



# Тема 3

**Трехфазные выпрямители.  
Многомостовые схемы**



# Фазные и линейные напряжения в цепи трехфазного тока



$$U_{\phi} = U_{\text{действующее}} = 220 \text{ В}$$

$$U_{\text{л}} = U_{ab} = U_{bc} = U_{ca}$$

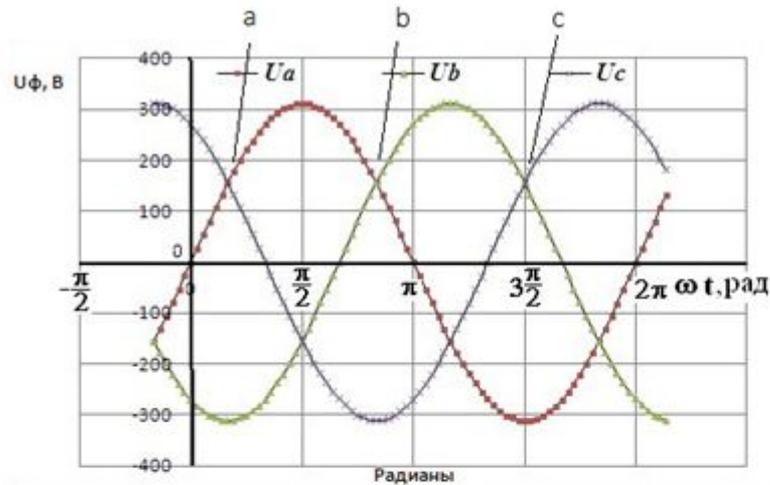
$$= \sqrt{3} U_{\phi}$$

$$U_{\text{л}} = 220\sqrt{3} = 381 \text{ В} \approx 0,4 \text{ кВ}$$

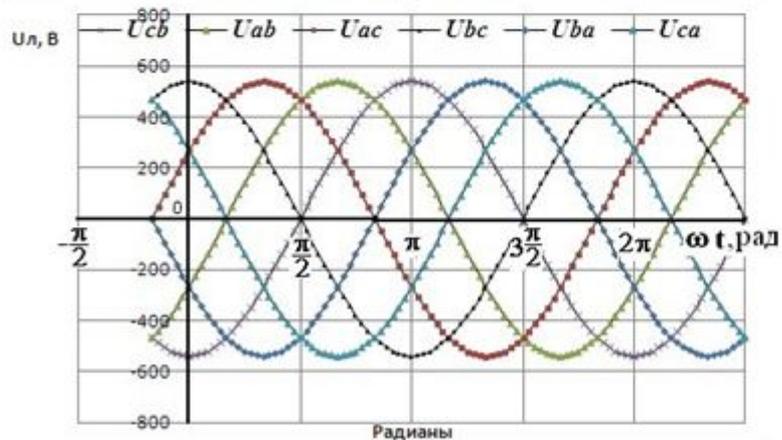
$$U_{\phi \text{ max}} = \sqrt{2} U_{\phi}$$

$$U_{\phi \text{ max}} = 220\sqrt{2} = 311 \text{ В}$$

Нулевой момент времени для диода фазы

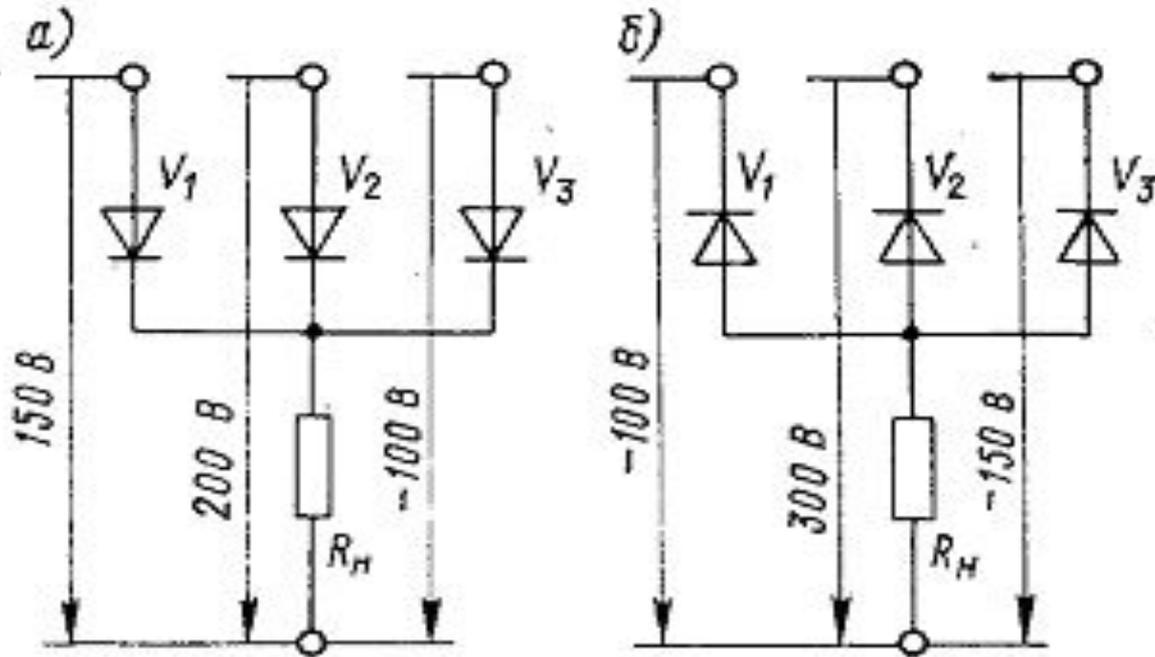


Фазные напряжения



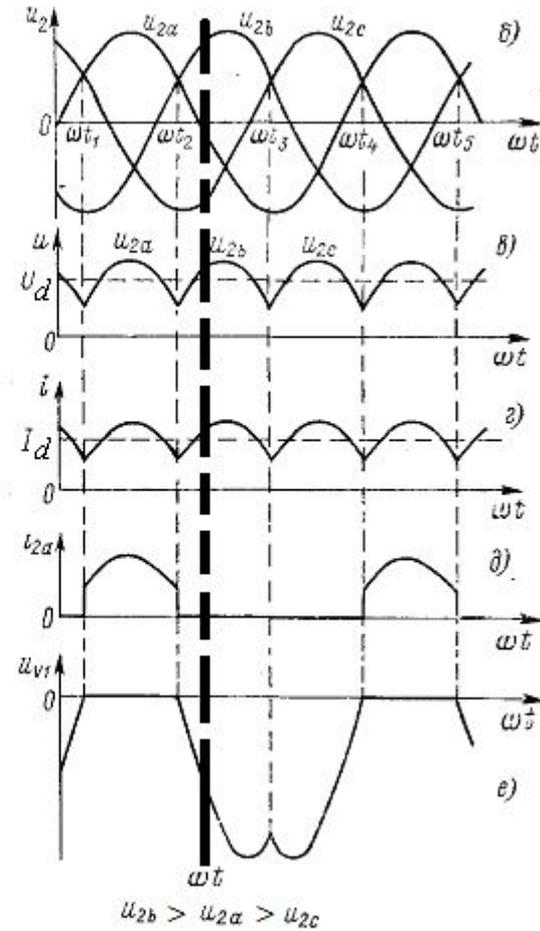
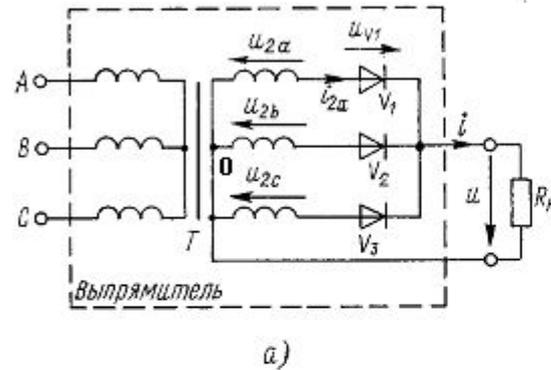
Линейные напряжения

# Особенности включения диодов и тиристоров в трехфазных схемах



В трехфазных неуправляемых (или управляемых) выпрямителях используются группы диодов (или тиристоров), соединенных катодами (а) и анодами (б).

# Трехфазный неуправляемый выпрямитель с нулевым выводом

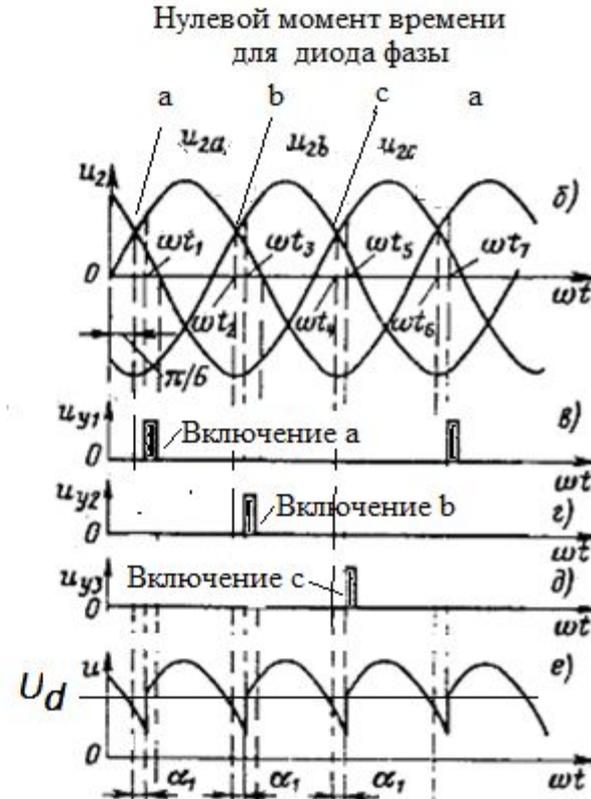
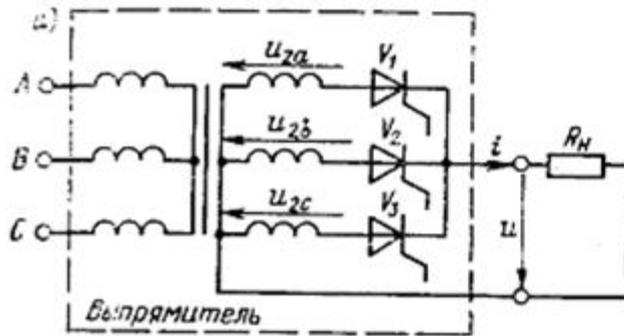


$$U_d = 1,17U_2$$

$$U_{\text{обр макс}} = 2,1U_d$$

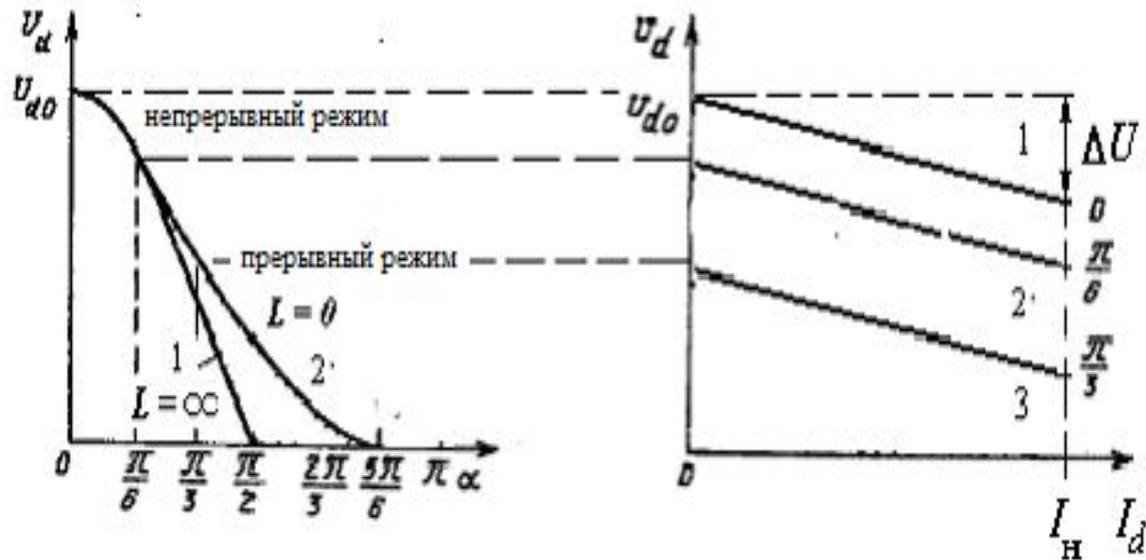
$$q = 0,25$$

# Трехфазный управляемый выпрямитель с нулевым выводом



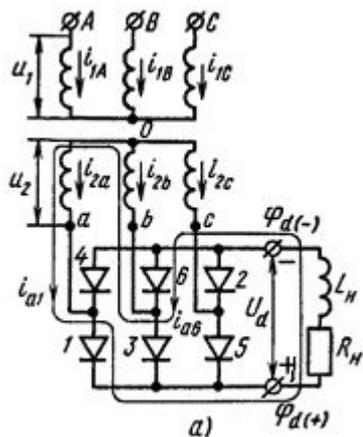
$$U_d(\alpha) = U_{d0} \cos \alpha = 1,17 U_2 \cos \alpha$$

# Характеристики трехфазного управляемого выпрямителя с нулевым выводом

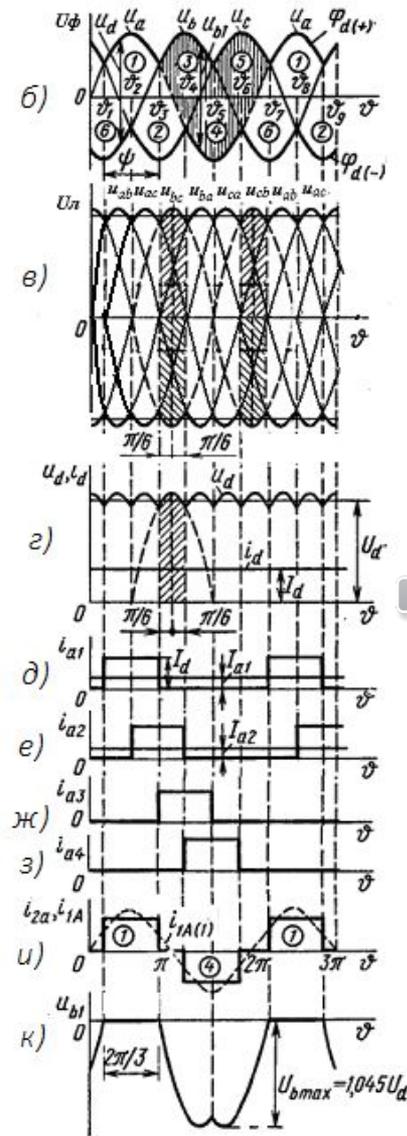
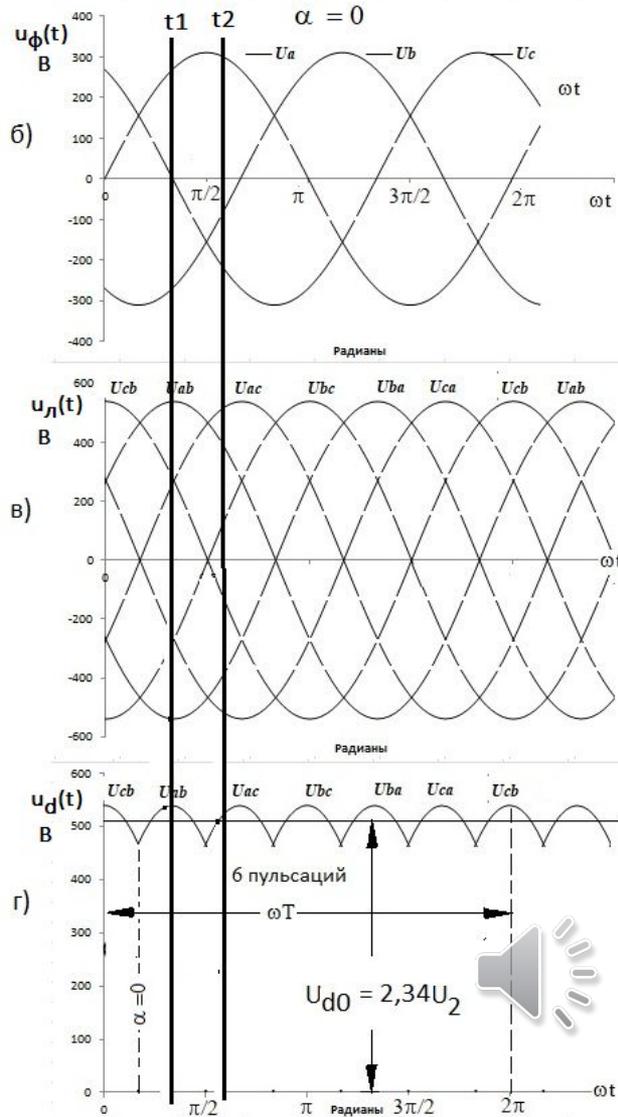


Регулировочные (а) и внешние (б) характеристики управляемого трехфазного выпрямителя с нулевым выводом

# Трехфазный мостовой неуправляемый выпрямитель

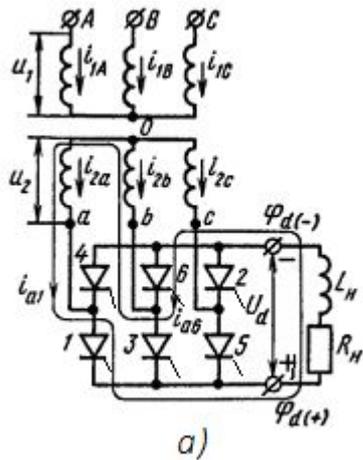


$$U_{d0} = 2,34 U_2$$

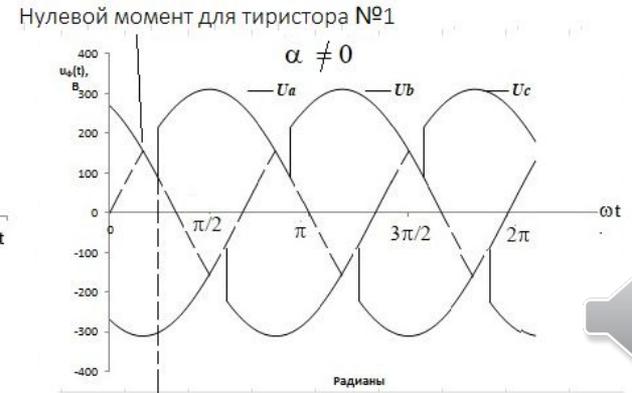
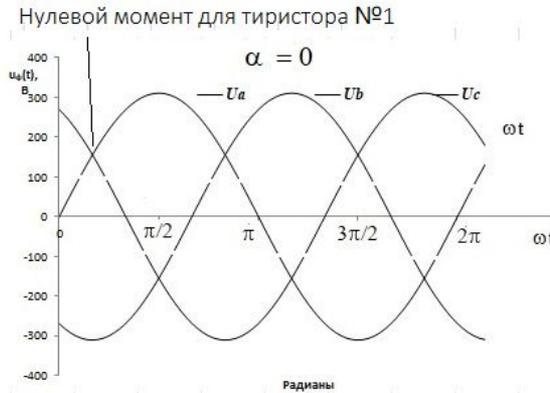


# Трехфазный мостовой управляемый

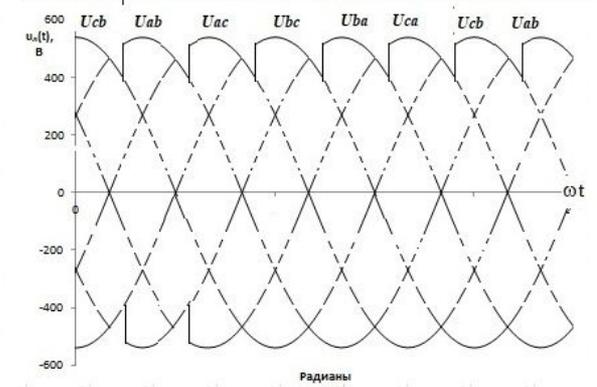
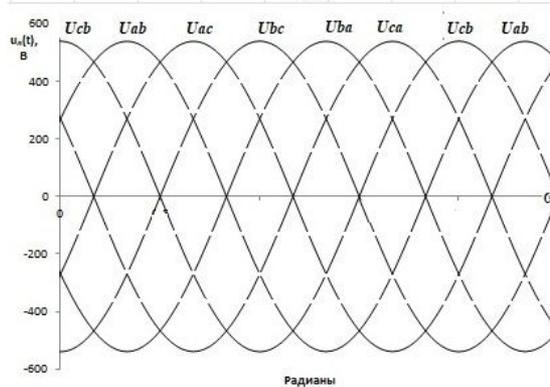
## ВЫПРЯМИТЕЛЬ



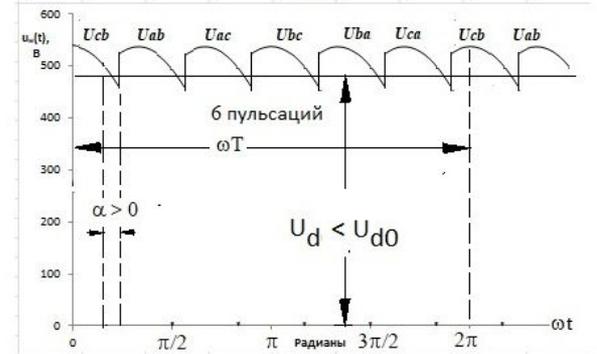
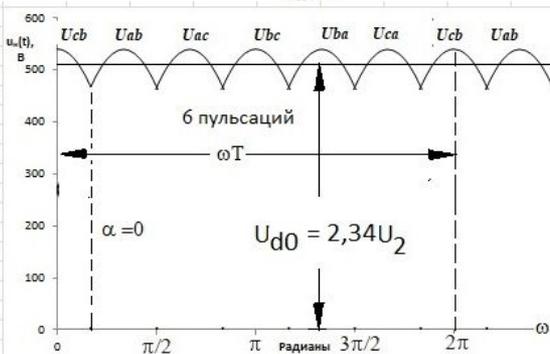
б)



в)



г)



# Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель

Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель при  $\alpha=0$

(идентично неуправляемому)



Среднее значение выпрямленного напряжения  $U_d$ :

$$U_d = \frac{1}{2\pi/6} \int_{\omega t_1}^{\omega t_2} u_{ab}(t) d\alpha t = \frac{1}{2\pi/6} \int_{\pi/6}^{\pi/2} \sqrt{3}\sqrt{2}U_2 \sin(\alpha t + \pi/6) d\alpha t = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 = 2,34U_2$$

Коэффициент схемы равен:

$$K_{сх} = U_d/U_2 = 3\sqrt{6}/\pi = 2,34.$$

При заданном напряжении  $U_d$  требуется вдвое меньшее  $U_2$ :

$$U_2 = \pi U_d / (3\sqrt{6}) = 0,425 U_d,$$

$$q = 0,06;$$

$$f_{ог} = 6f_c$$

Ток через активную нагрузку равен:

$$I_d = U_d/R_H = 2,34U_2/R_H.$$

$$I_{VDd} = I_d/3.$$

Обратное напряжение на диоде:

$$U_{обр.макс} = \sqrt{3}U_{m2} = \sqrt{3}\sqrt{2}U_2 = 1,045U_d.$$

Полная мощность трансформатора мостового выпрямителя:

$$P_T = \pi U_d I_d / 3$$

# Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель



*Трехфазный мостовой управляемый  $\alpha > 0$*

При углах управления  $0 < \alpha < \pi/3$  для активной и активно-индуктивной нагрузки (режим непрерывного тока):

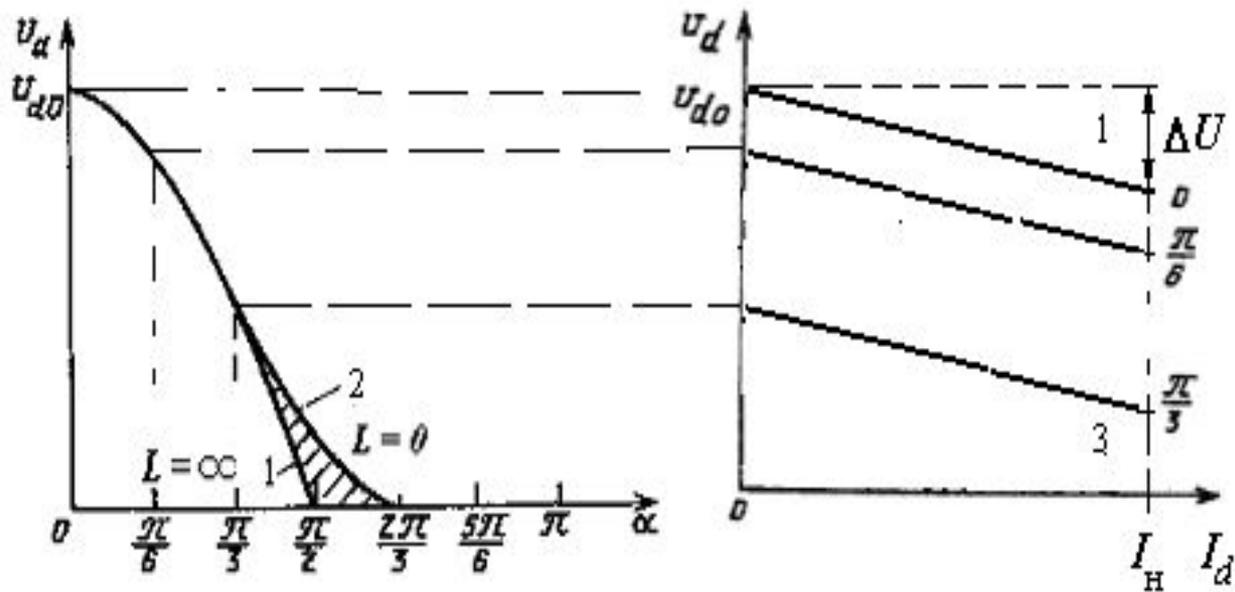
$$U_d = \frac{3}{\pi} \int_{-\pi/3+\alpha}^{2\pi/3+\alpha} \sqrt{3}U_2 \sin \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 \cos \alpha = 2,34U_2 \cos \alpha = U_{d0} \cos \alpha$$

При  $\alpha = \pi/2$  и активно-индуктивной нагрузке значение  $U_d = 0$ .

При углах  $\alpha > \pi/3$  и чисто активной нагрузке  
(режим прерывистого тока):

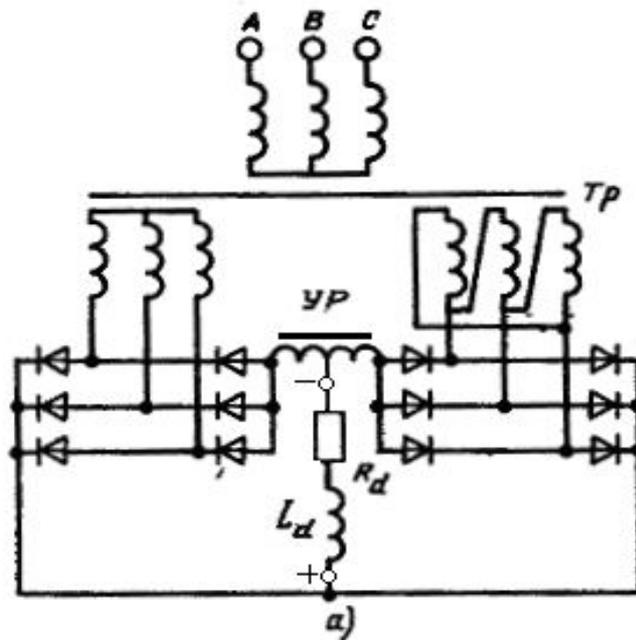
$$U_d = \frac{3}{\pi} \int_{\pi/3}^{\pi} \sqrt{2}\sqrt{3}U_2 \sin \alpha d\alpha = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 [1 + \cos(\frac{\pi}{3} + \alpha)] = U_{d0} [1 + \cos(\frac{\pi}{3} + \alpha)]$$

# Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель



Регулировочные (а) и внешние (б) характеристики мостового управляемого выпрямителя

# Понятие о многомостовых схемах 12-пульсные схемы (12-фазные схемы)



Многомостовая параллельная  
схема с одним трансформатором

$$q = 2/(m^2 - 1), \text{ т.е. при } m = 6 + 6 = 12: q = 0,015$$