



Politechnika Lubelska  
Wydział Elektrotechniki i Informatyki



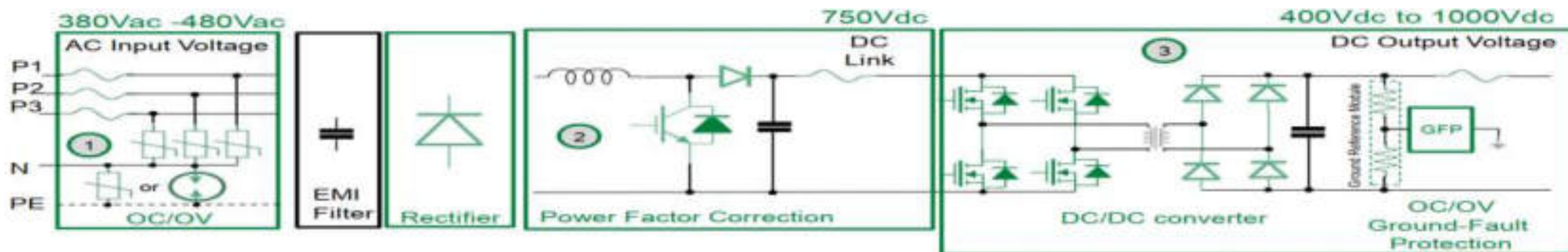
## Hybrydyzacja układów ładowania i transferu energii (część 2)

dr inż. Dariusz Zieliński

Komitet Elektrotechniki PAN, Sekcja Energoelektroniki i Napędu Elektrycznego

Lublin, 17.02.2021r.

## 1.3 Stacja ładowania pojazdów EV – podstawowa struktura



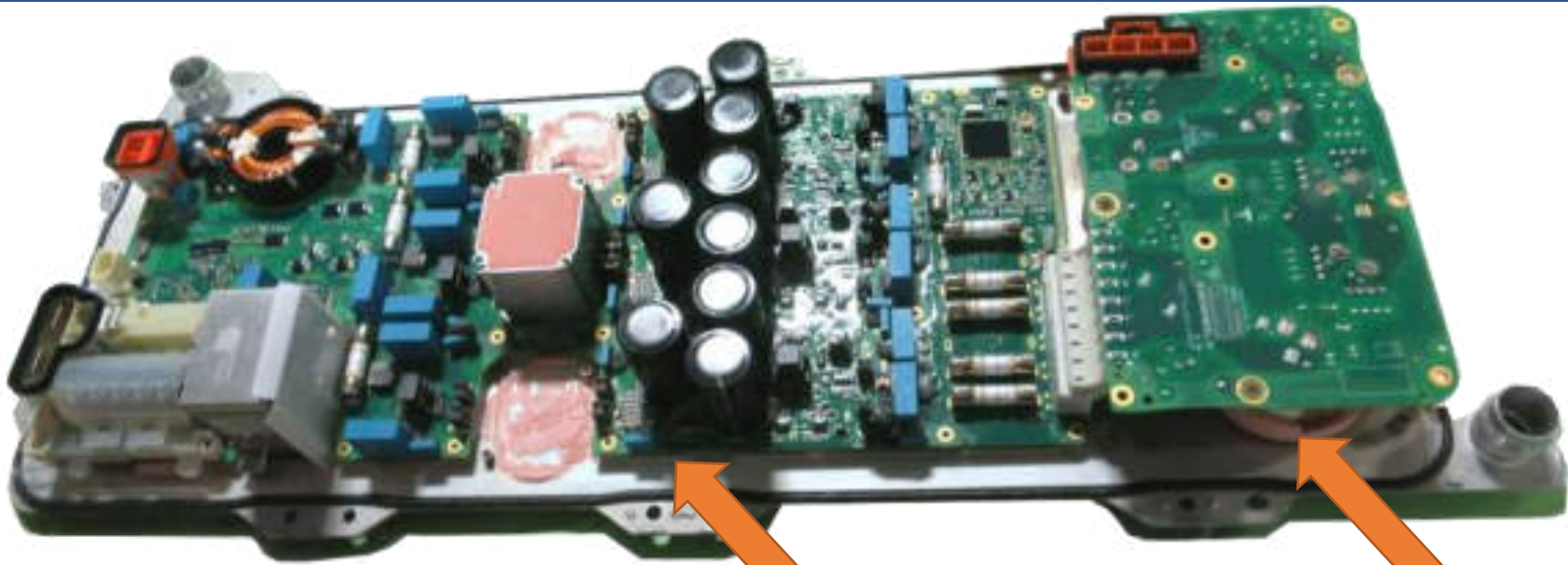
Fundusze Europejskie  
Inteligentny Rozwój



Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego



# 1.3 Moduł transferu energii w rozwiązaniu TESLA z funkcją (V2G) ? – modele EV: 3 & Y

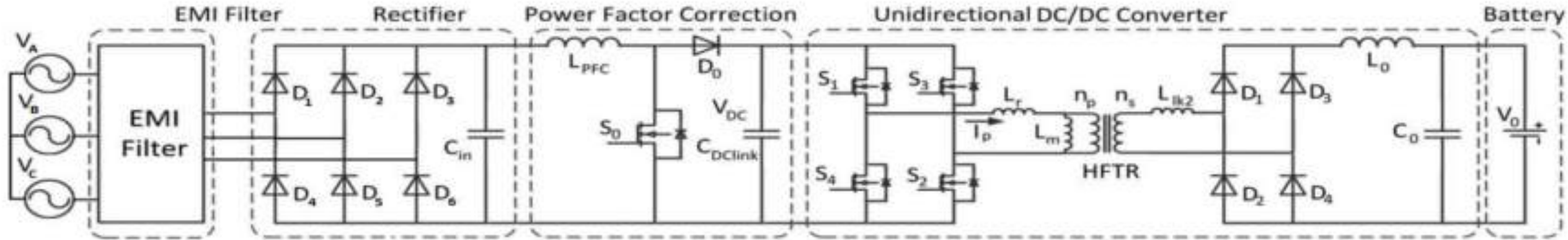


Filtr wejściowy LCL

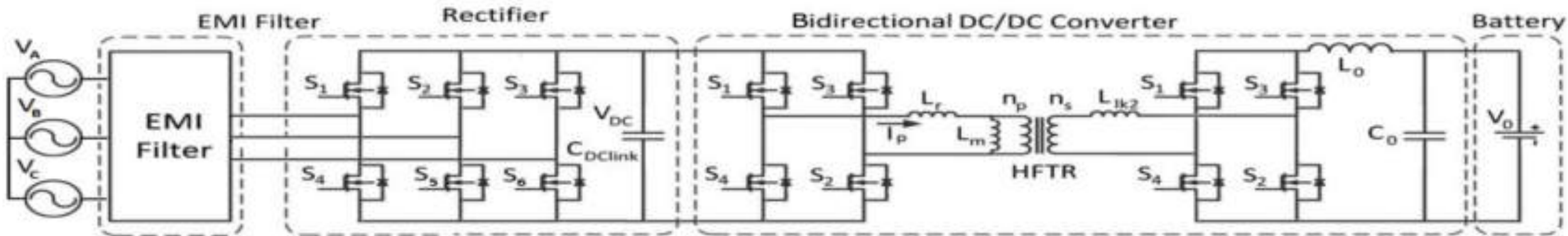
3x Transformator separujący równoległa przetwornica LLC



# Stacja ładowania a stacja transferu energii pojazdów EV



Jednokierunkowa stacja ładowania pojazdów – prostownik sześćo-pulsowy, układ korekcji współczynnika mocy, falownik jednofazowy średniej częstotliwości, prostownik diodowy



Dwukierunkowa stacja transferu energii – prostownik/falownik trójfazowy, przetwornica izolowana DC/DC w układzie podwójnego mostka aktywnego (PLUGinEV)

# 1.3 Wybór transformatorów dla stacji PLUGinEV



Transformator 1  
10 kVA, 80 kg 50 Hz

Transformator 2  
36 kVA 6 kg 60 000 Hz

Transformator 3  
25 kVA 2,5 kg 100 000 Hz



Fundusze Europejskie  
Inteligentny Rozwój



Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego

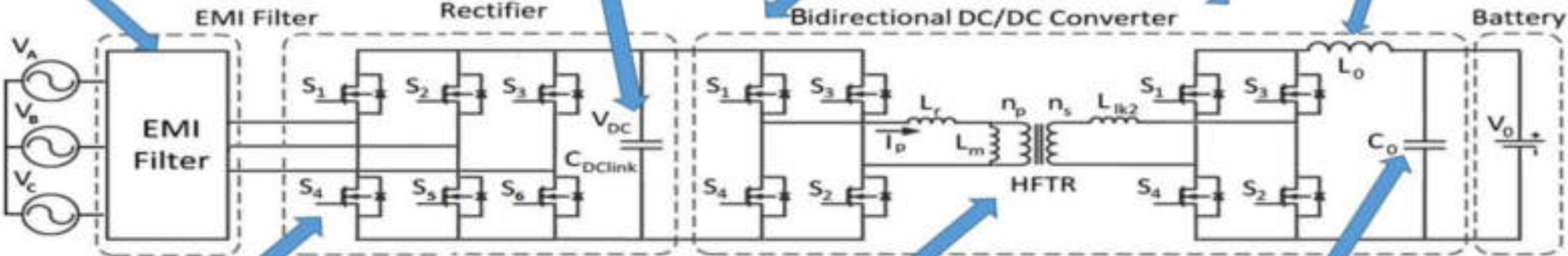


# 1.3 Dobór elementów dla układu transferu energii PLUGinEV

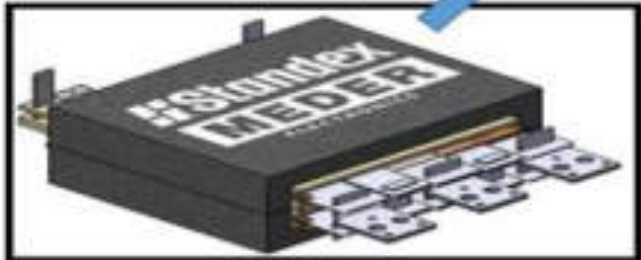
LCL – 0.47mH + 0.07mH

4x 750uF – 900V

SiC MOSFET - 100A – 1200V



Si IGBT - 200A – 1200V



100 kHz - 25 kW - n: 1.2:1



2x 85uF – 900V

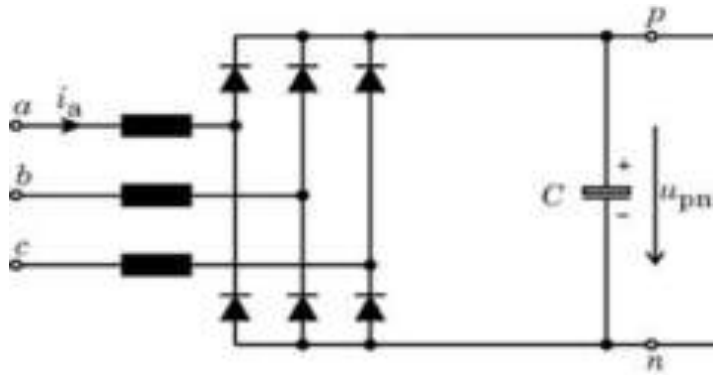


Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego

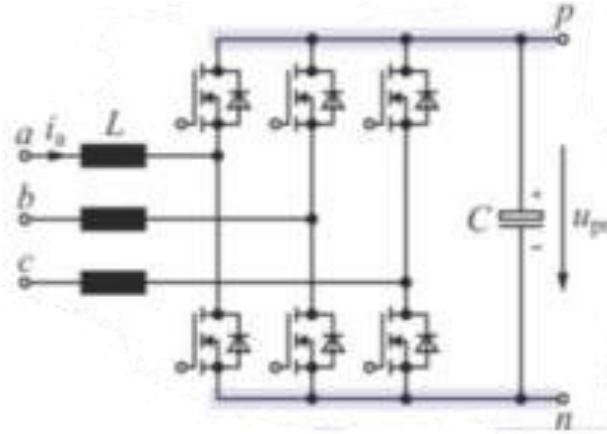


# 1.3 Przykłady konstrukcji przekształtników AC/DC (Aspekt jakości energii)

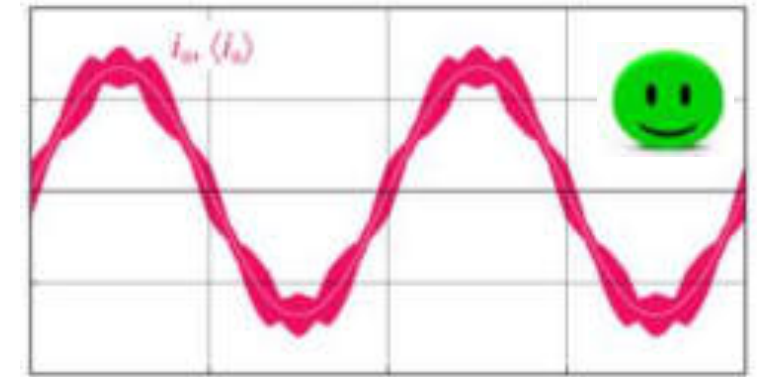
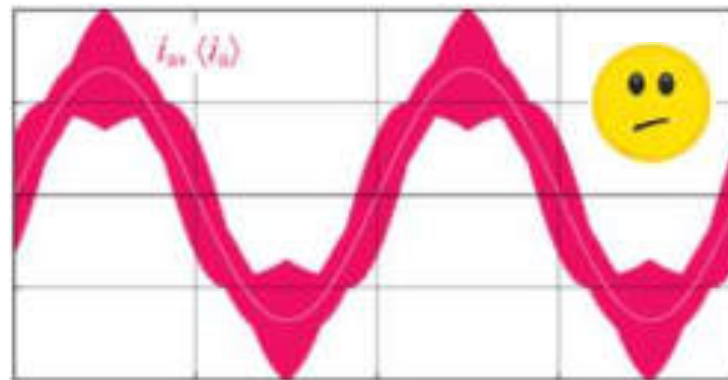
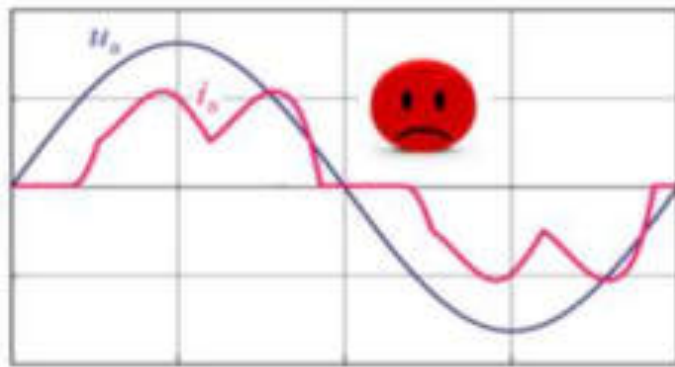
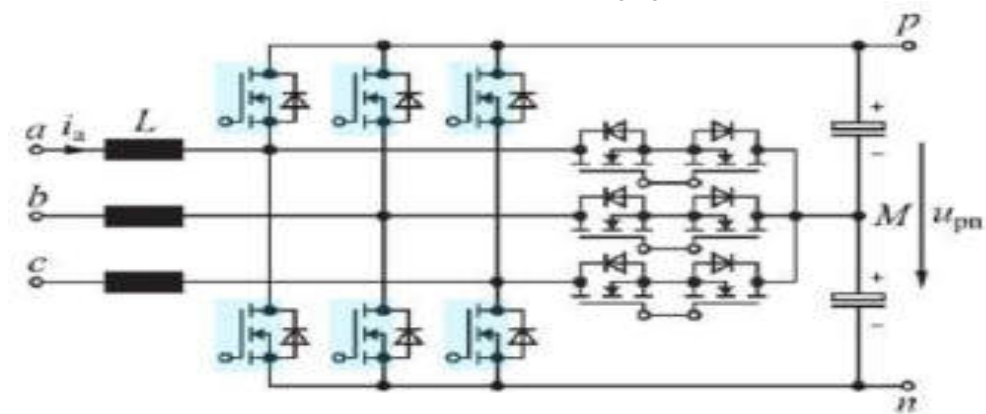
Standardowy prostownik diodowy  
(6D)



Prostownik aktywny  
(6T)

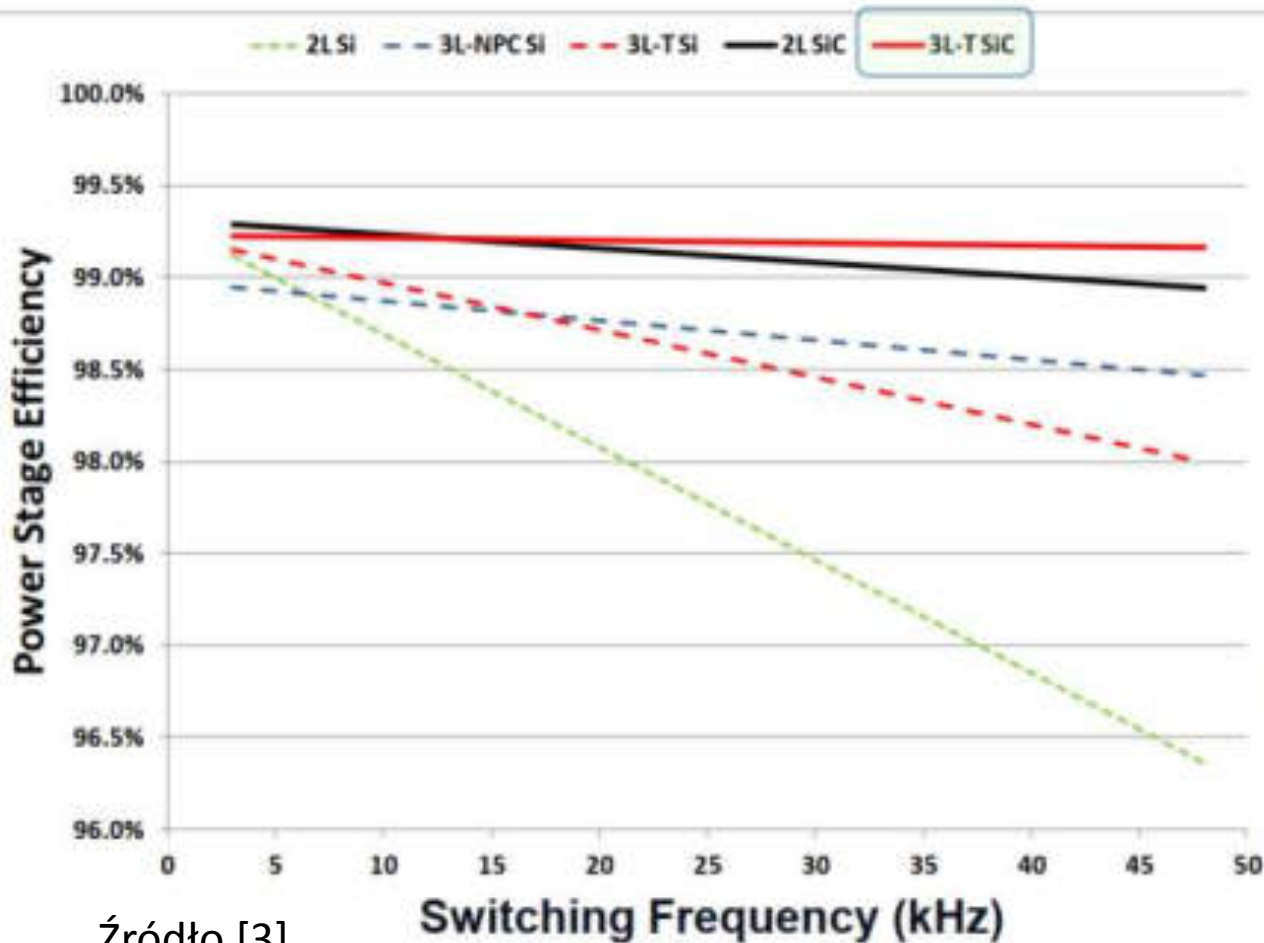


Prostownik aktywny trójpoziomowy w układzie (T)

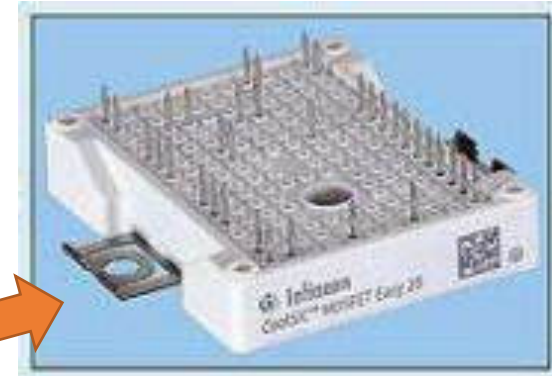
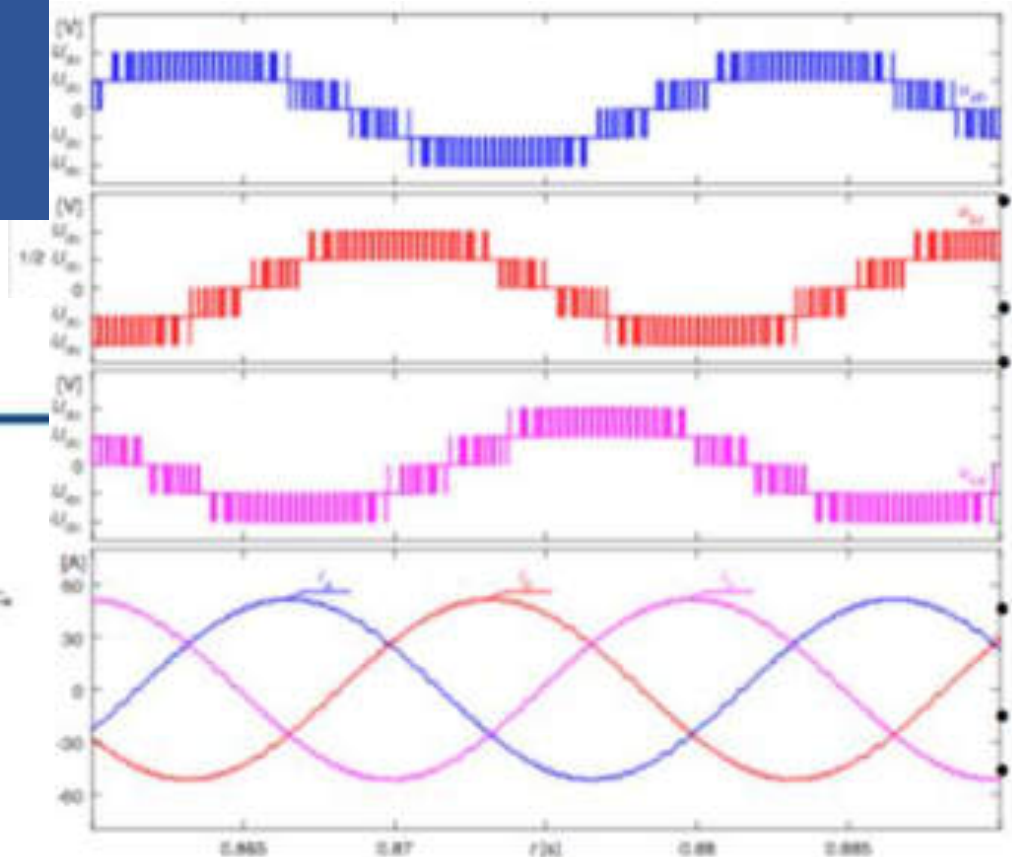
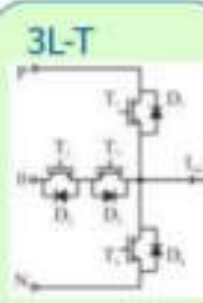
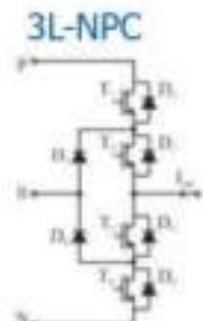
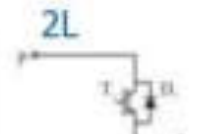


# 1.3 Przewagi topologii 3T

## 3LT-Type Inverter Chosen for High Frequency Efficiency

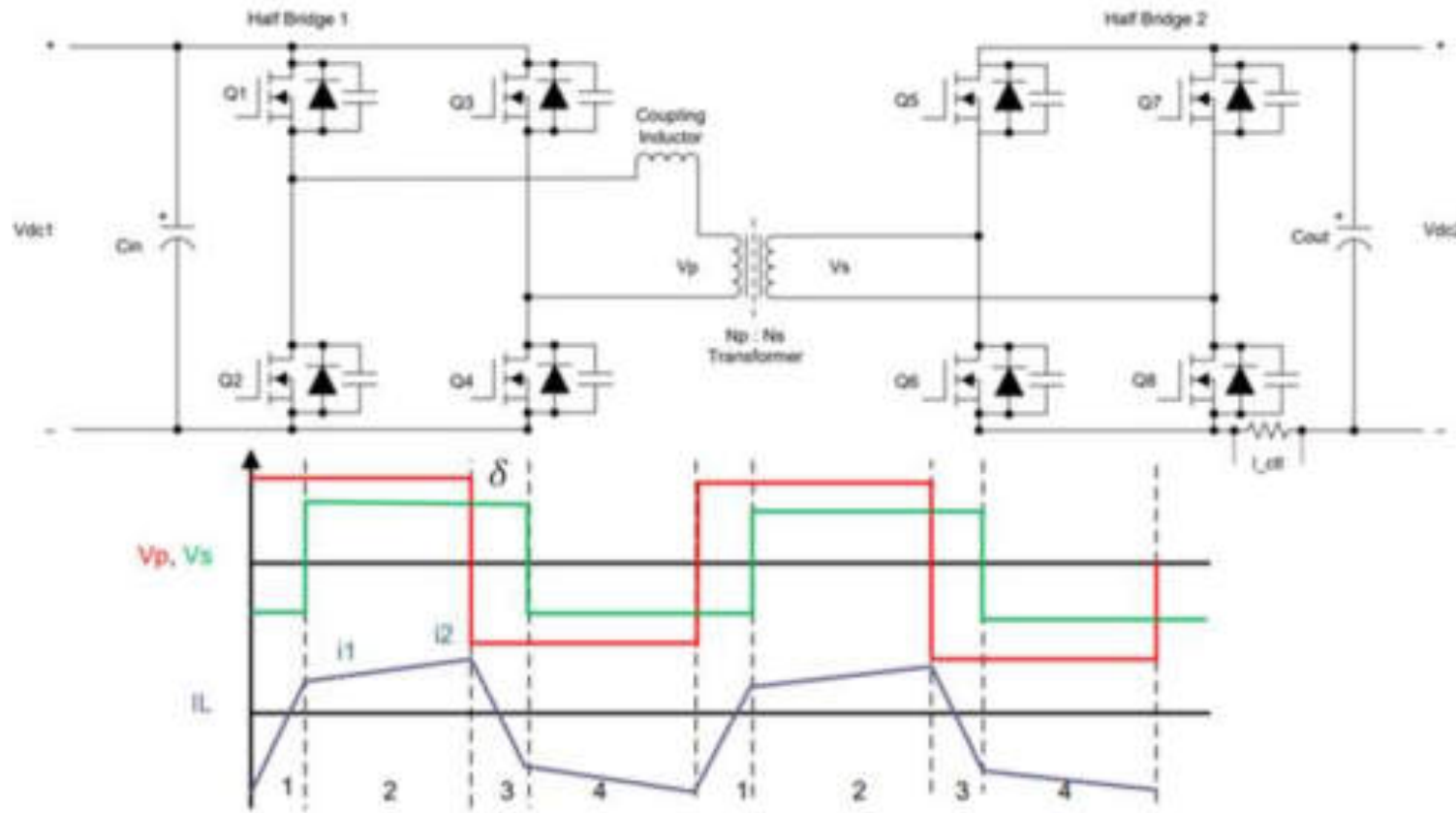
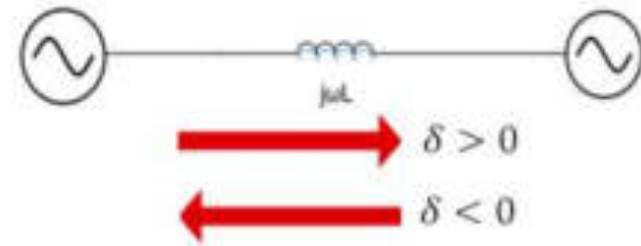


Źródło [3]





# 1.4 DC/DC - Podwójny mostek aktywny (DAB)



$$P_{out} = \frac{V_1 V_1 \sin(\delta)}{\omega L}$$

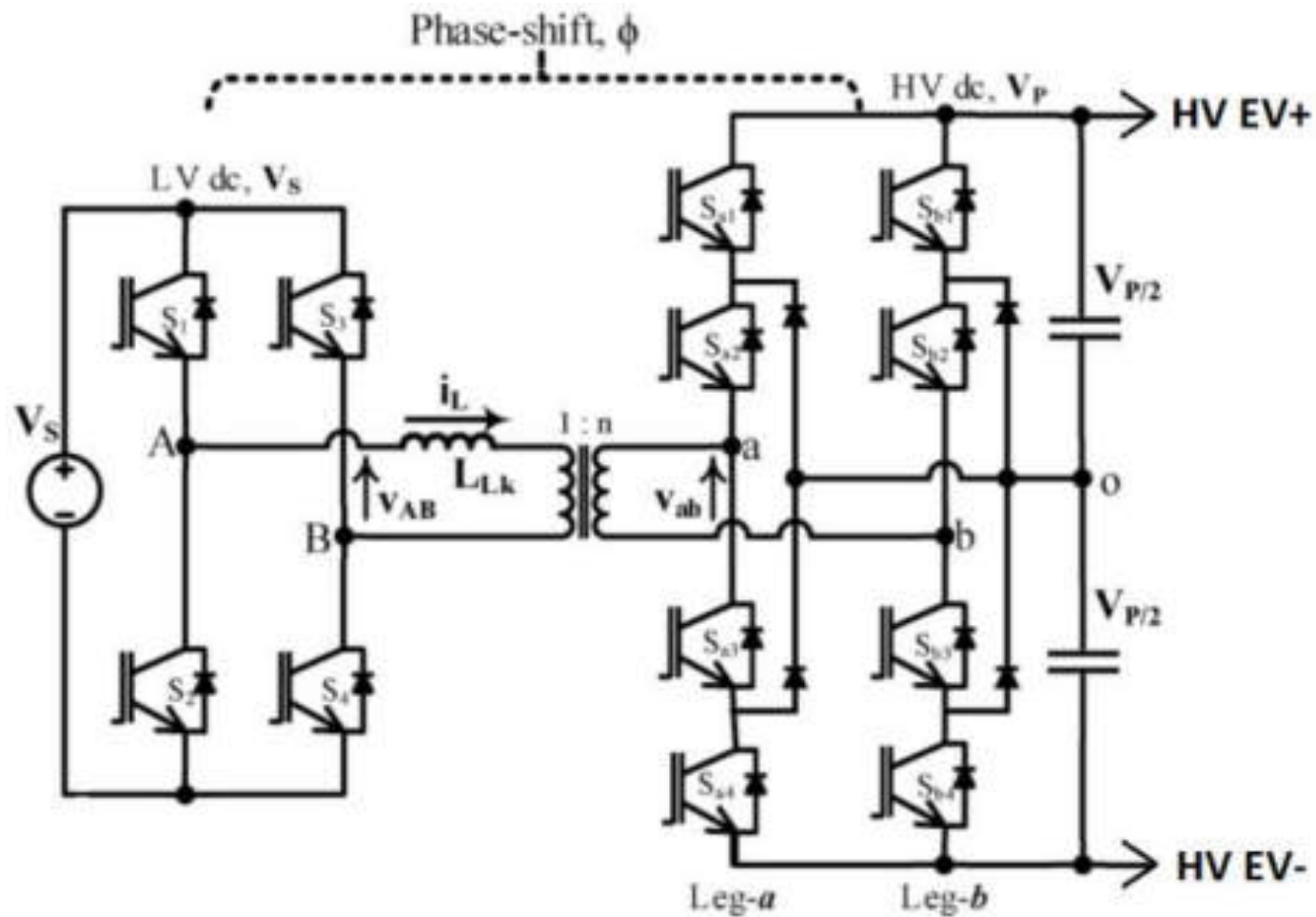
$$P_{out} = \frac{n V_1 V_2 \delta \left(1 - \frac{\delta}{\pi}\right)}{2\pi^2 f_s L}$$

$$\delta = \frac{\pi}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{8f_s L P_{out}}{n V_1 V_2}}\right)$$

$$I_{P,rms} = \sqrt{i_1^2 + i_2^2 + i_1 i_2 \frac{1 - 2\frac{\delta}{\pi}}{3}}$$

$$I_{S,rms} = \frac{N_p}{N_s} I_{P,rms}$$

# 1.4 DC/DC - Podwójny mostek aktywny (DAB – HV)



## Porsche Taycan

Ładowanie: 270 kW – 800 VDC  
 Pojemność: 93,4 kWh (398 cel)  
 198 – cel połączonych szeregowo  
 Maksymalne napięcie pakietu: **835V**  
 63Ah 3.6 V akumulator **LG 325134115**  
 80% SoC (state of charge) - 22.5 min.



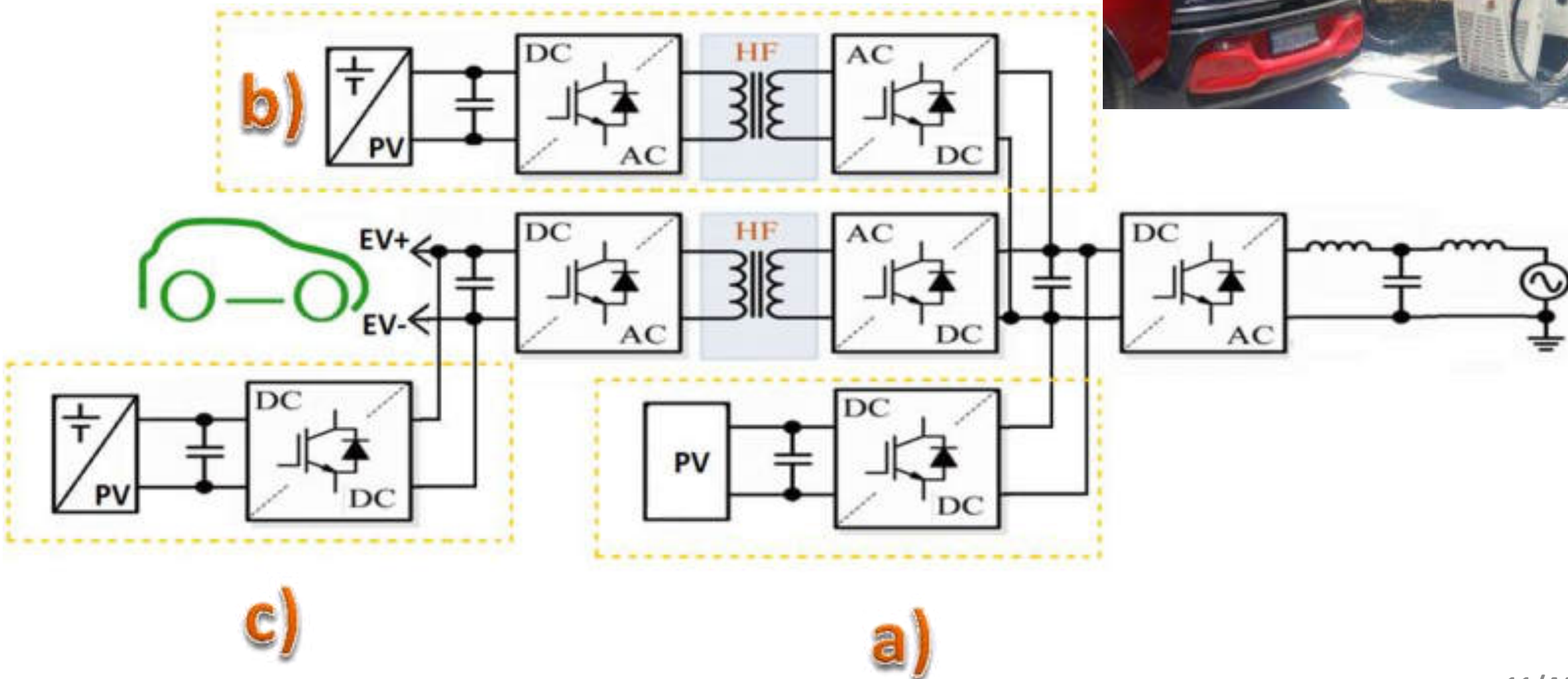
$$403V * 680A = 270kW$$



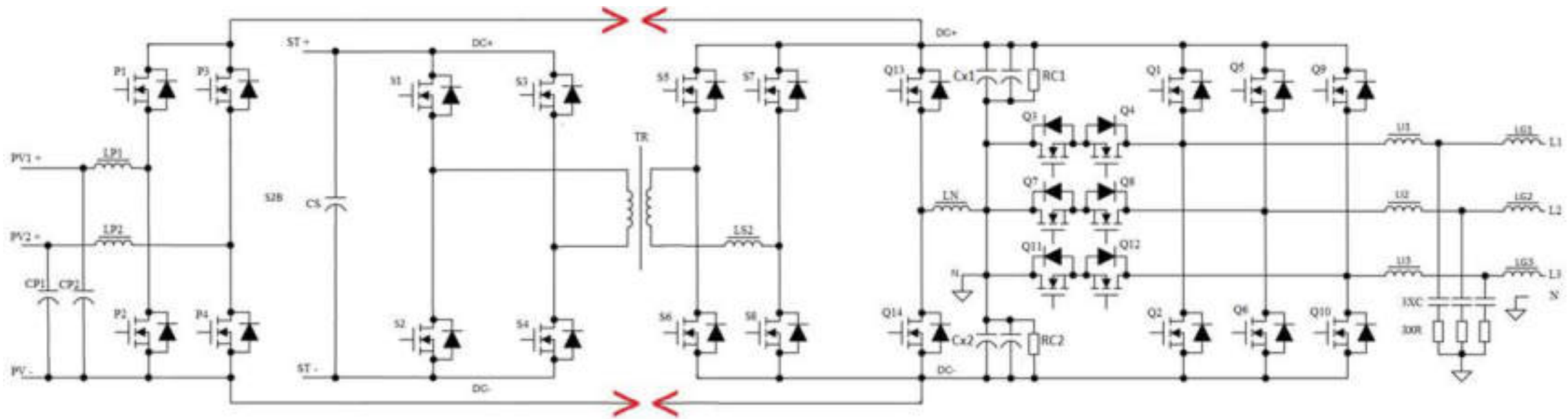
Max. power

$$1500V \times 600A = 900kW$$

## 2.1 Metody hybrydyzacji stacji EV



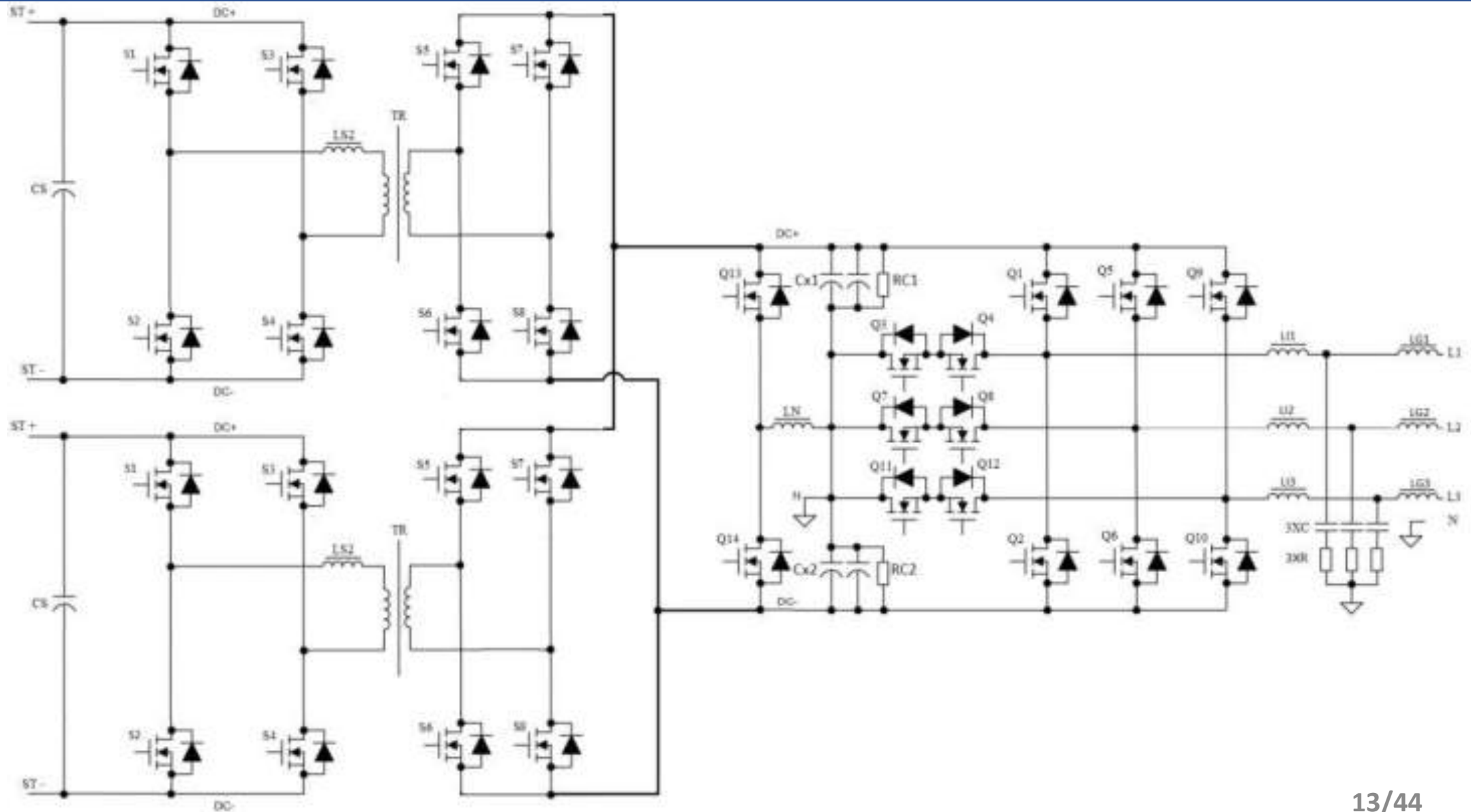
## 2.1 Topologia hybrydowej stacji transferu energii z dodatkowym nieizolowanym modułem DC/DC



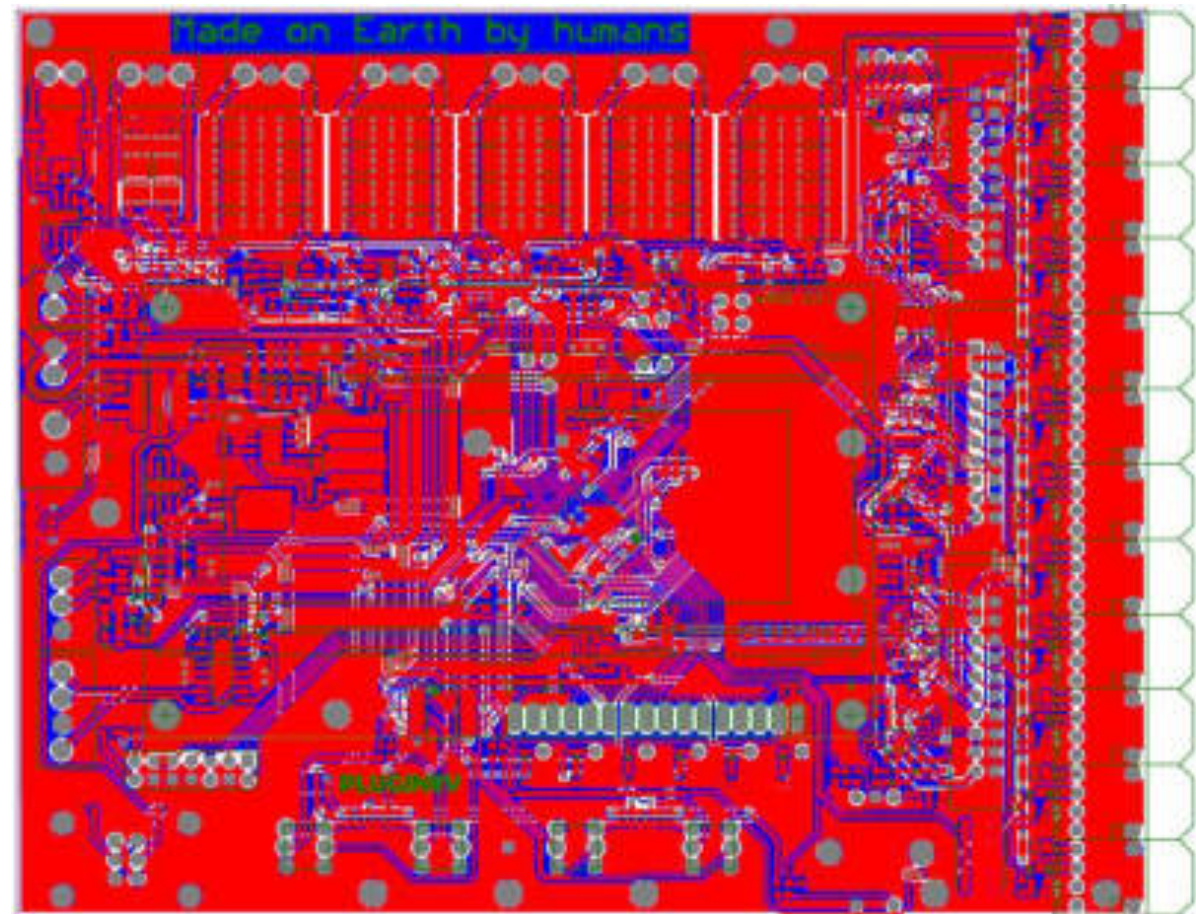
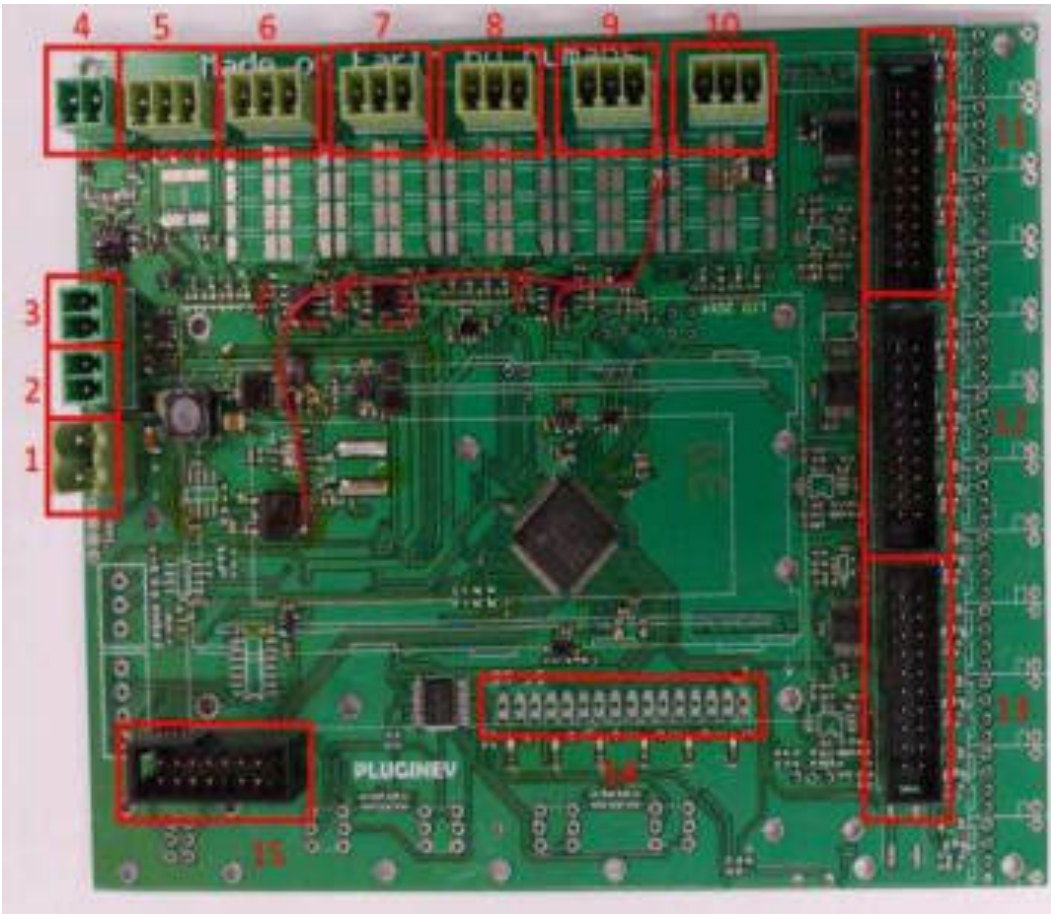
Nieizolowany przekształtnik  
DC/DC

3-fazowy, 4- przewodowy  
przekształtnik AC/DC

## 2.2 Topologia hybrydowej stacji transferu energii z dodatkowym izolowanym modułem DC/DC



## 2.2 Sterowniki układów przekształtnikowych – moduł dwukierunkowego transferu energii 25kW

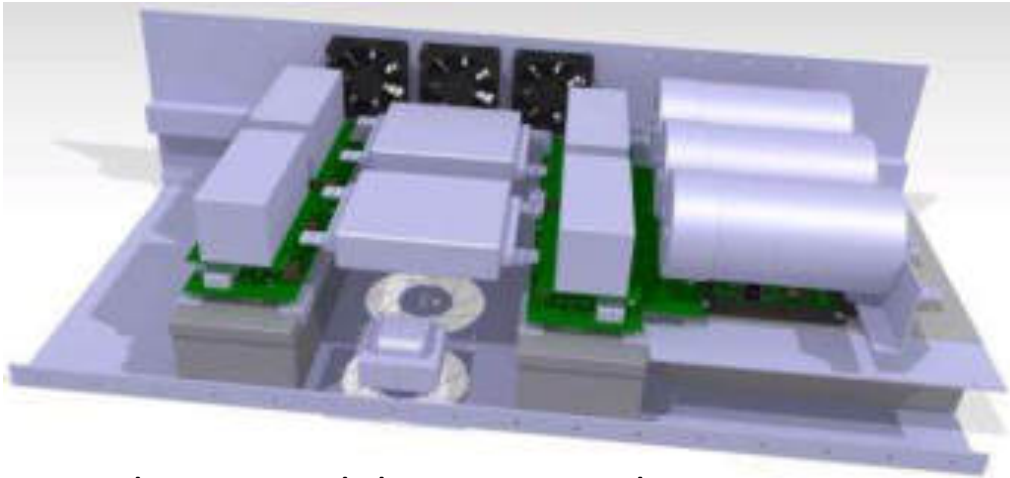


**Specyfikacja techniczna  
sterownika przekształtników:  
AC/DC + DC/DC:**

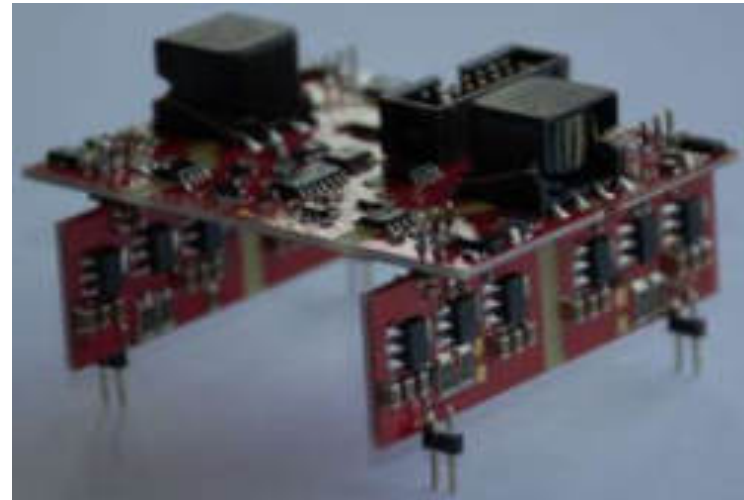
- TMS320F28035
- 32-Bit CPUs
- 1 x 60 MHz

- 12 Moduły PWM
- Komunikacja: CAN, SPI,
- 2 warstw PCB
- Izolacja elektryczna 2,5 kV

## 2.2 Moduł dwukierunkowej stacji 25kW



Wizualizacja modułu mocy 2x25kW



Sterownik mostków H - SiC



Sterownik tranzystorów IGBT



Moduł mocy 2xH - SiC