

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

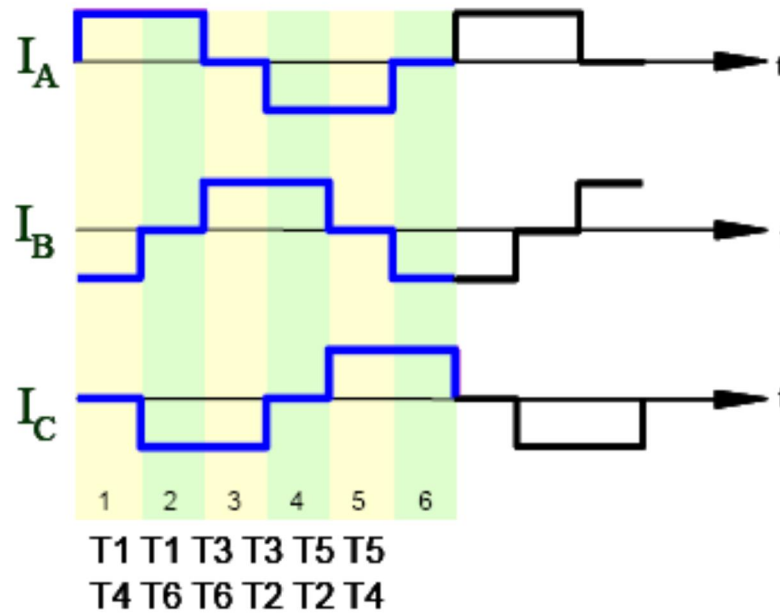
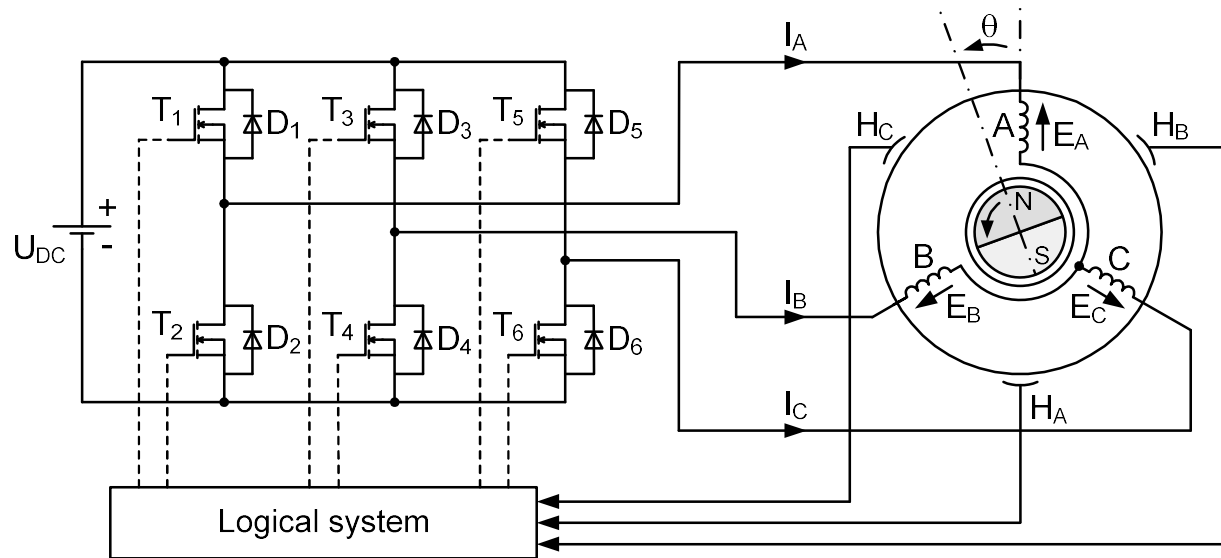
*(Silnika bezszczotkowego prądu stałego)*

*(Brushless DC Motor - BLDCM)*

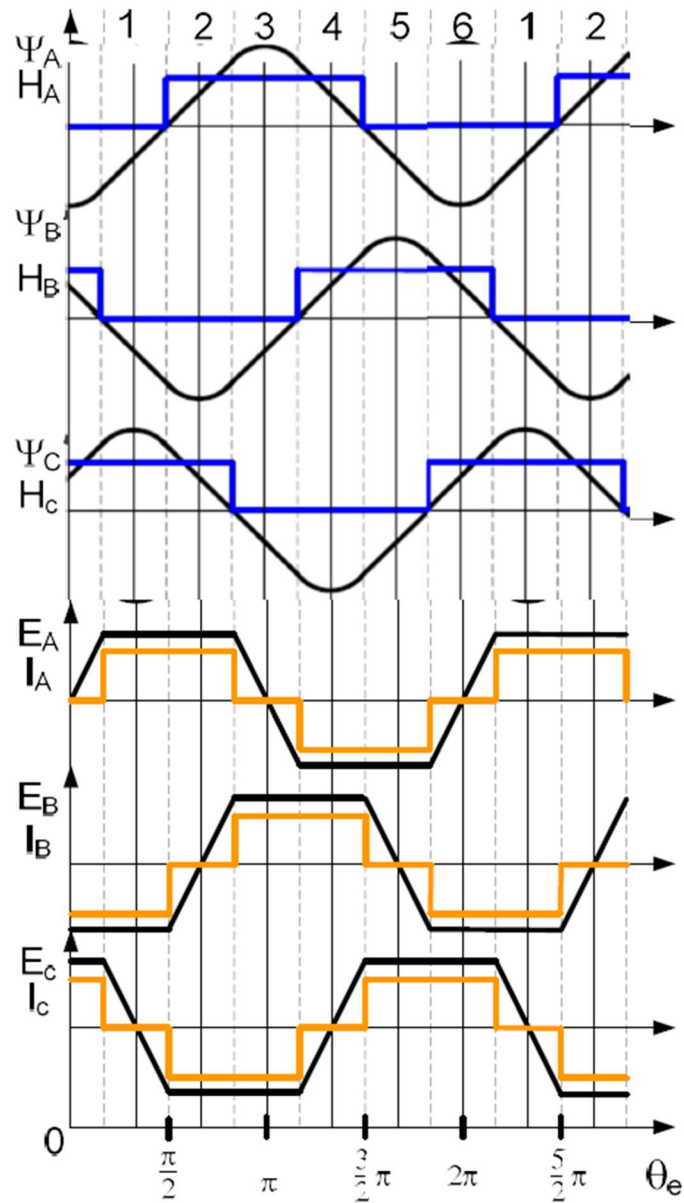
# Przykładowe silniki bezszczotkowe prądu stałego (BLDCM)



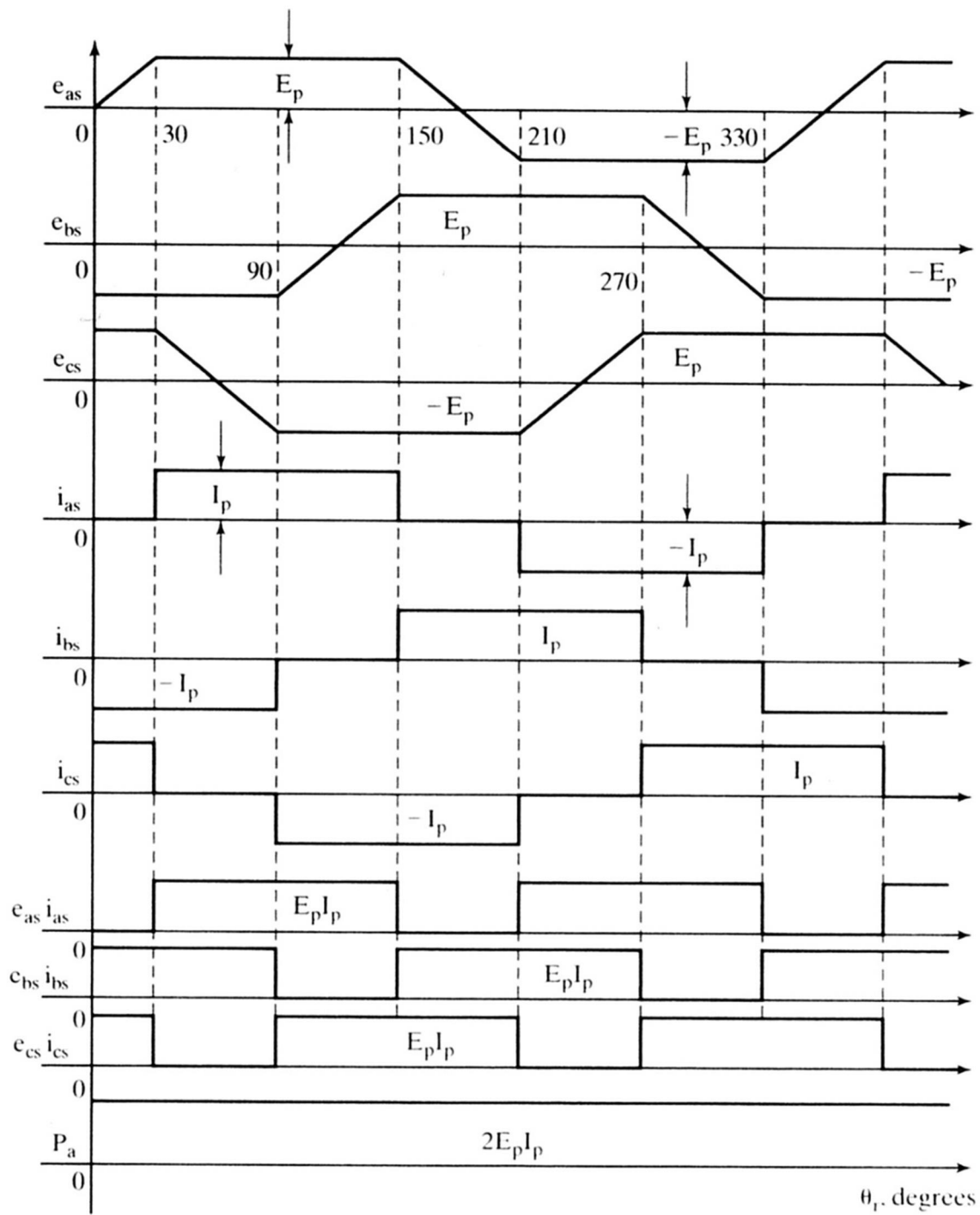
# Schemat obwodu głównego BLDCM



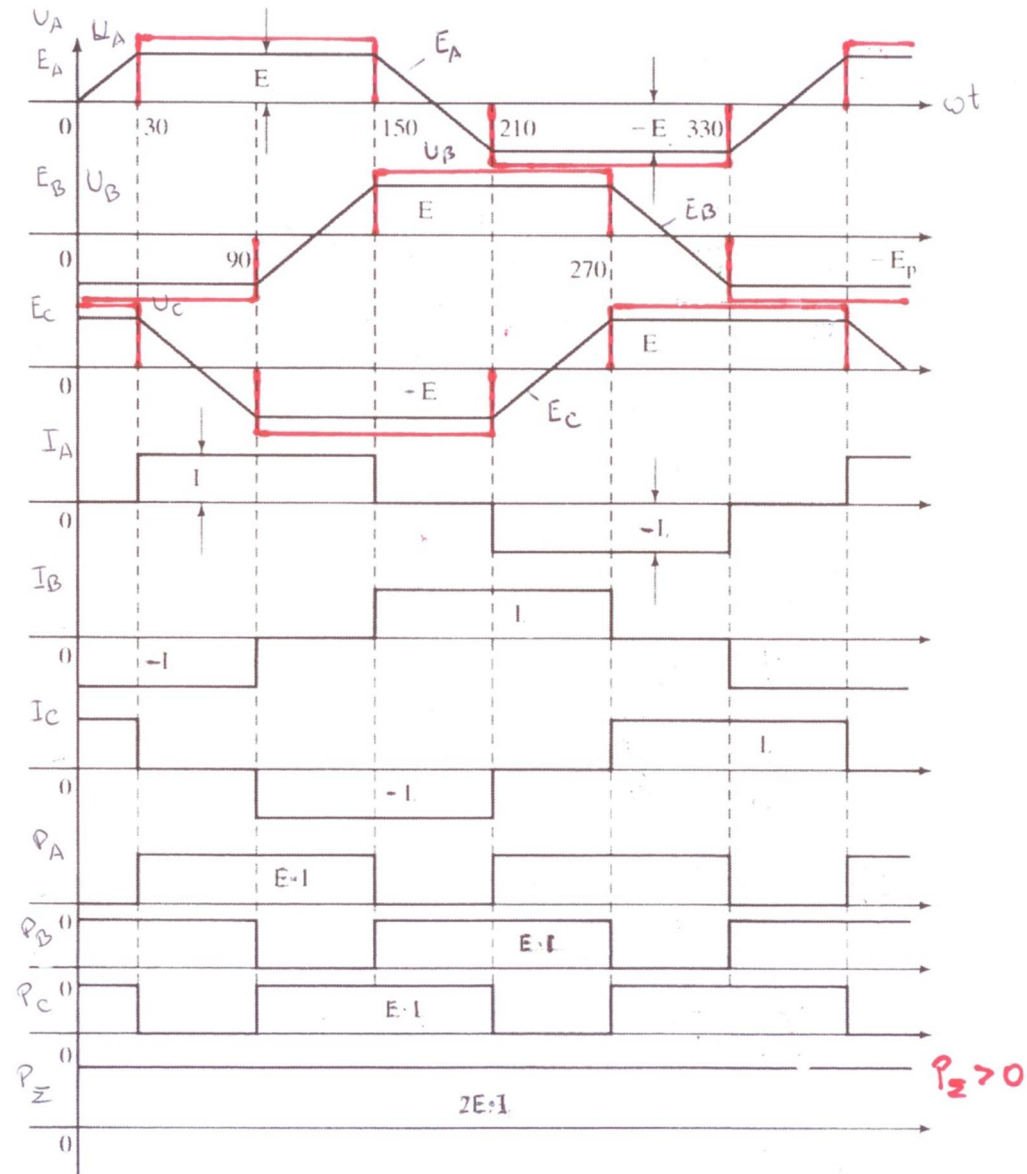
Ilustracja przebiegu natężenia (H) i strumienia ( $\Psi$ ) oraz prądów (I) i sił elektromotorycznych (E) uzwojeń fazowych



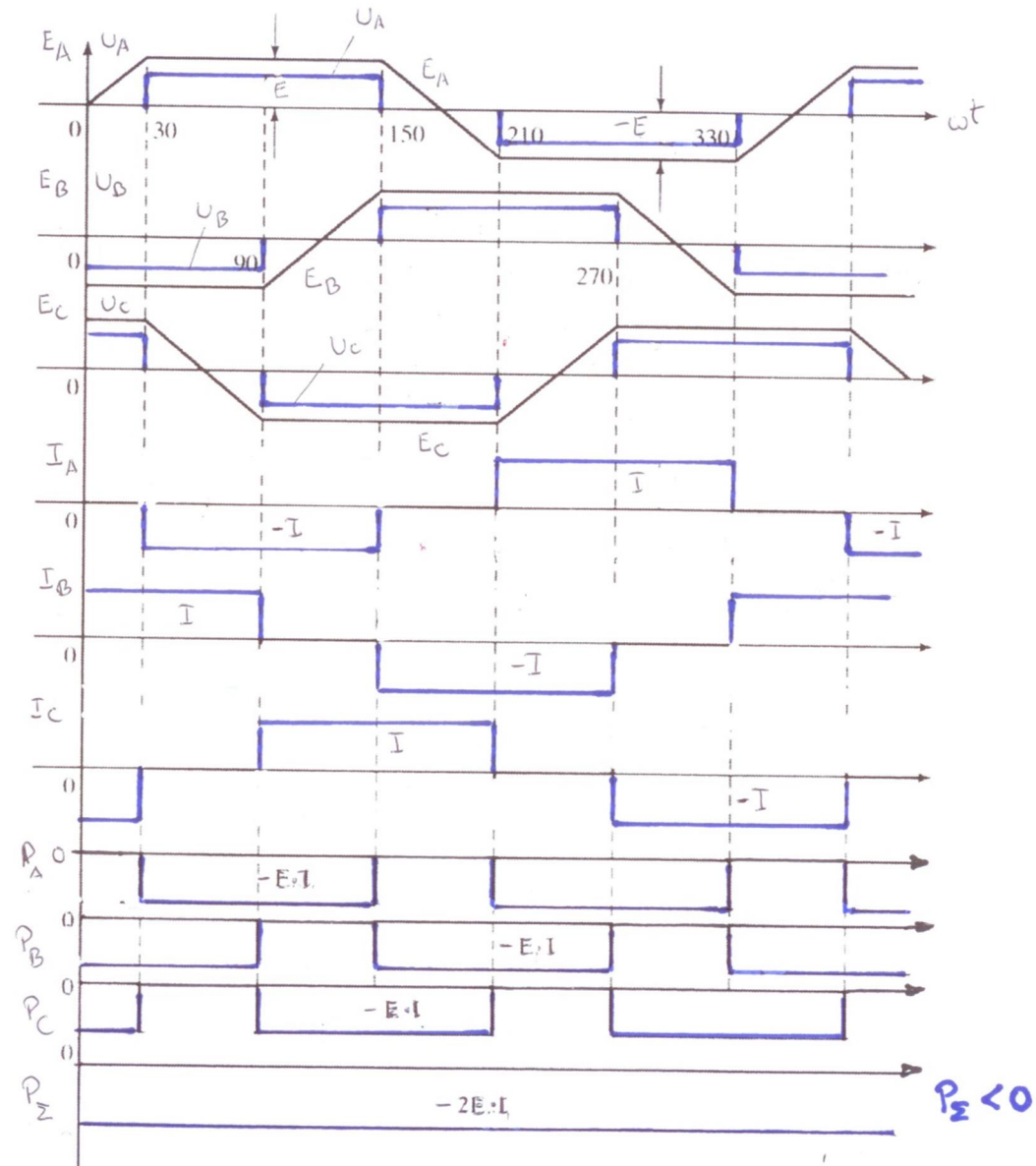
# Ilustracja przebiegu prądów i sił elektromotorycznych uzwojeń fazowych



# Ilustracja przebiegu prądów i sił elektromotorycznych uzwojeń fazowych praca silnikowa



# Ilustracja przebiegu prądów i sił elektromotorycznych uzwojeń fazowych hamowanie



$$\Psi_f = \left[ \Psi_f \lambda(\Theta), \quad \Psi_f \lambda\left(\Theta - \frac{2\pi}{3}\right), \quad \Psi_f \lambda\left(\Theta - \frac{4\pi}{3}\right) \right] \quad \Psi_f = \left[ \Psi_f \cos\Theta, \quad \Psi_f \cos\left(\Theta - \frac{2\pi}{3}\right), \quad \Psi_f \cos\left(\Theta - \frac{4\pi}{3}\right) \right]$$

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

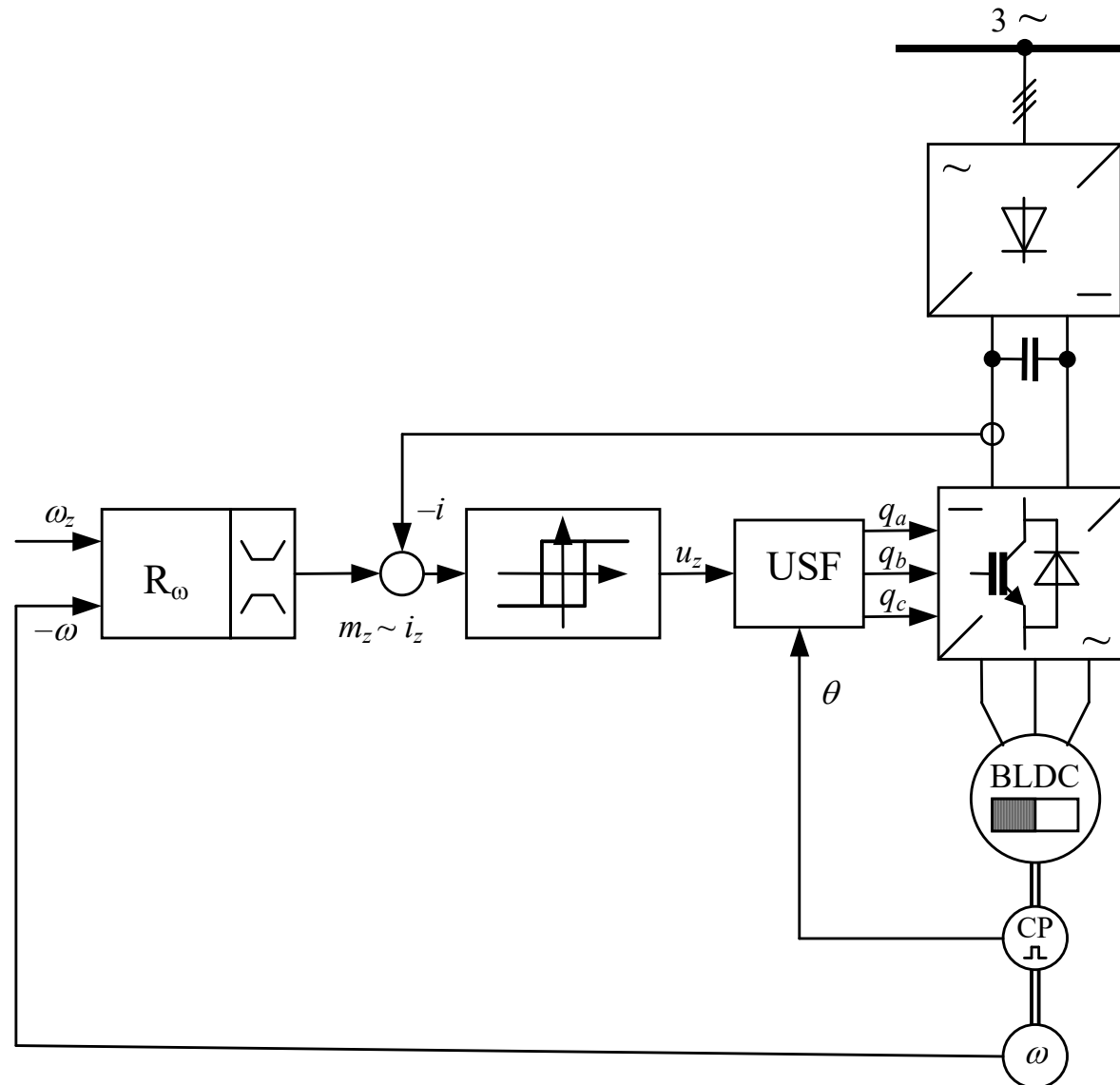
$$\begin{bmatrix} u_A \\ u_B \\ u_C \end{bmatrix} = R_s \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix} + L_{MA}(3/2 + \sigma) \cdot \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix} + \Psi_f \cdot \omega_m \frac{d}{d\Theta} \begin{bmatrix} \lambda(\Theta) \\ \lambda(\Theta - 2\pi/3) \\ \lambda(\Theta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

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

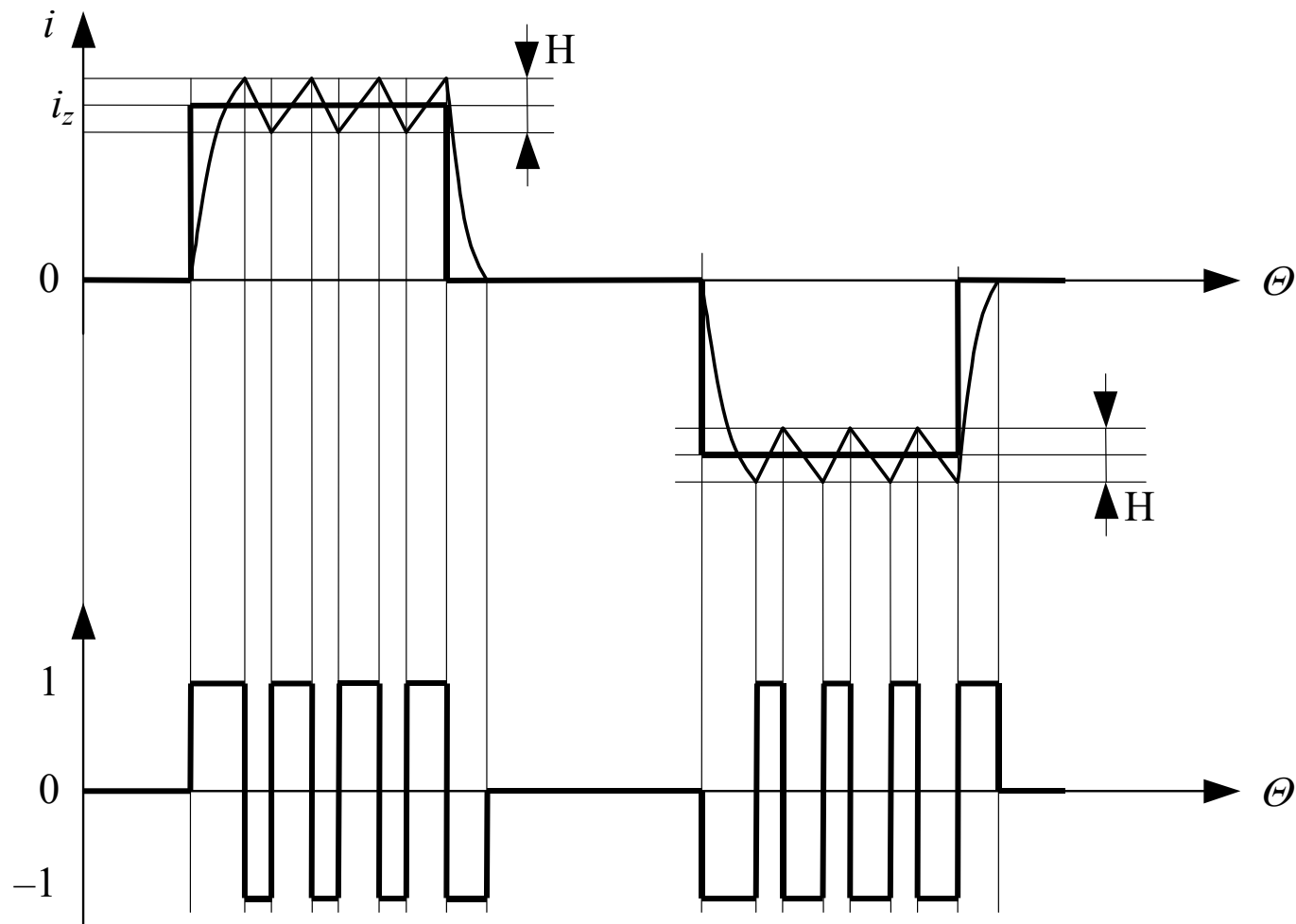
$$m_e = \Psi_f \left( \frac{d\lambda(\Theta)}{d\Theta} \cdot i_A + \frac{d\lambda(\Theta - 2\pi/3)}{d\Theta} \cdot i_B + \frac{d\lambda(\Theta - 4\pi/3)}{d\Theta} \cdot i_C \right)$$



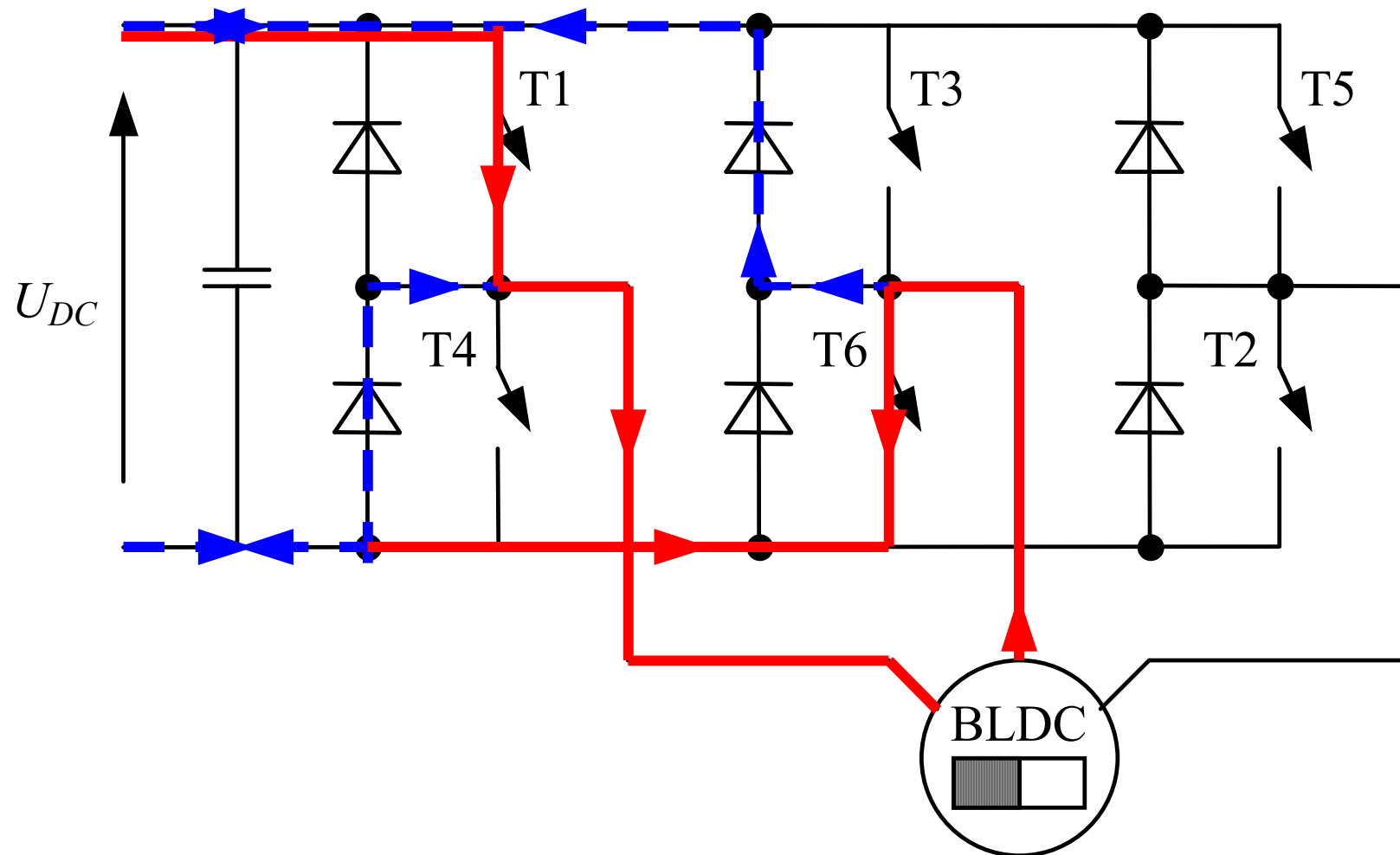
# Schemat blokowy układu regulacji BLDCM



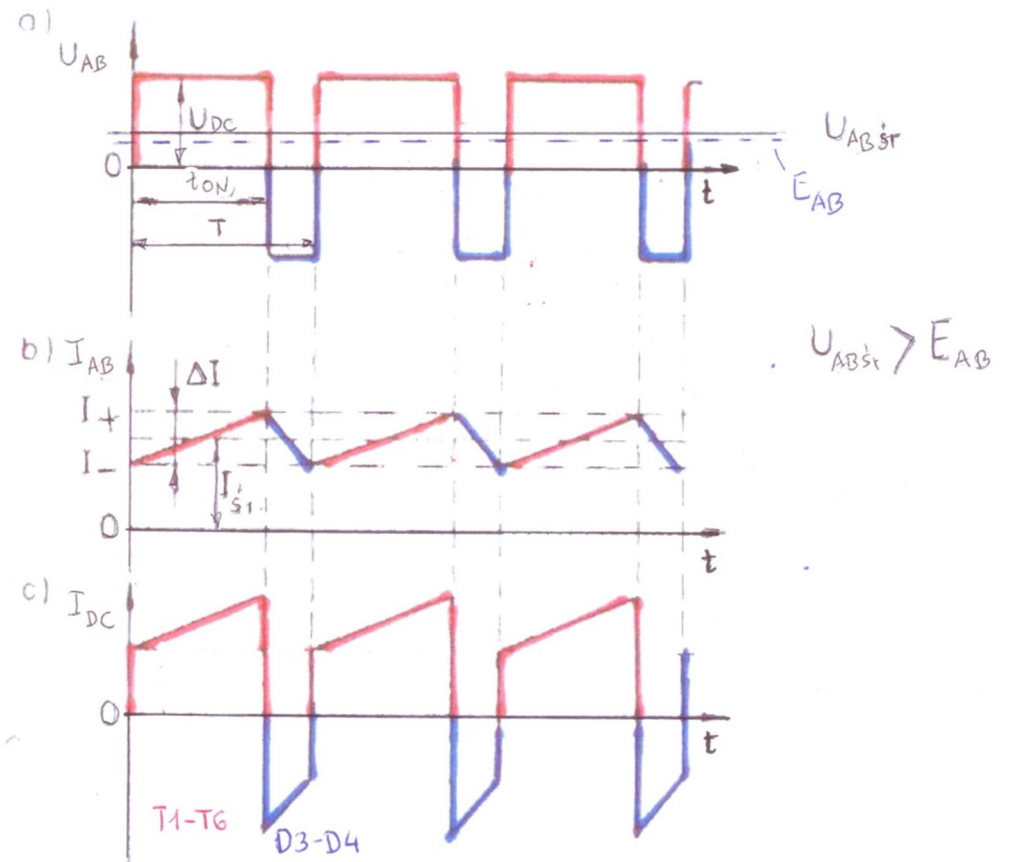
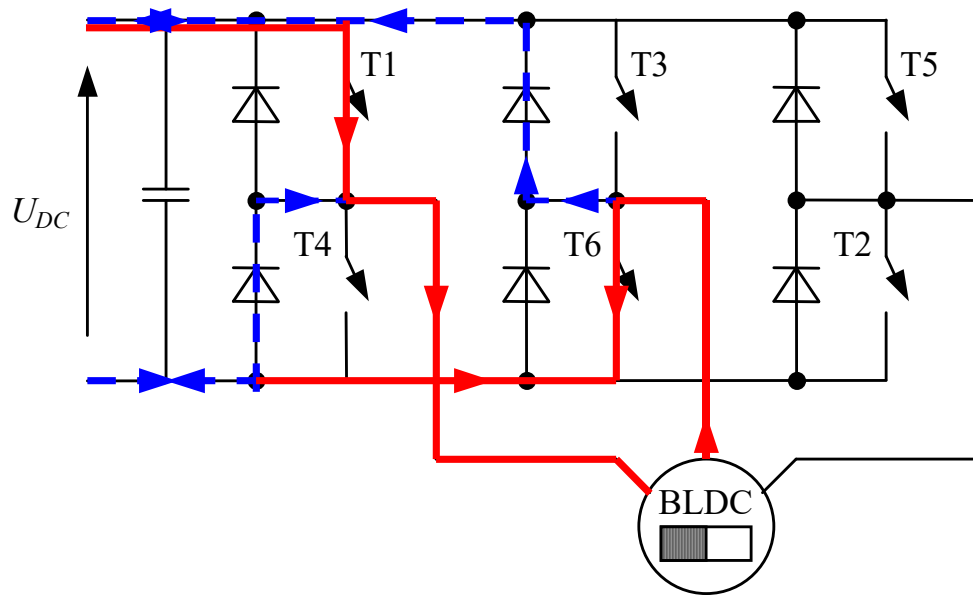
# Ilustracje regulacji prądu jednej fazy przy modulacji bipolarnej



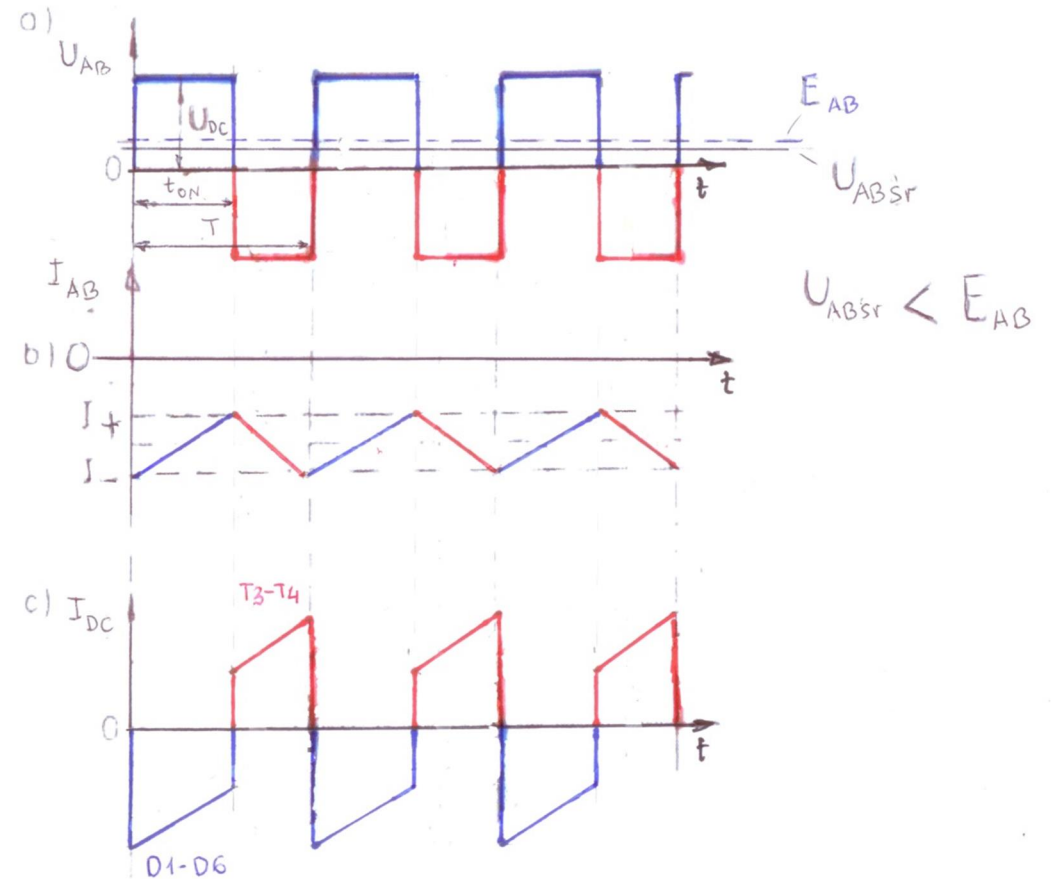
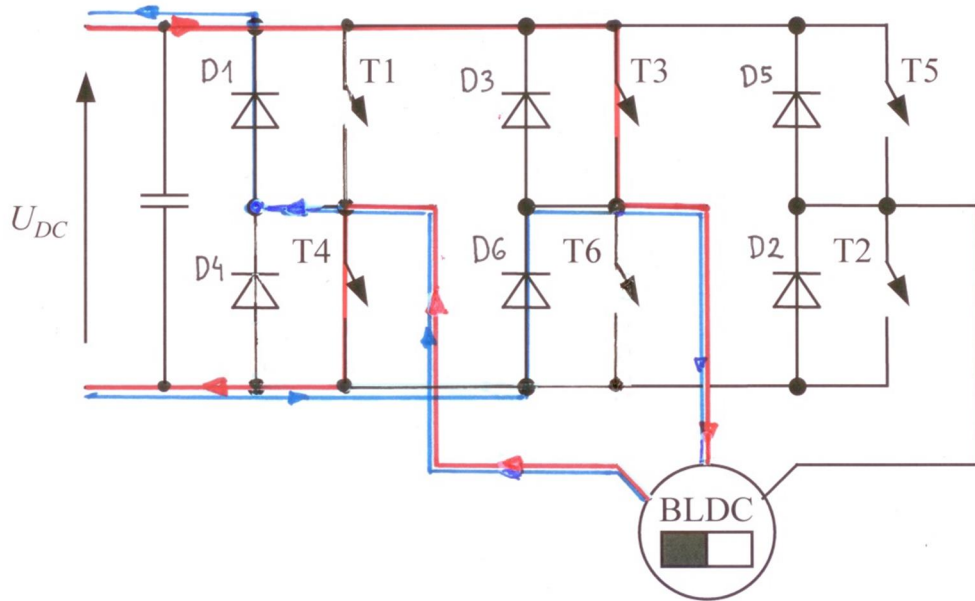
# Schemat stanu zaworów i drogi przepływu prądu podczas komutacji faz A i B przy modulacji bipolarnej



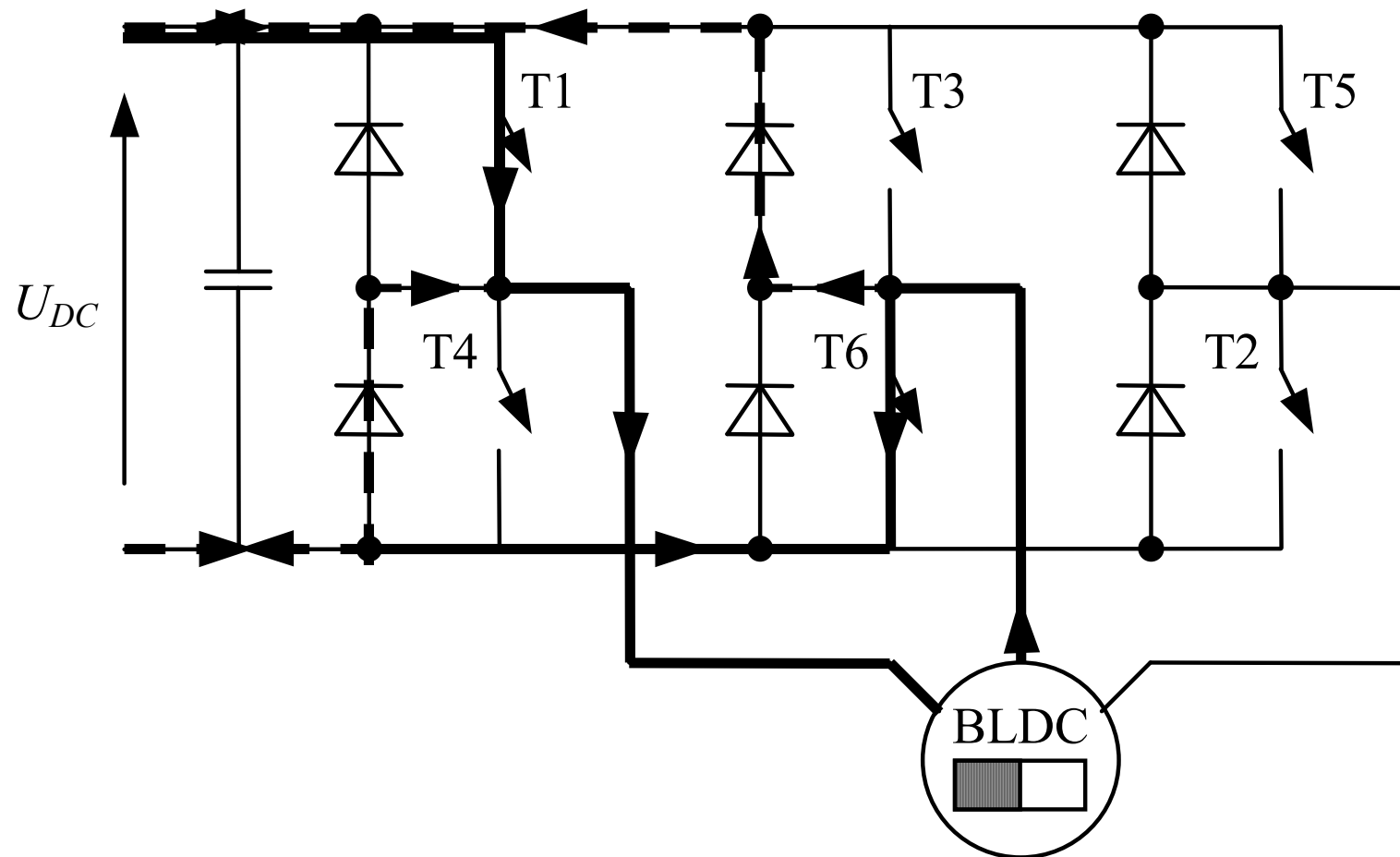
# Ilustracja przebiegu napięcia i prądów podczas komutacji faz A i B przy modulacji bipolarnej – praca silnikowa



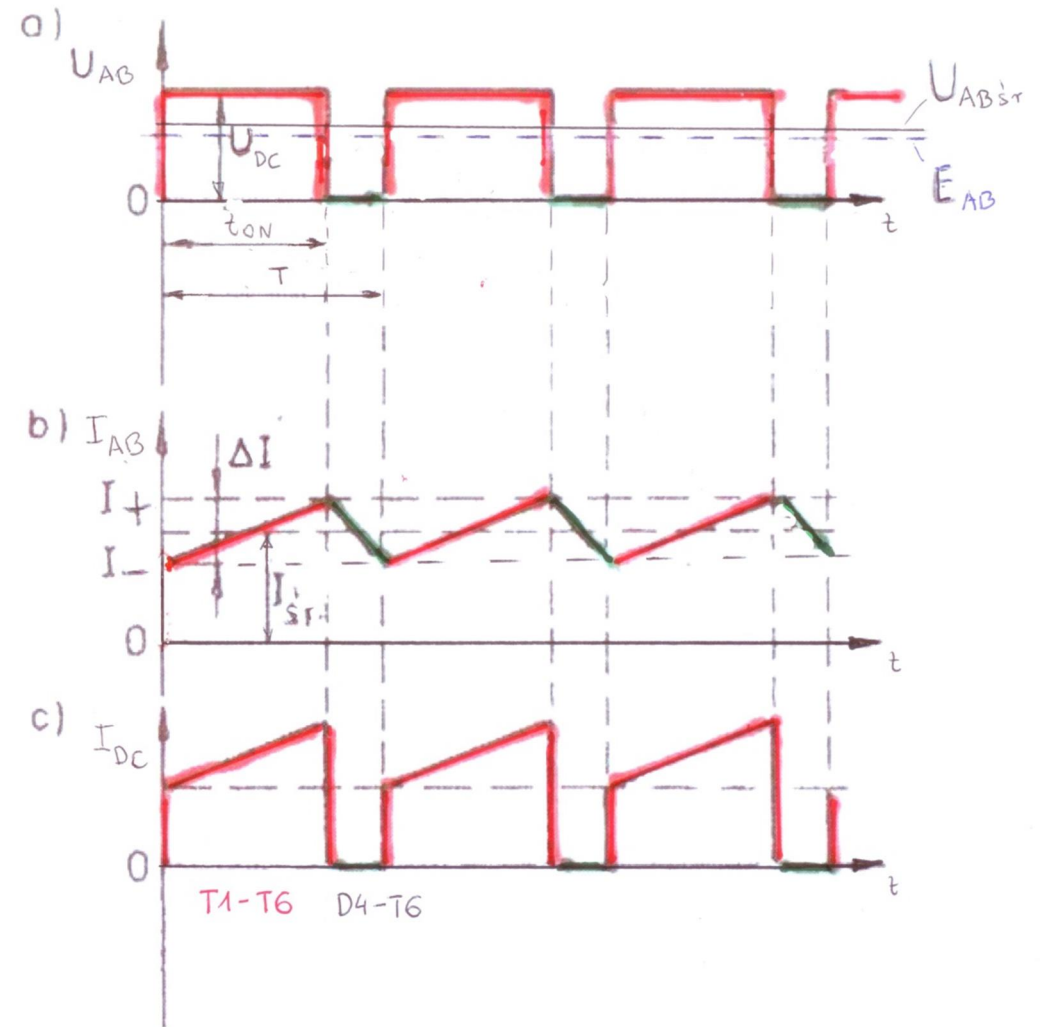
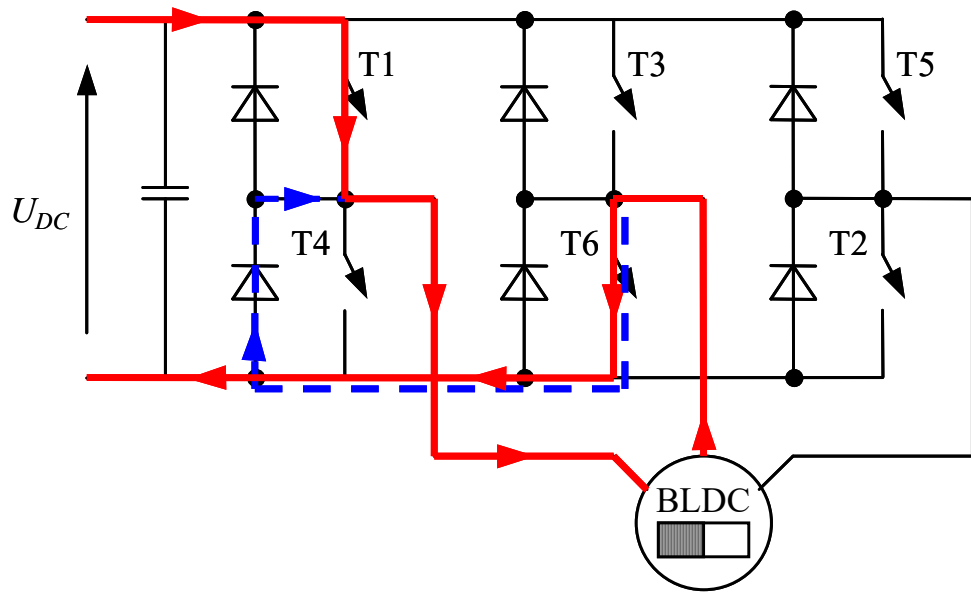
# Ilustracja przebiegu napięcia i prądów podczas komutacji faz A i B przy modulacji bipolarnej – hamowanie



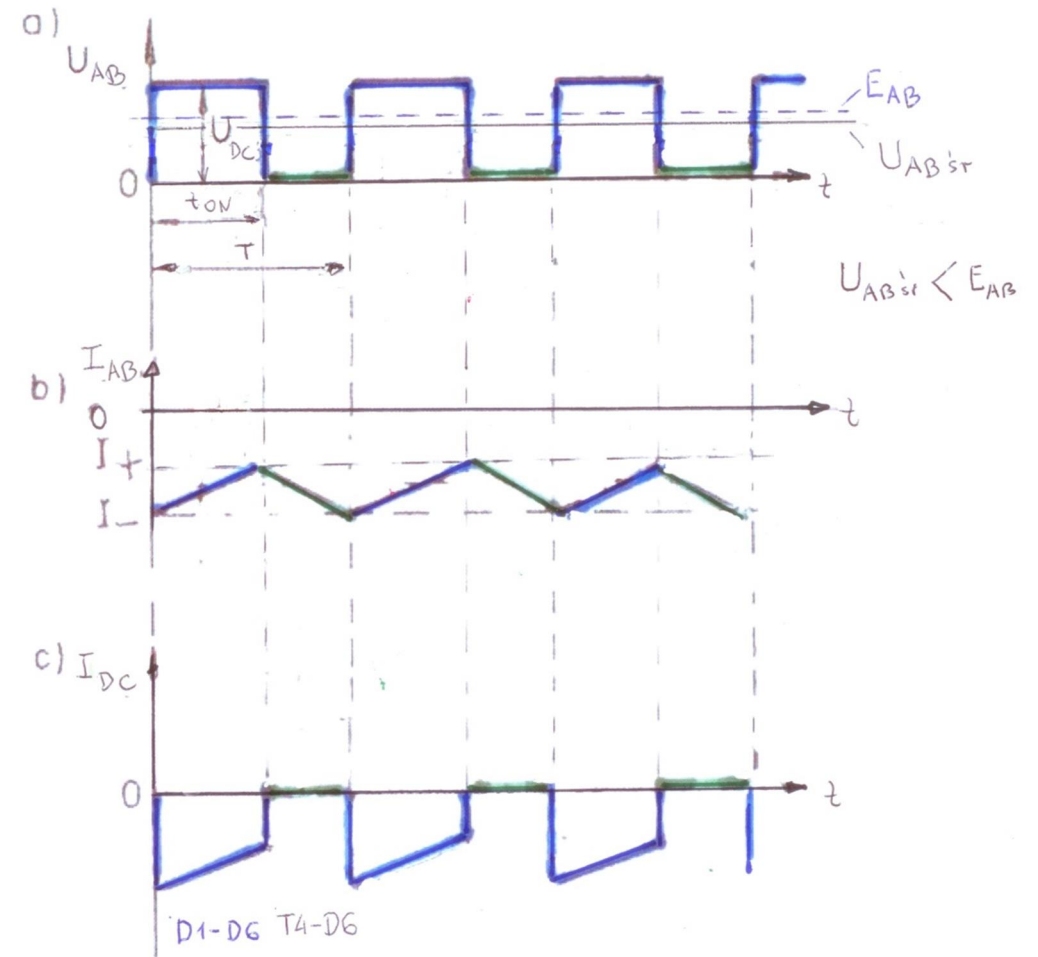
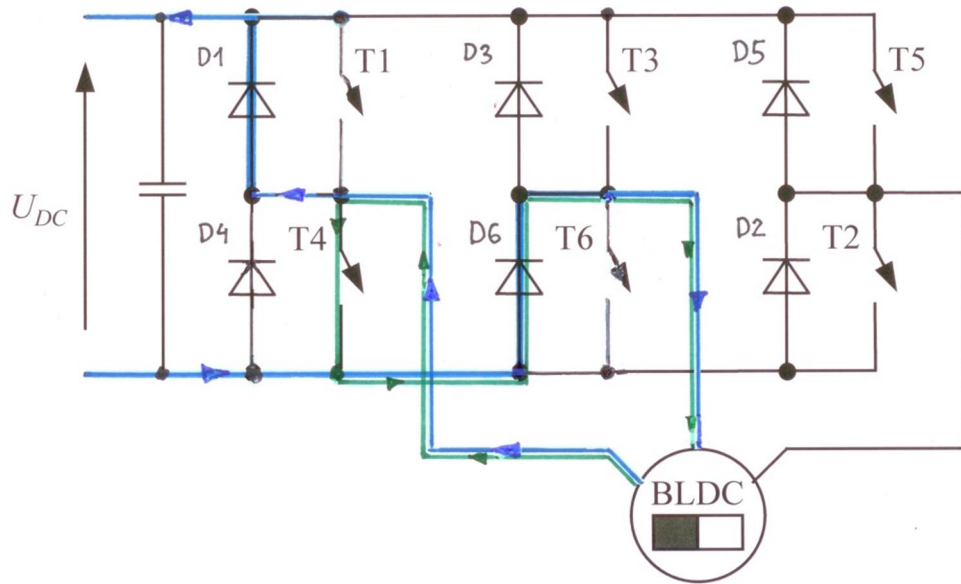
# Schemat połączeń podczas komutacji jednej fazy przy modulacji bipolarnej



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

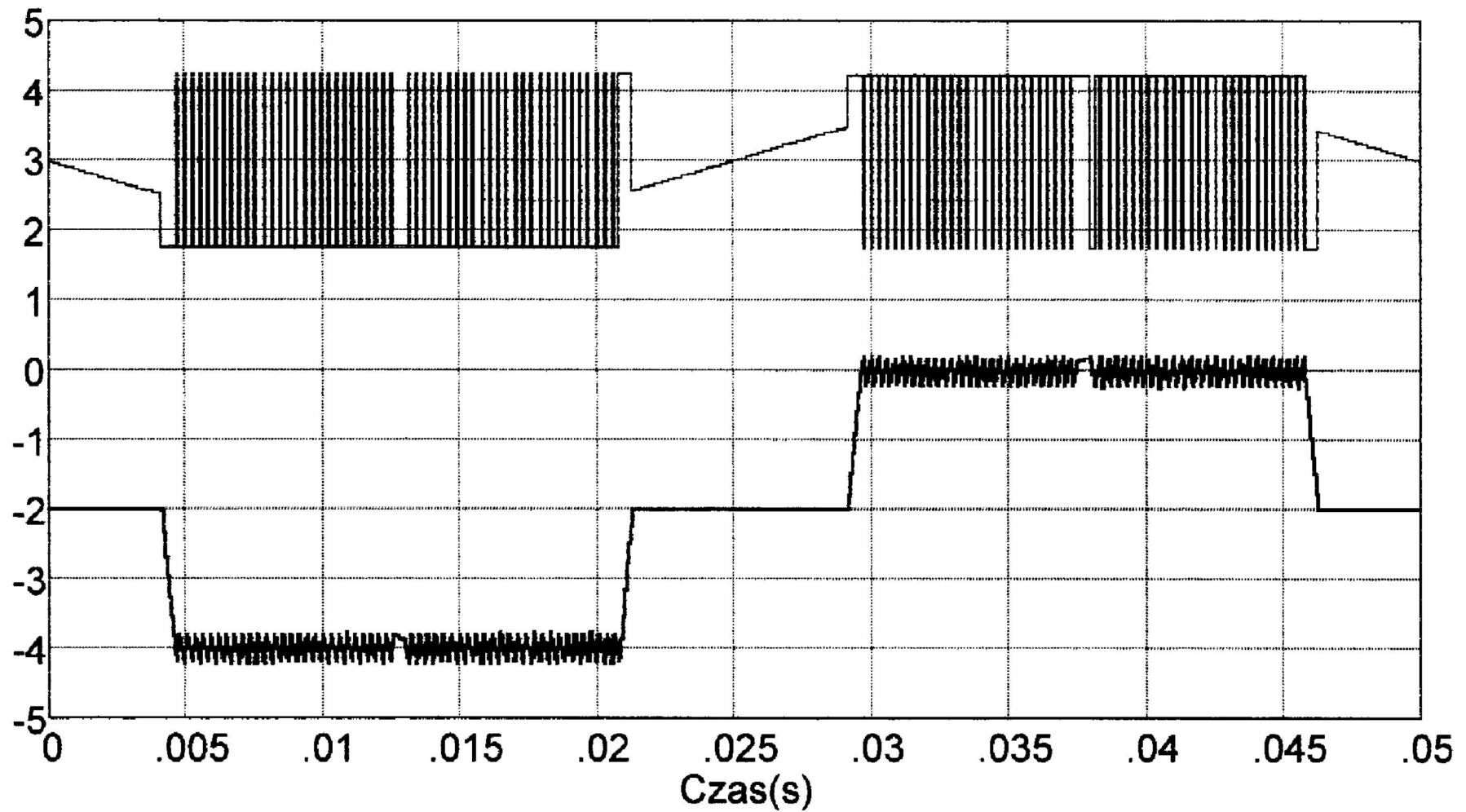


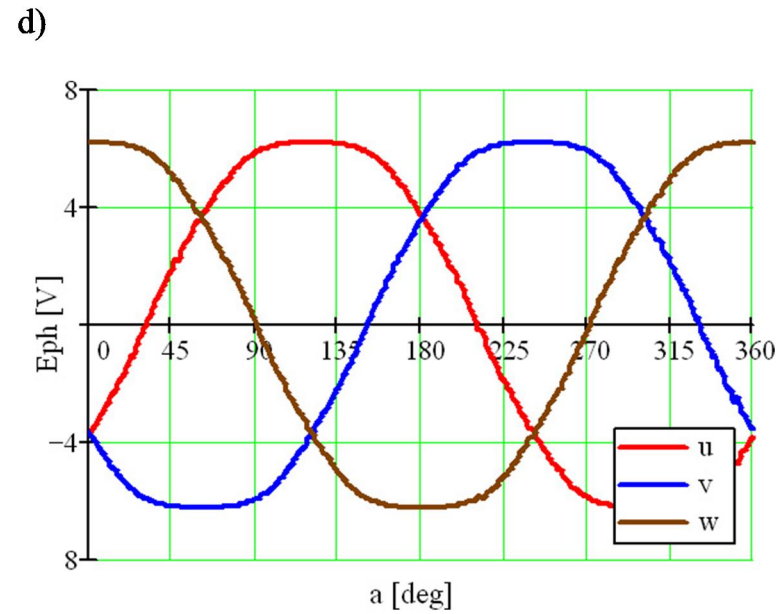
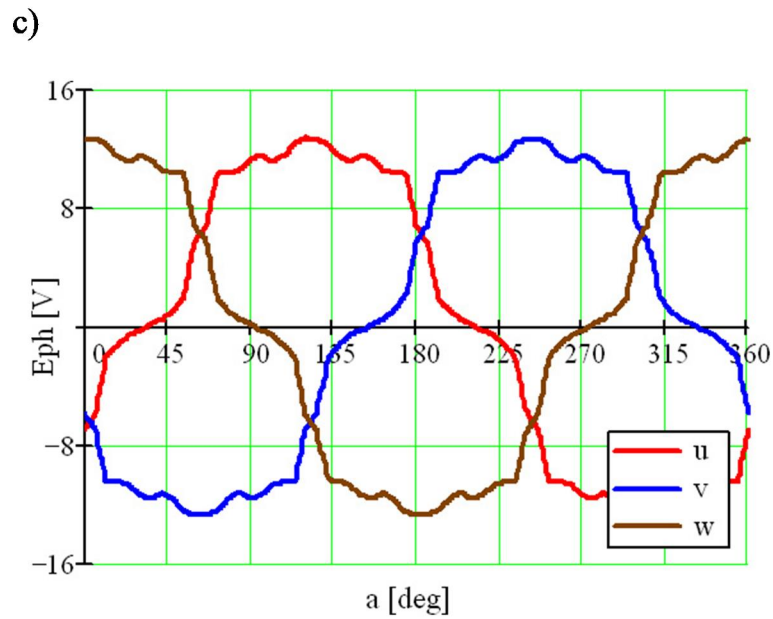
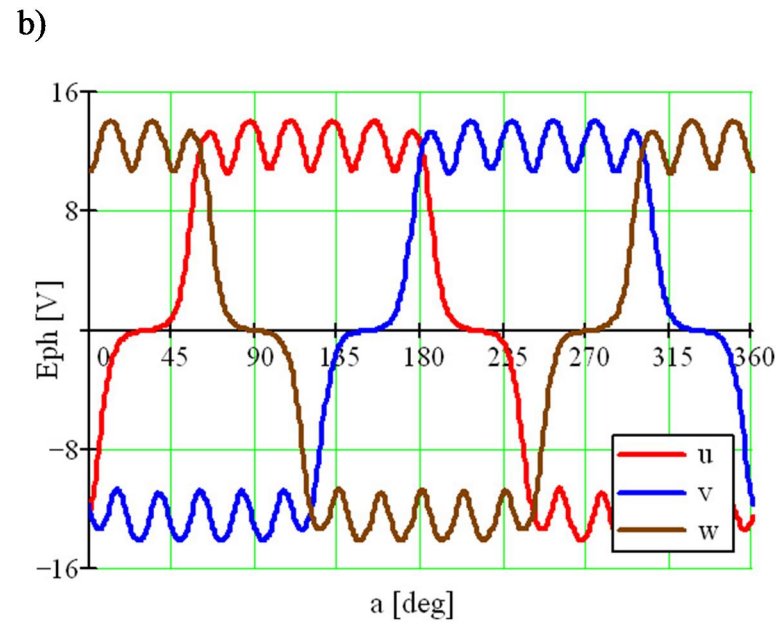
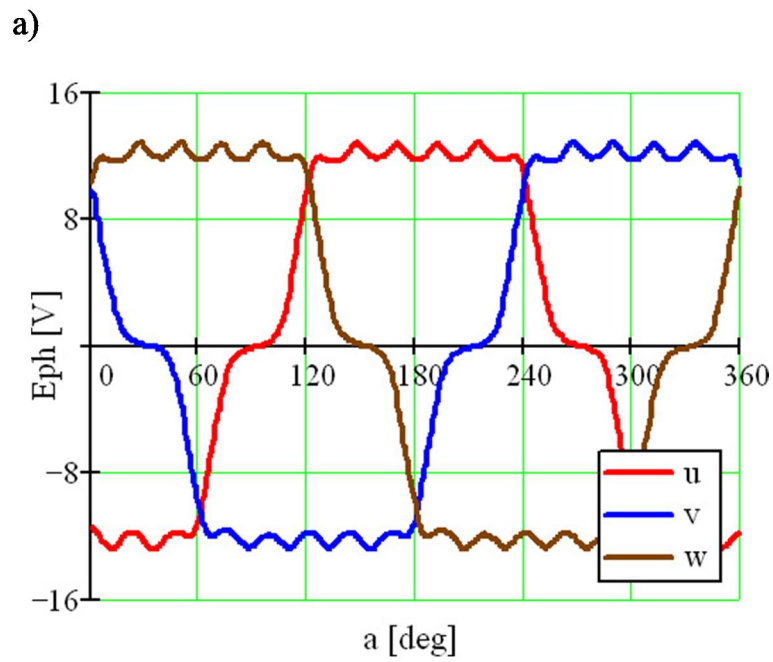
# Ilustracja przebiegu napięcia i prądów podczas komutacji faz A i B przy modulacji unipolarnej – hamowanie



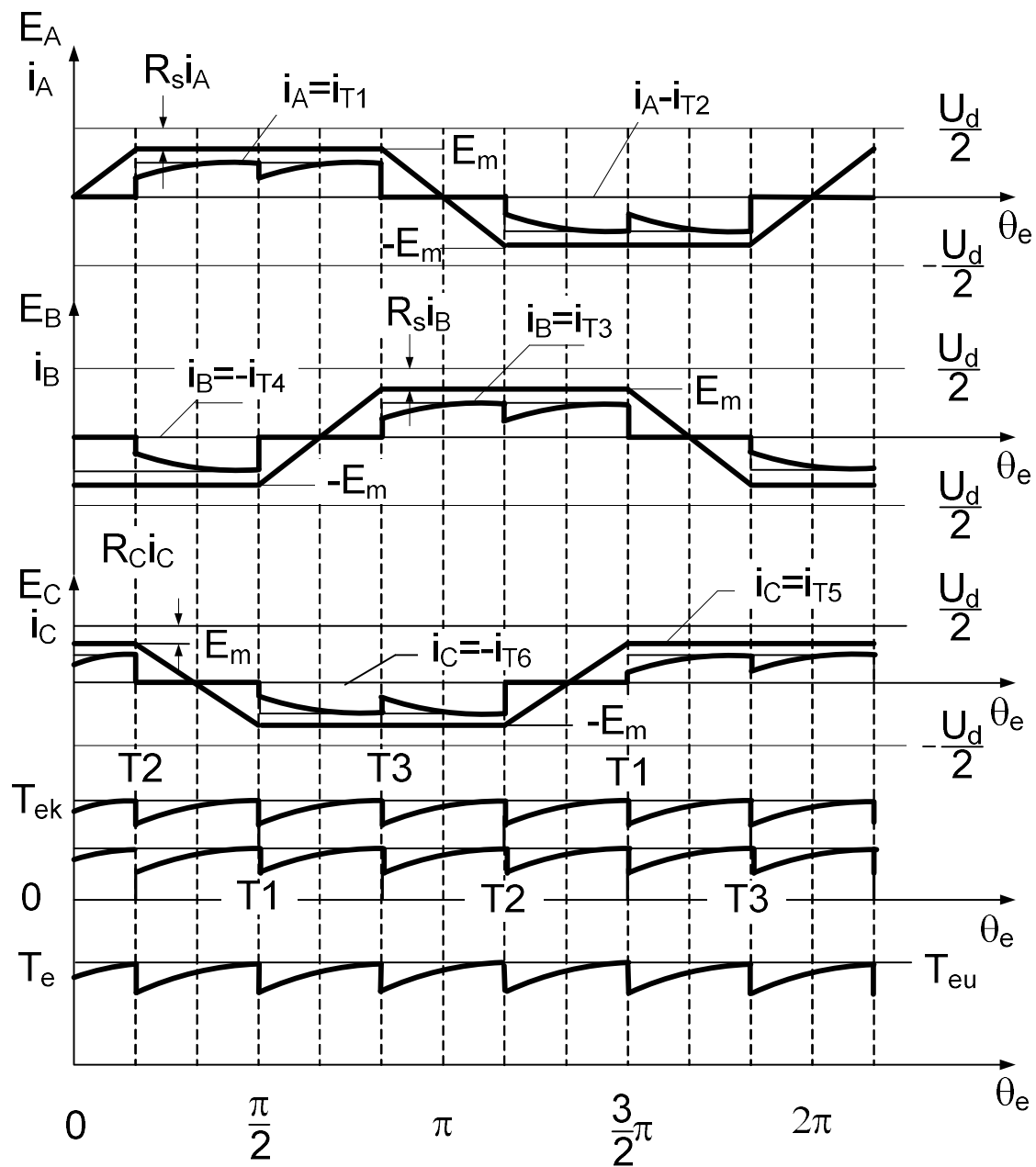


# Przebiegi prądu silnika BLDCM zasilanego prądem o przebiegu prostokątnym (o trapezoidalnej sem)





Spotykane kształty SEM



Rzeczywisty przebieg prądów fazowych i momentu elektromagnetycznego