### 8. Układy regulacyjne z silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych

- Zasada regulacji częstotliwościowej silnika PMSM, strategie sterowania
- Układ regulacji wektorowej PMSM

### Schematy przekrojów wirnika PMSM; usytuowanie magnesów: a) i b) powierzchniowe, c) i d) zagłębione



Przebieg: indukcji, SEM i prądu jednej fazy silnika o magnesach trwałych: a) z trapezoidalną SEM – BLDCM, b) z sinusoidalną SEM – PMSM



Układ uzwojeń maszyny prądu przemiennego: a) maszyna z trójfazowym symetrycznym uzwojeniem stojana i wirnika (silnik indukcyjny), b) silnik synchroniczny o magnesach trwałych



Wykresy wektorowe dla strategii sterowania: III.  $\Psi_s = \text{const.}$  I.  $\delta = \pi/2$ 



#### Układ wektorowej regulacji prądu z regulatorami histerezowymi prądów fazowych



Przebieg prędkości zadanej i rzeczywistej oraz prądu rzeczywistego w osiach *d* i *q* w układzie regulacji prędkości PMSM z czujnikiem (a)

podczas rozruchu i hamowania silnika



# 9. Układy napędowe z silnikami o komutacji elektronicznej

9.1. Układy z silnikami bezszczotkowymi prądu stałego

(Brushless DC Motor - BLDCM)

## Przykładowe silniki bezszczotkowe prądu stałego (BLDCM)



#### Schemat obwodu głównego BLDCM







Ilustracja przebiegu natężenia (H) i strumienia (Ψ) oraz prądów (I) i sił elektromotorycznych (E) uzwojeń fazowych

#### Ilustracja przebiegu prądów i sił elektromotorycznych uzwojeń fazowych



#### Schemat blokowy układu regulacji BLDCM



#### Ilustracje regulacji prądu jednej fazy przy modulacji bipolarnej



 $\blacktriangleright \theta$ [°el]

T2

Przebieg impulsów sterujących tranzystory przy modulacji unipolarnej tranzystorów kolejno przez 60°el.



Schemat połączeń podczas komutacji jednej fazy przy modulacji unipolarnej



### Przebieg impulsów sterujących tranzystory przy modulacji bipolarnej tranzystorów



Schemat połączeń podczas komutacji jednej fazy przy modulacji bipolarnej









Spotykane kształty SEM



Rzeczywisty przebieg prądów fazowych i momentu elektromagnetycznego