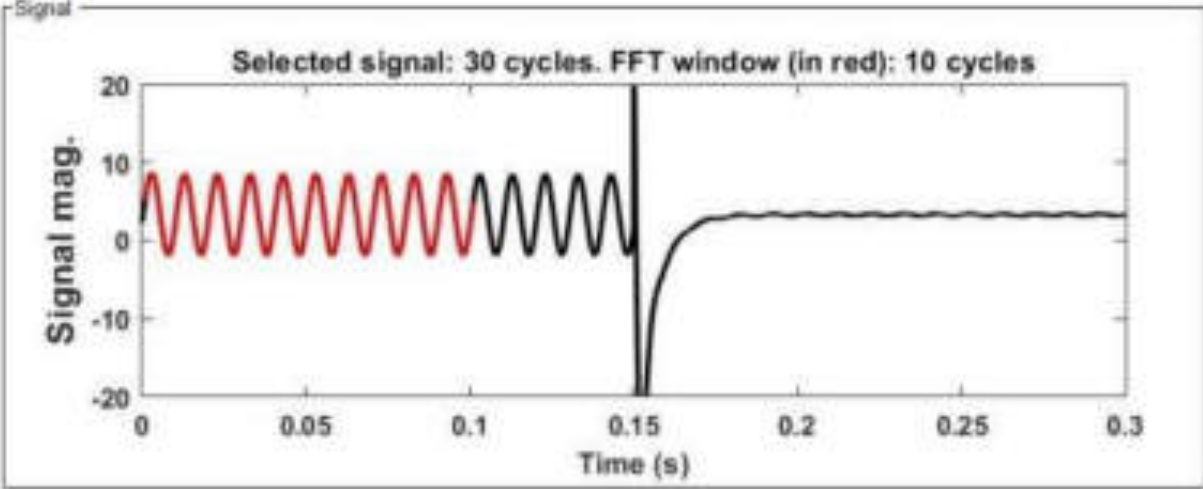
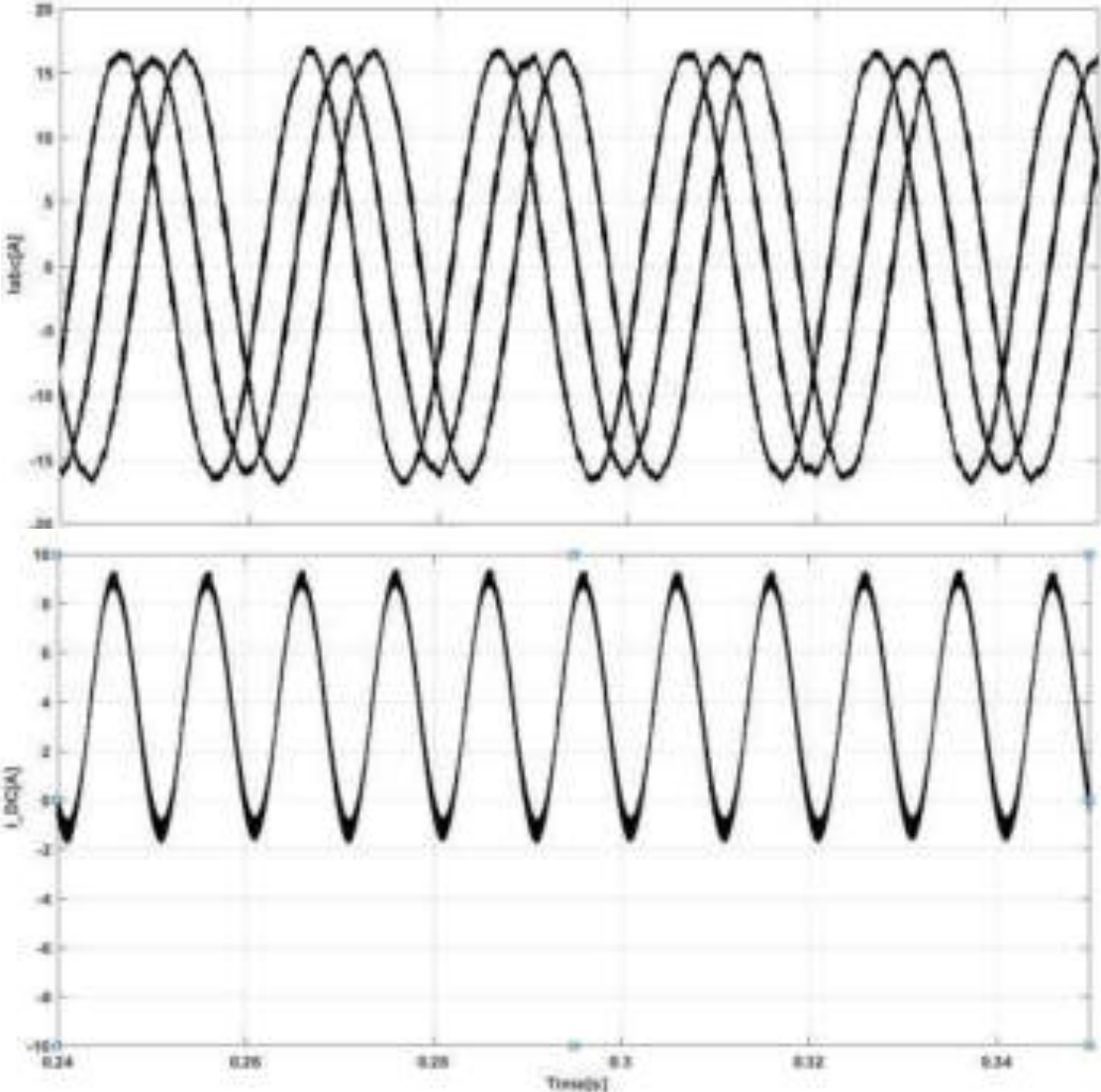
Przykład układu do kompensacji pulsacji na szynie DC
stacji transferu energii do pojazdów EV



2.5 Algorytm sterowania interfejsu sieciowego stacji ładowania pojazdów z modułem kompensacji pulsacji prądu szyny DC



2.5 Efekty zastosowania układu kompensacji pulsacji prądu szyny DC



Wnioski

Stacja transferu energii może pełnić dodatkowe funkcje dla operatora OSD:

- **Rozproszony magazyn energii (V2G, V2H, V2L i V2B)**
- **Kompensacja mocy biernej**
- **Filtr aktywny APF**
- **Interfejs OZE**

Zastosowanie technologii niezależnego sterowania mocą w każdej z faz:

- **Pozwala na symetryzację napięć fazowych**
- **Indywidualną kompensację wybranych faz**
- **Transfer energii pomiędzy fazami**
- **Powoduje pulsację prądu w obwodzie szyny DC**

Zastosowanie technologii kompensacji pulsacji szyn DC

- **Wydłuża żywotność magazynu energii**
- **Obniża temperaturę pracy magazynu podczas asymetrycznej pracy stacji**
- **Umożliwia zastosowanie technologii niezależnego sterowania mocą indywidualnie dla każdej z faz**

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ



dr inż. Dariusz Zieliński
email: d.zielinski@pollub.pl

Katedra Napędów i Maszy
Elektrycznych

Zakład Przetwarzania i Magazynowania
Energii Odnawialnej