

9. Układ regulacji silnika synchronicznego
o magnesach trwałych z trapezoidalną SEM

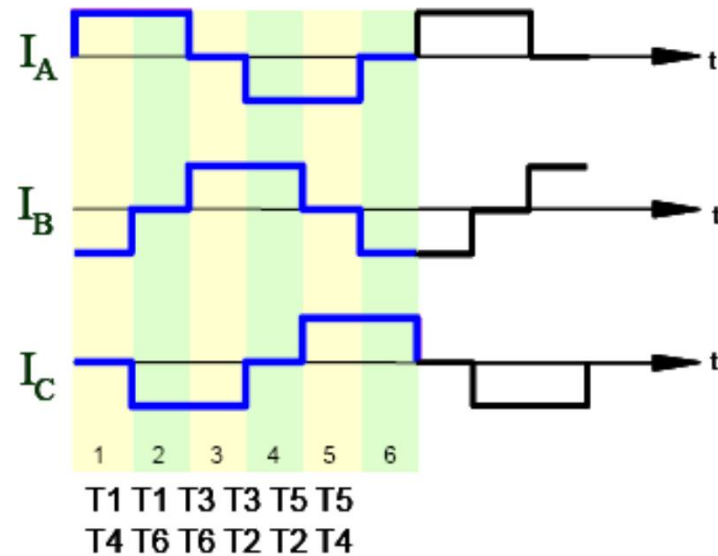
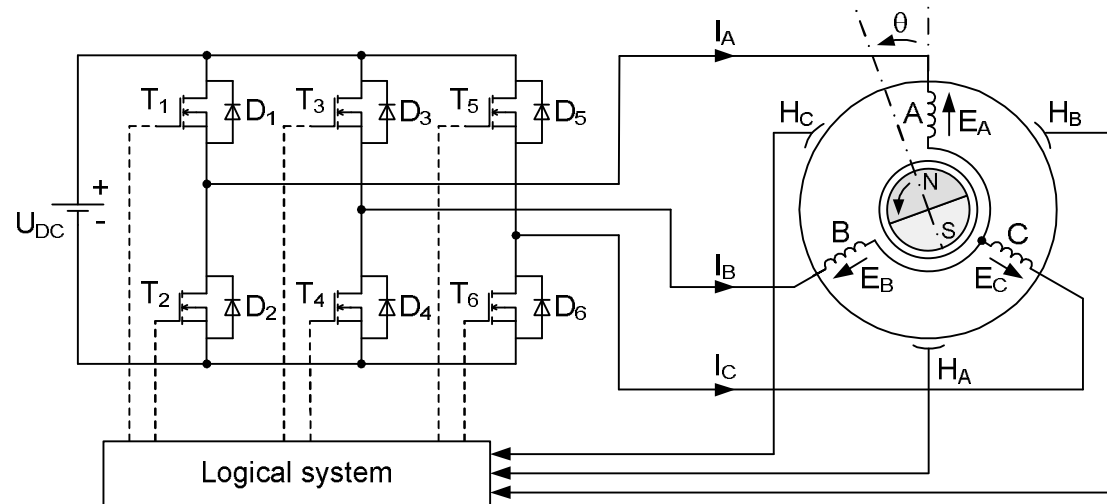
(Silnika bezszczotkowego prądu stałego)

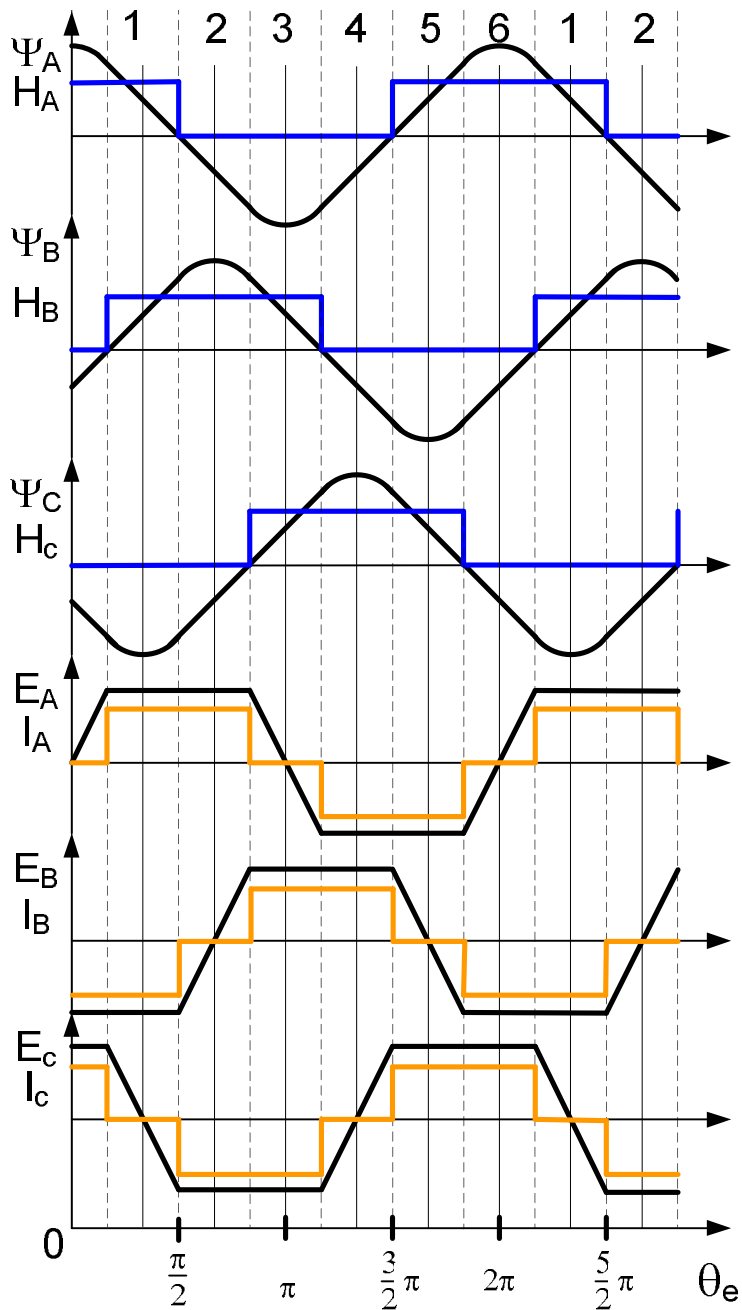
(Brushless DC Motor - BLDCM)

Przykładowe silniki bezszczotkowe prądu stałego (BLDCM)



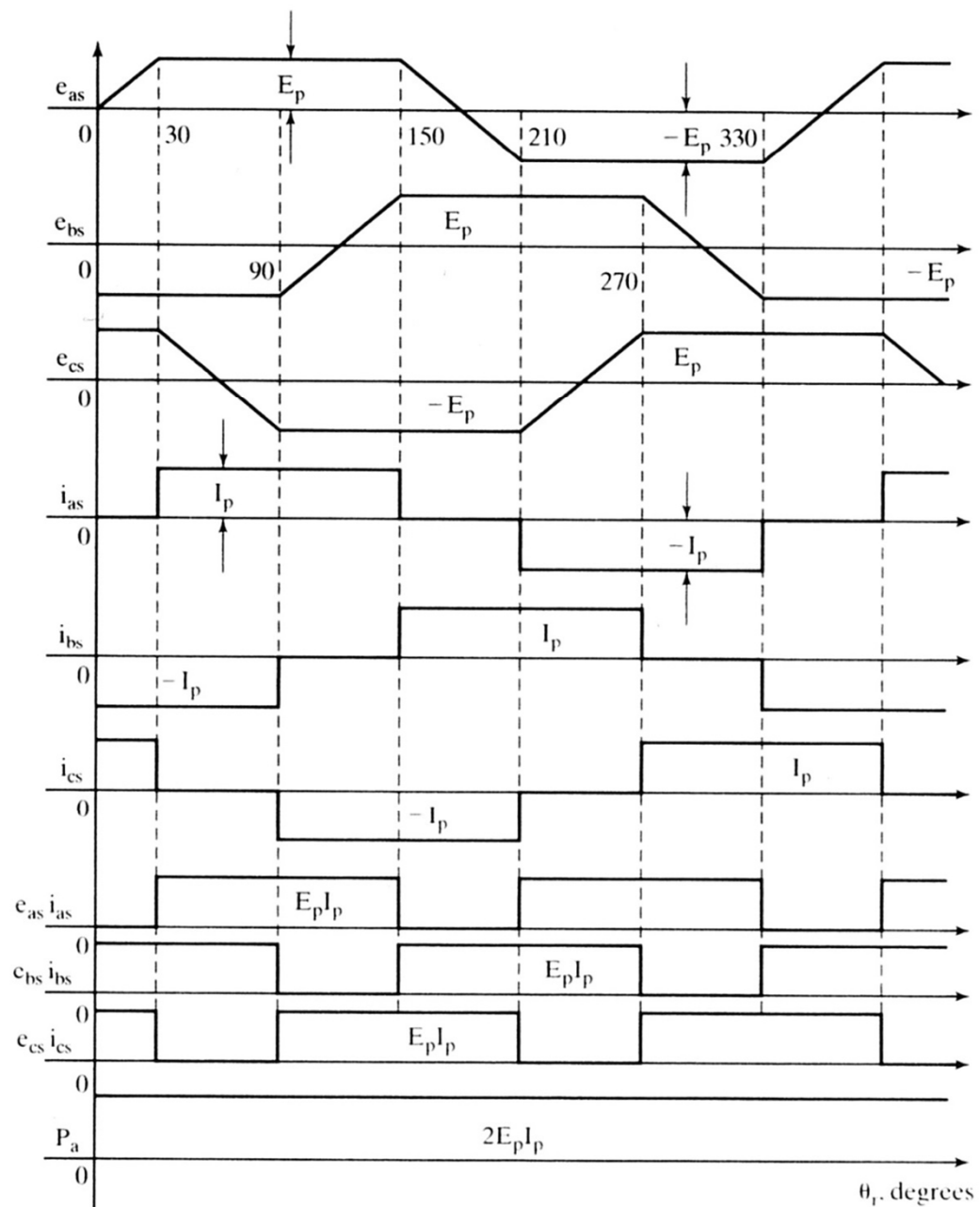
Schemat obwodu głównego BLDCM



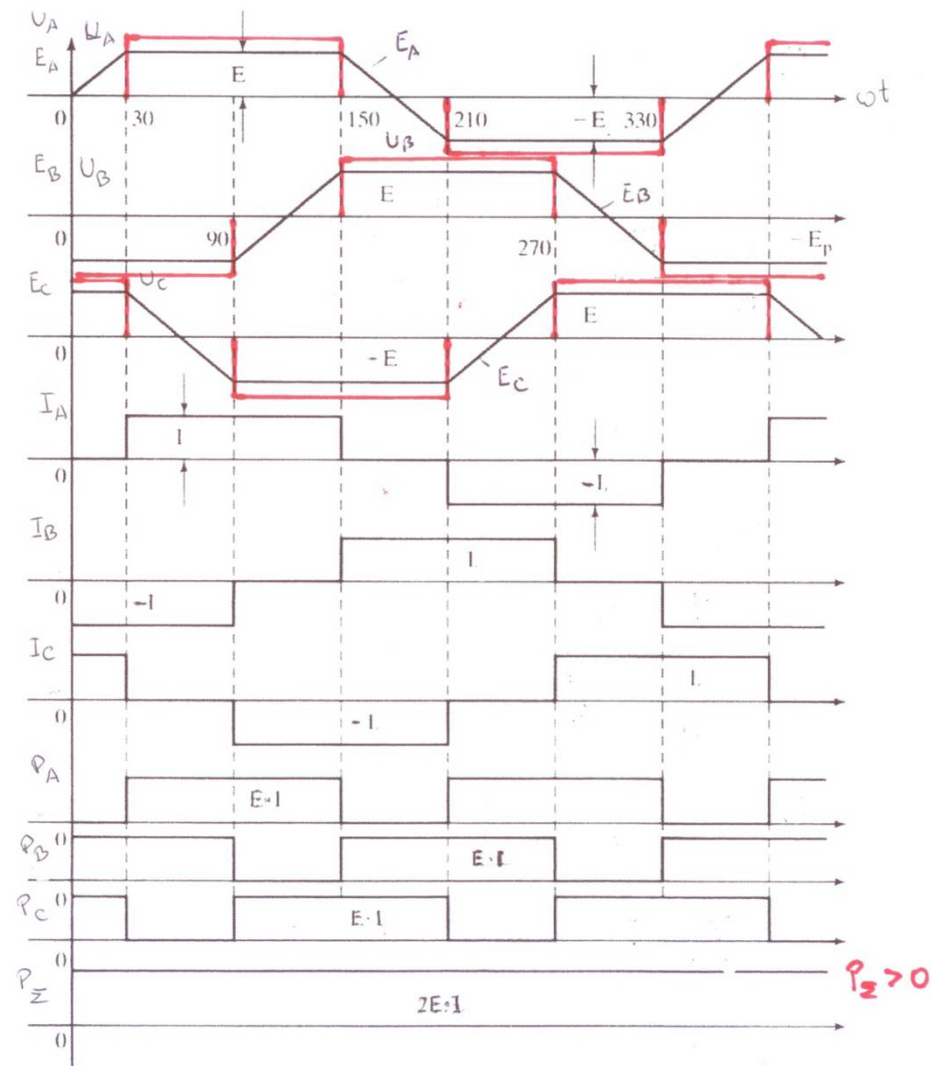


Ilustracja przebiegu natężenia (H)
i strumienia (Ψ) oraz prądów (I)
i sił elektromotorycznych (E)
uzwojów fazowych

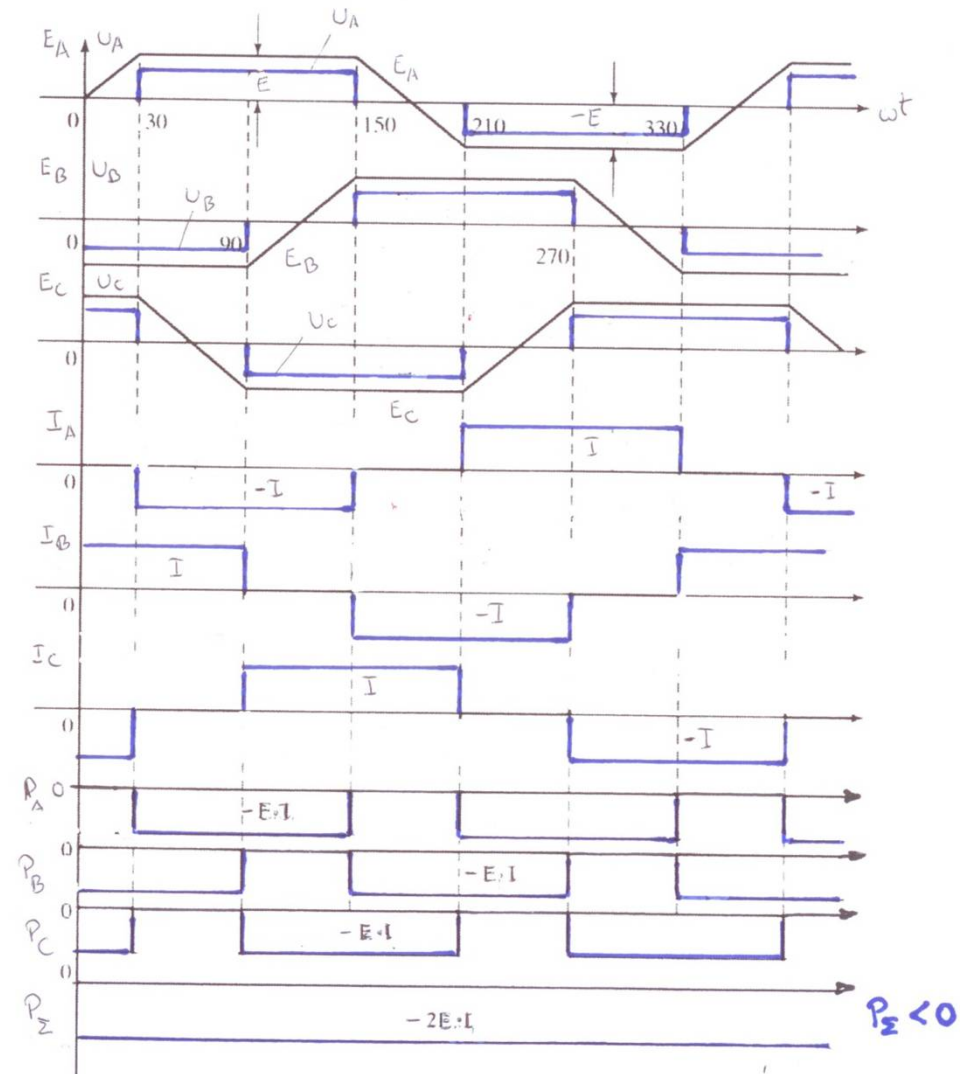
Ilustracja przebiegu prądów i sił elektromotorycznych uzwojeń fazowych



Ilustracja przebiegu prądów i sił elektromotorycznych uzwojeń fazowych praca silnikowa



Ilustracja przebiegu prądów i sił elektromotorycznych uzwojeń fazowych hamowanie



$$\mathbf{\Psi}_f = \begin{bmatrix} \Psi_f \lambda(\Theta), & \Psi_f \lambda\left(\Theta - \frac{2\pi}{3}\right), & \Psi_f \lambda\left(\Theta - \frac{4\pi}{3}\right) \end{bmatrix} \quad \mathbf{\Psi}_f = \begin{bmatrix} \Psi_f \cos \Theta, & \Psi_f \cos\left(\Theta - \frac{2\pi}{3}\right), & \Psi_f \cos\left(\Theta - \frac{4\pi}{3}\right) \end{bmatrix}$$

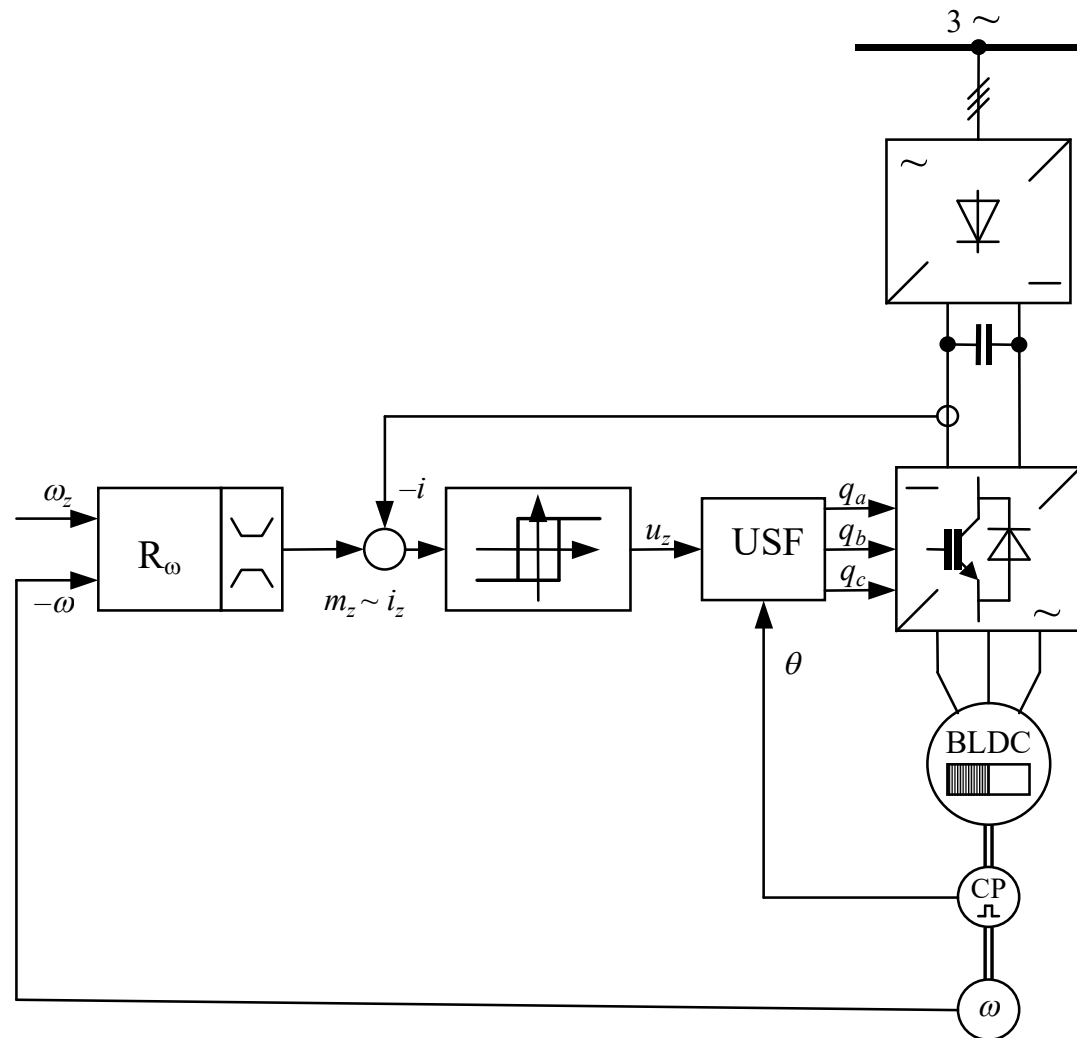
$$\begin{bmatrix} \psi_A \\ \psi_B \\ \psi_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{MA}(3/2 + \sigma) \cdot i_A + \Psi_f \cdot \lambda(\Theta) \\ L_{MA}(3/2 + \sigma) \cdot i_B + \Psi_f \cdot \lambda(\Theta - 2\pi/3) \\ L_{MA}(3/2 + \sigma) \cdot i_C + \Psi_f \cdot \lambda(\Theta - 4\pi/3) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} u_A \\ u_B \\ u_C \end{bmatrix} = R_s \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix} + L_{MA}(3/2 + \sigma) \cdot \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix} + \Psi_f \cdot \omega_m \frac{d}{d\Theta} \begin{bmatrix} \lambda(\Theta) \\ \lambda(\Theta - 2\pi/3) \\ \lambda(\Theta - 4\pi/3) \end{bmatrix}$$

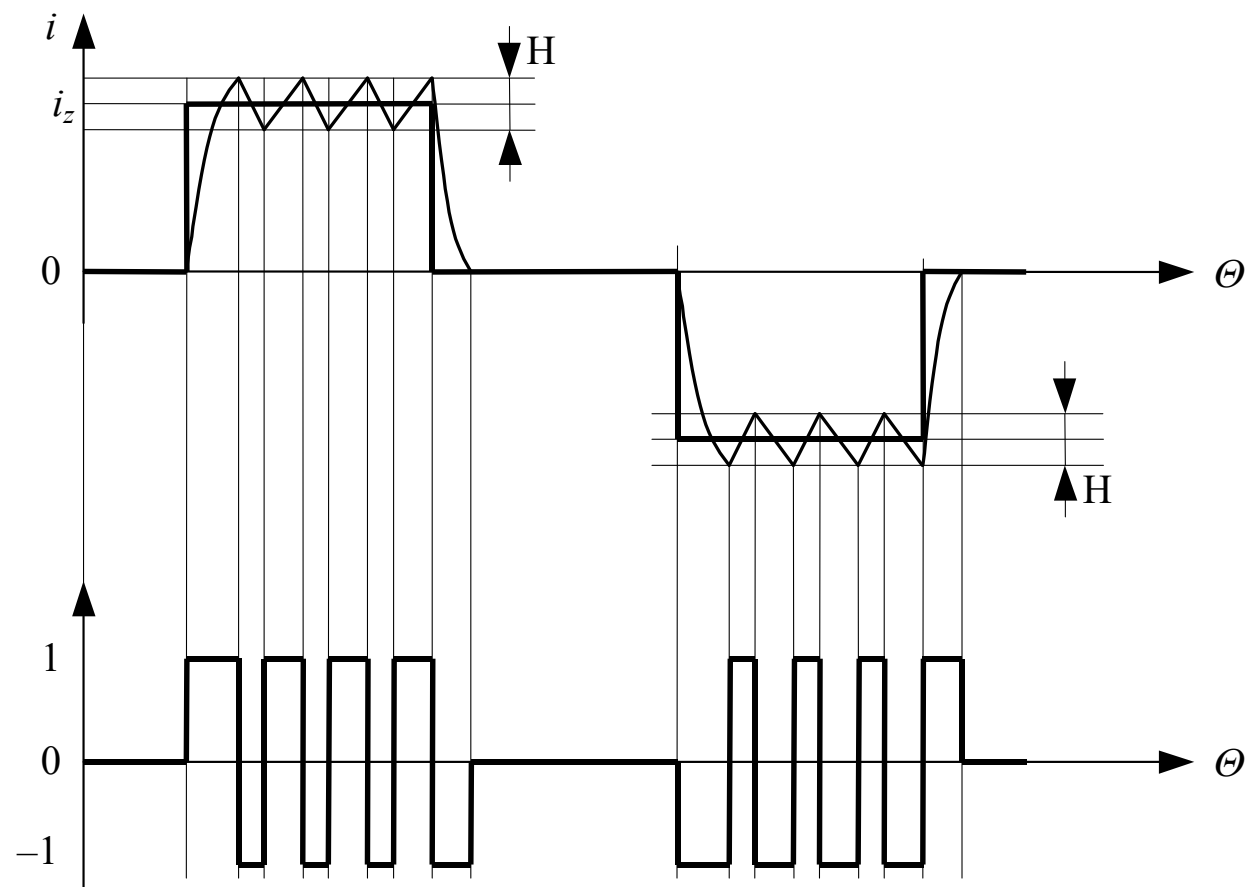
$$m_e = \frac{1}{\omega_m} (e_A \cdot i_A + e_B \cdot i_B + e_C \cdot i_C)$$

$$m_e = \Psi_f \left(\frac{d\lambda(\Theta)}{d\Theta} \cdot i_A + \frac{d\lambda(\Theta - 2\pi/3)}{d\Theta} \cdot i_B + \frac{d\lambda(\Theta - 4\pi/3)}{d\Theta} \cdot i_C \right)$$

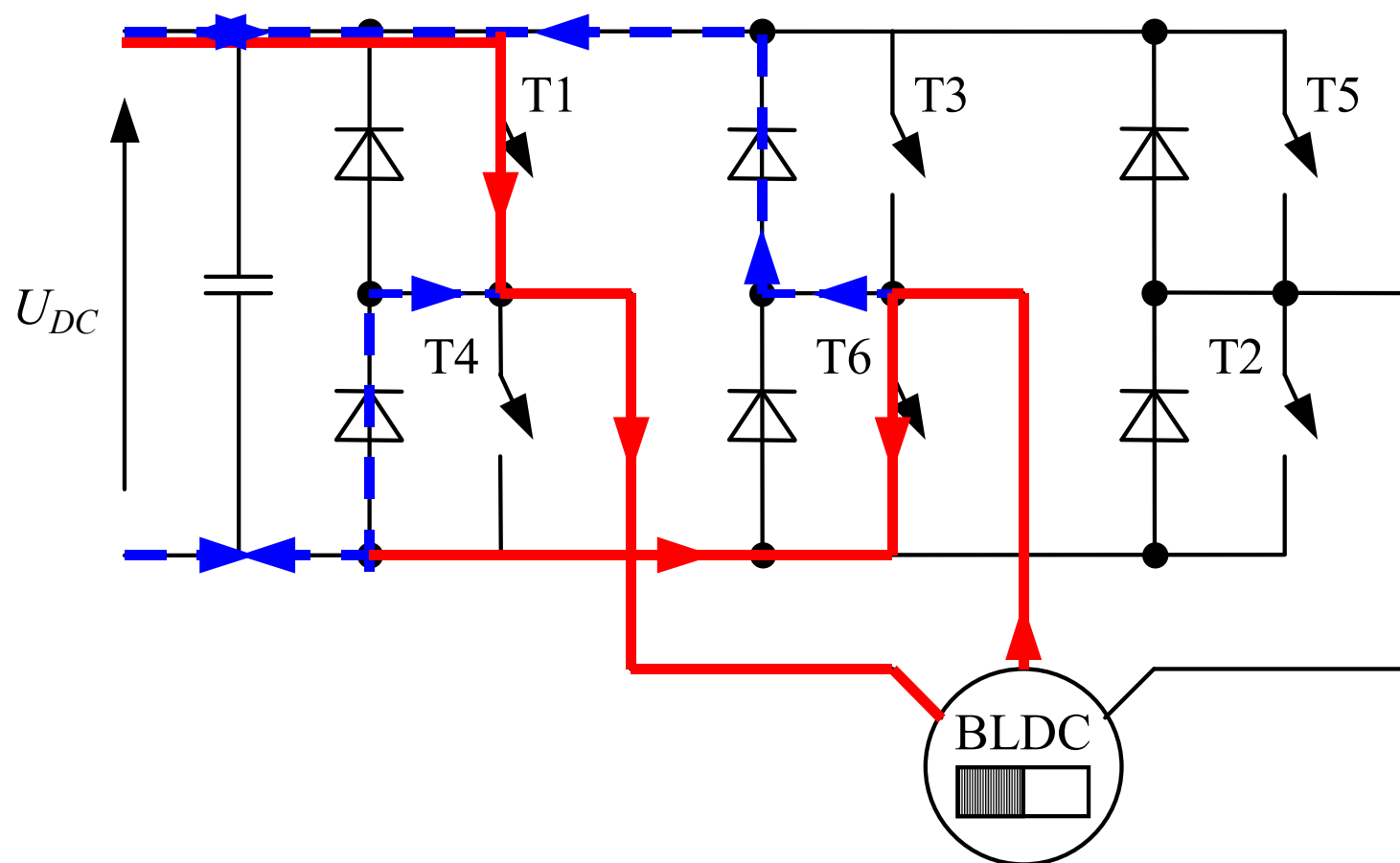
Schemat blokowy układu regulacji BLDCM



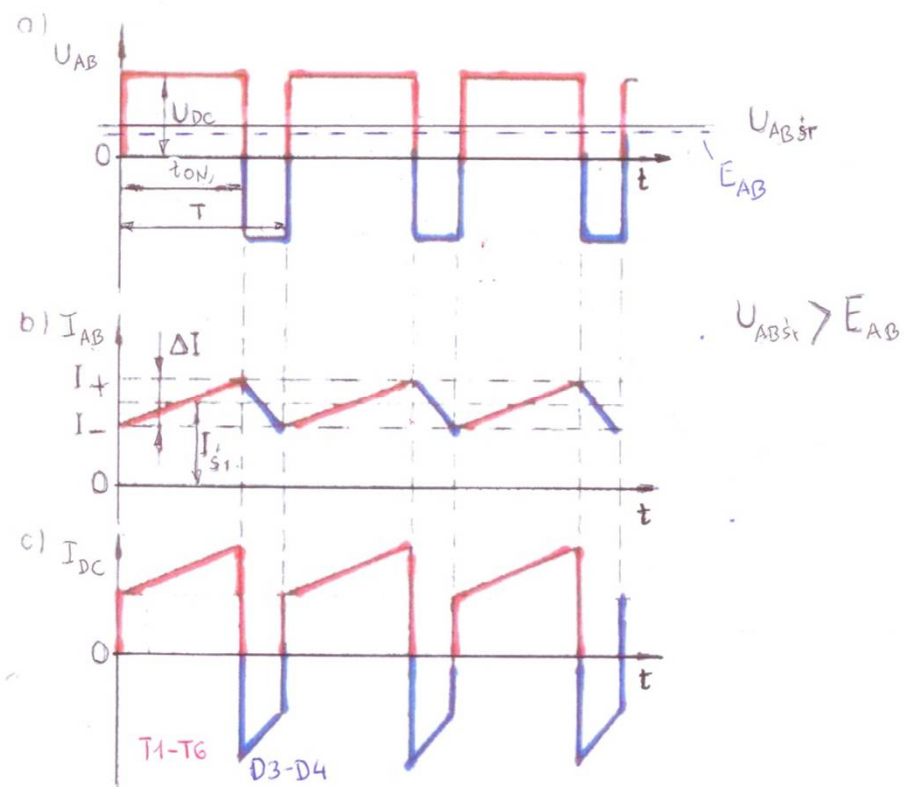
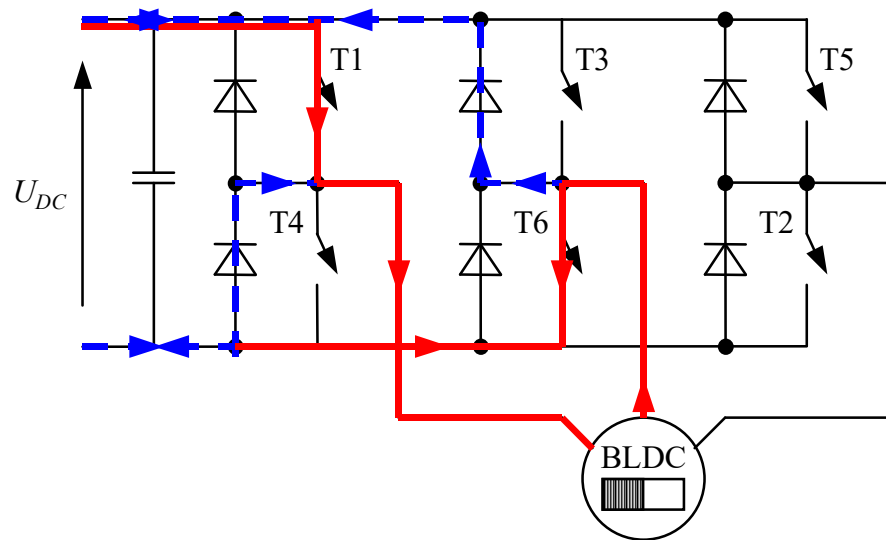
Ilustracje regulacji prądu jednej fazy przy modulacji bipolarnej



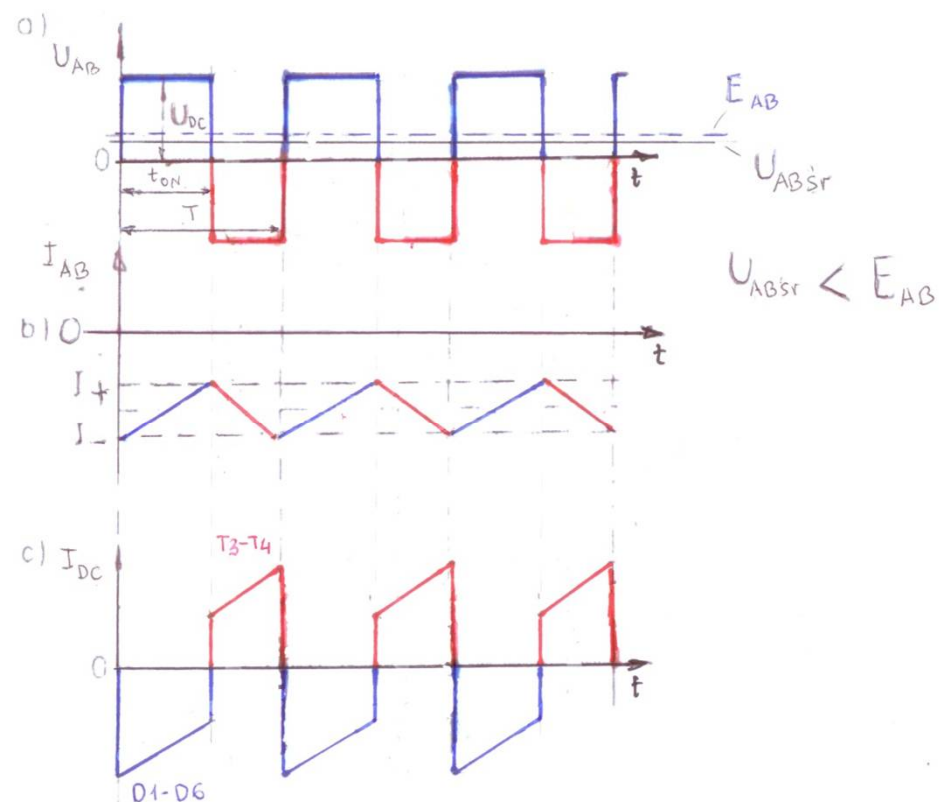
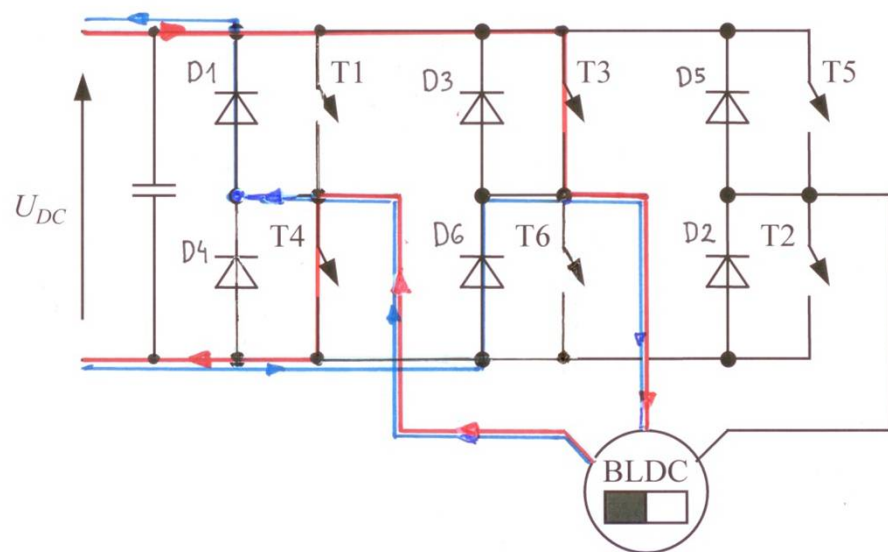
Schemat stanu zaworów i drogi przepływu prądu podczas komutacji faz A i B przy modulacji bipolarnej



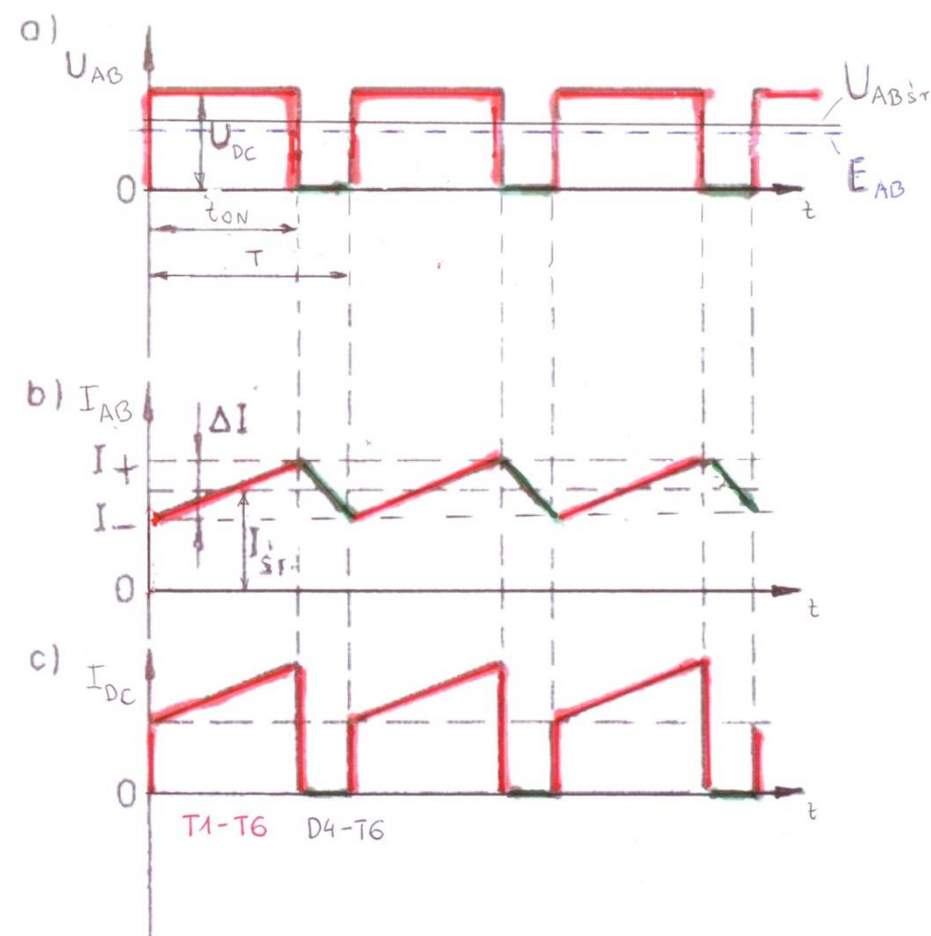
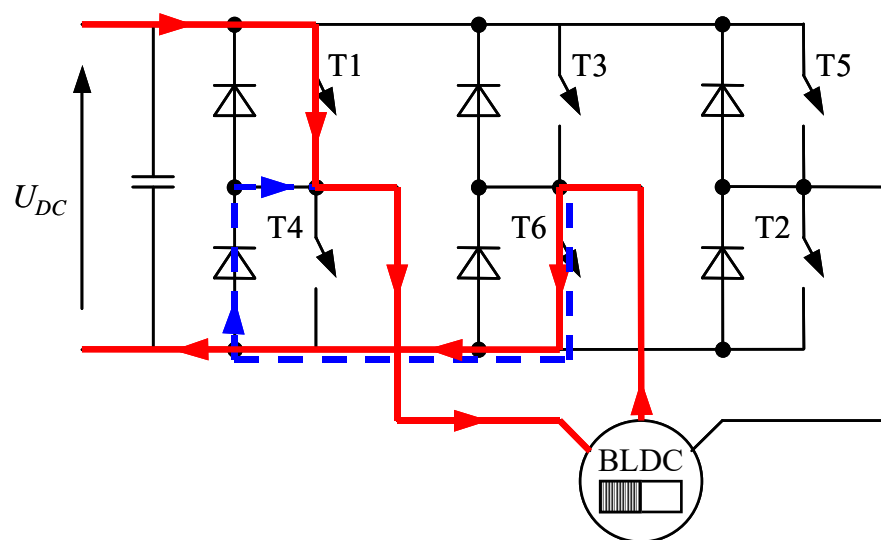
Ilustracja przebiegu napięcia i prądów podczas komutacji faz A i B przy modulacji bipolarnej – praca silnikowa



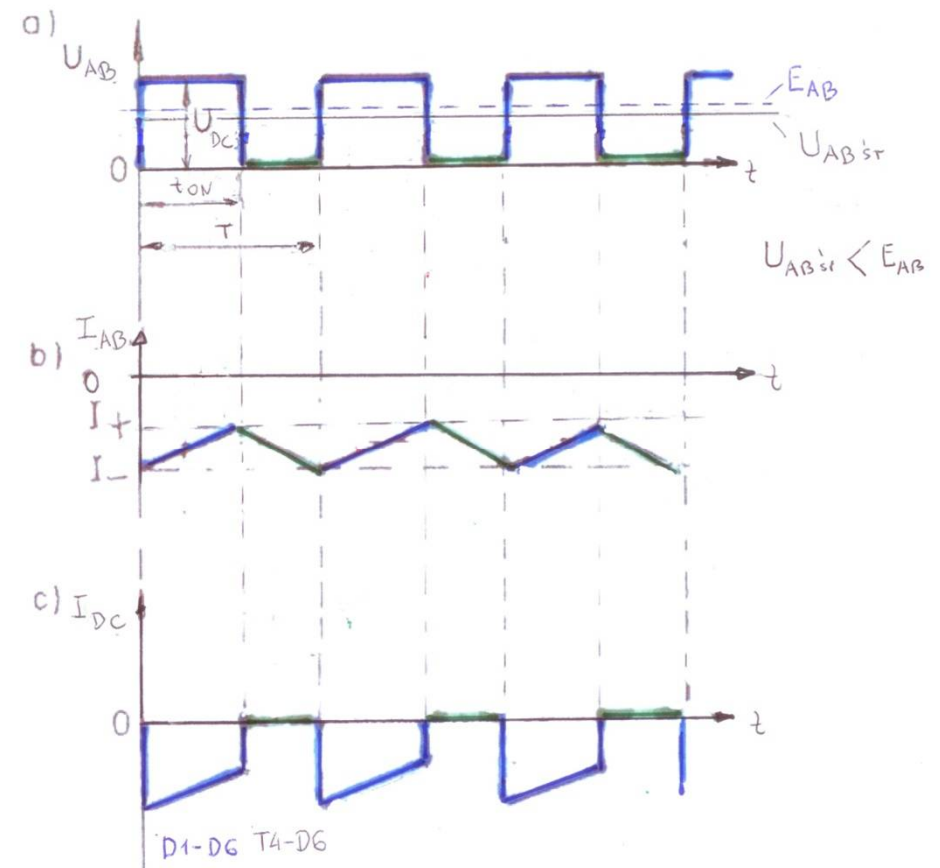
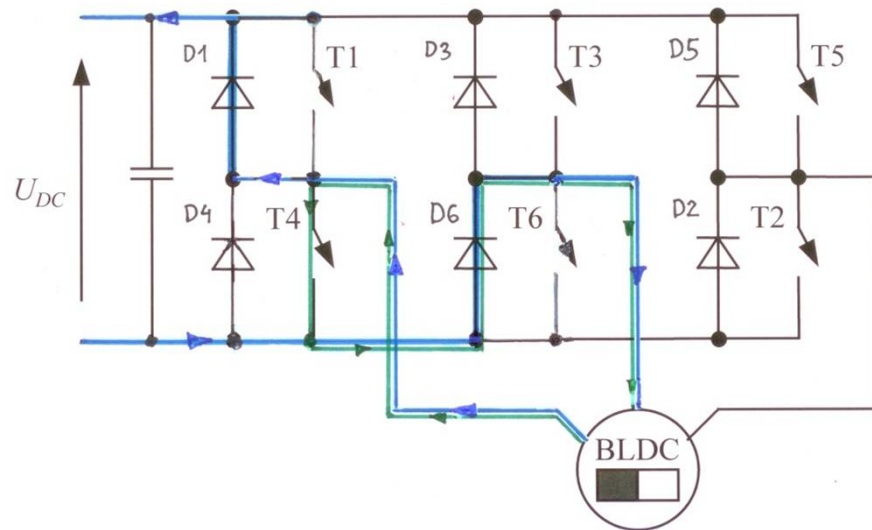
Ilustracja przebiegu napięcia i prądów podczas komutacji faz A i B przy modulacji bipolarnej – hamowanie



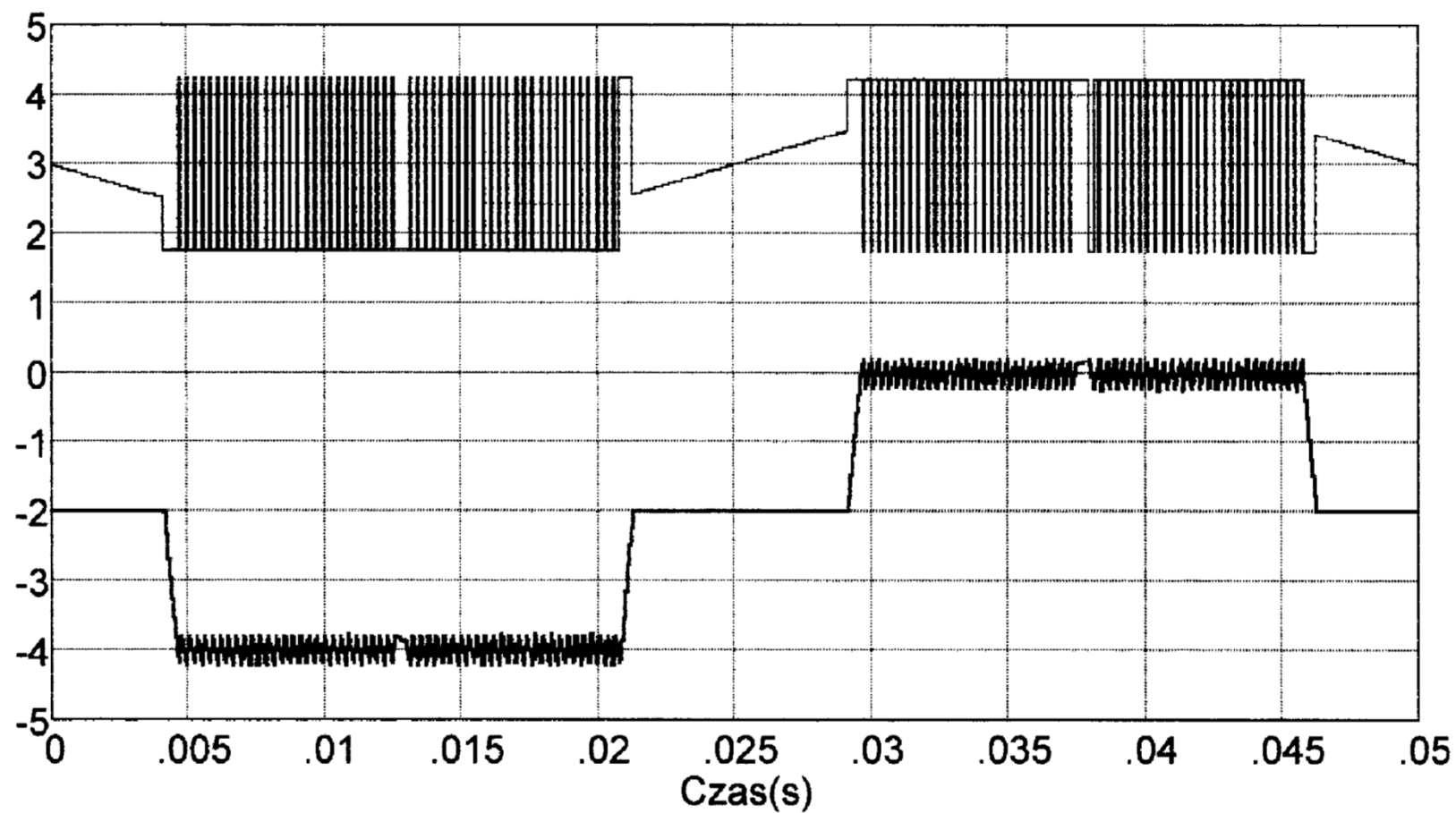
Ilustracja przebiegu napięcia i prądów podczas komutacji faz A i B przy modulacji unipolarnej – praca silnikowa



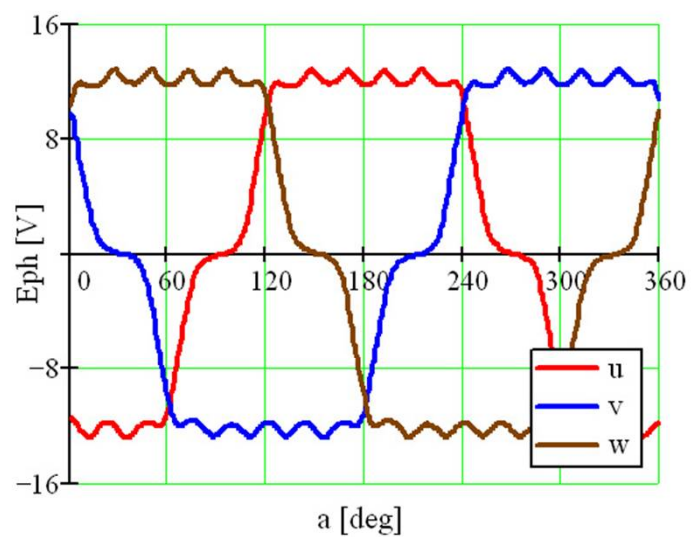
Ilustracja przebiegu napięcia i prądów podczas komutacji faz A i B przy modulacji unipolarnej – hamowanie



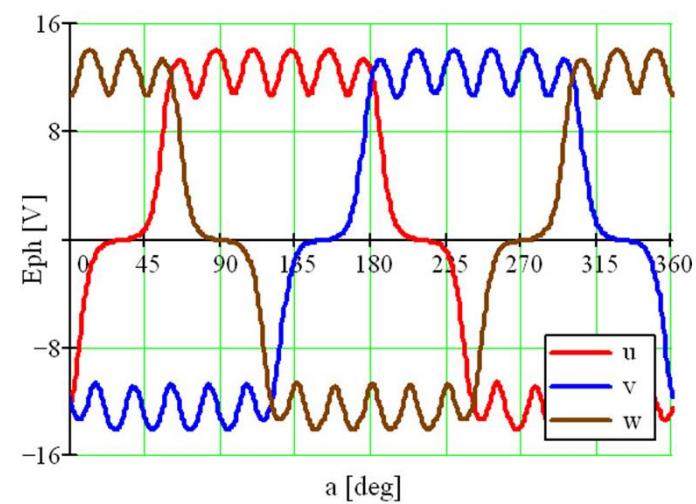
Przebiegi prądu silnika BLDCM zasilanego prądem
o przebiegu prostokątnym (o trapezoidalnej sem)



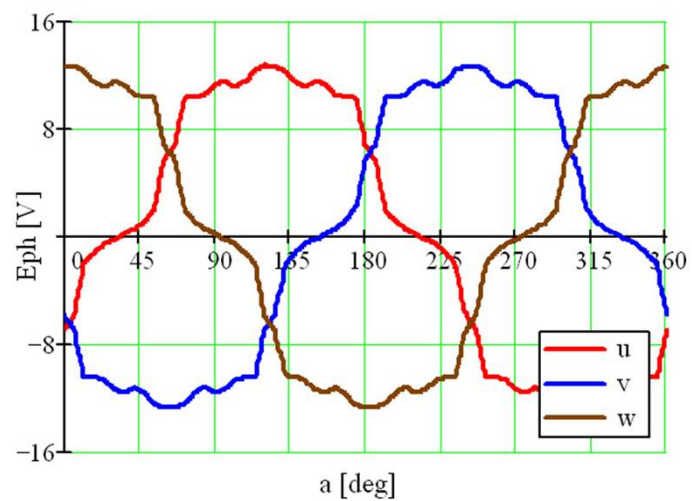
a)



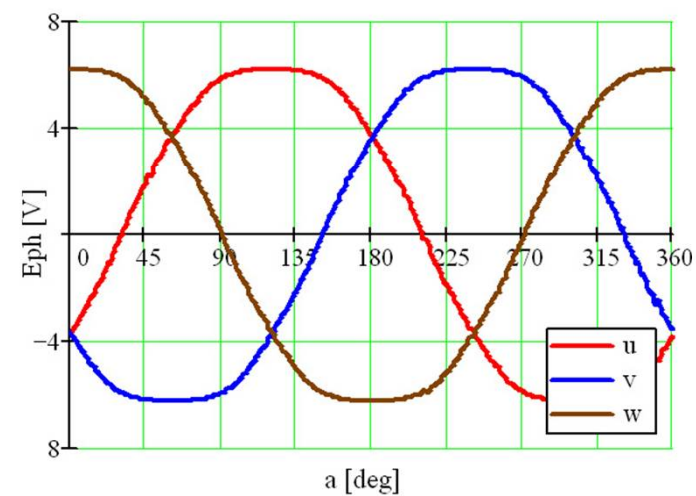
b)



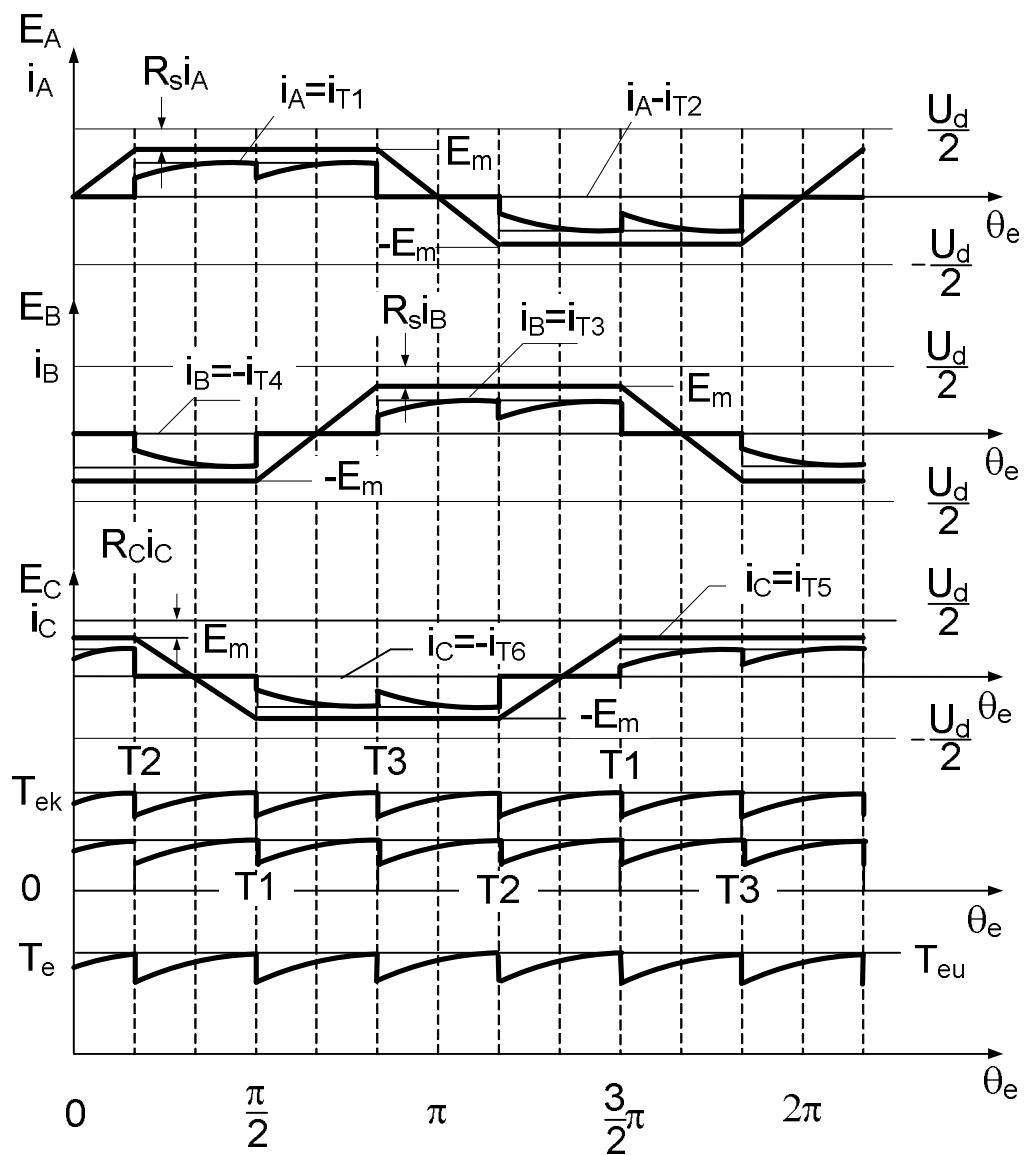
c)



d)



Spotykane kształty SEM



Rzeczywisty przebieg
prądów fazowych
i momentu
elektromagnetycznego