

Doświadczenia aplikacyjne napędów dużych mocy

Adam Pozowski



Zakres doświadczeń

Układy regulowane AC/AC w zakresie mocy 200 - 4000 kW

Układy regulowane AC/DC w zakresie mocy 100 – 2000 kW

Napięcia znamionowe 400-6000 V

Przemienniki z napięciowym obwodem pośredniczącym

Układy regulacyjne DC



Podstawowe problemy aplikacyjne

Odporność na zakłócenia pochodzące od sieci zasilającej

Odporność na narażenia środowiskowe

Wzajemne dopasowanie silnika i przemiennika

Zakłócanie sieci zasilającej

Odporność na obniżenie napięcia

- zakresy typowe (do -15%)
- zakresy zaostrzone (do -30%)
- zakresy specjalne (do -60%)

Odporność na przepięcia

- stosowanie zabezpieczeń półprzewodnikowych
- układy z izolowanym pkt. zerowym

Odporność na krótkotrwałe przerwy w napięciu

- wymagania branżowe

Odporność na zakłócenia pochodzące od sieci zasilającej

SIEMENS



Protection notice / Copyright notice
NWE/INDUSTRY/IA&DT

Odporność na zanieczyszczenia stałe atmosfery

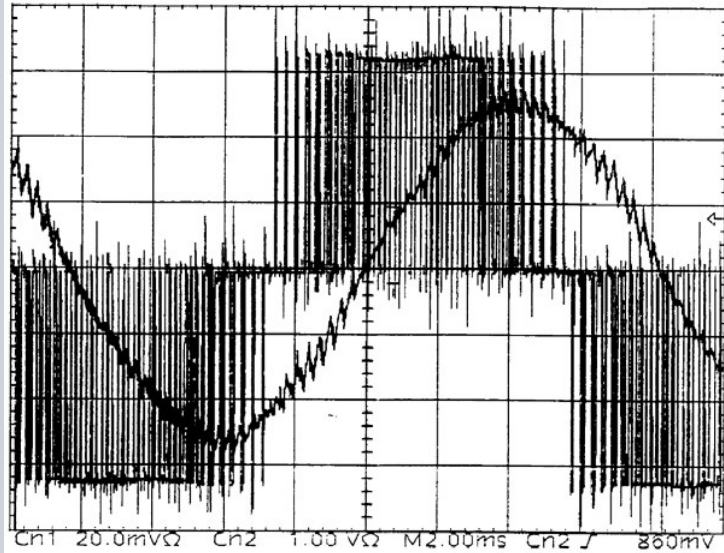
- wykonania IP54 z chłodzeniem powietrznym
- wykonania IP54 z chłodzeniem wodnym



Odporność na wysoką wilgotność oraz środowisko agresywne

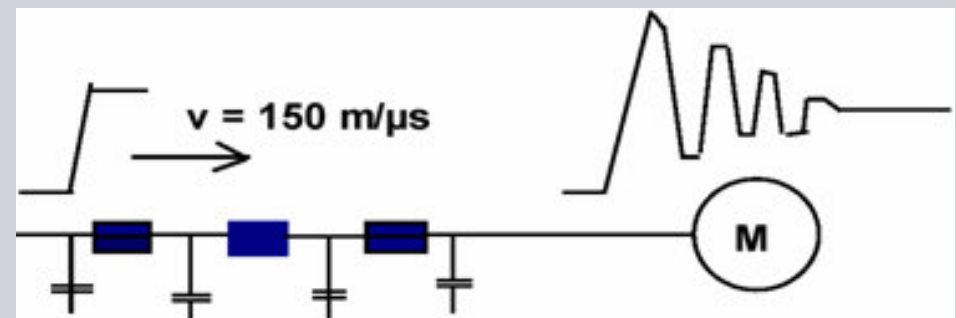
- wykonania IP56 z chłodzeniem wodnym oraz grzaniem antykondensacyjnym
- wykonania w szafach ze specjalnym pokryciem antykorozyjnym (Al/Zn)

Parametry napięciowe – współczynnik odbicia



**Parametry przy modulacji
PWM bez filtra
wyjściowego**

**Napięcie na zaciskach
silnika**



Napięcie na zaciskach silnika

$U_{DC} = 1,35 \times U_{wej}$ dla prostownika niesterowanego

$U_{DC} = 1.5 \times U_{wej}$ dla prostownika aktywnego

$U_{siln} = k_r \times U_{DC}$

$k_r = 1.7$ dla $P_n > 800 \text{ kW}$ do 2 dla $P_n < 315 \text{ kW}$

Napięcie na zaciskach silnika

Napięcie sieci [V]	Napięcie U_{DC} [V]	Napięcie U_{LL} dla $kr=1.7$ [V]	Napięcie U_{LL} dla $kr=2$ [V]
400	540	920	1080
500	675	1150	1350
690	930	1580	1860

Wartości napięć na silniku dla prostownika niesterowanego

Napięcie sieci [V]	Napięcie U_{DC} [V]	Napięcie U_{LL} dla $kr=1.7$ [V]	Napięcie U_{LL} dla $kr=2$ [V]
400	600	1020	1200
500	750	1270	1500
690	1035	1760	2070

Wartości napięć na silniku dla prostownika aktywnego

Układy napięciowe silników

Silniki normowe (do 200 kW)

$$U_{LL} = 1350V ; U_{LE} = 1050 \text{ du/dt} = 1200- 2000 \text{ V/}\mu\text{s}$$



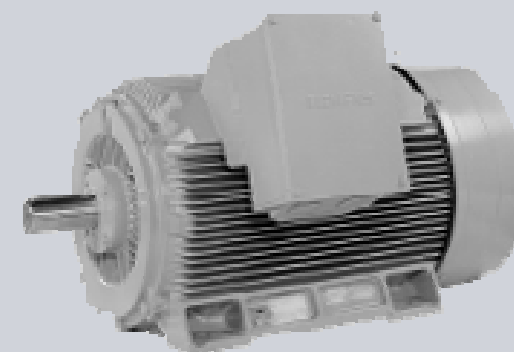
Silniki pozanormowe (>200 kW)

Wykonanie izolacji standard

$$U_{LL} = 1350V ; U_{LE} = 1050 \text{ du/dt} = 1200- 2000 \text{ V/}\mu\text{s}$$

Wykonanie izolacji wzmocnionej

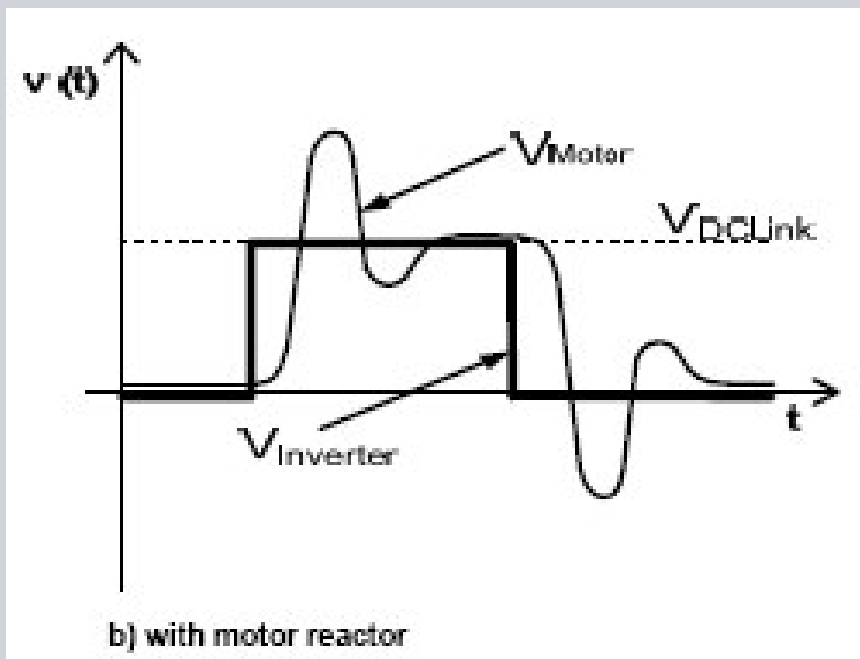
$$U_{LL} = 2200V ; U_{LE} = 1500 \text{ du/dt} = 6000-10000 \text{ V/}\mu\text{s}$$



Dławik du/dt

Stosowany dla :

- ograniczenia prądów pojemnościowych
- ograniczenia du/dt (w zależności od długości kabla silnikowego)

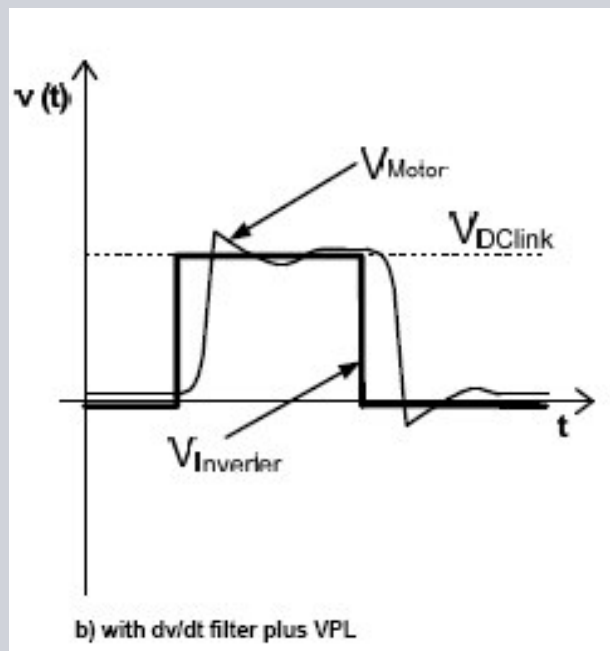


Protection notice / Copyright notice
NWE/INDUSTRY/IA&DT

Dławik du/dt + VPL (Voltage Peak Limitation)

Stosowany dla :

- ograniczenia prądów pojemnościowych
- ograniczenia du/dt do $500\text{V}/\mu\text{s}$ i U_{LL} do $U_{\text{sieci}} \times 1.7$
- ograniczenia prądów łóżyskowych

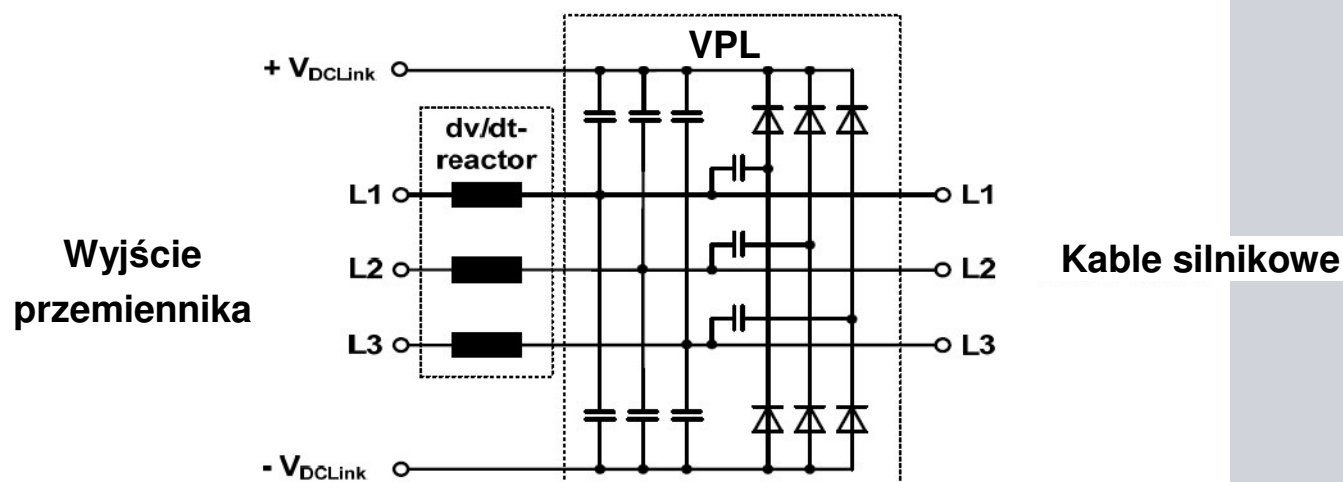


Protection notice / Copyright notice
NWE/INDUSTRY/IA&DT

Dławik du/dt + VPL (Voltage Peak Limitation)

Cechy aplikacyjne :

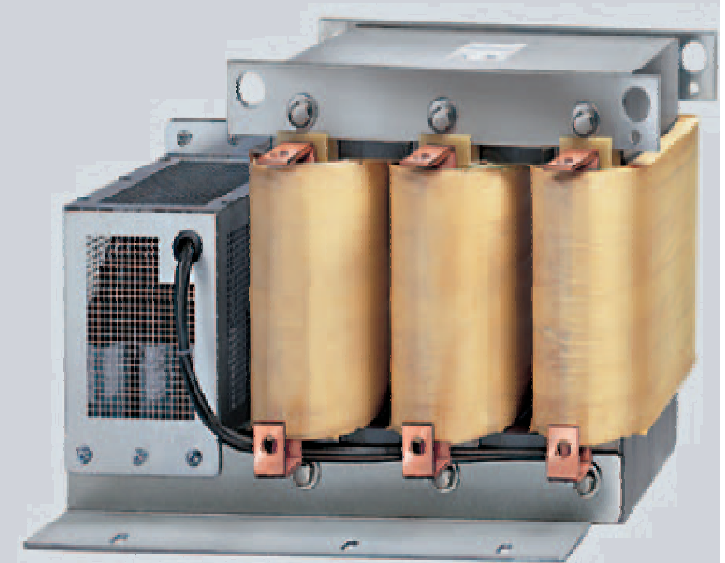
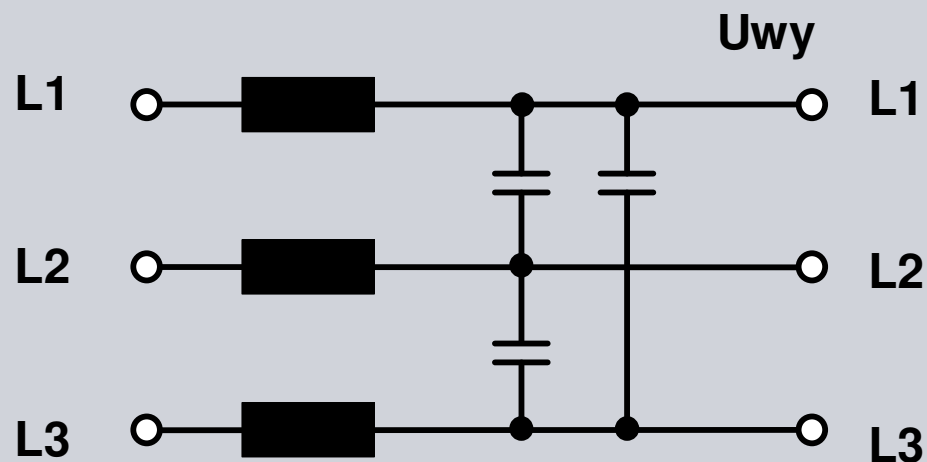
- dynamika napędu identyczna jak dla rozwiązania bez filtrów
- brak spadku napięcia na wyjściu przemiennika
- ograniczenie pików napięcia na silniku do poziomu bezpiecznego



Filtr sinusoidalny

Wpływ na silnik :

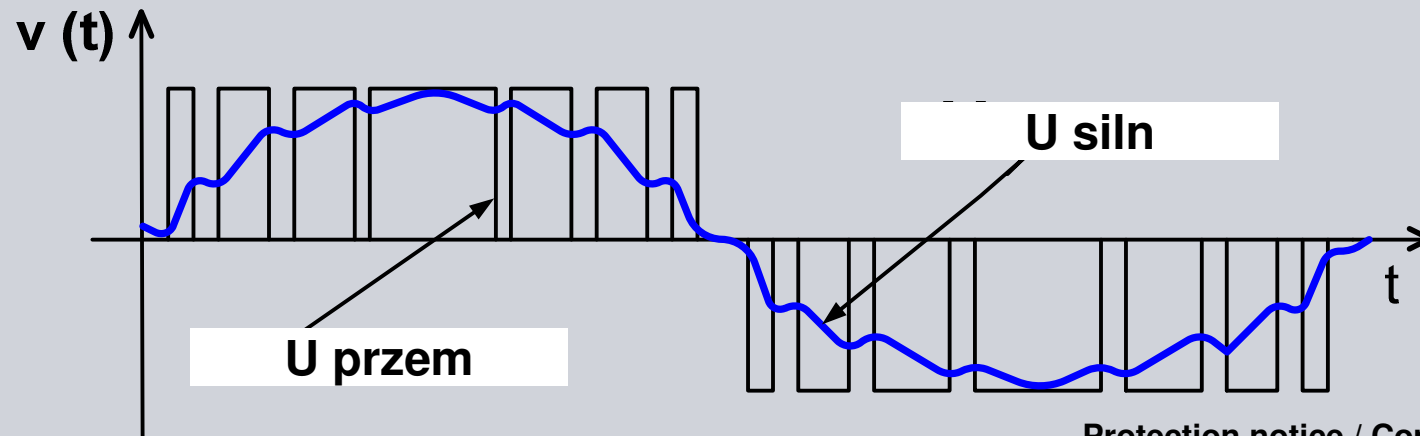
- eliminacja prądów łożyskowych
- zbliżenie napięcia na zaciskach silnika do sinusoidy



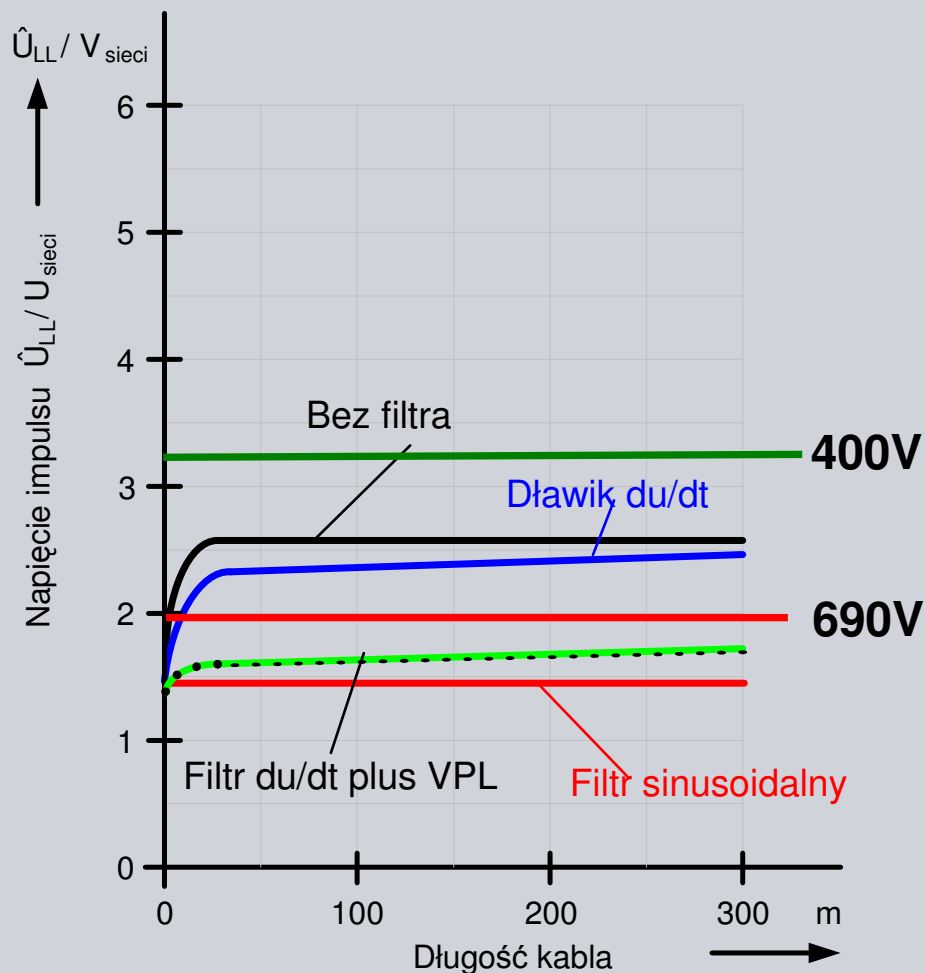
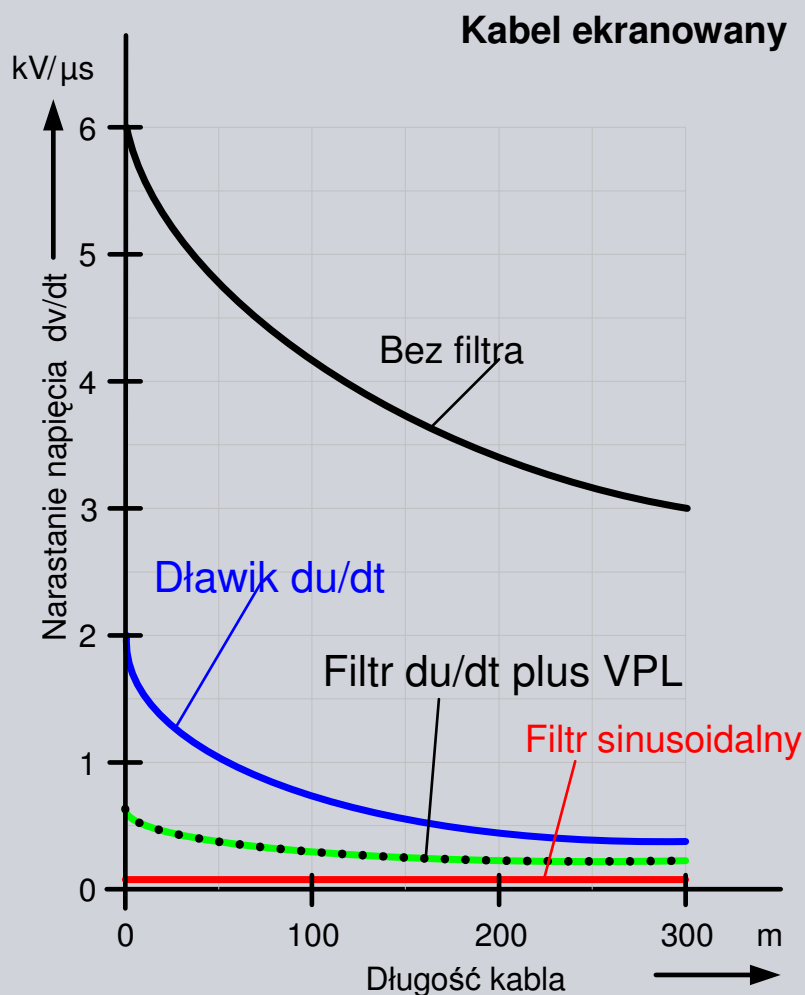
Filtr sinusoidalny

Cechy aplikacyjne :

- dedykowany głównie do napędów maszyn przepływowych przez znaczące ograniczenie dynamiki i zestrojenie filtra
- straty w przemienniku wyższe o około 15% (straty na filtrze)
- 12-15% spadek napięcia wyjściowego przemiennika
- duży gabaryt i ciężar filtra
- możliwość stosowania nieekranowanych kabli silnikowych



Porównanie parametrów rozwiązań filtrów



Rozwiązania prostowników 6 i 12-to pulsowe

Przyłącze sieci

Rozłącznik główny ¹⁾

Bezpieczniki ¹⁾

Stycznik sieciowy ¹⁾

Dławik sieciowy = $2\% V_k$
< 500 kW standard

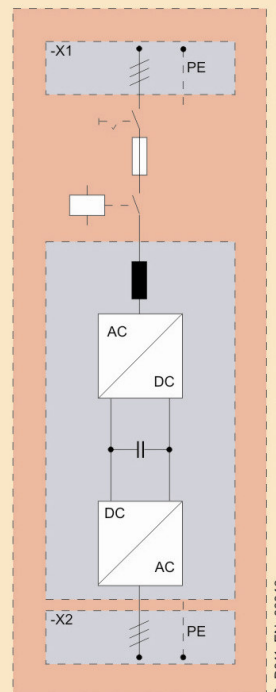
> 500 kW dostępny jako
opcja L23!

Prostownik

Obwód DC

Falownik

Przyłącze silnika



G_D011_EN_00016c

Przekształtnik w wersji A

Przekształtnik w wersji C

Opcje

1) Dla prądów wyjściowych > 800 A
stycznik sieciowy, bezpieczniki oraz rozłącznik
zastąpione są wyłącznikiem sieciowym.

Przyłącze sieci

Rozłącznik główny ¹⁾

Bezpieczniki ¹⁾

Stycznik sieciowy ¹⁾

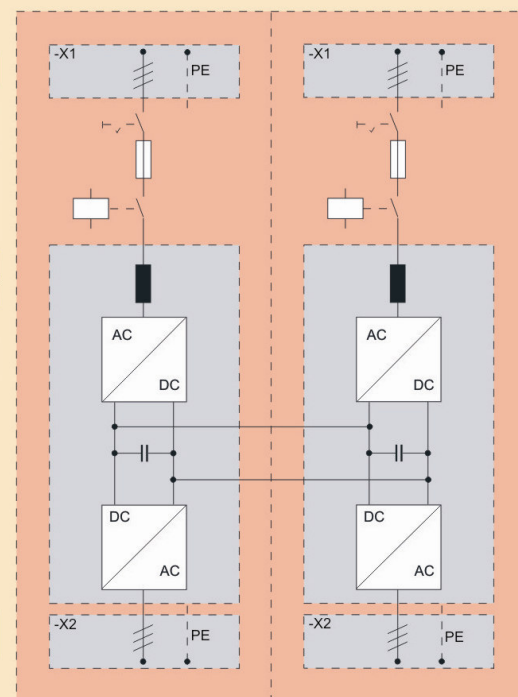
Dławik sieciowy = $2\% V_k$

Prostownik

Obwód DC

Falownik

Przyłącze silnika



G_D011_EN_00066a

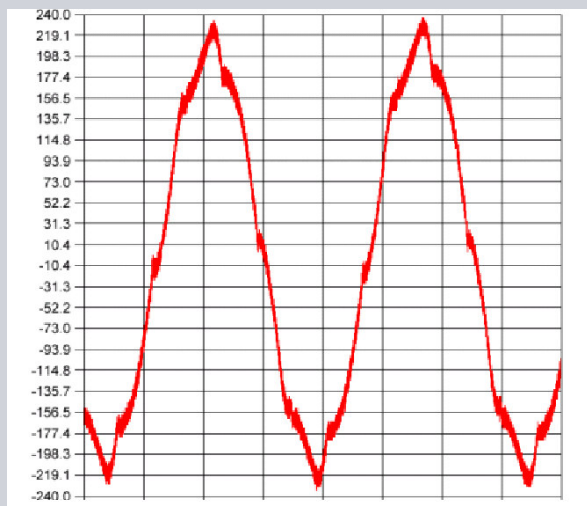
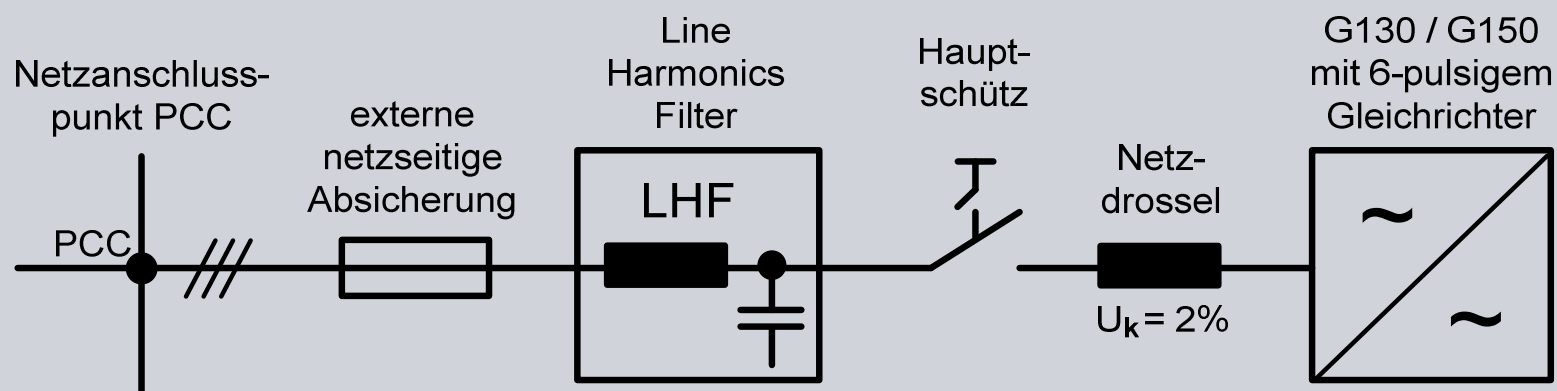
Przekształtnik w wersji A

Opcje

M
3 ~

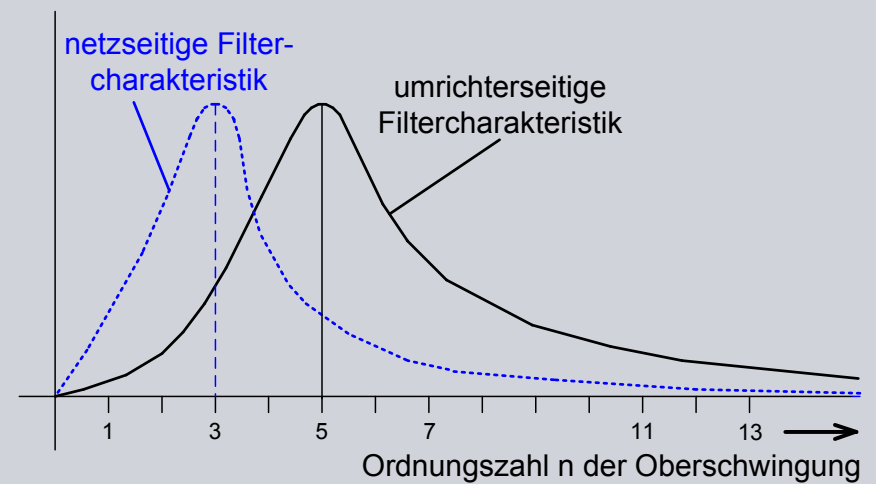
1) Dla prądów wyjściowych ≥ 1500 A stycznik sieciowy, bezpieczniki oraz
rozłącznik sieciowy zastąpione są wyłącznikiem sieciowym.

Rozwiązania prostowników

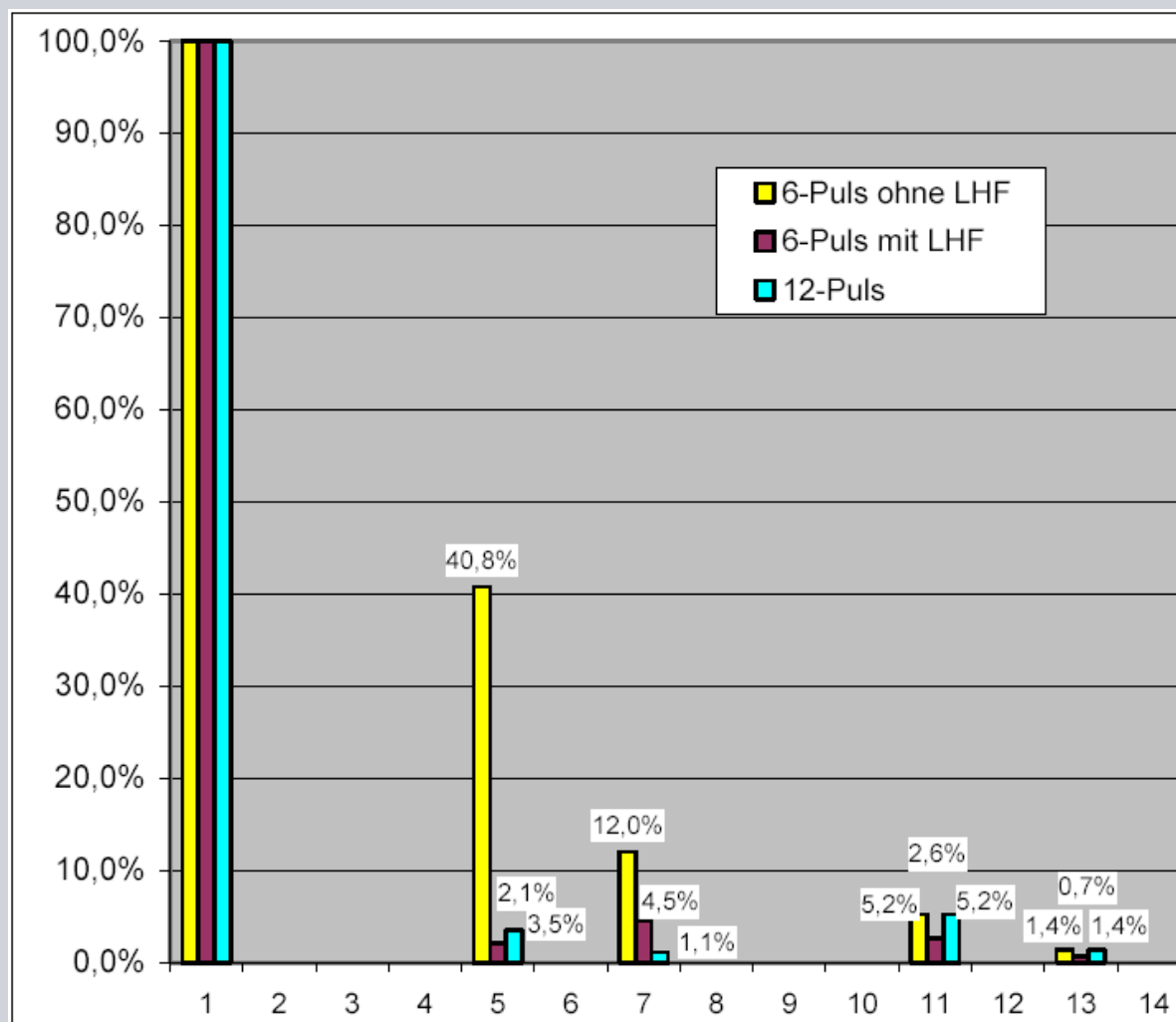


THDI dla Pn – około 4-8%

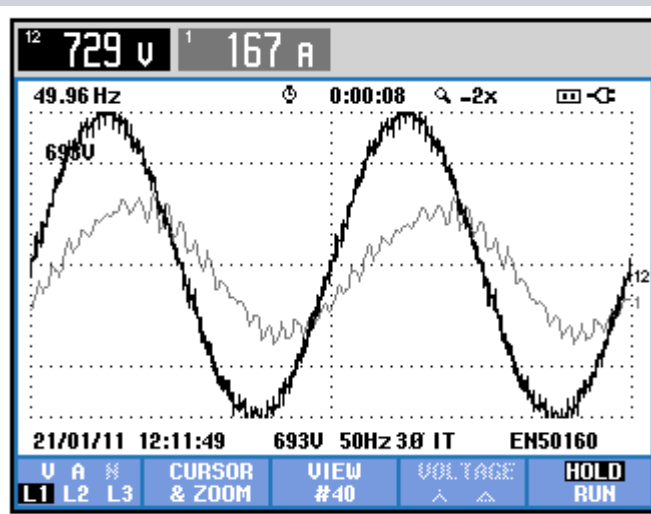
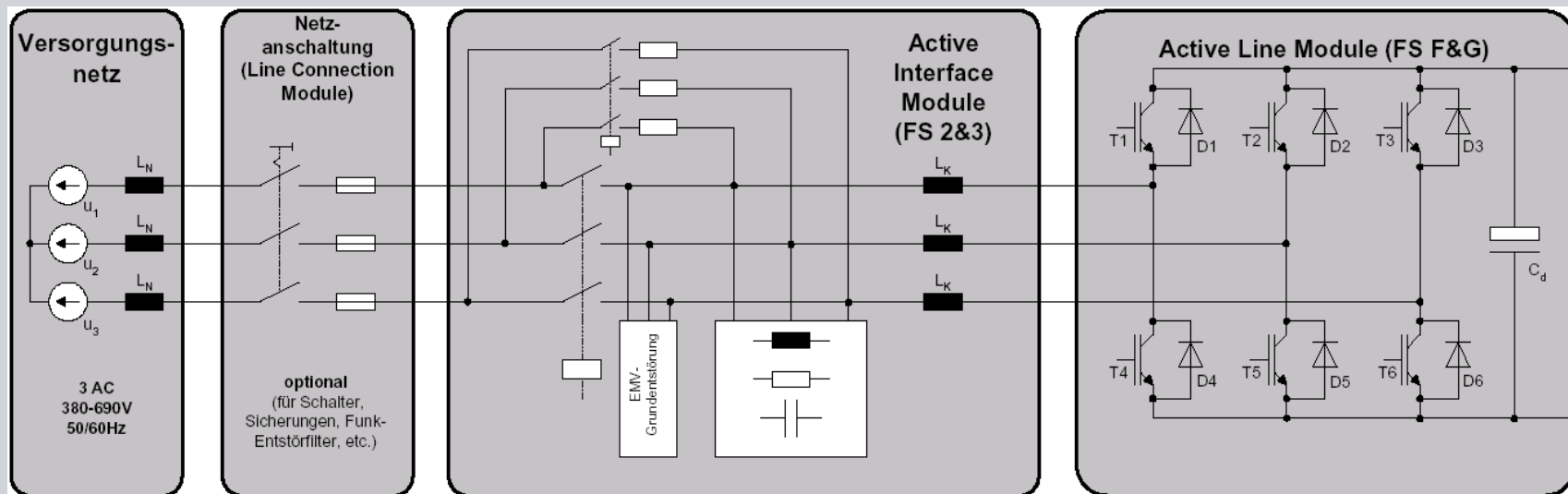
Sprawność 97.0%



Rozwiązania prostowników



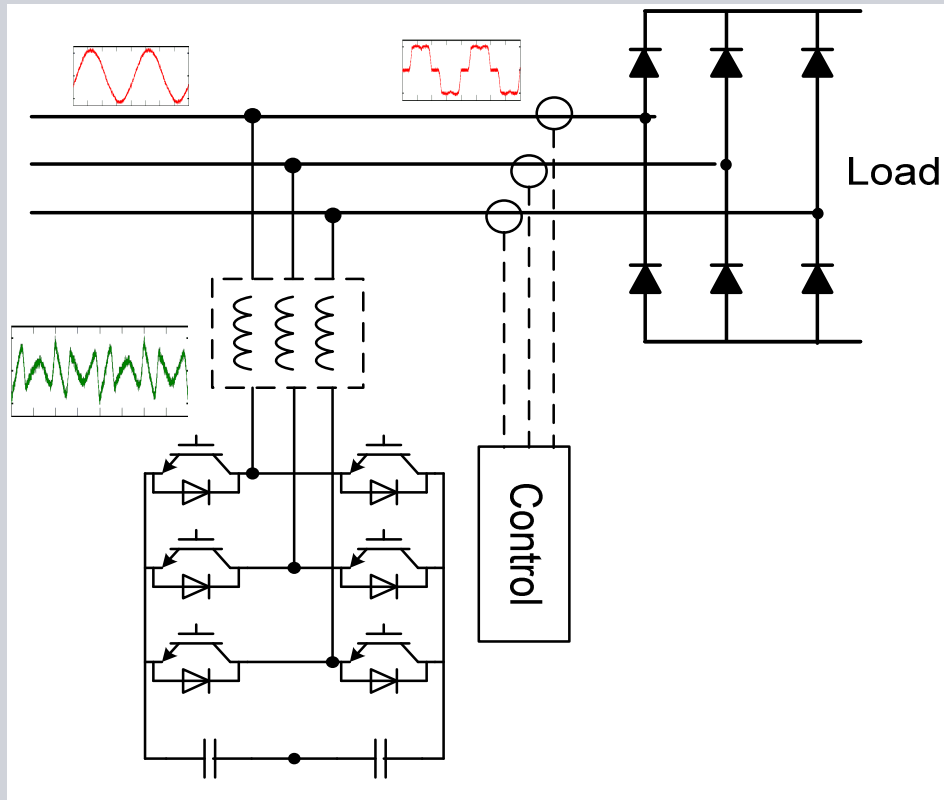
Rozwiązania prostowników



Poziom THDI przy ok. 100% P_n – ok.. 3%

Sprawność – około 96%

Rozwiązania prostowników

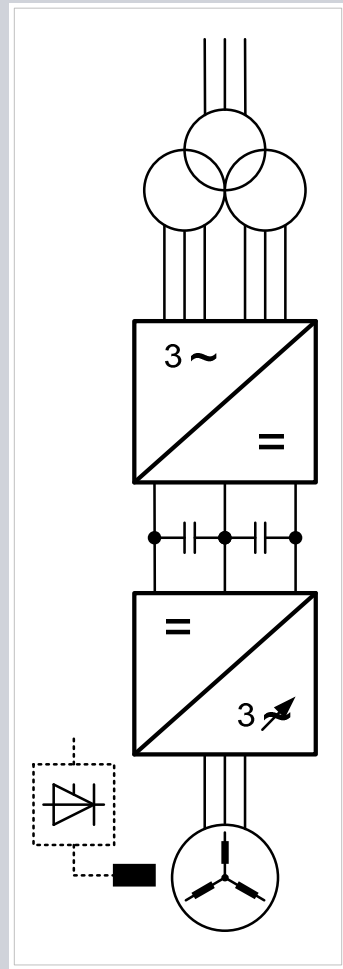


Poziom THDI przy ok. 100% P_n – ?

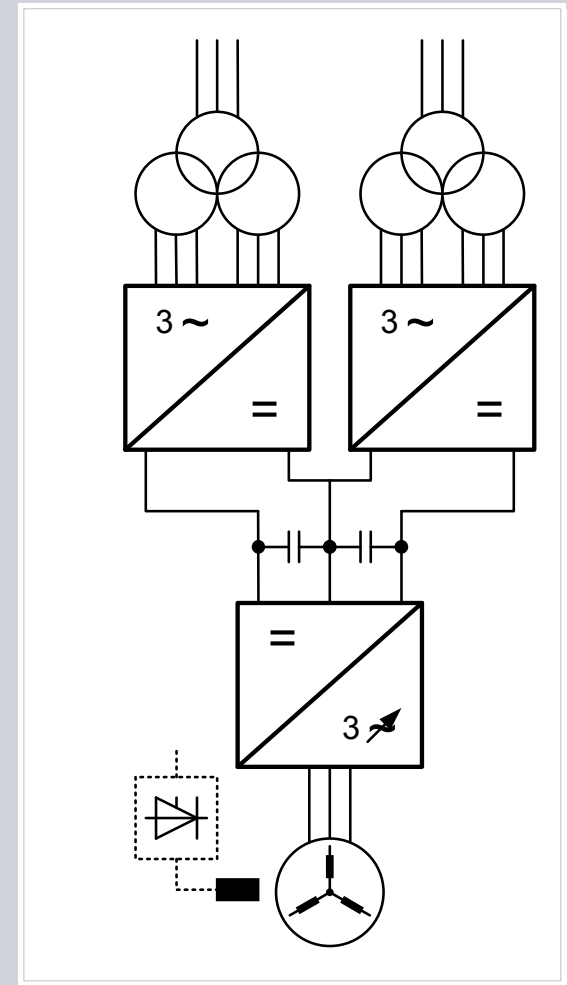
Sprawność – ?%

Rozwiązania prostowników SN

THDI dla
Pn ok. 7%



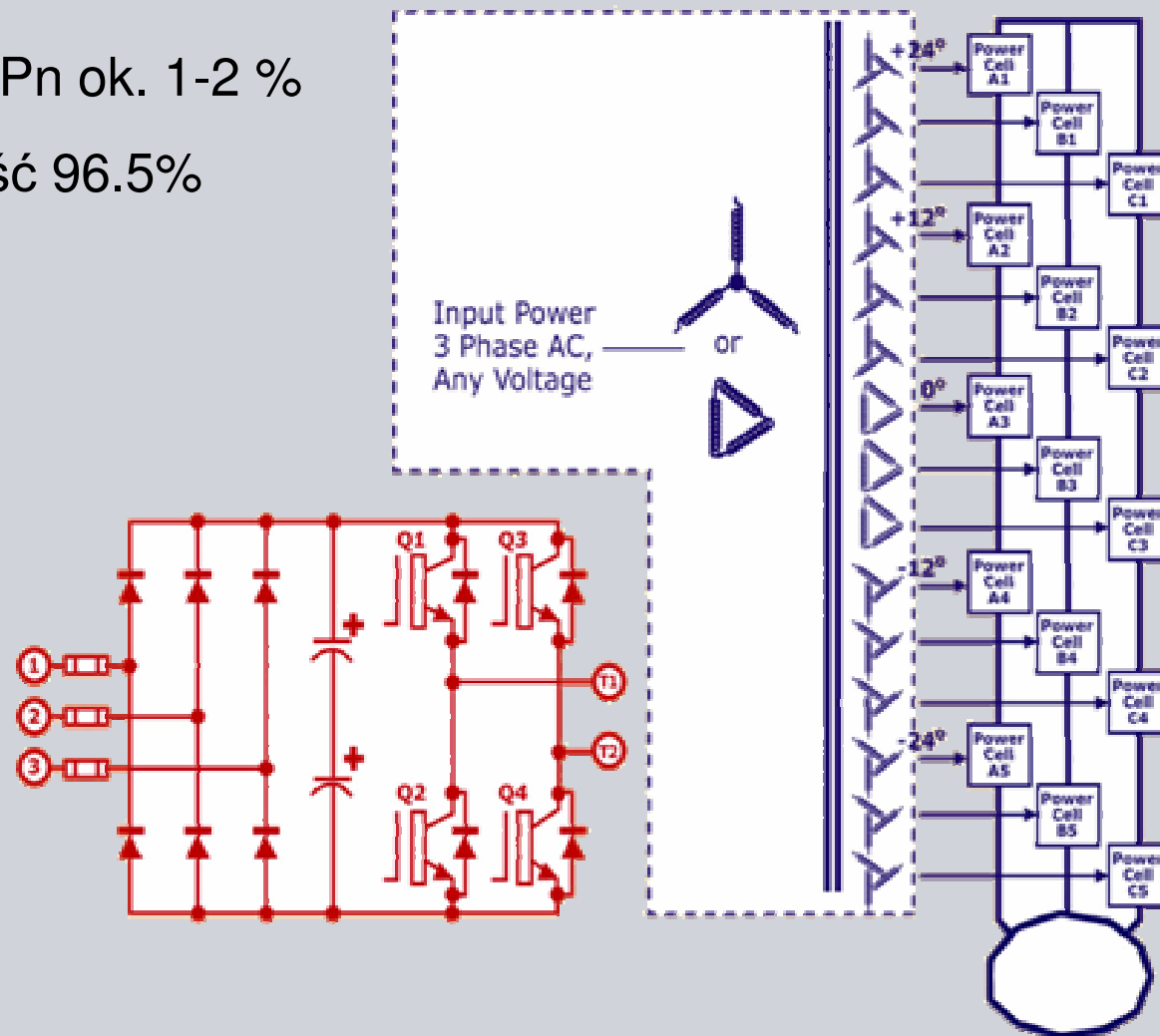
THDI dla Pn
ok. 4-5 %



Rozwiązania prostowników – SN

THDI dla P_n ok. 1-2 %

Sprawność 96.5%

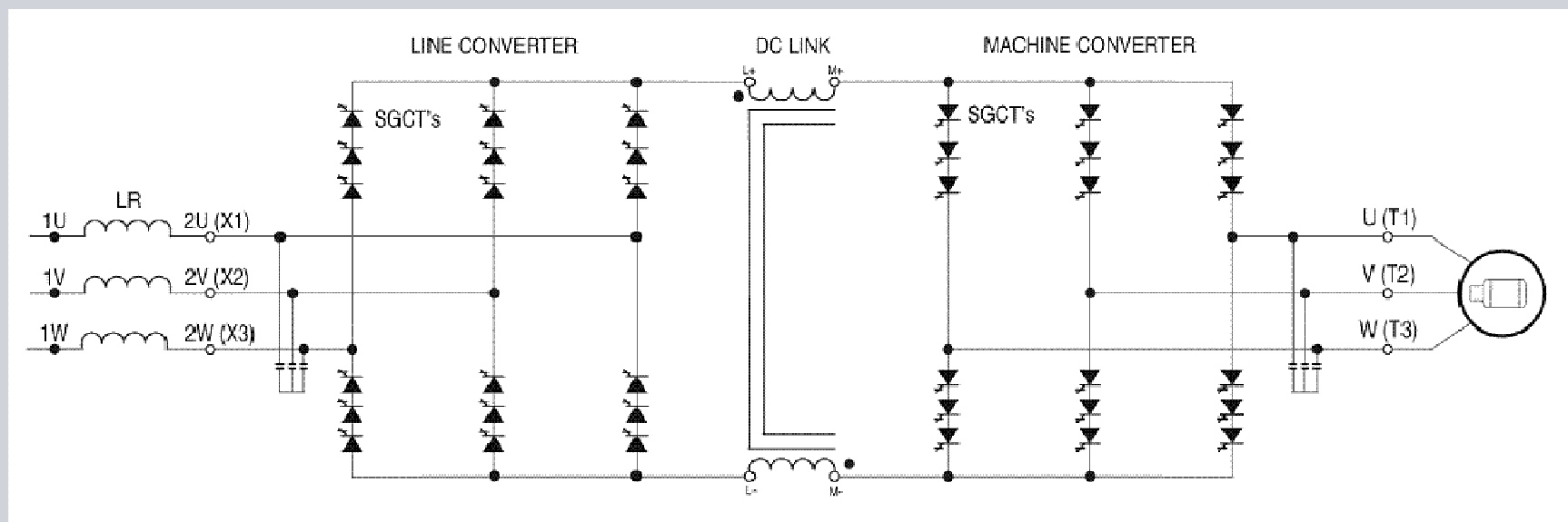


Protection notice / Copyright notice
NWE/INDUSTRY/IA&DT

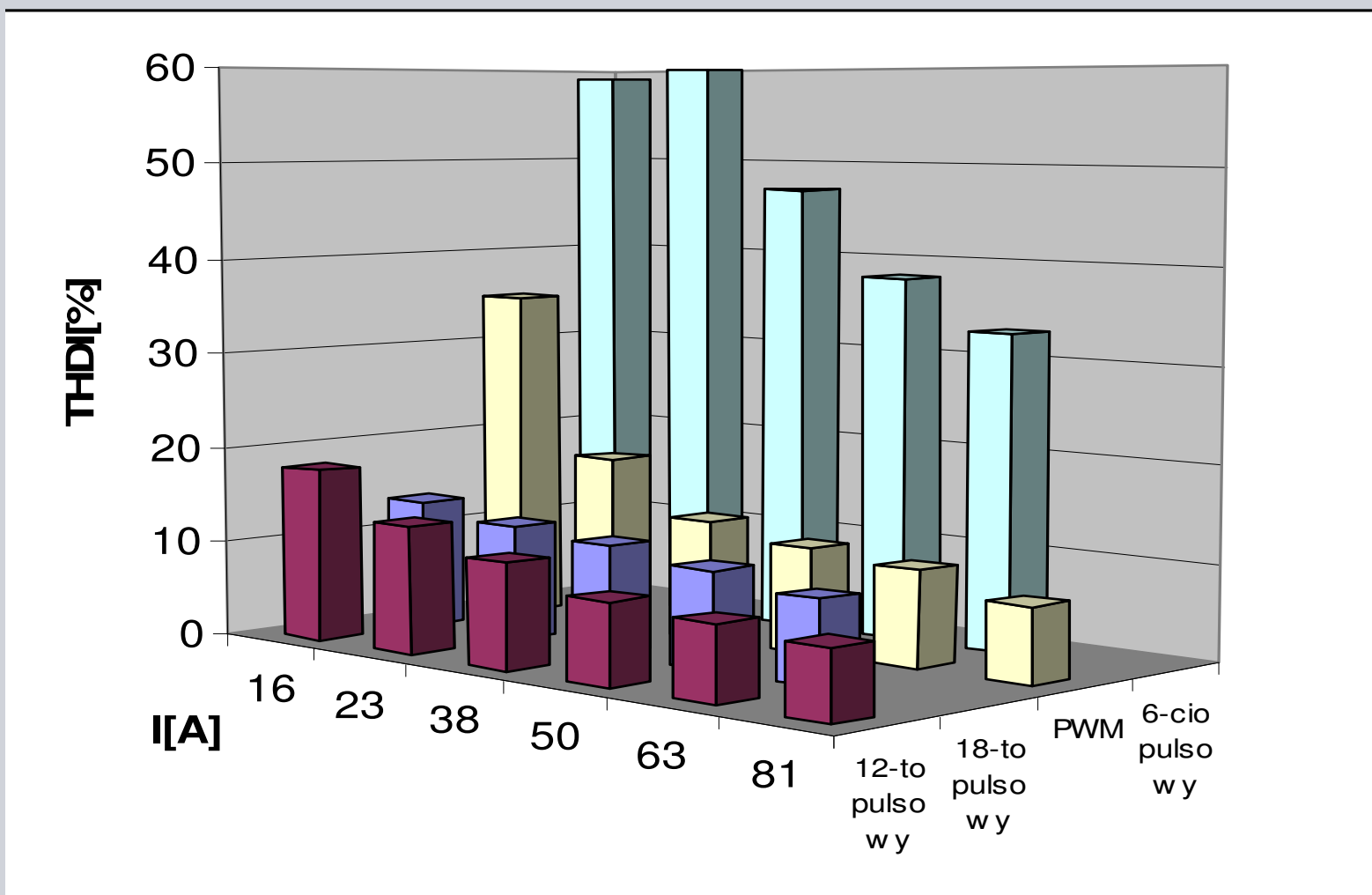
Rozwiązania prostowników – SN

THDI dla P_n ok. 8 %

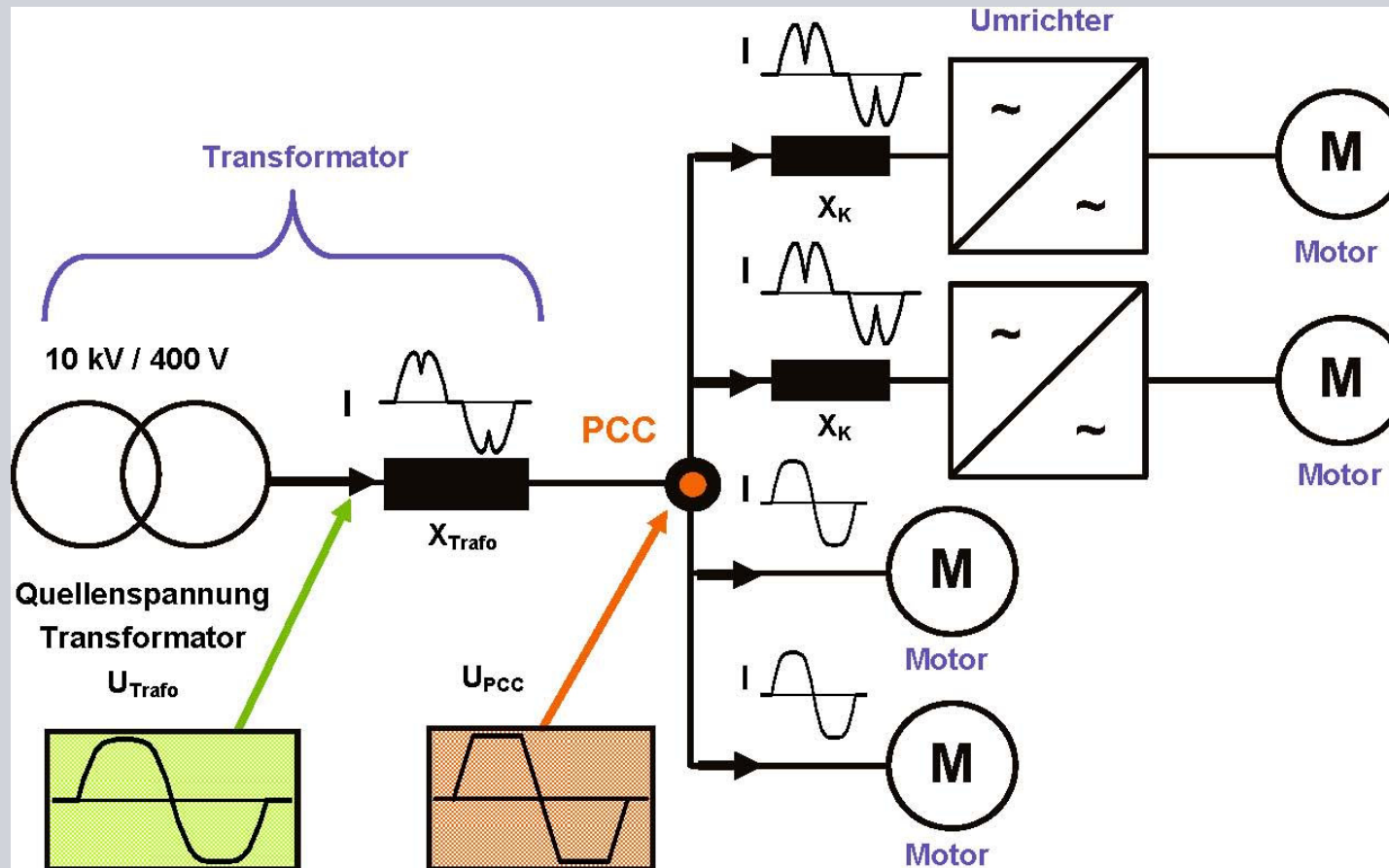
Sprawność ok. 96.5%



Pomiary w PKN Orlen (Tomasz Kubera)



Obliczenia dla sieci



Large Drives
Adam Pozowski

Dziękuję