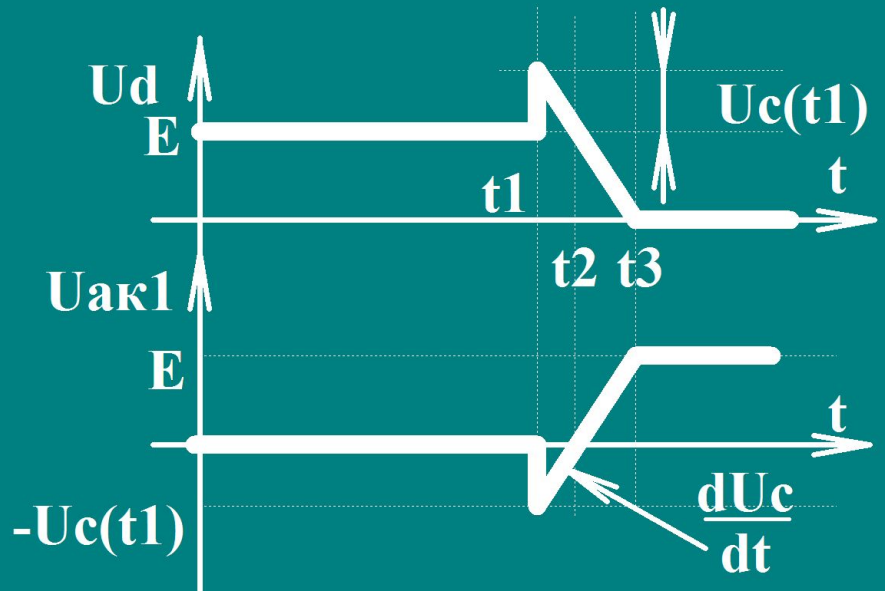
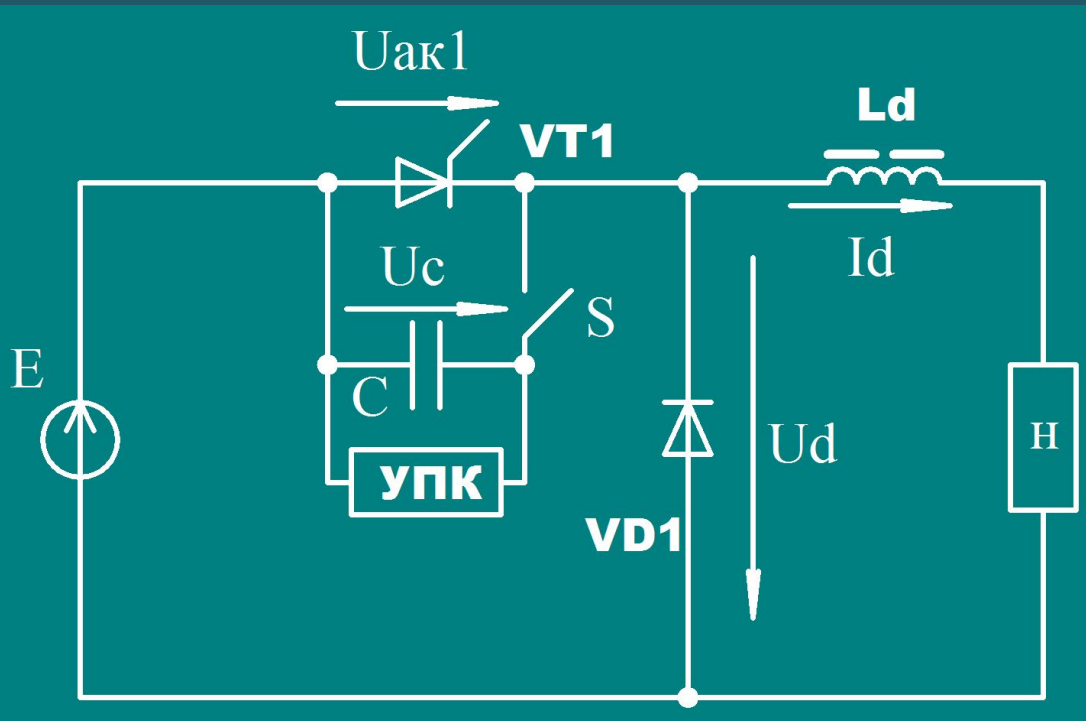


Преобразователи постоянного напряжения (ППН) на тиристорах

ТТН с параллельной

лей

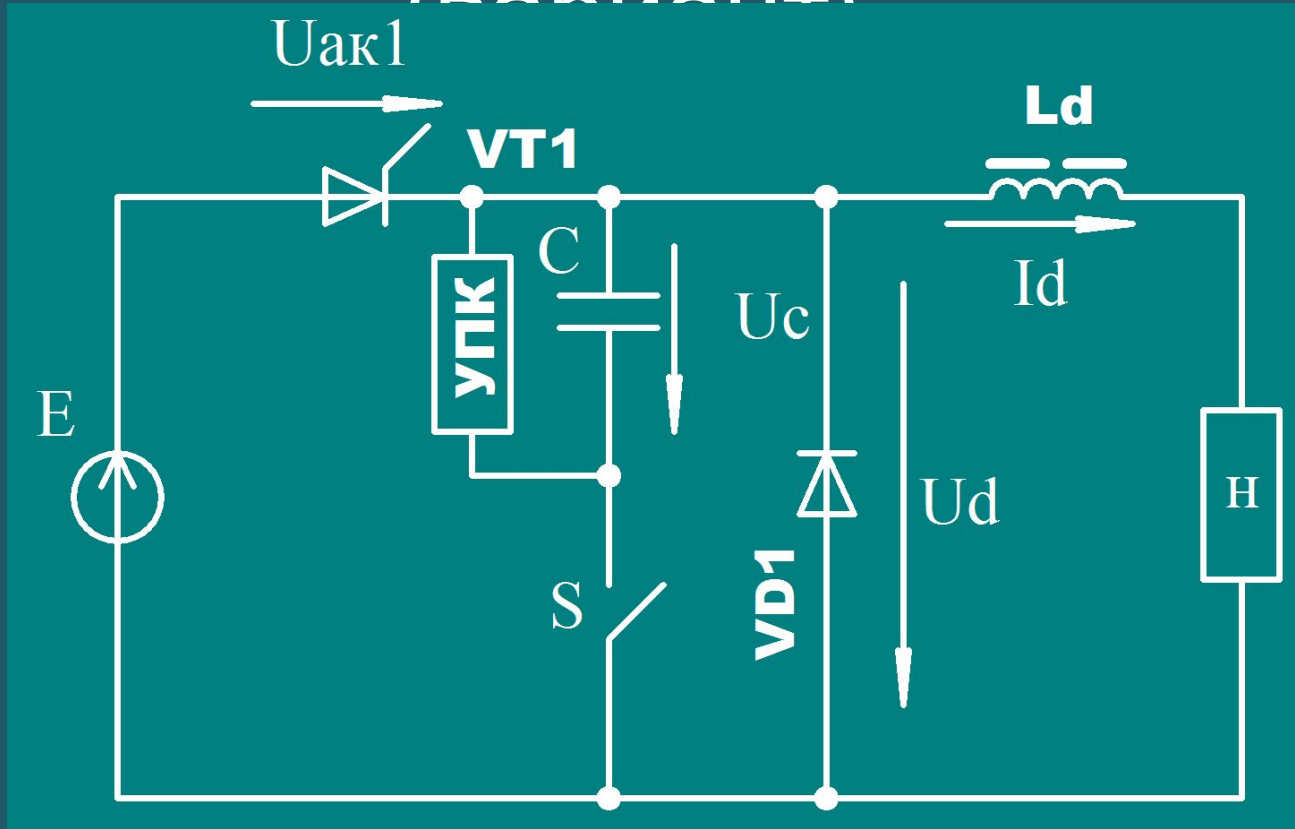


$$I_d \cdot (t_2 - t_1) = C \cdot U_C(t_1)$$

$$t_2 - t_1 = \frac{C \cdot U_C(t_1)}{I_d} \approx \frac{C \cdot U_C(t_1)}{I_{H \text{ ср}}}$$

ПН с параллельной коммутацией

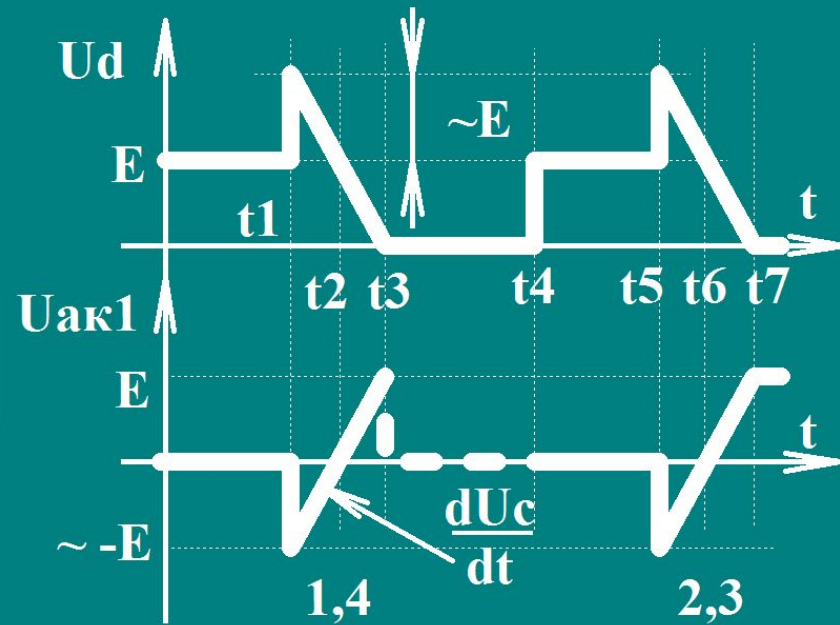
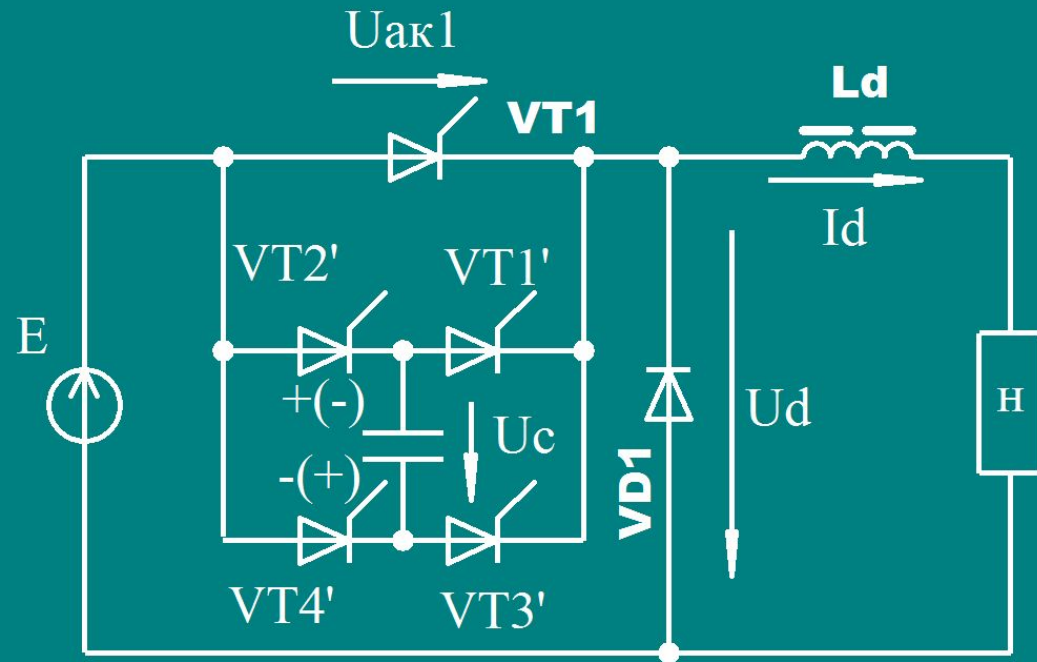
(формула)



$$t_2 - t_1 = \frac{C \cdot (U_c(t_1) - E)}{I_d} \approx \frac{C \cdot (U_c(t_1) - E)}{I_{H \text{ ср}}}$$

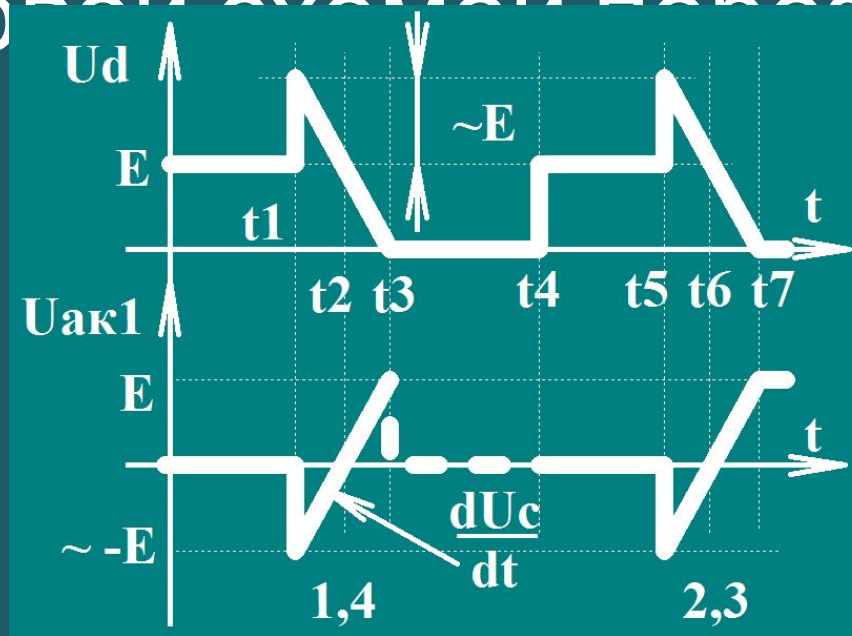
ПЧН с параллельной коммутацией

с мостовой схемой перезаряда



ТТН с параллельной коммутацией

с мостовой схемой переключения



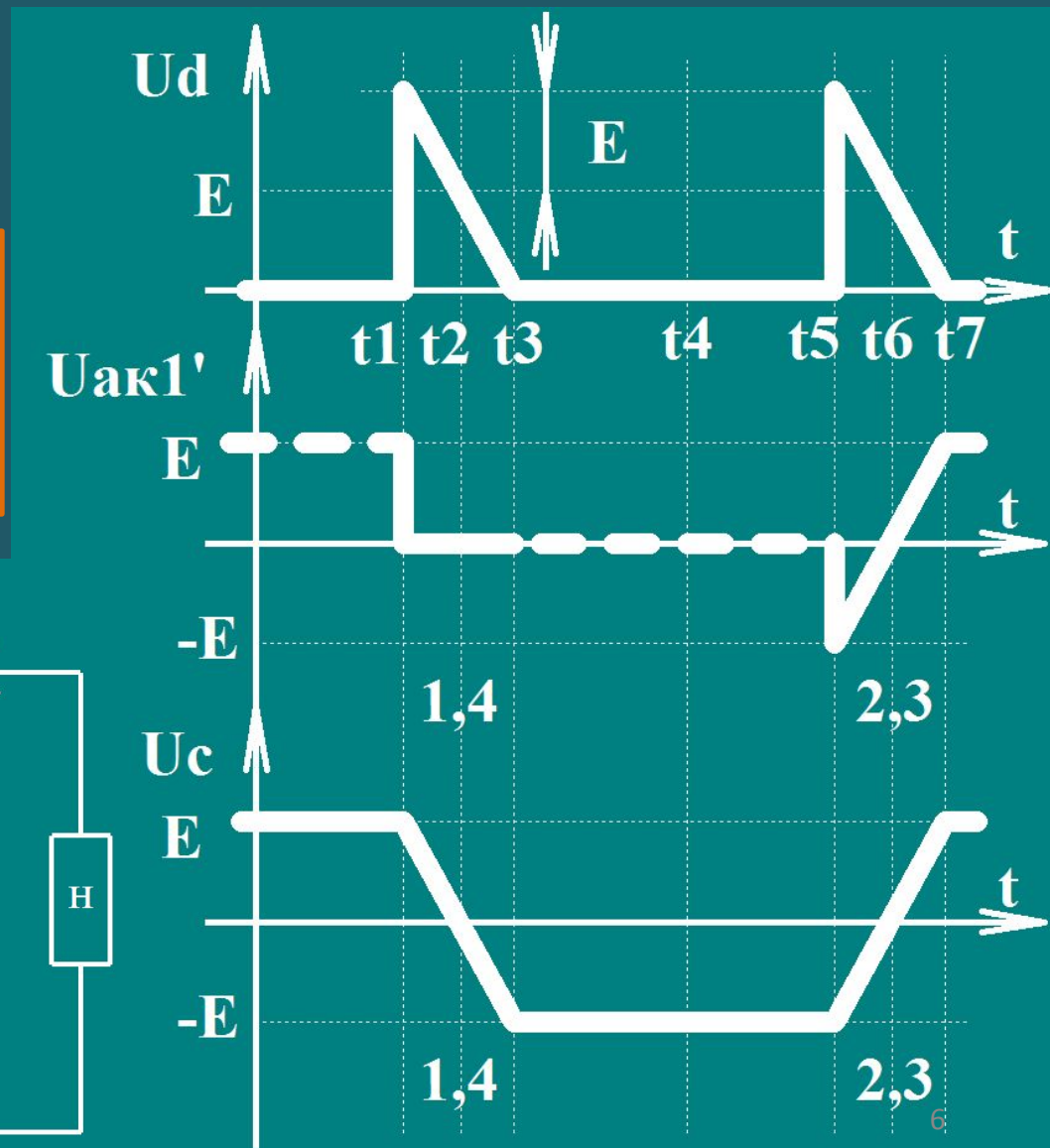
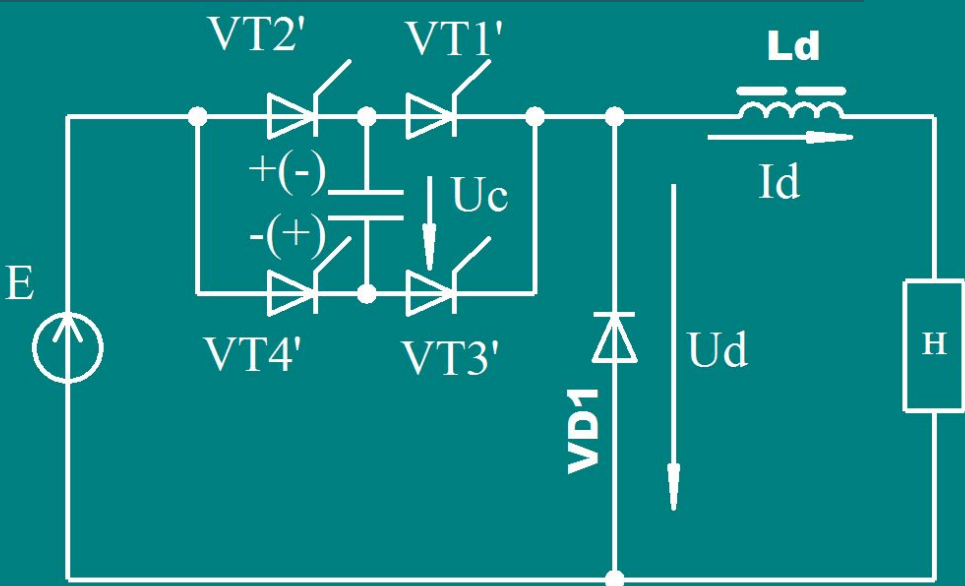
$$I_d \cdot (t_2 - t_1) = C \cdot E$$

$$U_H \geq \frac{2 \cdot E \cdot (t_3 - t_1)}{2 \cdot T} = \frac{2 \cdot E \cdot (t_2 - t_1)}{T} = \frac{2 \cdot E^2 \cdot C}{I_d} f = \frac{2 \cdot E^2 \cdot C}{I_H} f$$

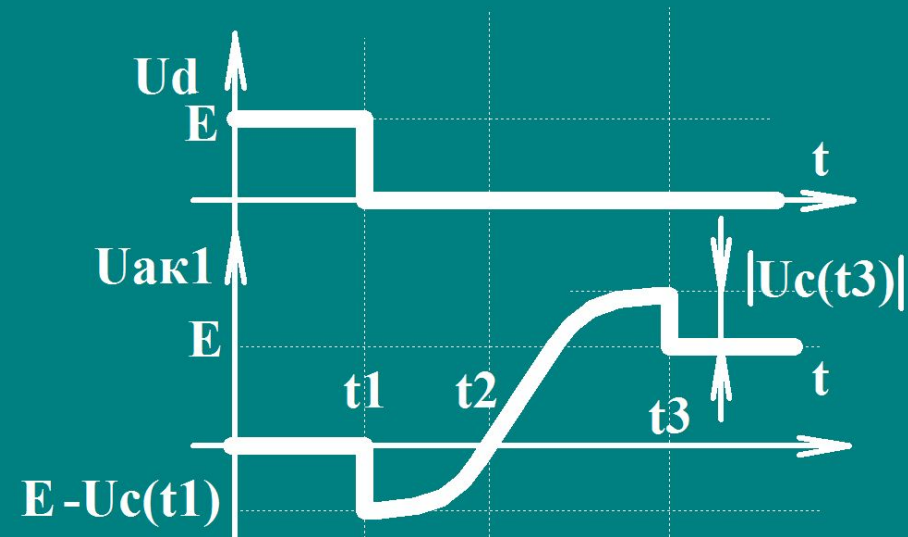
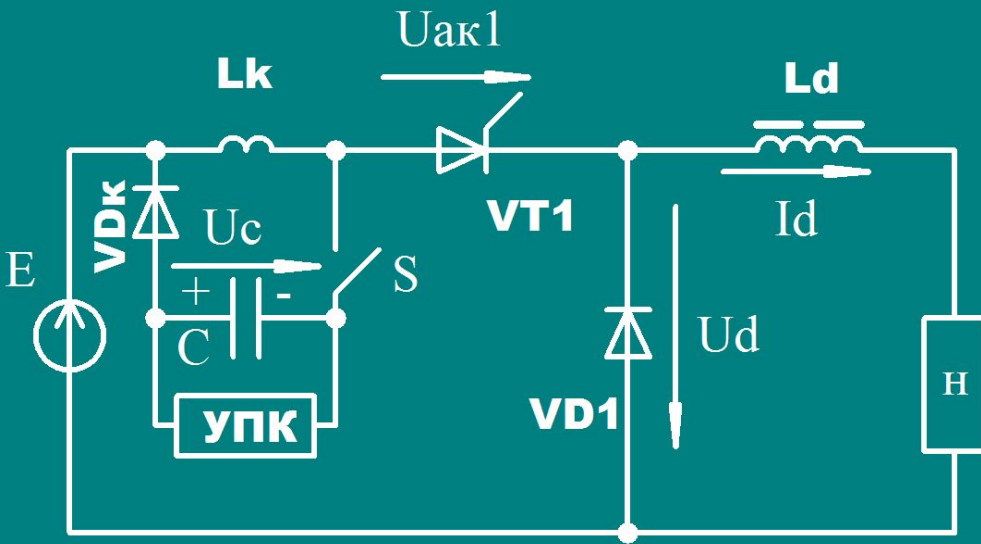
ПН с дозированной передачей энергии в нагрузку

$$U_H = \frac{2 \cdot E^2 \cdot C}{I_H} f$$

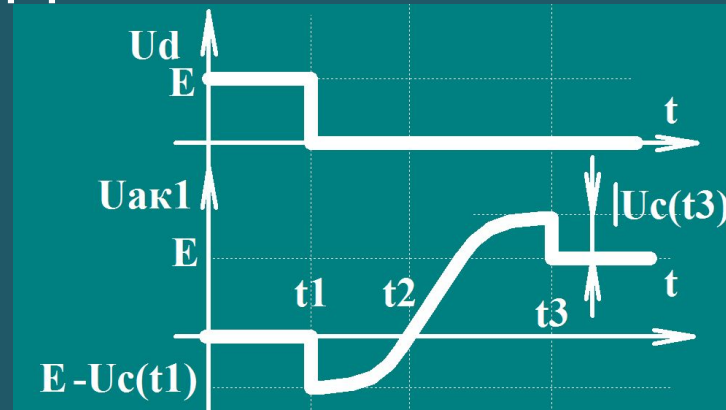
$$P_H = I_H \cdot U_H = 2 \cdot E^2 \cdot C \cdot f = \frac{(2 \cdot E)^2 \cdot C}{2} \cdot f$$



ППН с последовательной коммутацией



ППН с последовательной коммутацией



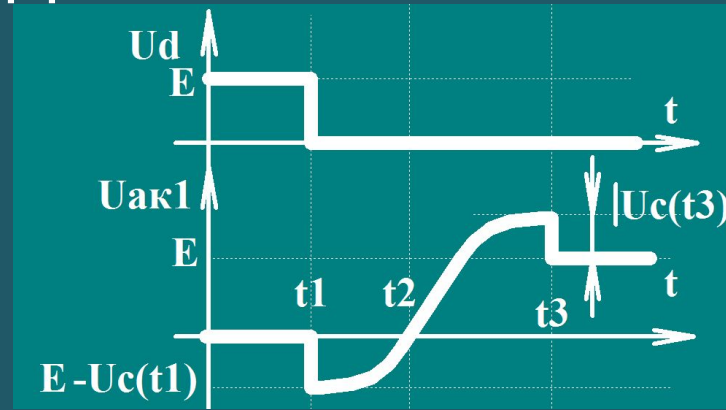
$$U_{ак1}(t) = E - U_C(t) = E - \left[U_C(t_1) + \frac{1}{C} \int_0^t i_C(t) d\tau \right]$$

$$i_C(t) = - \left[Id + \frac{U_C(t_1)}{\rho} \sin \left(\frac{t}{\sqrt{L_K \cdot C}} \right) \right]$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_K \cdot C}}$$

$$\rho = \sqrt{\frac{L_1}{C}}$$

ППН с последовательной коммутацией



$$0 = E - U_C(t) = E - U_C(t_1) + \frac{1}{C \cdot \omega_0} \int_0^{\Theta_B} \left[I_d + \frac{U_C(t_1)}{\rho \cdot \omega_0} \sin(\Theta) \right] d\Theta$$

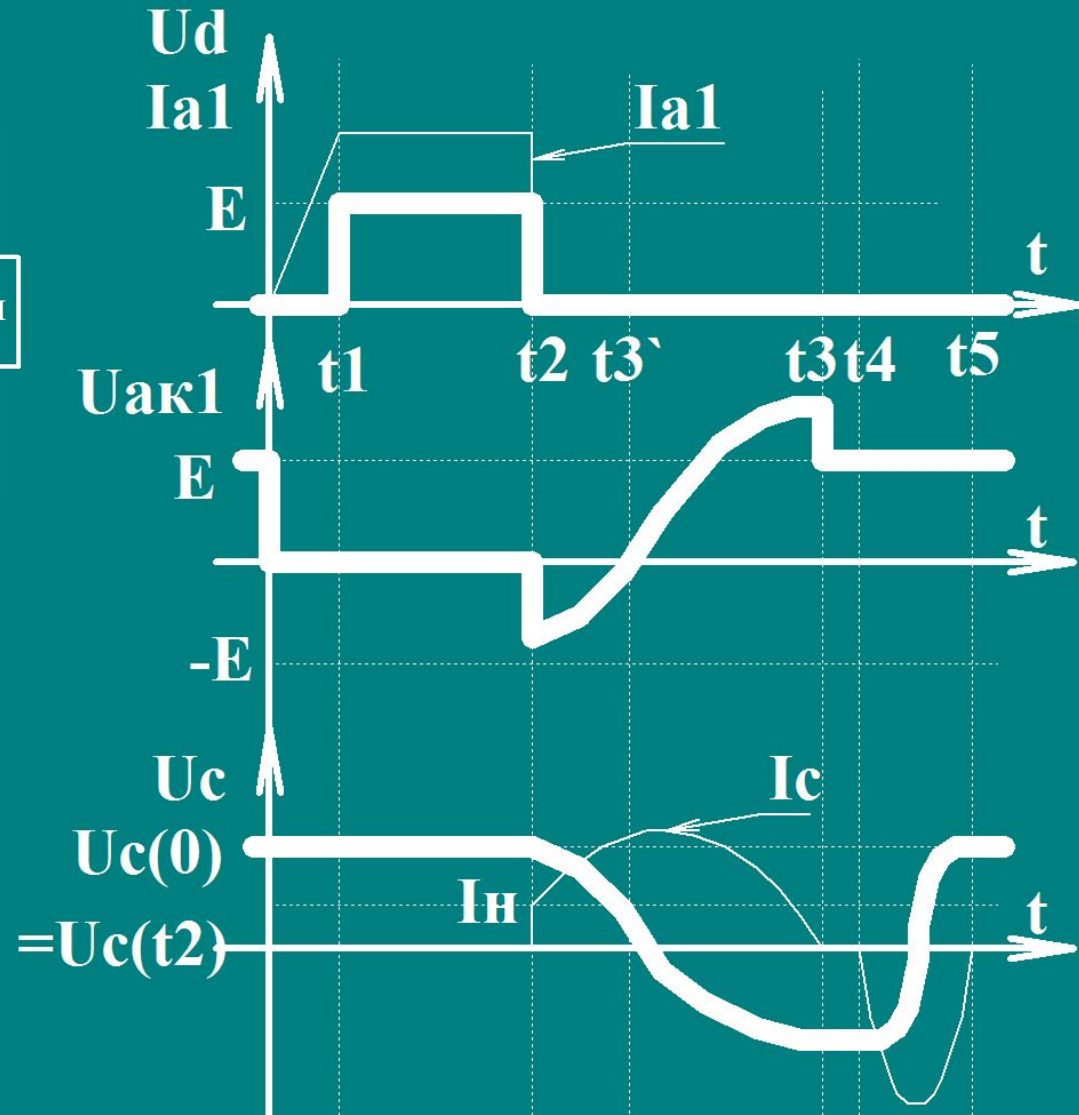
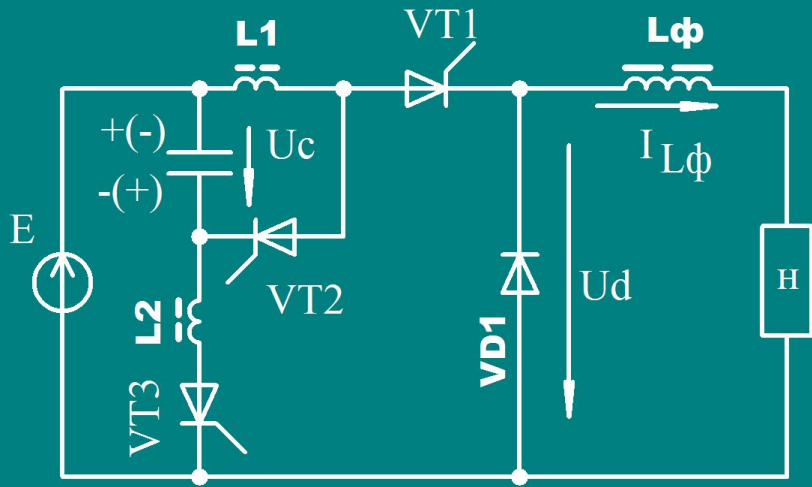
$$\Theta_B = \omega_0 \cdot (t_2 - t_1)$$

$$I_d = I_H$$

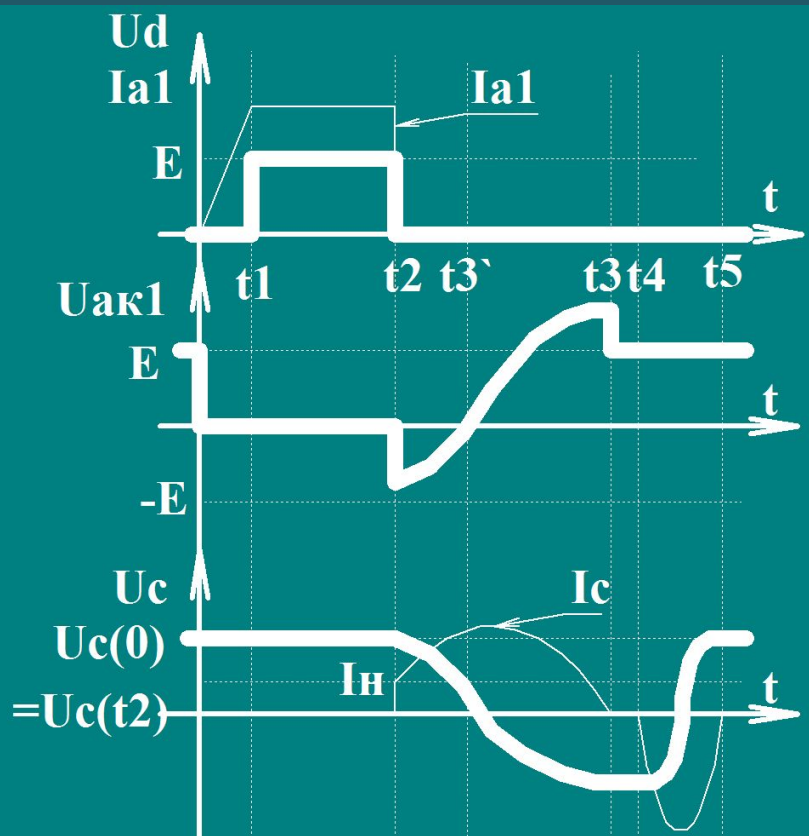
$$E + I_H \cdot \rho \cdot \Theta_B = U_C(t_1) \cdot \cos \Theta_B$$

$$U_C(\Theta_B) = \sqrt{U_C(t_1)^2 + I_H^2 \cdot \rho}$$

ППН с последовательной коммутацией



ППН с последовательной коммутацией



$$\frac{U_C(t_2)^2 \cdot C}{2}$$

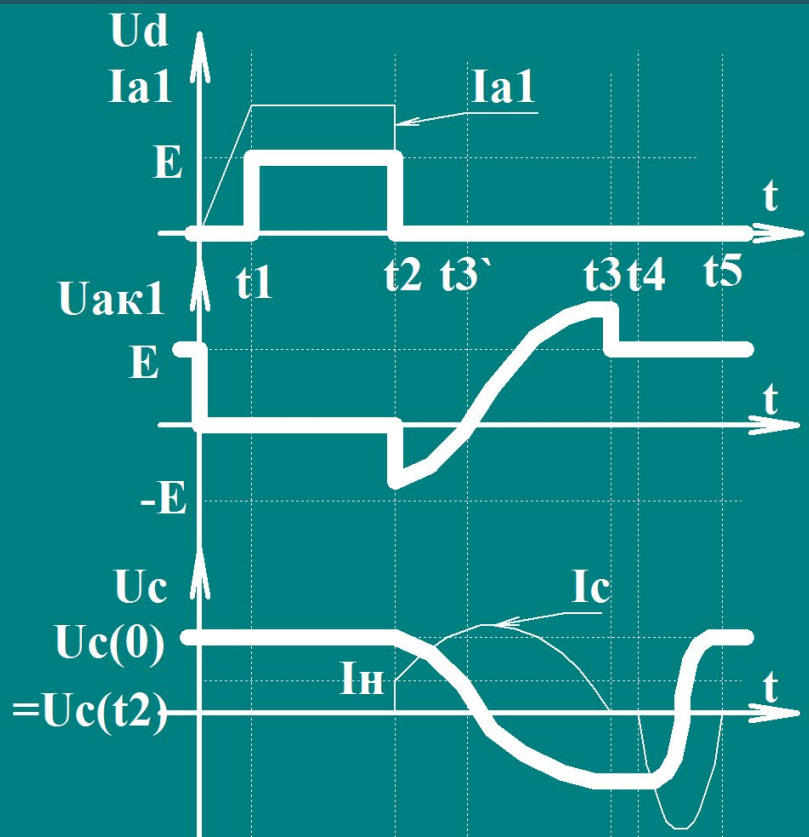
$$\frac{I_{L1}(t_2)^2 \cdot L1}{2} = \frac{I_{L\Phi}(t_2)^2 \cdot L1}{2} \approx \frac{I_{Hcp}^2 \cdot L1}{2}$$

$$\frac{I_{Hcp}^2 \cdot L1}{2} + \frac{U_C(t_2)^2 \cdot C}{2} = \frac{U_C(t_3)^2 \cdot C}{2}$$

$$U_C(t_3) = \sqrt{U_C(t_2)^2 + I_{Hcp}^2 \cdot \rho}$$

$$\rho = \sqrt{\frac{L1}{C}}$$

ППН с последовательной коммутацией



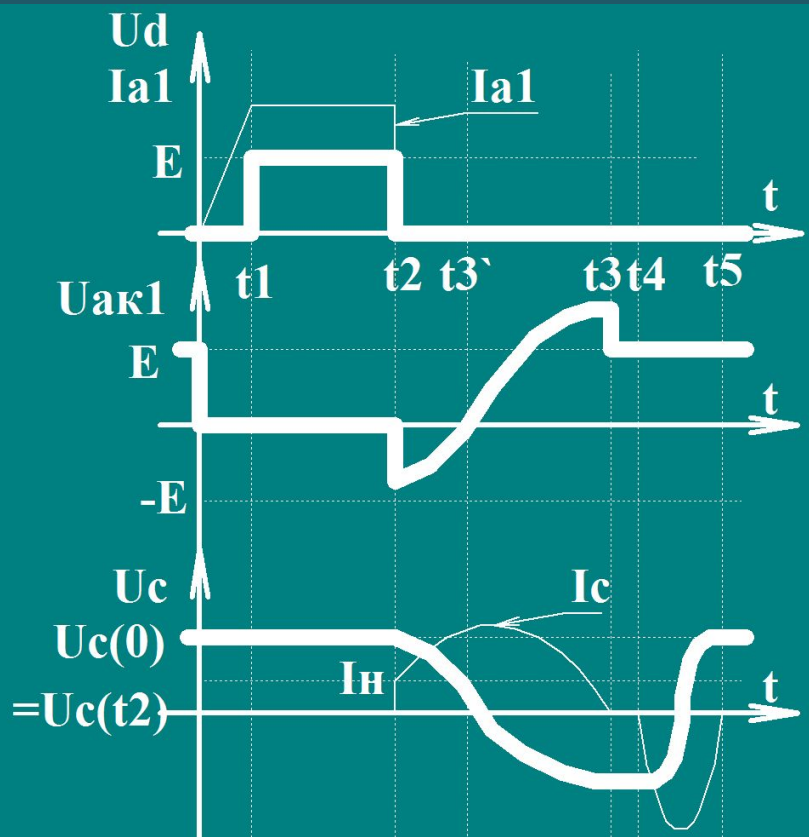
$$\gamma_{min} \rightarrow 0$$

$$\gamma_p = \gamma - \frac{t_1}{T}$$

$$t_1 = \frac{I_{L\Phi}(t_1) \cdot L1}{E} \approx \frac{I_{H\text{cp}} \cdot L1}{E}$$

$$U_H = E \cdot \gamma_p = E \cdot \gamma - I_{H\text{cp}} \cdot L1 \cdot f$$

ППН с последовательной коммутацией



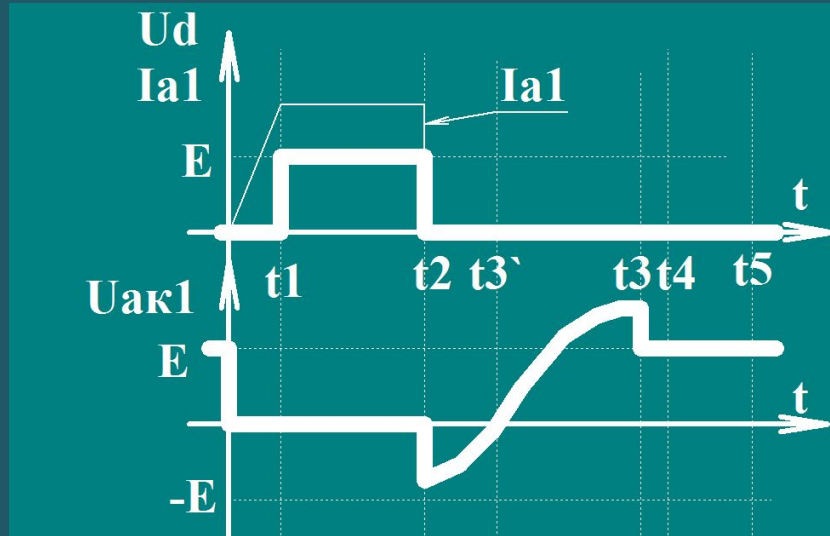
$$i_{L1}(t) = \sqrt{\left(\frac{U_C(t_2)}{\rho}\right)^2 + I_{L1}(t_2)^2} \cdot \sin \left[\frac{t - t_2}{\sqrt{L1 \cdot C}} + \arctg \frac{I_{L1}(t_2) \cdot \rho}{U_C(t_2)} \right]$$

$$\frac{t_3 - t_2}{\sqrt{L1 \cdot C}} + \arctg \frac{I_{L1}(t_2) \cdot \rho}{U_C(t_2)} = \pi$$

$$t_3 - t_2 = \sqrt{L1 \cdot C} \left(\pi - \arctg \frac{I_{L1}(t_2) \cdot \rho}{U_C(t_2)} \right)$$

$$t_4 - t_5 = \pi \cdot \sqrt{L2 \cdot C}$$

ППН с последовательной коммутацией

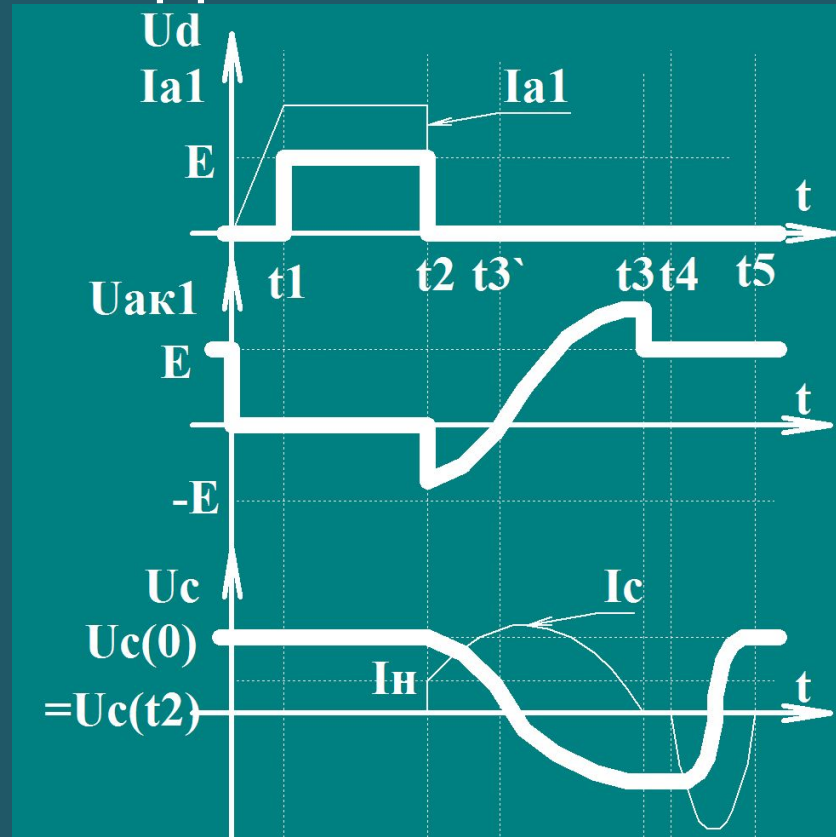


$$\gamma_{max} = \frac{T - (t_3 - t_2) - (t_4 - t_5)}{T}$$

$$\gamma_{max} = 1 - \pi \cdot f \cdot \left[\sqrt{L_2 \cdot C} + \sqrt{L_1 \cdot C} \left(1 - \frac{\arctg \frac{I_{L1}(t_2) \cdot \rho}{U_C(t_2)}}{\pi} \right) \right]$$

$$\gamma_{maxp} = \gamma_{max} - \frac{t_1}{T}$$

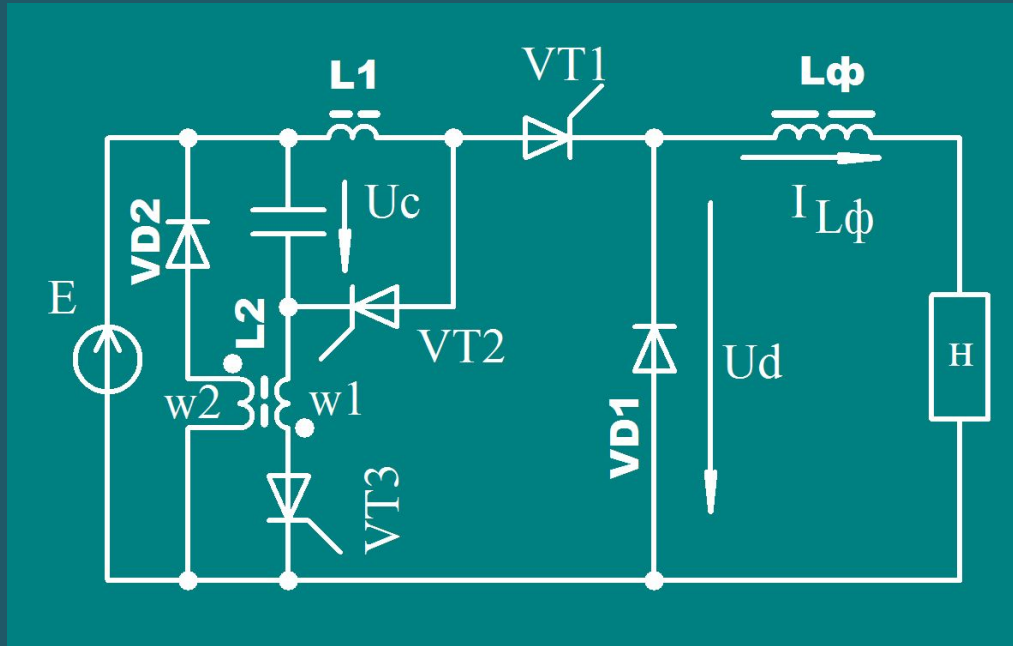
ППН с последовательной коммутацией



$$U_c(t_3) = \sqrt{U_c(t_2)^2 + I_{H\text{cp}}^2 \cdot \rho}$$

$$Q = \frac{\rho}{R}$$

ППН с последовательной коммутацией



$$K_{\text{Тр}} = \frac{w2}{w1} = 1 \rightarrow U_{C\text{max}} \leq 2 \cdot E$$

$$K_{\text{Тр}} = \frac{w2}{w1} = 2 \rightarrow U_{C\text{max}} \leq 1,5 \cdot E$$