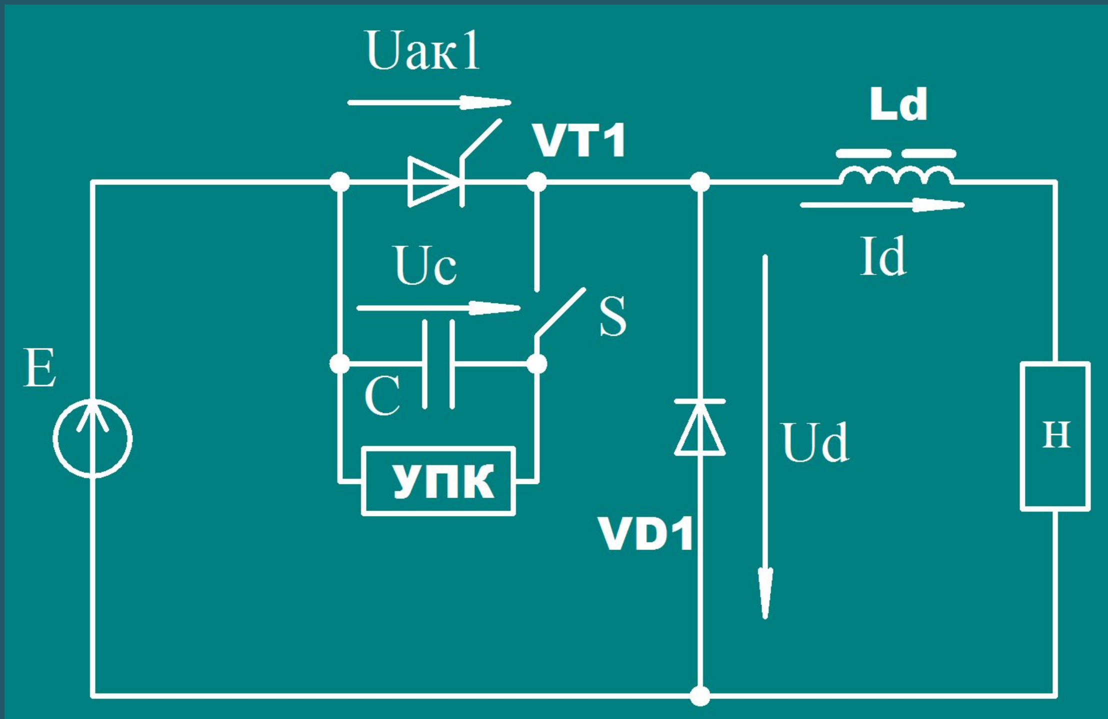
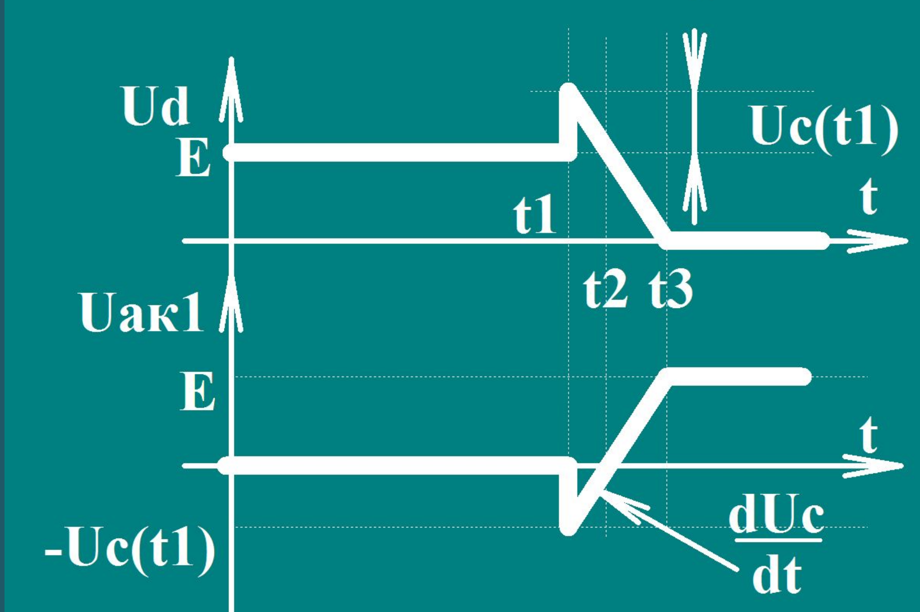
Преобразователи постоянного напряжения (ППН) на тиристорах

ППН с параллельной
ией

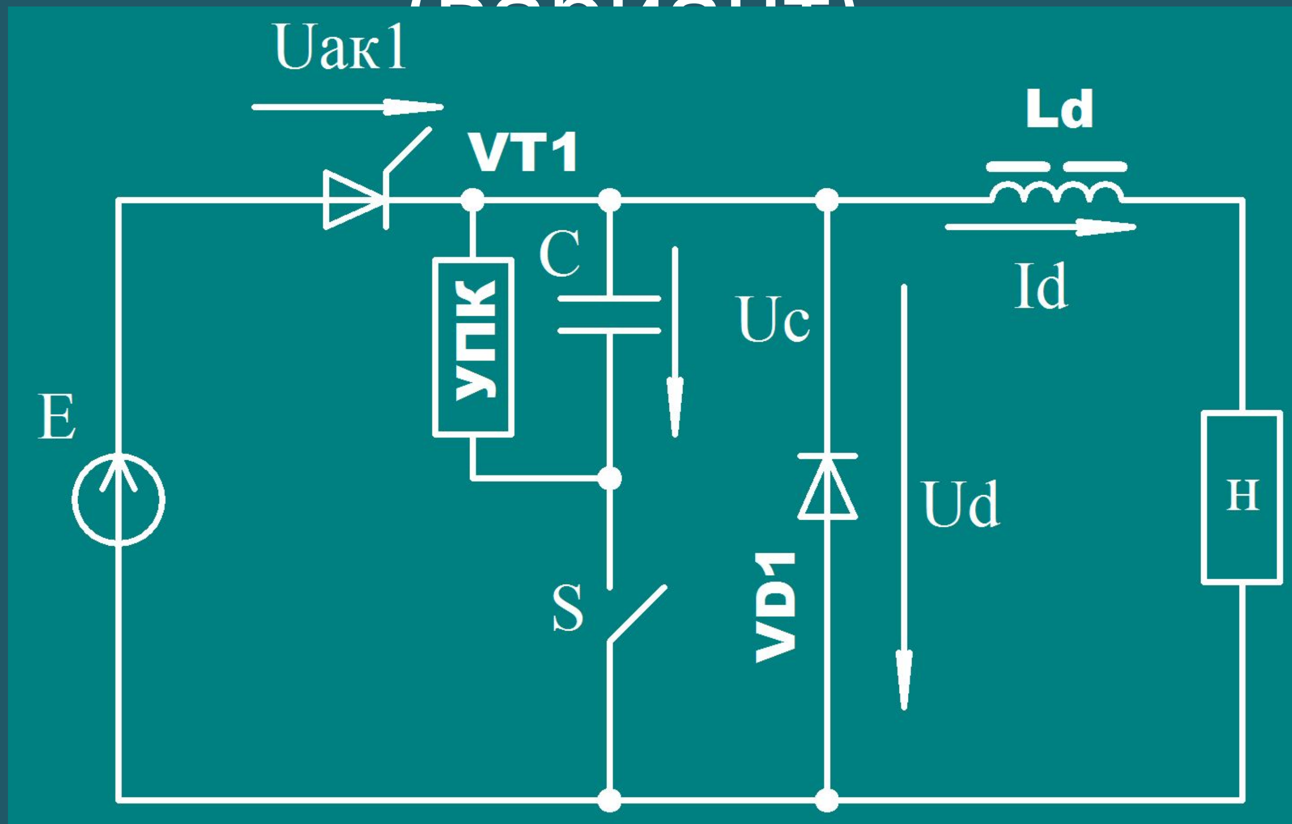




$$Id \cdot (t_2 - t_1) = C \cdot U_C(t_1)$$

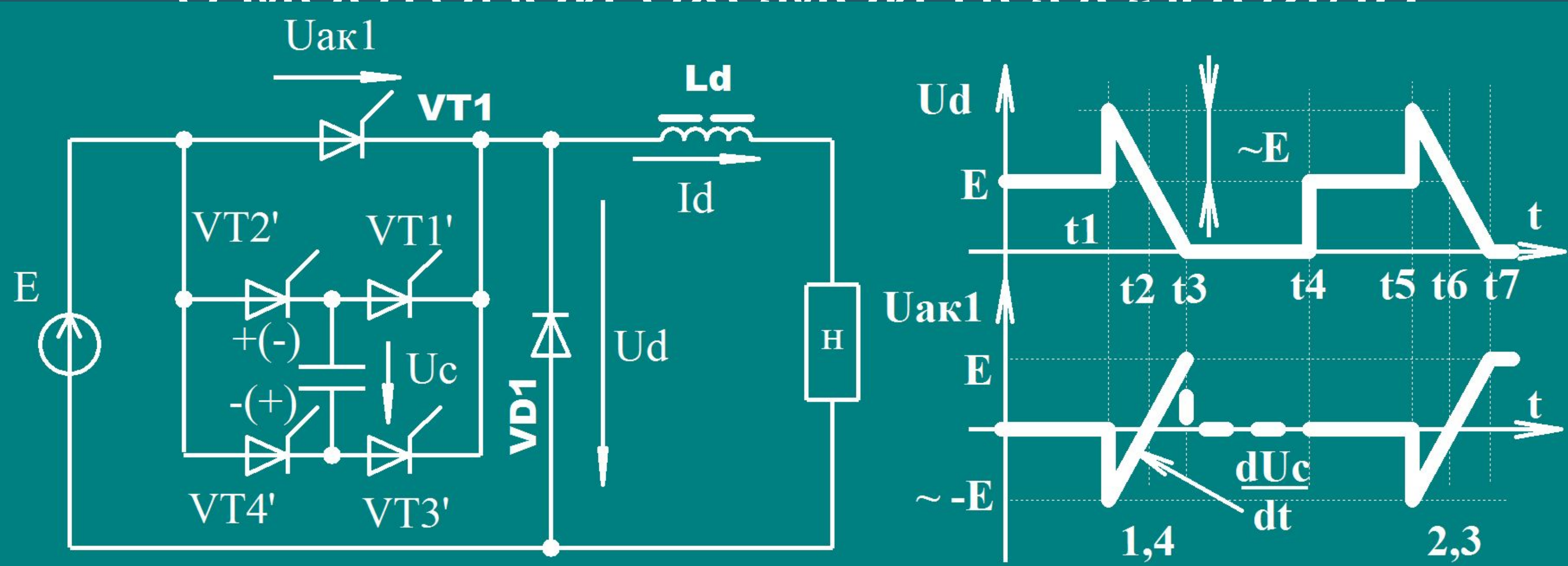
$$\boxed{t_2 - t_1 = \frac{C \cdot U_C(t_1)}{Id} \approx \frac{C \cdot U_C(t_1)}{I_{\text{н ср}}}}$$

ППН с параллельной коммутацией (вариант)

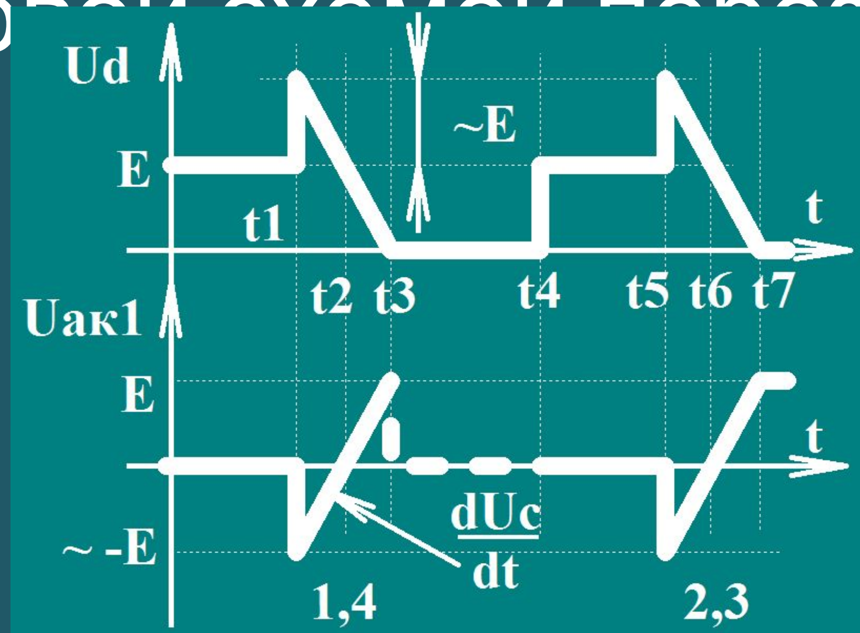


$$t_2 - t_1 = \frac{C \cdot (U_C(t_1) - E)}{Id} \approx \frac{C \cdot (U_C(t_1) - E)}{I_{\text{н ср}}}$$

ППН с параллельной коммутацией
с мостовой схемой перезаряда



ППН с параллельной коммутацией с мостовой схемой перезаряда



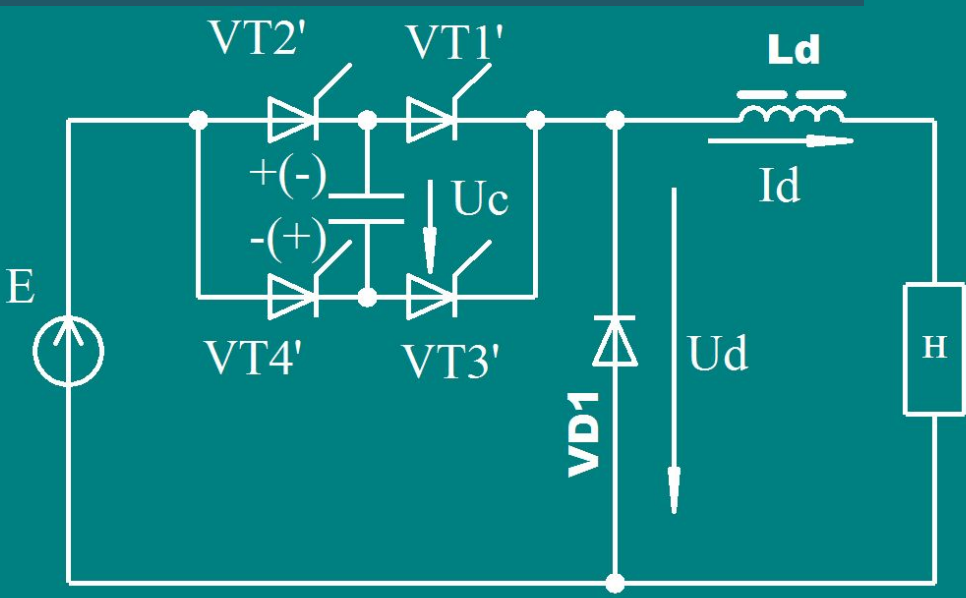
$$Id \cdot (t_2 - t_1) = C \cdot E$$

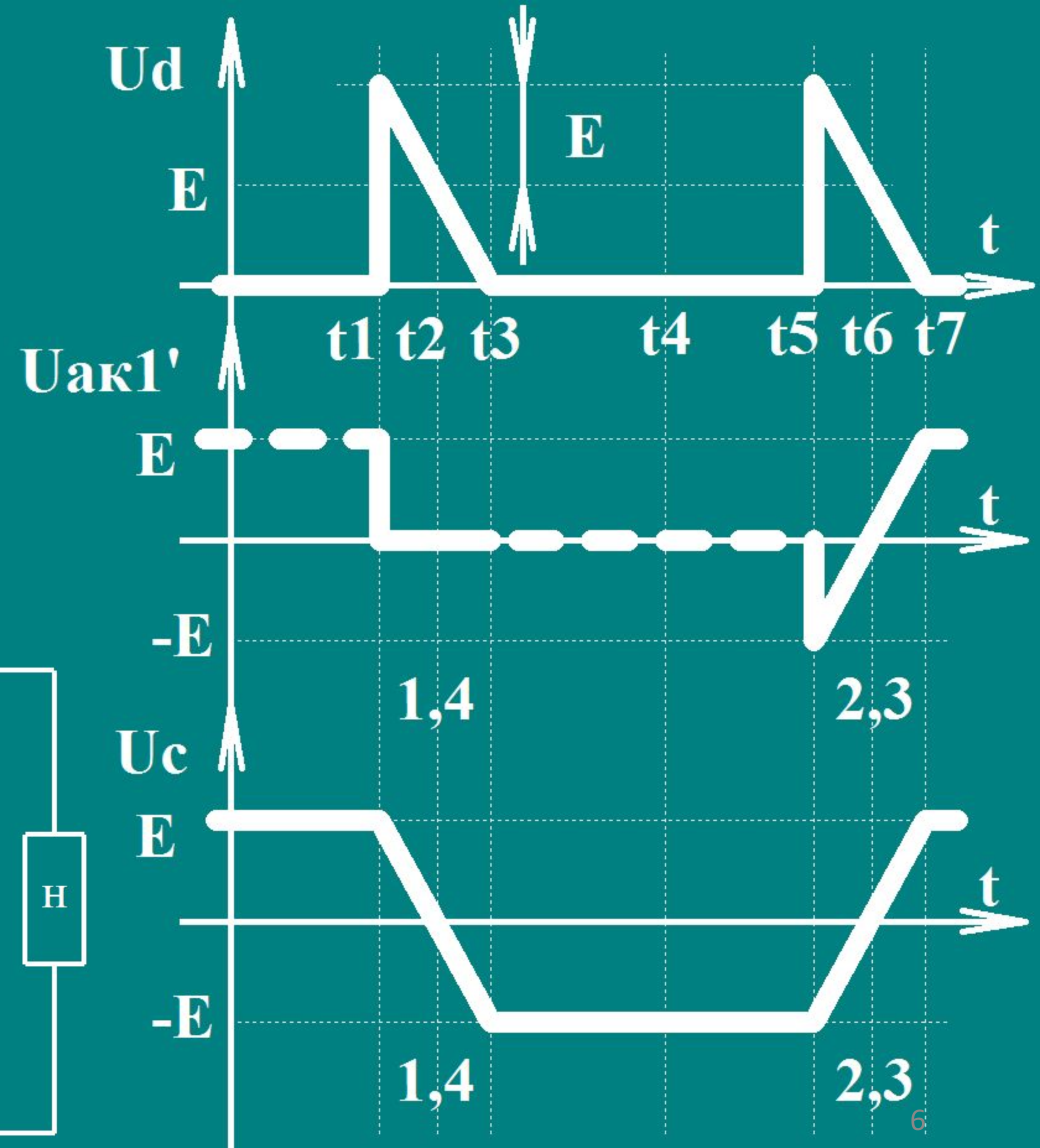
$$U_{н} \geq \frac{2 \cdot E \cdot (t_3 - t_1)}{2 \cdot T} = \frac{2 \cdot E \cdot (t_2 - t_1)}{T} = \frac{2 \cdot E^2 \cdot C}{Id} f = \frac{2 \cdot E^2 \cdot C}{I_{н}} f$$

ППН с дозированной передачей энергии в нагрузку

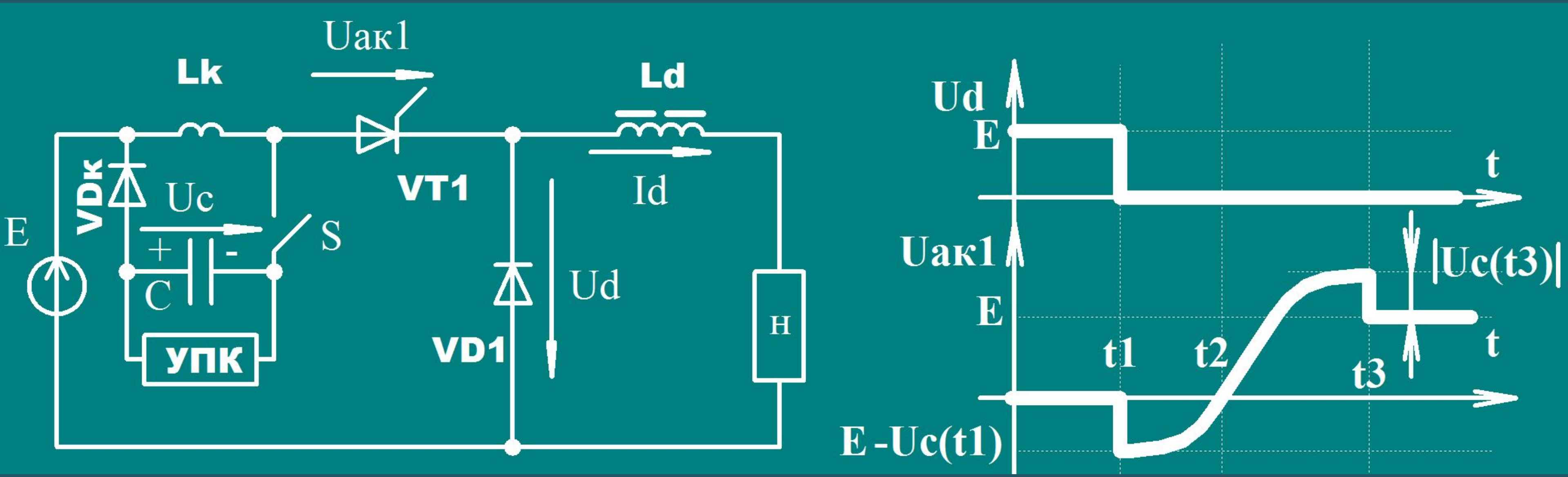
$$U_н = \frac{2 \cdot E^2 \cdot C}{I_н} f$$

$$\boxed{P_н = I_н \cdot U_н = 2 \cdot E^2 \cdot C \cdot f = \frac{(2 \cdot E)^2 \cdot C}{2} \cdot f}$$

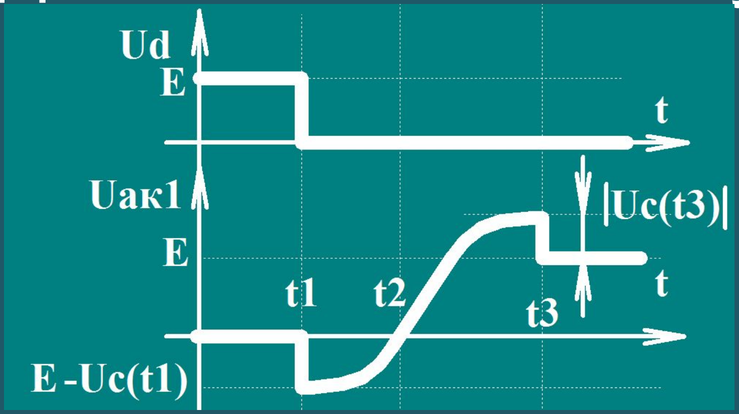




ППН с последовательной коммутацией



ППН с последовательной коммутацией



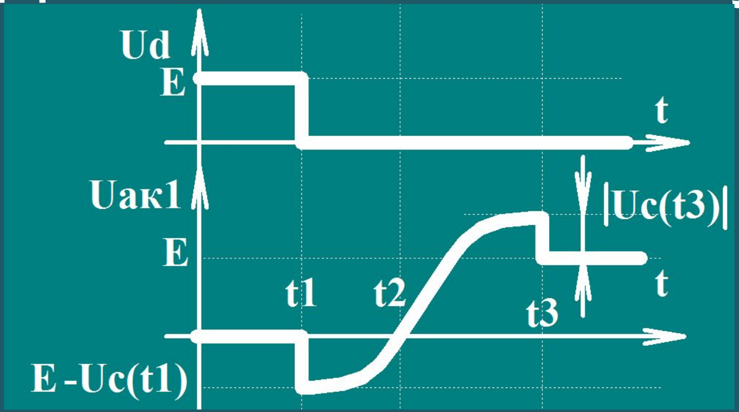
$$U_{\text{ак}1}(t) = E - U_C(t) = E - \left[U_C(t_1) + \frac{1}{C}\int_0^t i_C(t)d\tau \right]$$

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

$$\omega 0 = \frac{1}{\sqrt{L\text{к} \cdot C}}$$

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

ППН с последовательной коммутацией



$$0 = E - U_C(t) = E - U_C(t_1) + \frac{1}{C \cdot \omega 0} \int_0^{\Theta_\text{в}} \left[Id + \frac{U_C(t_1)}{\rho \cdot \omega 0} sin(\Theta) \right] d\Theta$$

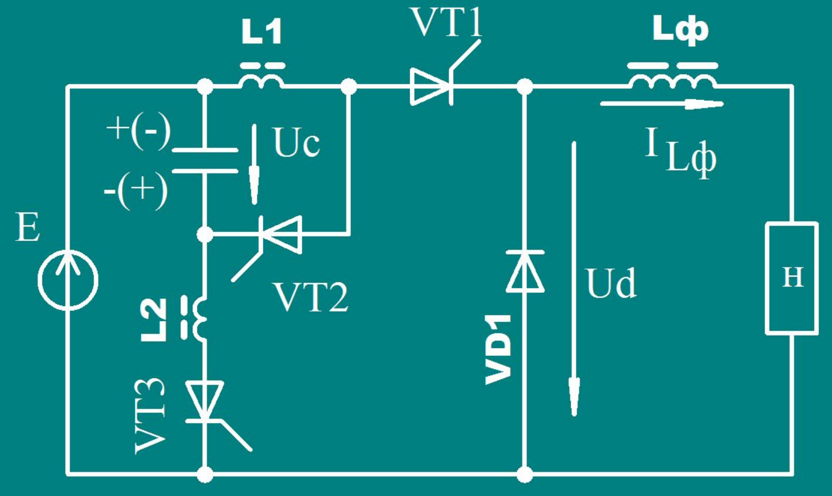
$$\Theta_\text{в} = \omega 0 \cdot (t_2 - t_1)$$

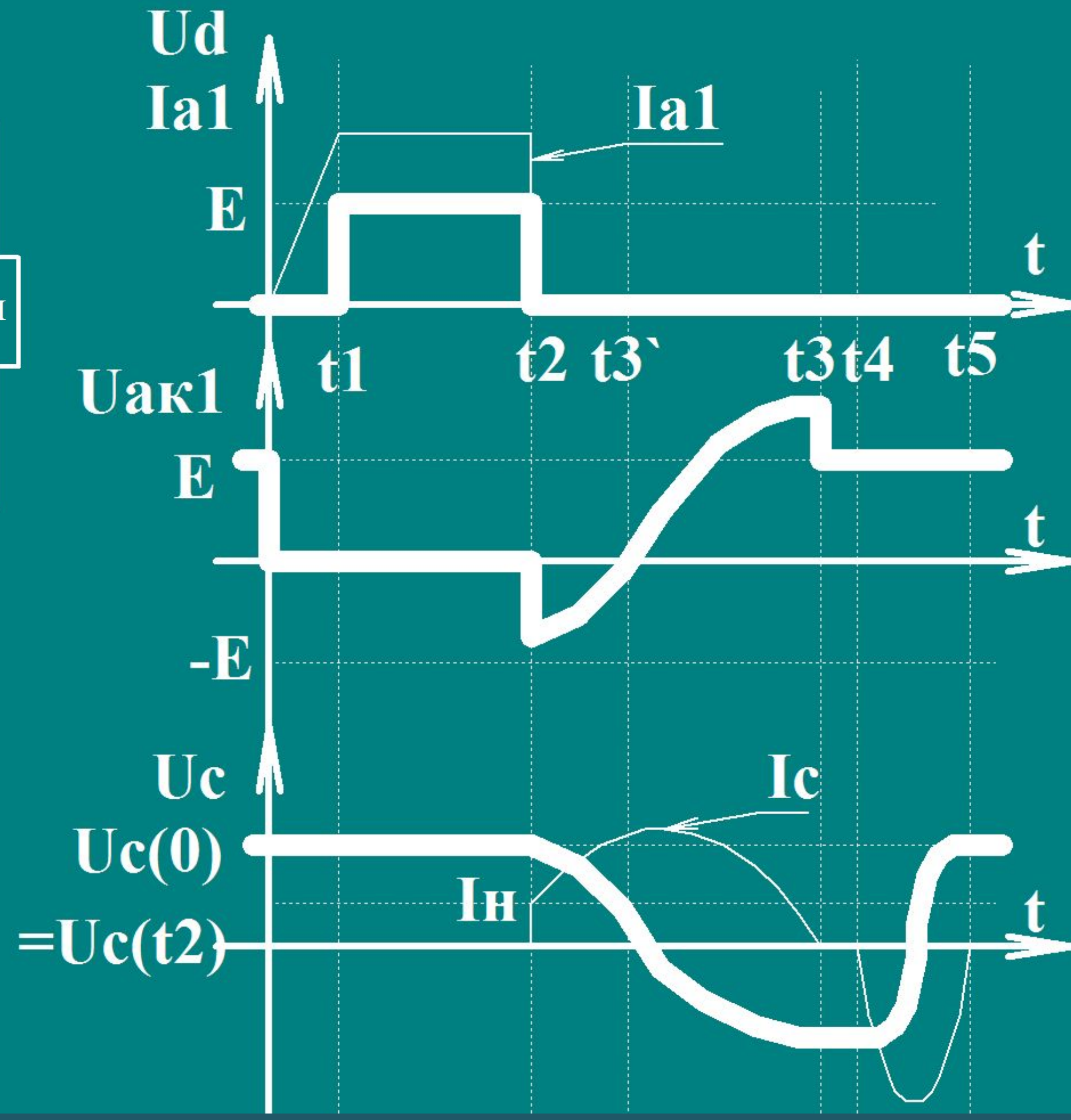
$$Id = I_\text{н}$$

$$\boxed{E + I_\text{н} \cdot \rho \cdot \Theta_\text{в} = U_C(t_1) \cdot cos\,\Theta_\text{в}}$$

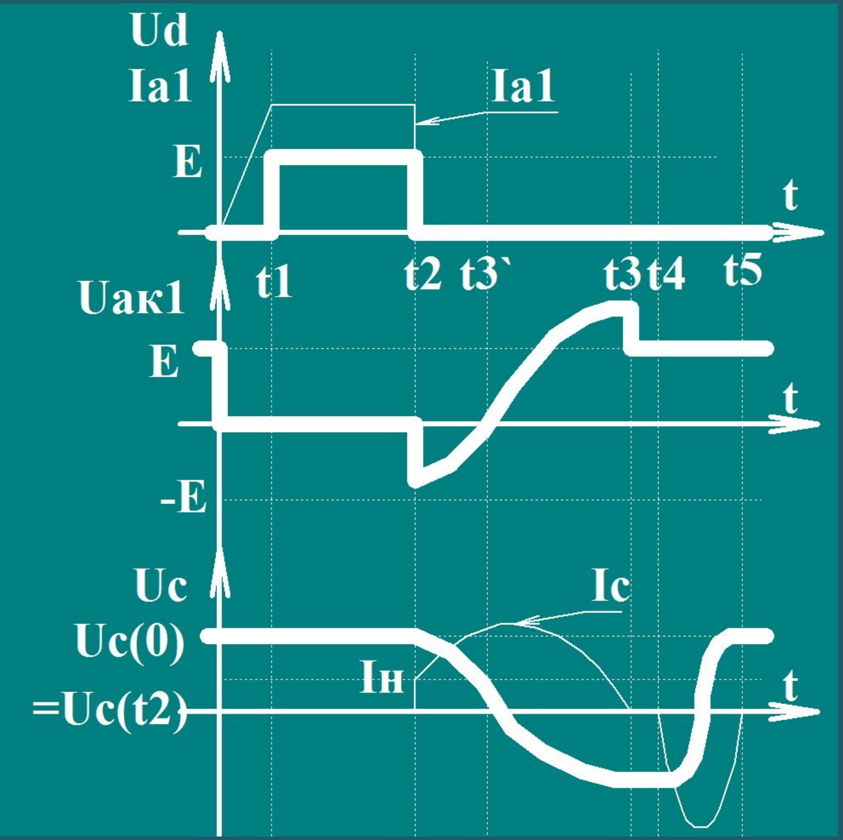
$$U_C(\Theta_\text{в}) = \sqrt{U_C(t_1)^2 + {I_\text{н}}^2 \cdot \rho}$$

ППН с последовательной коммутацией





ППН с последовательной коммутацией



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

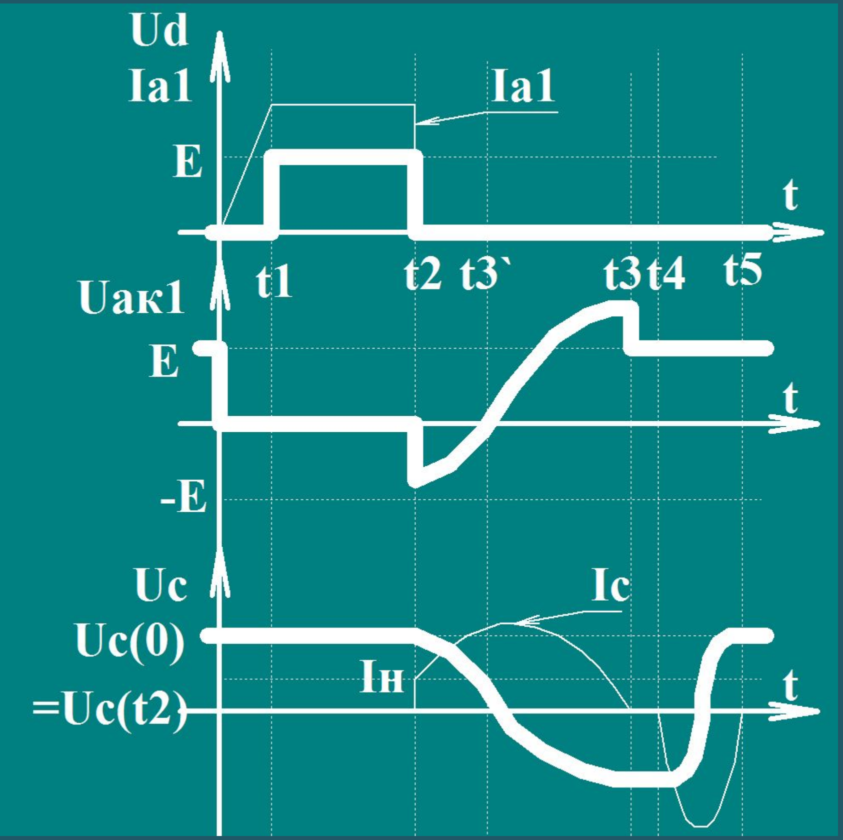
$$\frac{I_{L1}(t_2)^2 \cdot L1}{2} = \frac{I_{L\Phi}(t_2)^2 \cdot L1}{2} \approx \frac{I_{\text{н ср}}{}^2 \cdot L1}{2}$$

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

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

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

ППН с последовательной коммутацией



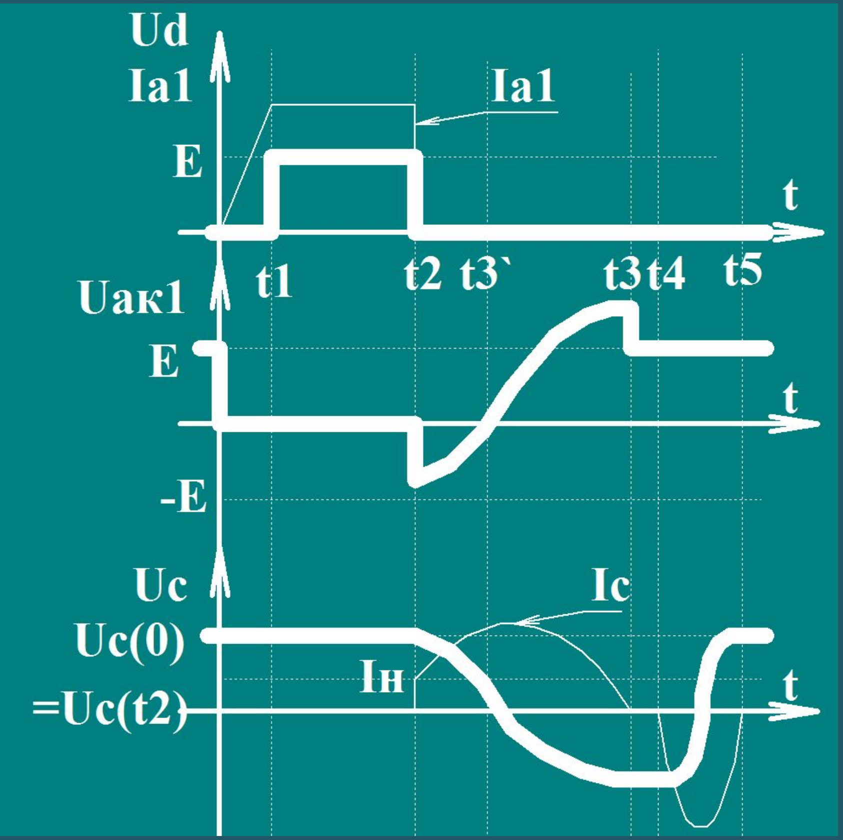
$$\gamma_{min} \to 0$$

$$\gamma_{\text{р}} = \gamma - \frac{t_1}{T}$$

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

$$\boxed{U_{\text{н}} = E \cdot \gamma_{\text{р}} = E \cdot \gamma - I_{\text{н ср}} \cdot L1 \cdot f}$$

ППН с последовательной коммутацией



$$i_{L1}(t) = \sqrt{\left(\frac{U_C(t_2)}{\rho}\right)^2 + I_{L1}(t_2)^2} \cdot$$

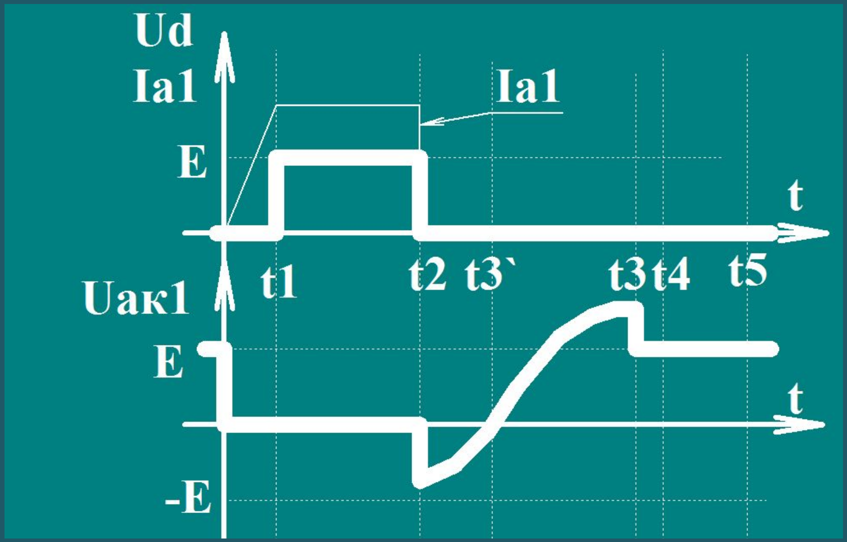
$$\cdot \sin\left[\frac{t - t_2}{\sqrt{L1 \cdot C}} + arctg\,\frac{I_{L1}(t_2) \cdot \rho}{U_C(t_2)}\right]$$

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

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

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

ППН с последовательной коммутацией

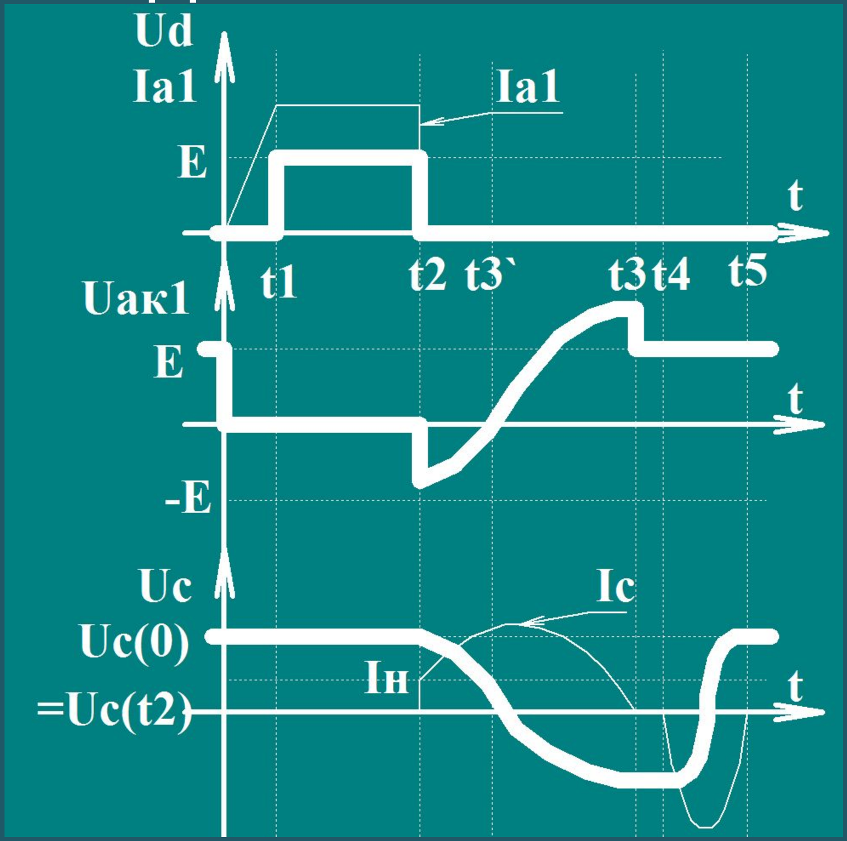


$$\gamma_{max} = \frac{T - (t_3 - t_2) - (t_4 - t_5)}{T}$$

$$\gamma_{max} = 1 - \pi \cdot f \cdot \left[\sqrt{L2 \cdot C} + \sqrt{L1 \cdot C} \left(1 - \frac{arctg\,\frac{I_{L1}(t_2) \cdot \rho}{U_C(t_2)}}{\pi} \right) \right]$$

$$\gamma_{max\,\mathrm{p}} = \gamma_{max} - \frac{t_1}{T}$$

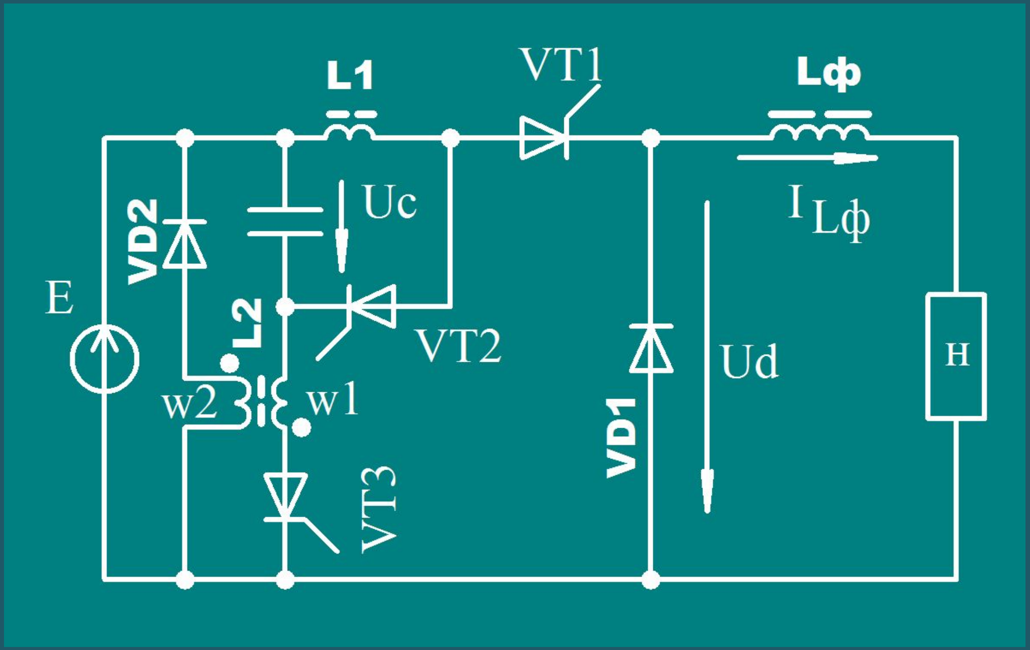
ППН с последовательной коммутацией



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

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

ППН с последовательной коммутацией



$$K_{\text{тр}} = \frac{w2}{w1} = 1 \; \rightarrow \; U_{Cmax} \leq 2 \cdot E$$

$$K_{\text{тр}} = \frac{w2}{w1} = 2 \; \rightarrow \; U_{Cmax} \leq 1{,}5 \cdot E$$