



AGH



Euro - Centrum

Studia Podyplomowe

EFEKTYWNE UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

w ramach projektu

**Śląsko-Małopolskie Centrum Kompetencji
Zarządzania Energią**

*Wysokoobrotowe układy
napędowe dla AGD
i
elektronarzędzi*

Stanisław Piróg

pirog@agh.edu.pl

012 617 3943

Masa i gabaryty silnika elektrycznego

Objętość wirnika silnika

$$\frac{\pi}{4} D^2 l = K_T T_e = K_T \frac{P_{em}}{\omega_m}$$

Naprężenia rozrywające wirnik

$$\sigma = \frac{v^2}{\rho} \quad \Rightarrow \quad v_{\max} = \sqrt{\frac{R_e}{\rho}}$$

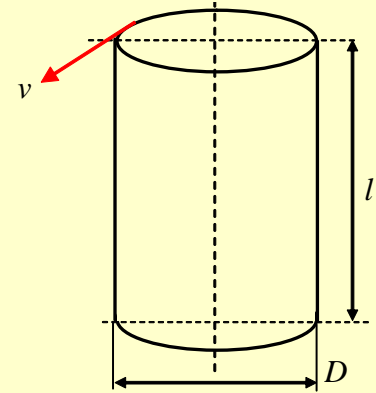
Przy czym:

R_e – dopuszczalne naprężenie rozciągające na powierzchni wirnika,

σ – naprężenie rozrywające na powierzchni wirnika,

ρ – masa właściwa zewnętrznej warstwy wirnika,

v – prędkość obwodowa wirnika



Smukłość wirnika (l/D)

$$\frac{l}{D} = K_r P \omega^2$$

Dla silników o jednakowej mocy i różnych prędkościach otrzymuje się:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\frac{l_1}{D_1}}{\frac{l_2}{D_2}} = \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2$$

Aktualnie stosowane silniki

1. Jednofazowe silniki komutatorowe

Wady:

- kłopotliwy komutator (tarcie, iskrzenie, zużywanie się szczotek),
- utrudniona komutacja (ze względu na efekt transformacji),
- ograniczona prędkość obwodowa (uzwojenia), a tym samym i prędkość obrotowa,
- moc bierna,
- niska sprawność (duże straty mechaniczne i elektryczne)

Zalety:

- niska cena,
- doskonale opanowana technologia produkcji

2. Jednofazowe silniki indukcyjne

Wady:

- niska sprawność (pole pulsujące),
- duża masa i gabaryty (niska prędkość)

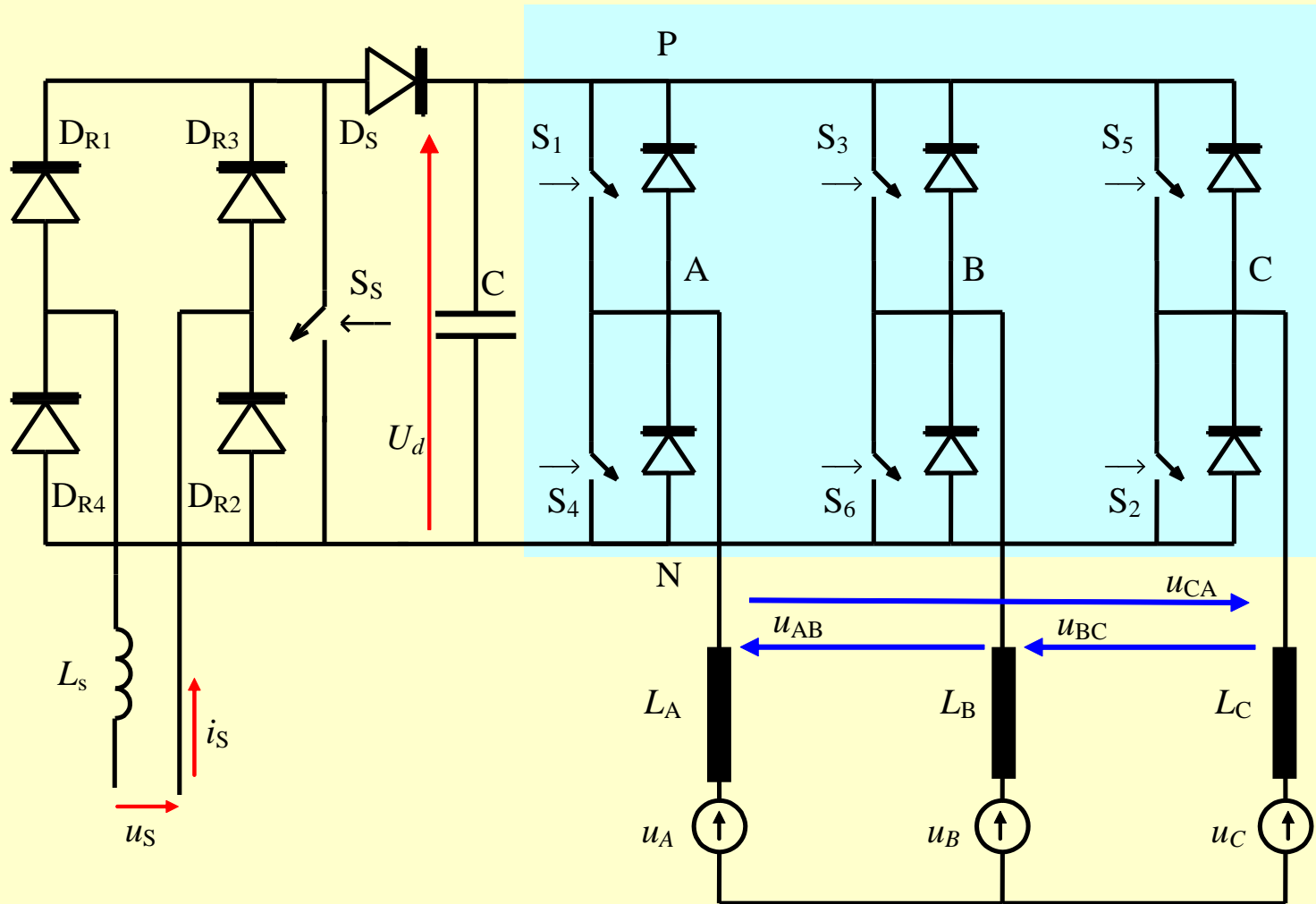
Nowe propozycje napędowe

Wysokoobrotowe (10 000 – 5000 obr/min):

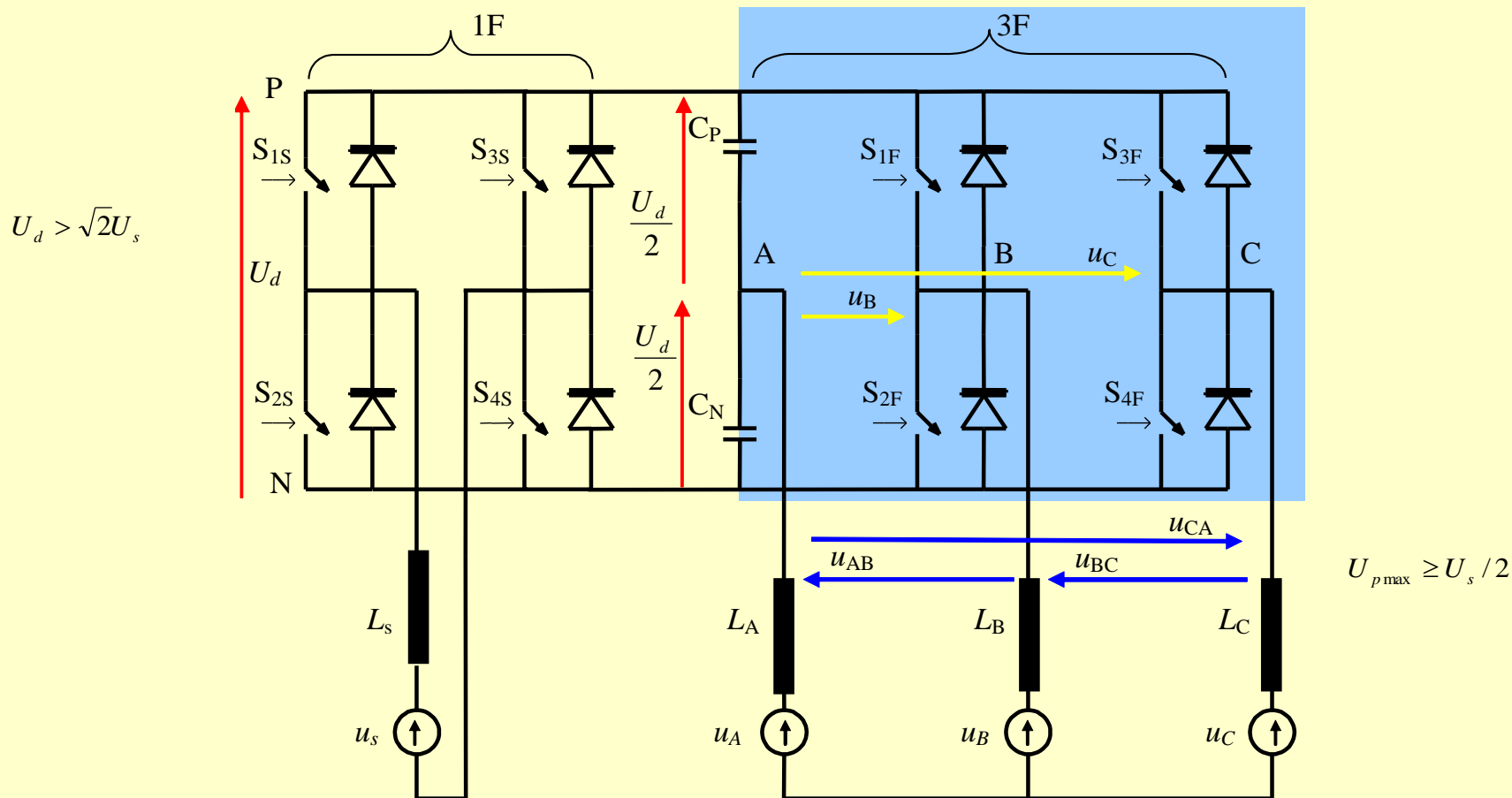
1. silniki indukcyjne 2 i 3 fazowe,
 - a. z wirnikiem klatkowym,
 - b. z wirnikiem litym,
 - c. z tuleją miedzianą na wirniku

2. bezszczotkowe trójfazowe silniki o magnesach trwałych (BLPMDCM).

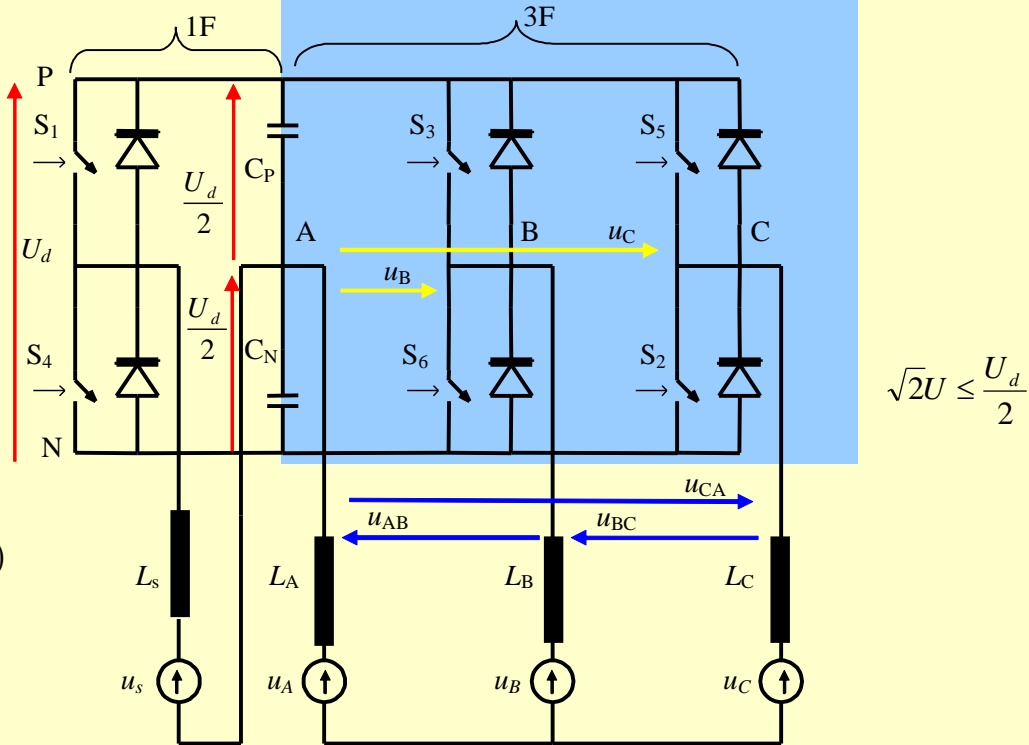
Zasilane poprzez przekształtniki energoelektroniczne o sinusoidalnym prądzie wejściowym.



Zasilanie trójfazowego silnika poprzez trójgałęziowy falownik napięcia i jednokierunkowy prostownik o sinusoidalnym prądzie wejściowym



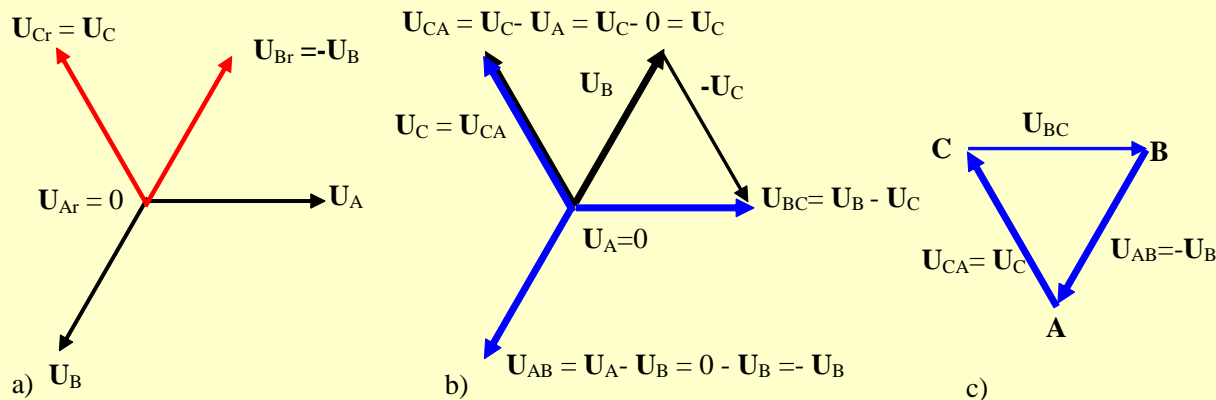
Schemat przekształtnika dla silnika trójfazowego zasilanego z linii jednofazowej, zrealizowanego z dwóch jednofazowych falowników mostkowych



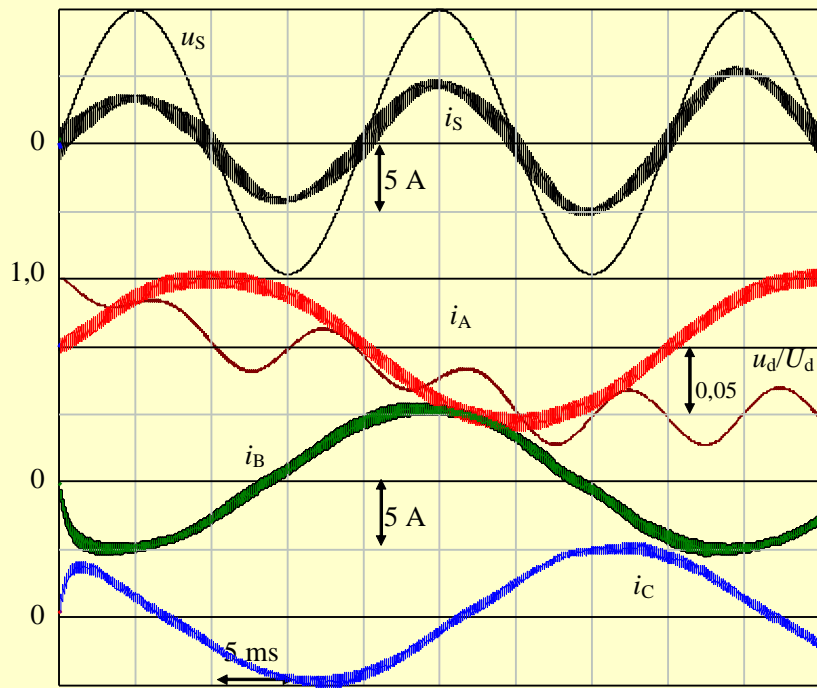
$$p_s = U_s I_s (1 - \cos 2\omega t)$$

$$I_s = \frac{3UI \cos \varphi}{U_s}$$

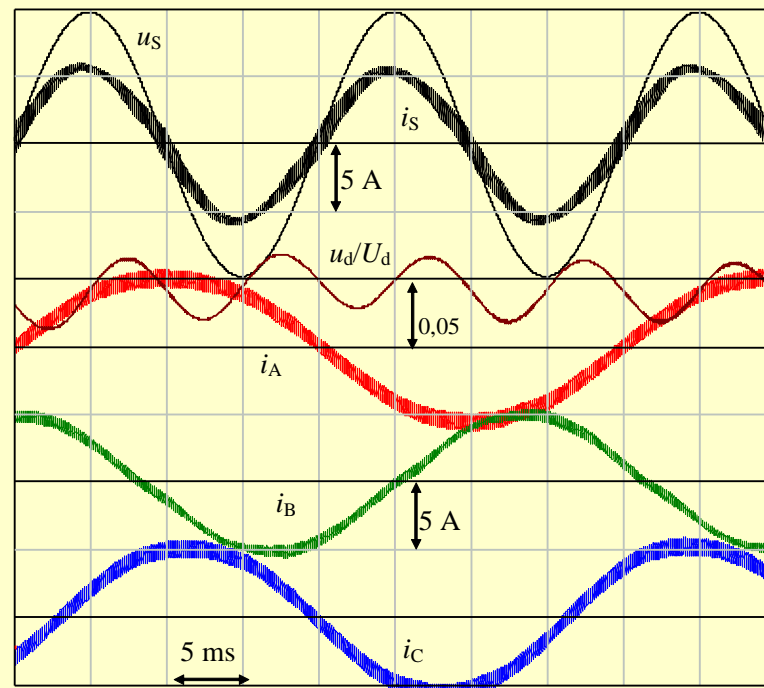
Schemat przekształtnika o topologii mostka trójfazowego realizujący jednofazowy prostownik dwukierunkowy i falownik typ V



a) sygnały zadające, b) realizowane napięcia fazowe i międzyfazowe falownika, c) trójkąt napięć międzyfazowych.

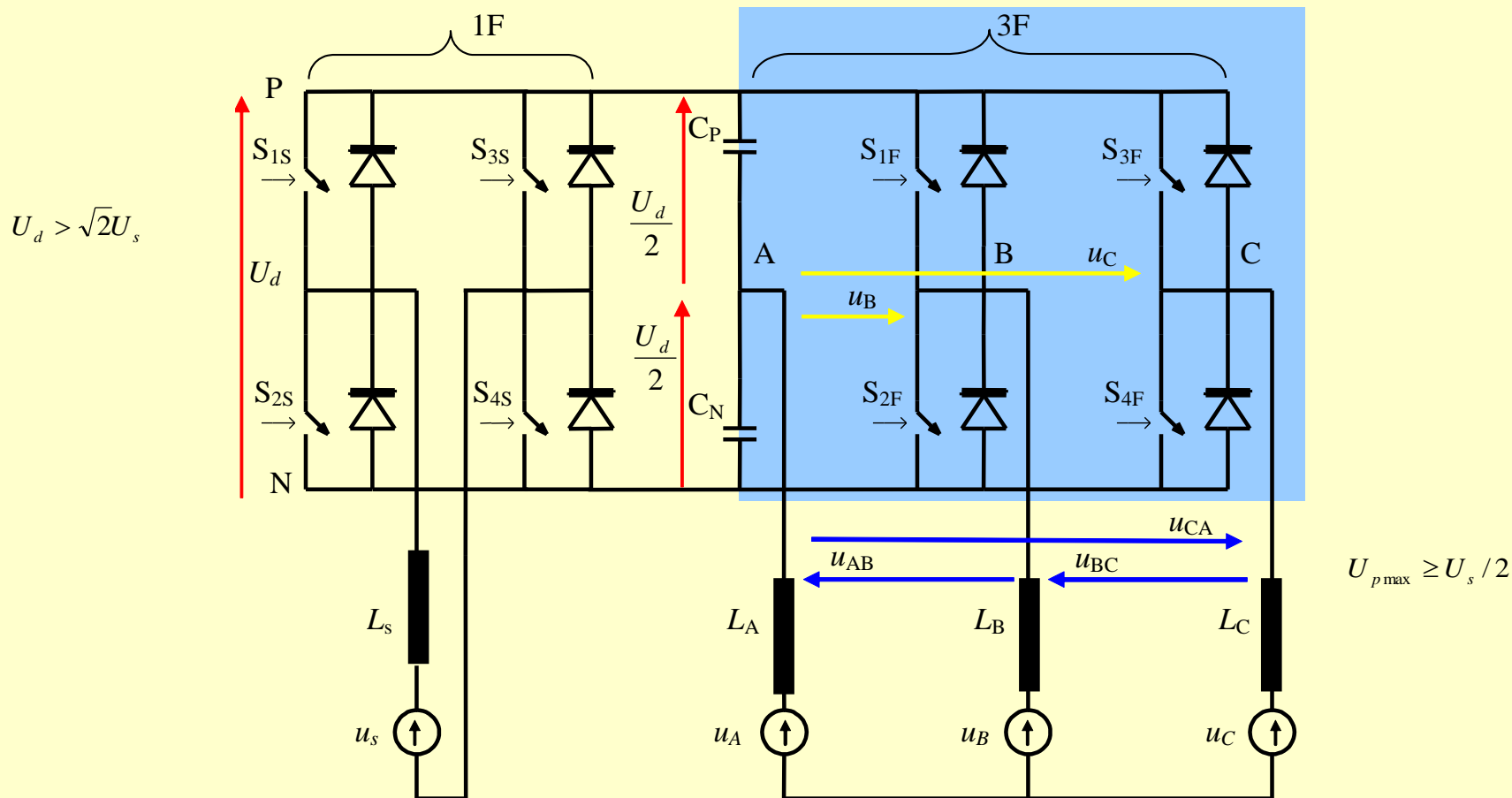


a)



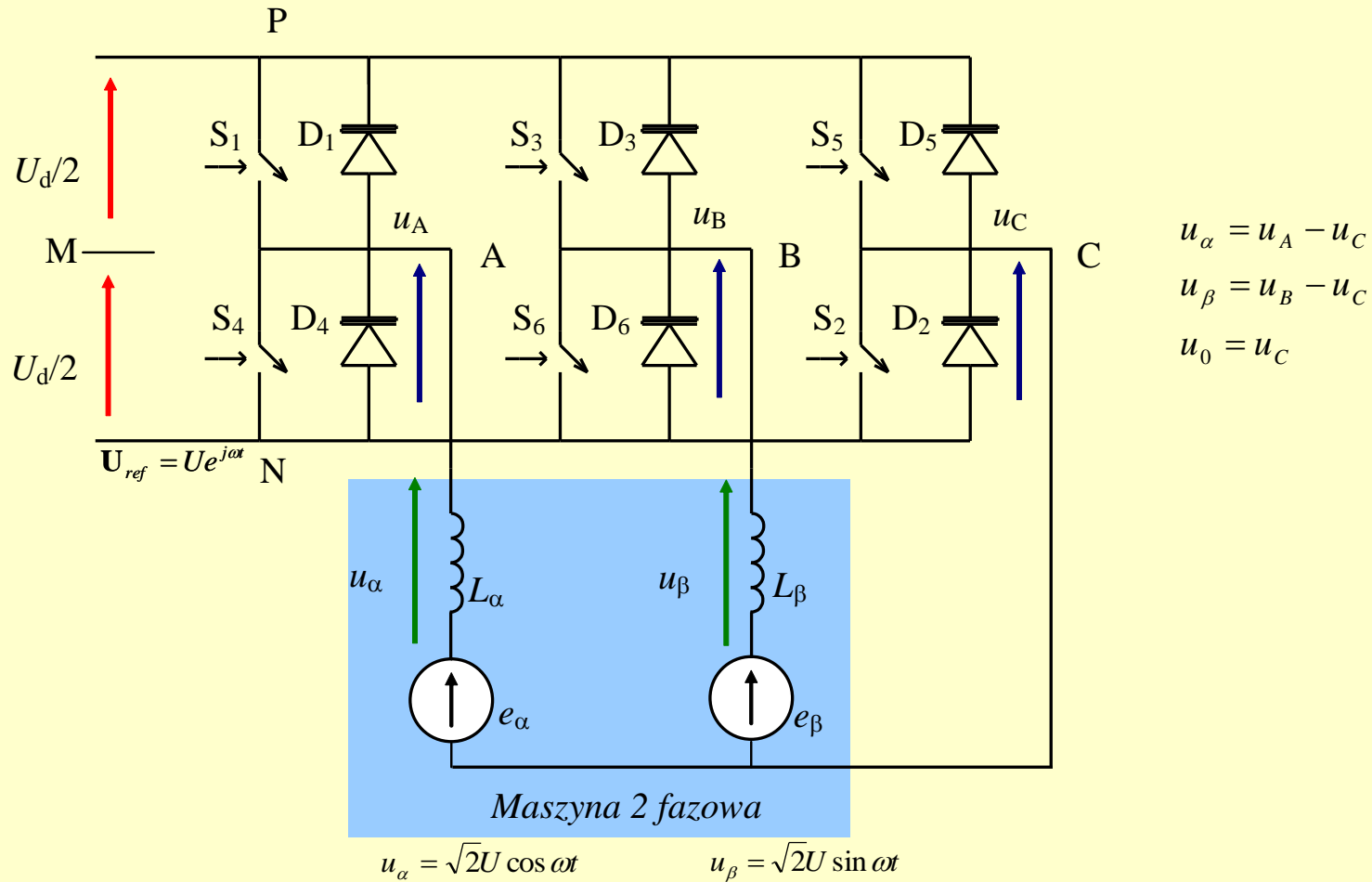
b)

Przykładowe przebiegi w przekształtniku 1F/3F przy $m_a = 0,5$

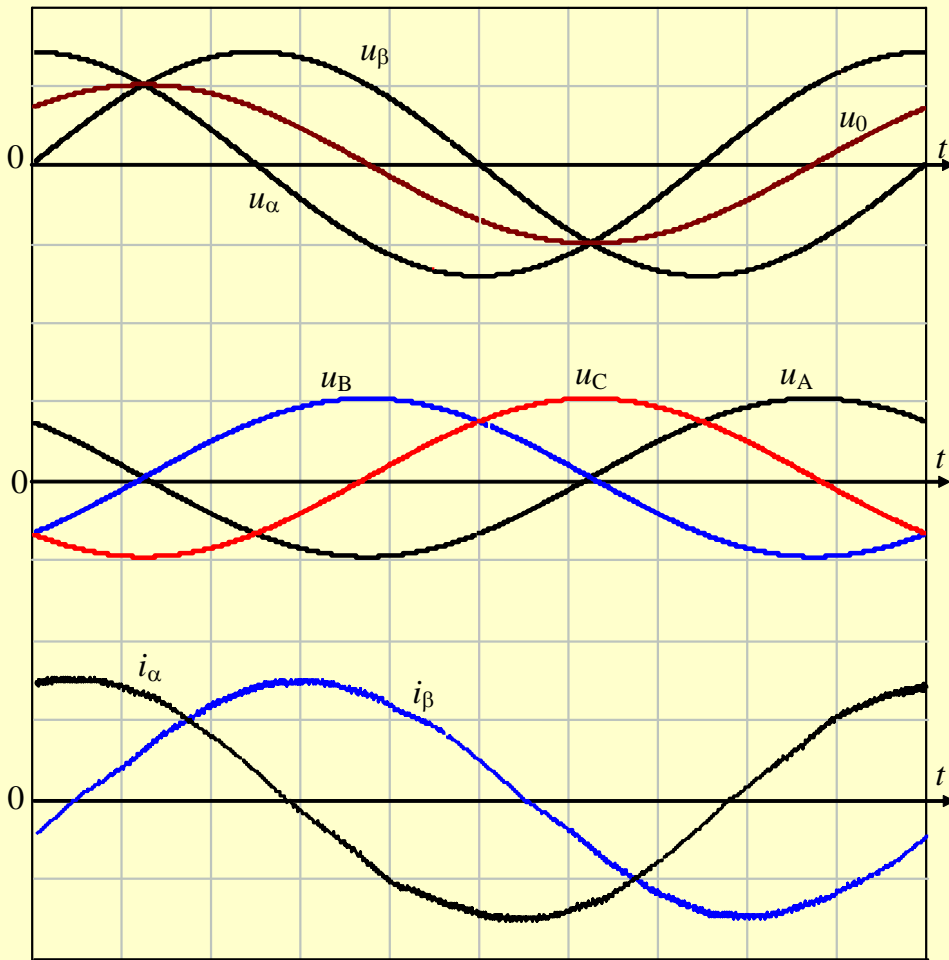


Schemat przekształtnika dla silnika trójfazowego zasilanego z linii jednofazowej, zrealizowanego z dwóch jednofazowych falowników mostkowych

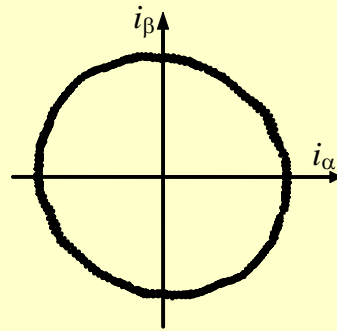
FALOWNIKI DLA DWUFAZAOWYCH SILNIKÓW INDUKCYJNYCH



Falownik trójgałęziowy zasilający maszynę dwufazową

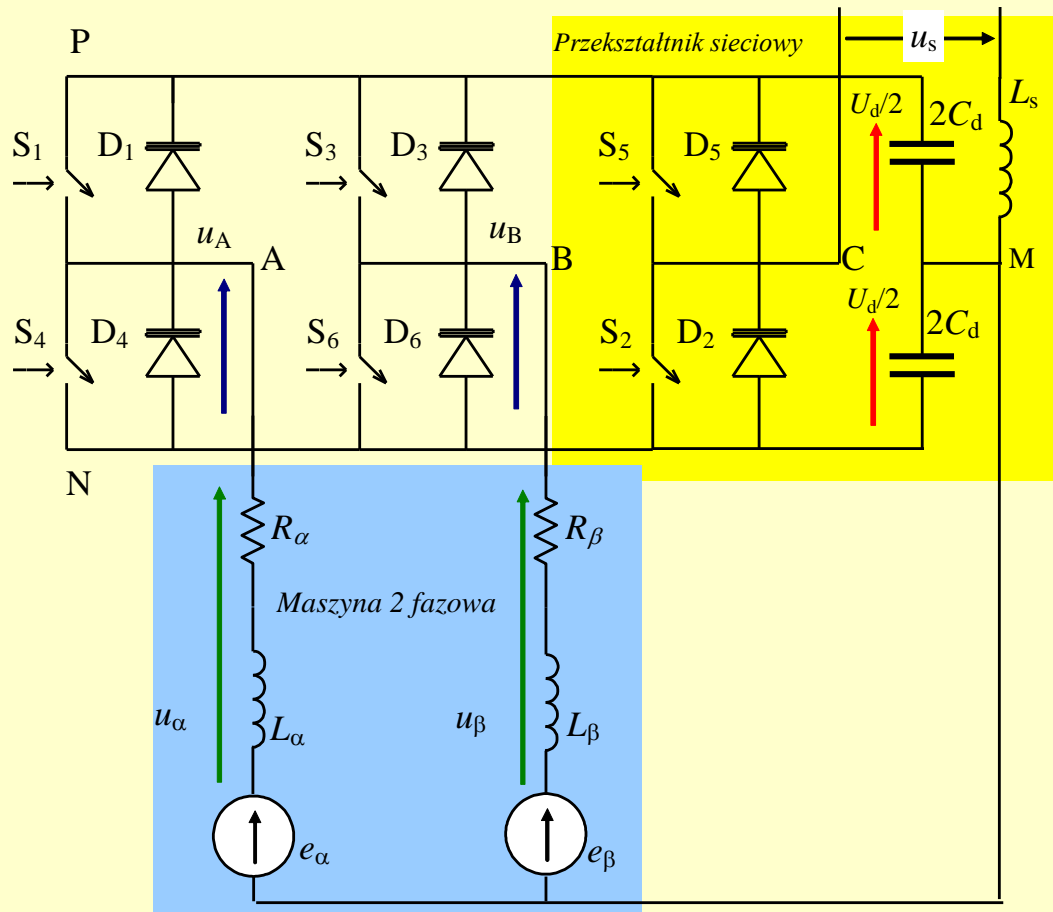


a)

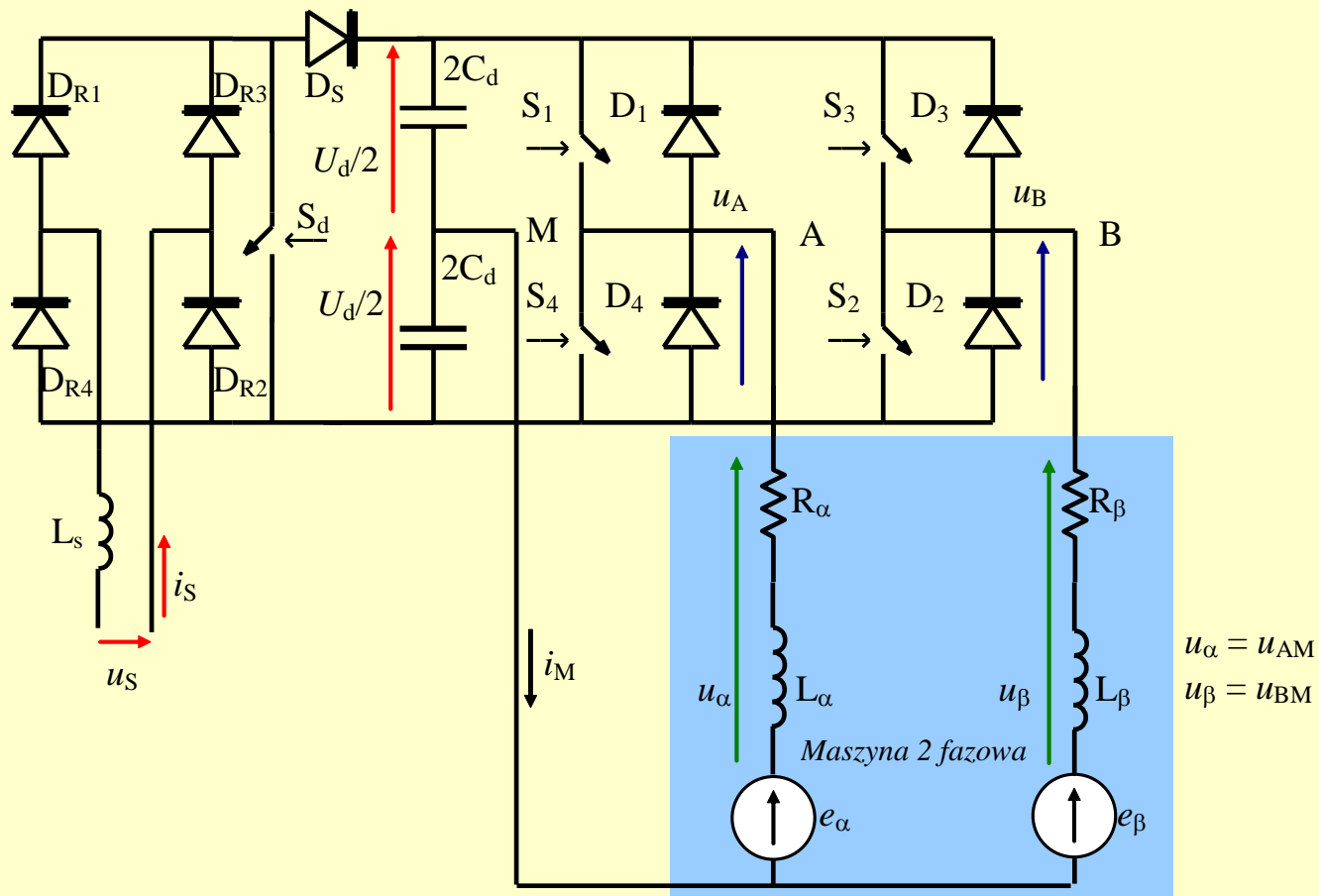


b)

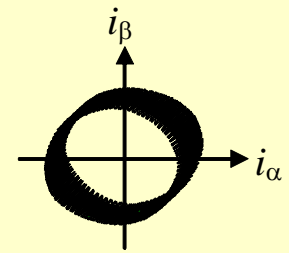
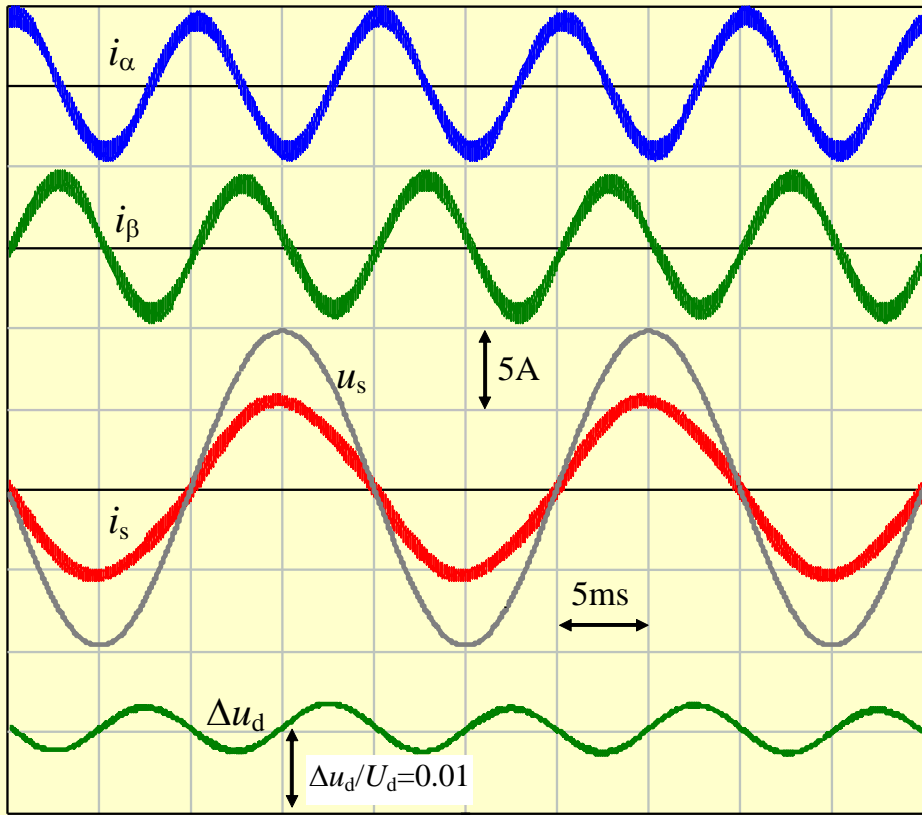
- a) Przebiegi (wartości względne) napięć w układzie oraz przebiegi prądów fazowych symetrycznego dwufazowego odbiornika RL,
 b) hodograf końca wektora prądu odbiornika



Jednofazowy aktywny prostownik i mostkowy falownik (H) z pojemnościowym dzielnikiem napięcia dla zasilania dwufazowego silnika indukcyjnego

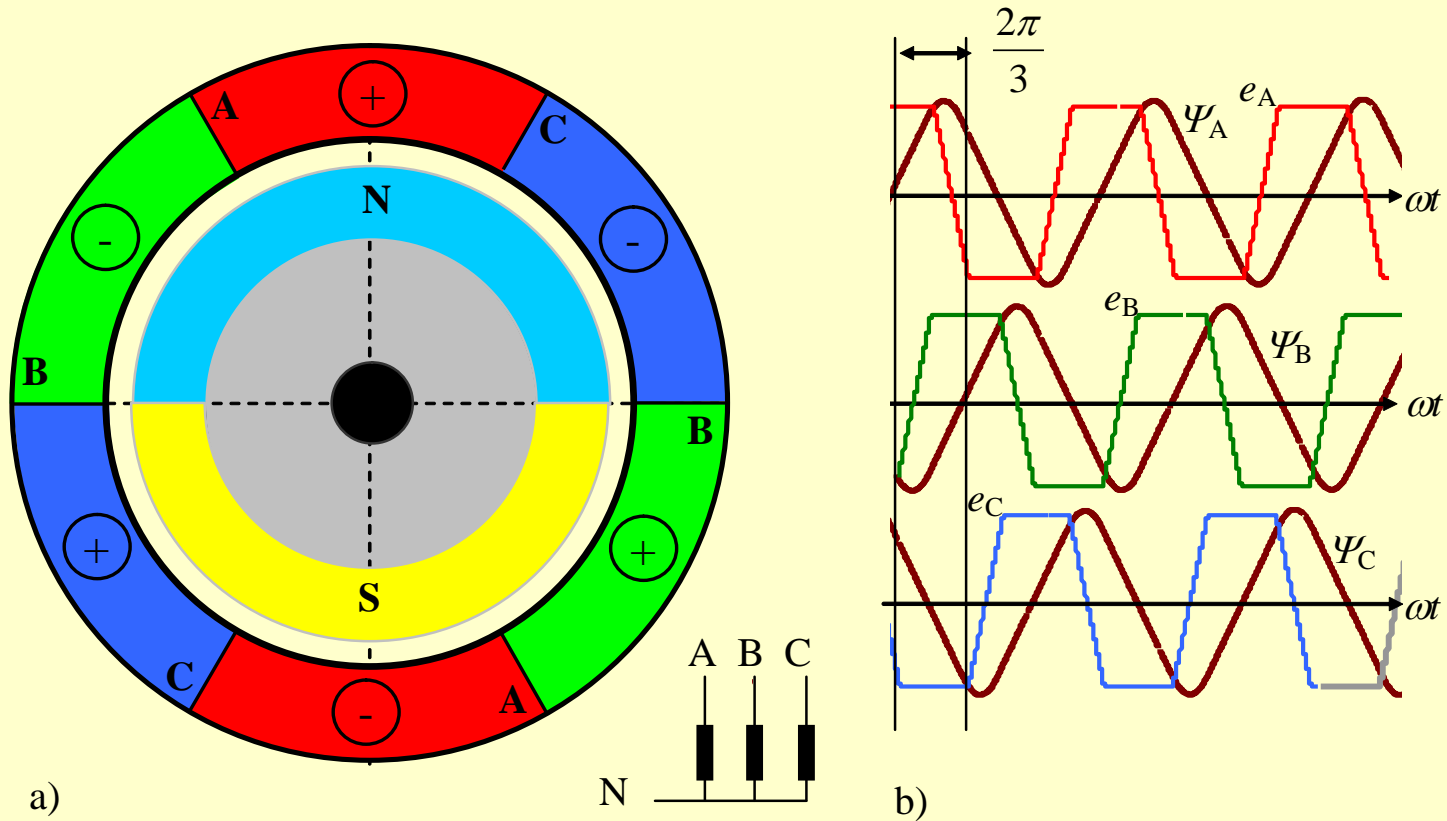


Mostkowy falownik (H) z pojemnościowym dzielnikiem napięcia zasilany poprzez jednokierunkowy prostownik impulsowy o sinusoidalnym prądem wejściowym

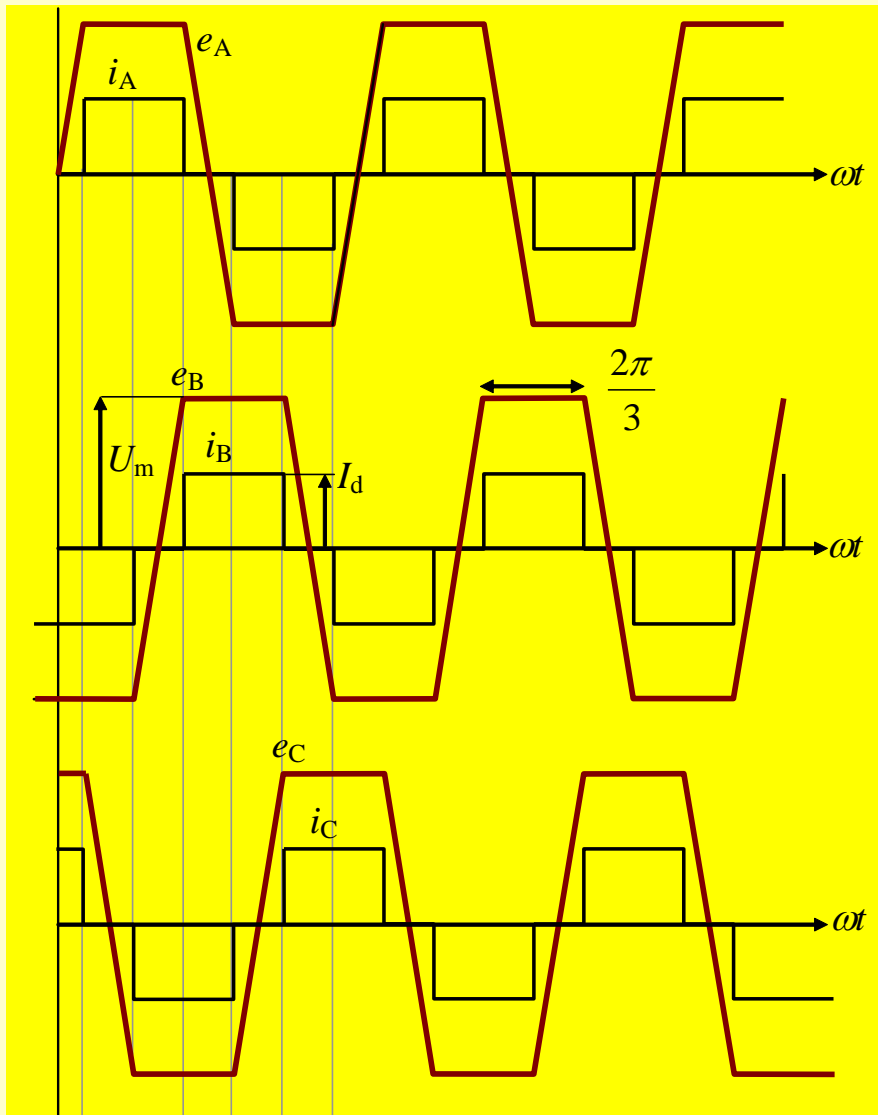


Przebiegi prądów w układzie zasilania dwufazowego silnika z jednofazowej linii

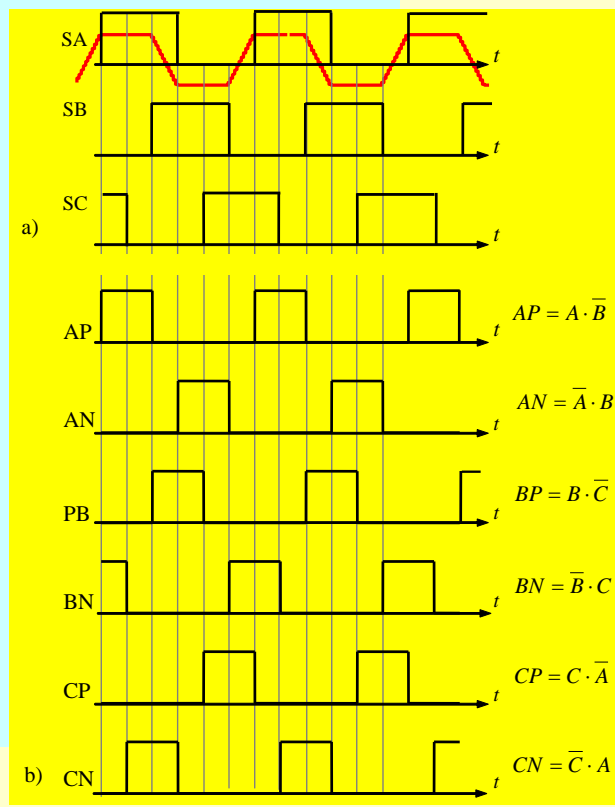
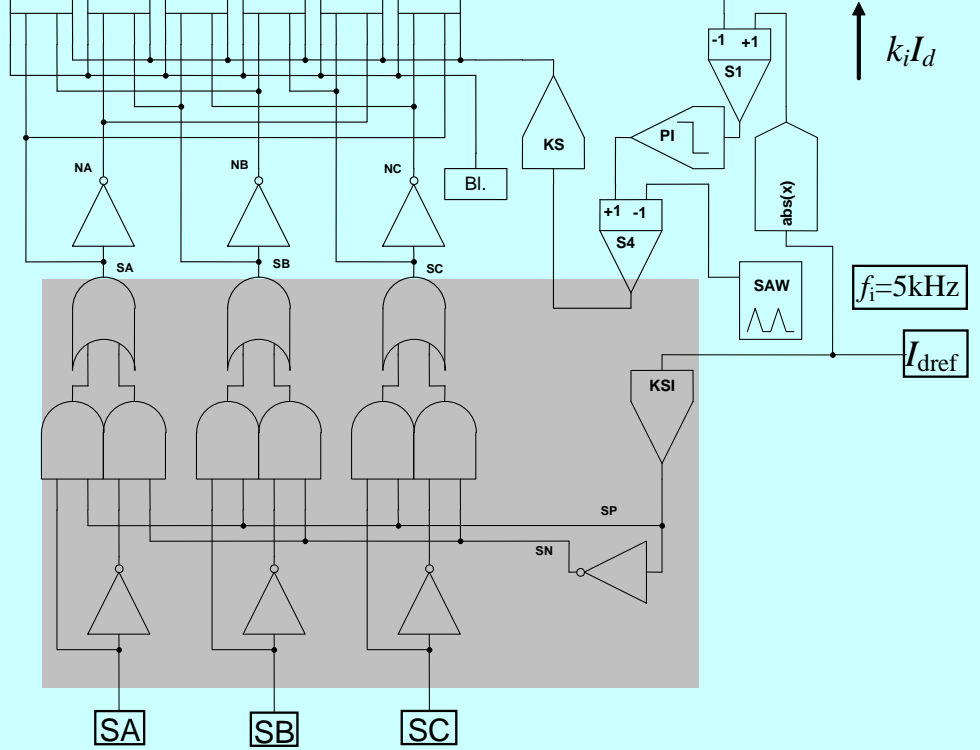
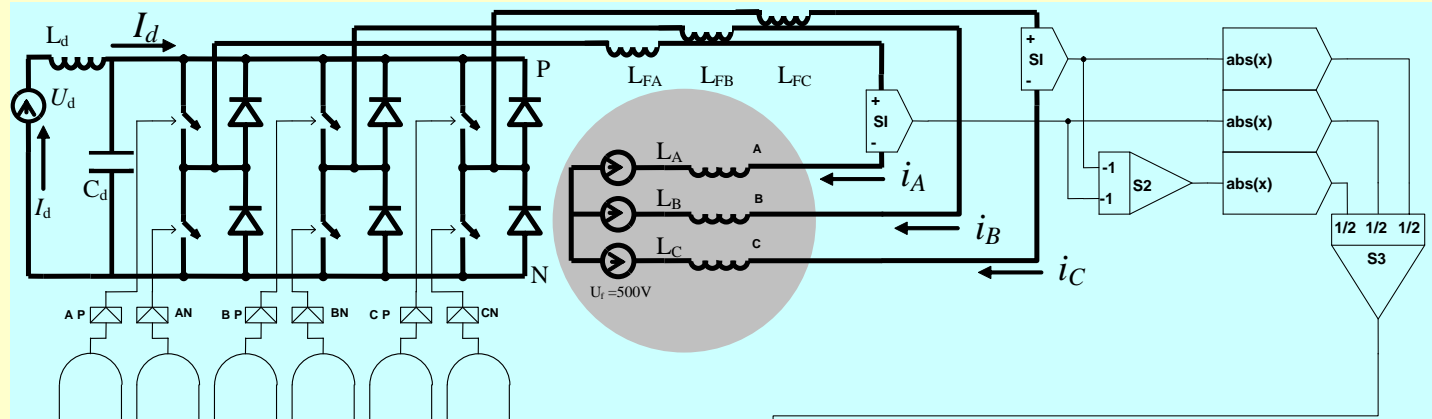
Bezszczotkowa trójfazowa maszyna prądu stałego

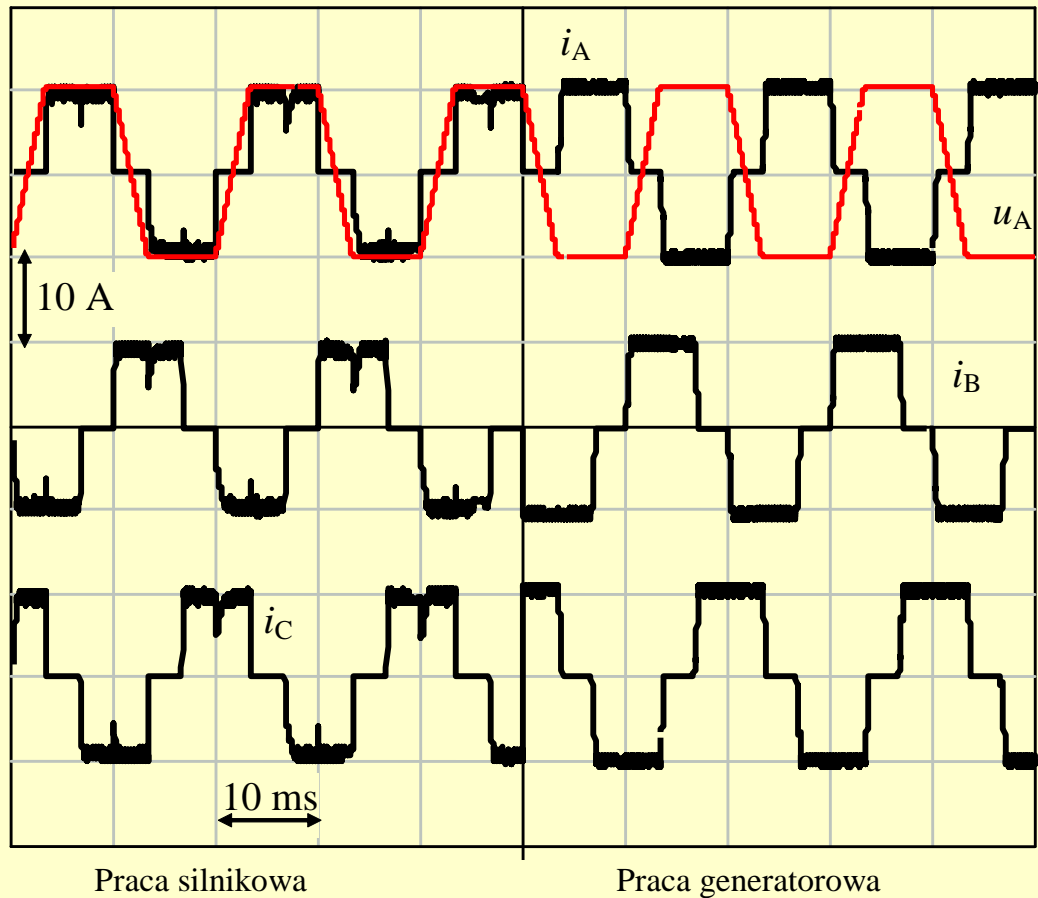


Poprzeczny przekrój maszyny BDCPM (a), przebiegi napięć wewnętrznych (b)

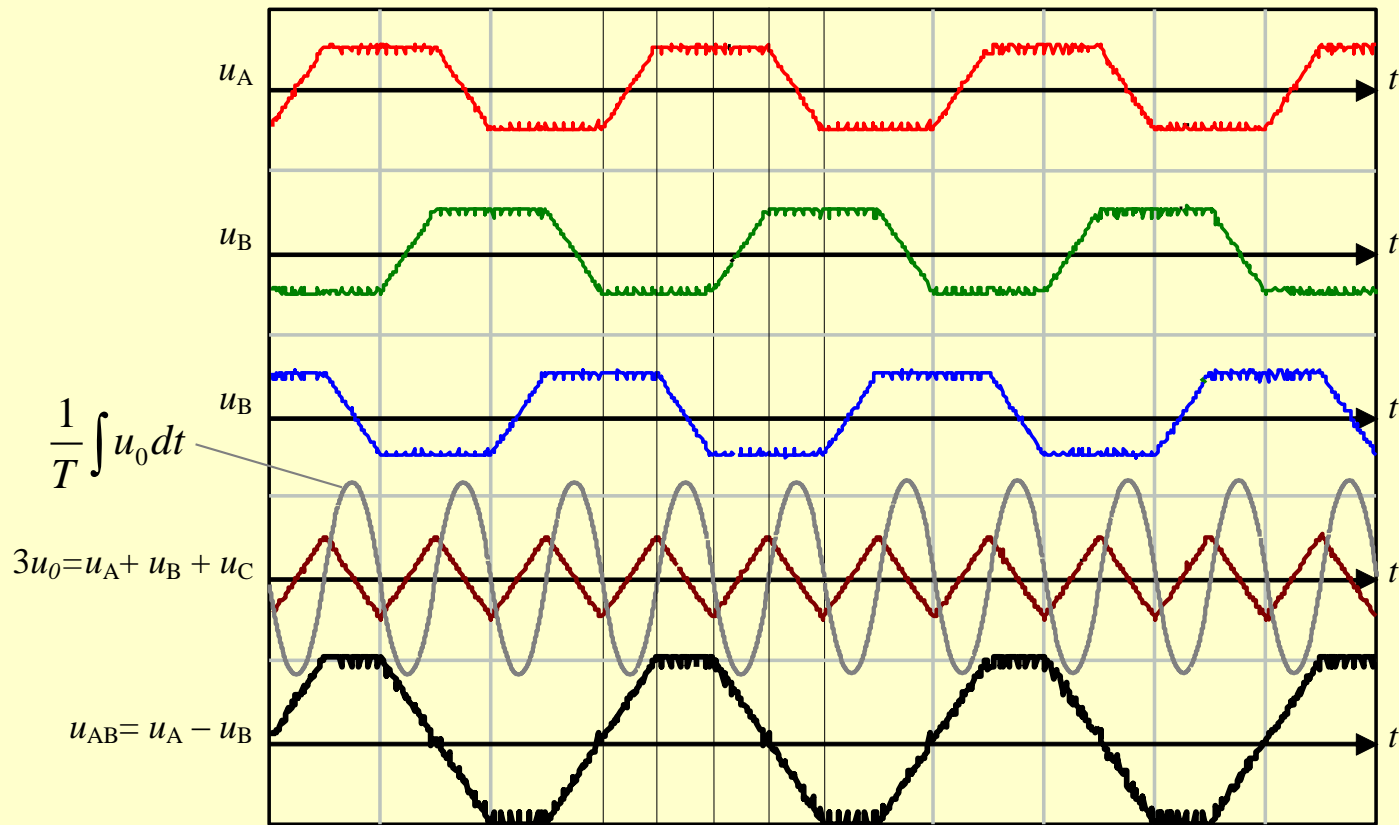


$$P = 2U_m I_d$$

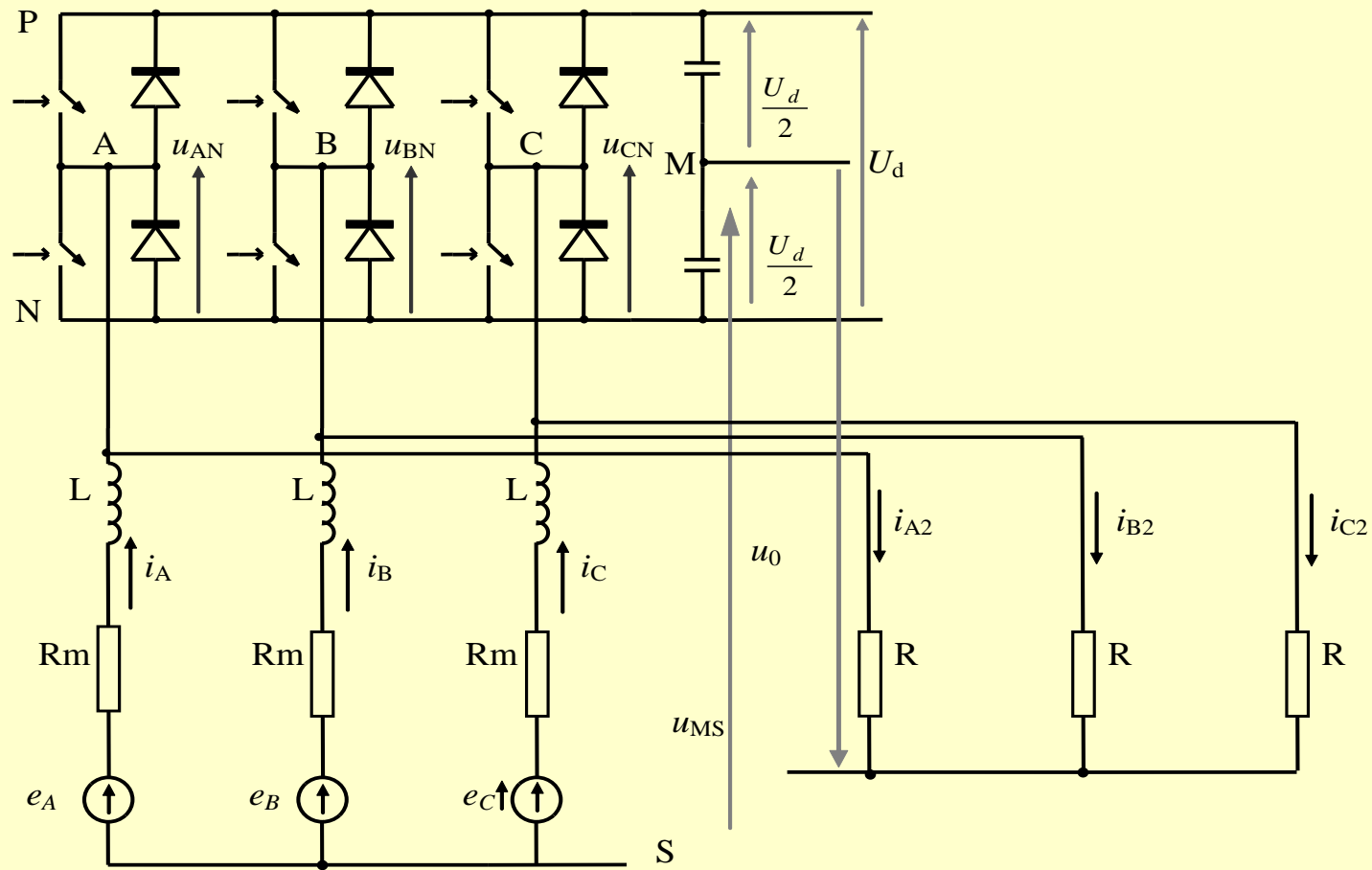




Przebiegi prądów fazowych maszyny bezszczotkowej
i skokowe przejście z pracy silnikowej na pracę generatorową



Przebiegi napięć fazowych, składowej kolejności zerowej i jednego napięcia międzyfazowego maszyny bezszczotkowej prądu stałego



Sposób wyznaczania składowej kolejności zerowej napięcia maszyny bezszczotkowej

Dziękuję za uwagę





Stanisław Piróg

pirog@agh.edu.pl

012 617 3943