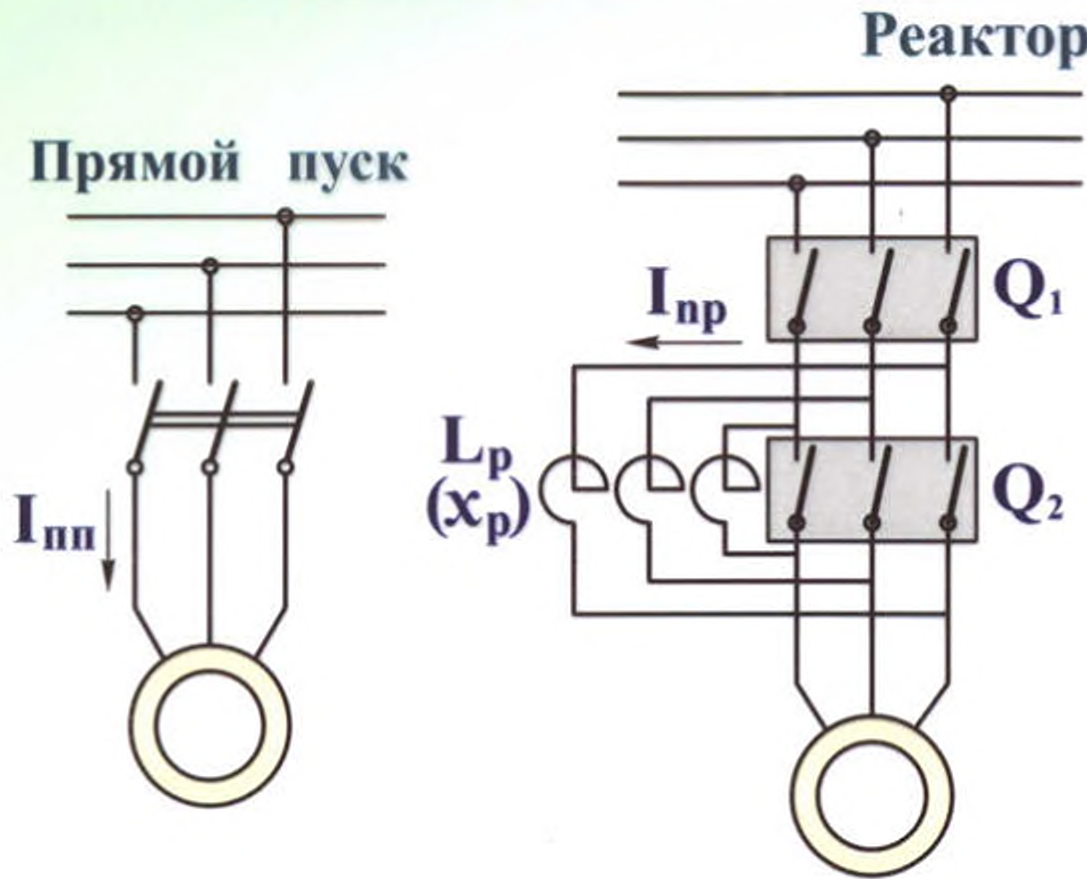


АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

ПУСК ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ



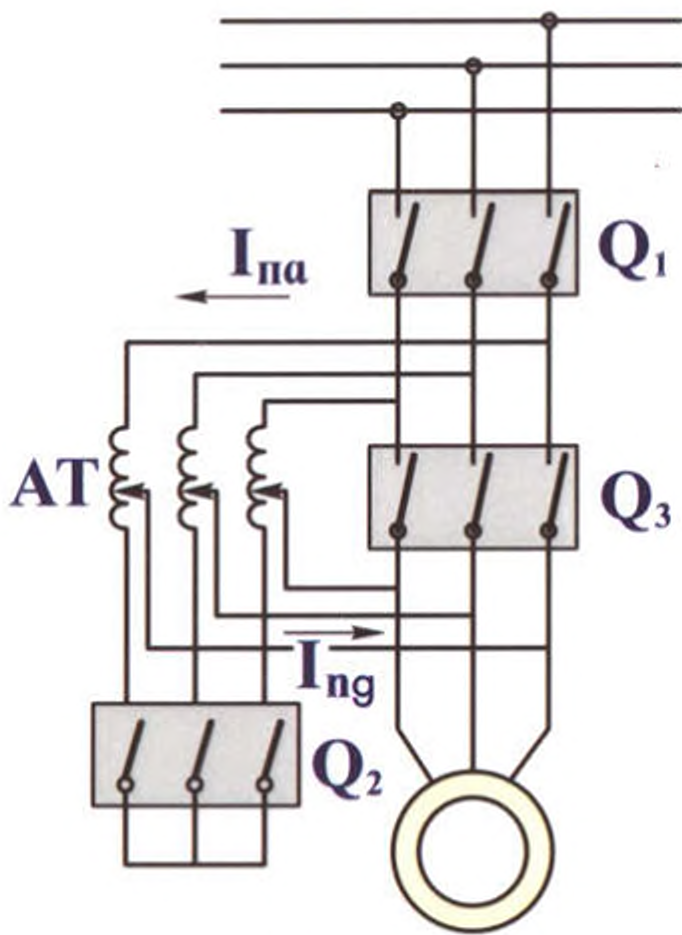
Реакторный пуск

$$I_{np} = I_{nc} \sqrt{\frac{U_1}{r_k^2 + (x_k + x_p)^2}}$$

$$\frac{I_{пп}}{I_{np}} = \frac{\sqrt{r_k^2 + (x_k + x_p)^2}}{\sqrt{r_k^2 + x_k^2}}$$

$$\frac{M_{пп}}{M_{np}} = \frac{r_k^2 + (x_k + x_p)^2}{r_k^2 + x_k^2}$$

Автотрансформаторный пуск

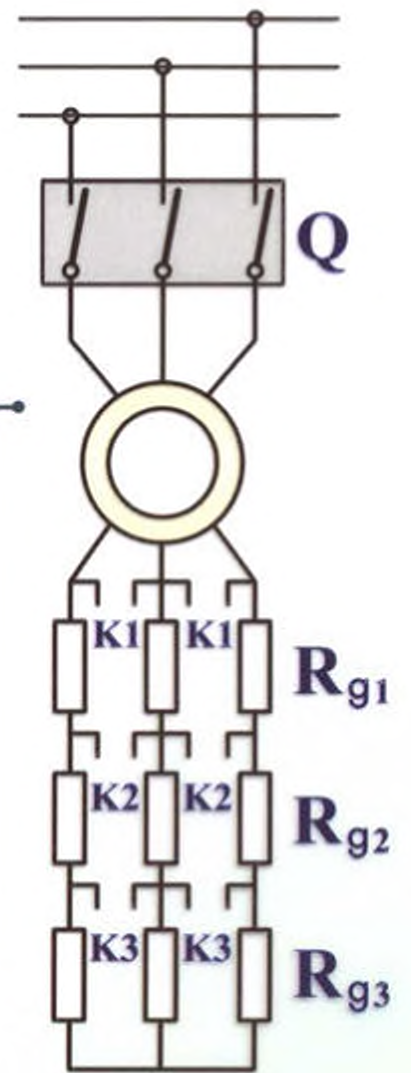


$$U_{ng} = U / k_a, \quad k_a > 1.$$

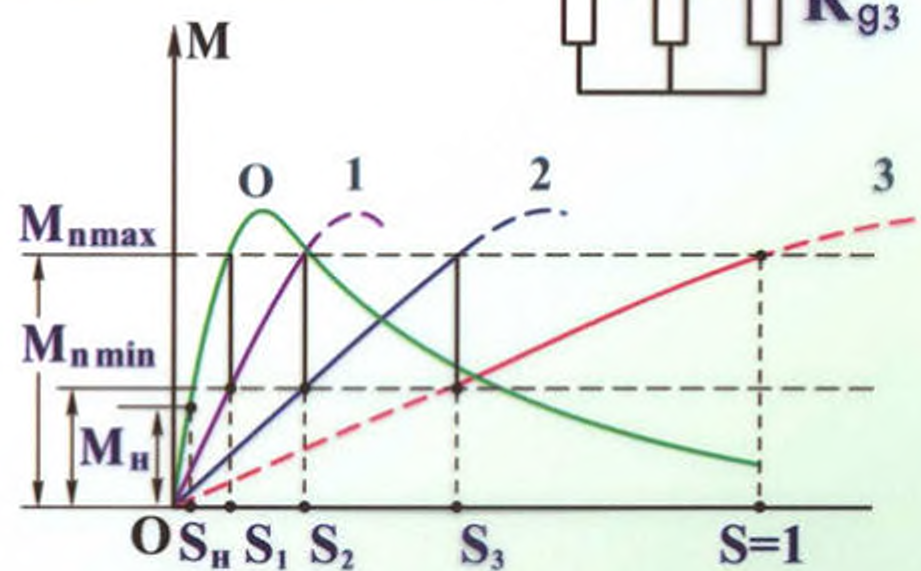
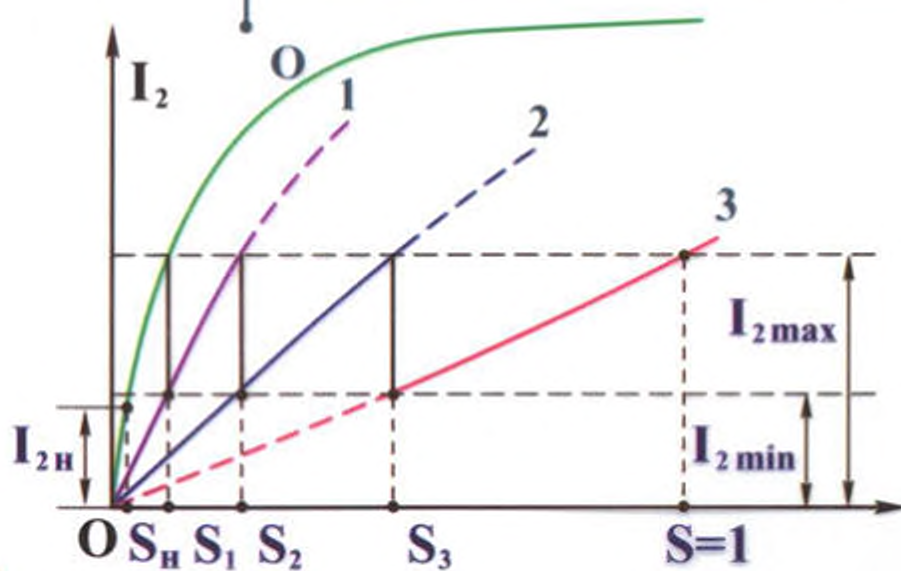
$$I_{ng} = \frac{U_{ng}}{Z_k} = \frac{U_1}{k_a Z_k}$$

$$I_{na} = I_{nc} = \frac{I_{ng}}{k_a} = \frac{I_{пп}}{k_a^2}$$

$$I_{na} < I_{np}.$$



Реостатный пуск



АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

$$n = n_1(1-S) = \frac{60f_1}{p}(1-S); \quad \Omega = \Omega_1(1-S) = \frac{2\pi f_1}{p}(1-S).$$

1. Частотное регулирование. Закон Костенко.

Если принять $c_1 = 1$ и $r_1 = 0$, то $M_m \approx \frac{m_1 U_1^2}{2\Omega_1 x_k} = \frac{m_1 U_1^2 p}{4\pi f_1 x_k}$
или $M_m = \frac{m_1 U_1^2 p}{8\pi^2 f_1^2 (L_{\sigma 1} + L_{\sigma 2}^1)} = c \frac{U_1^2}{f_1^2}$.

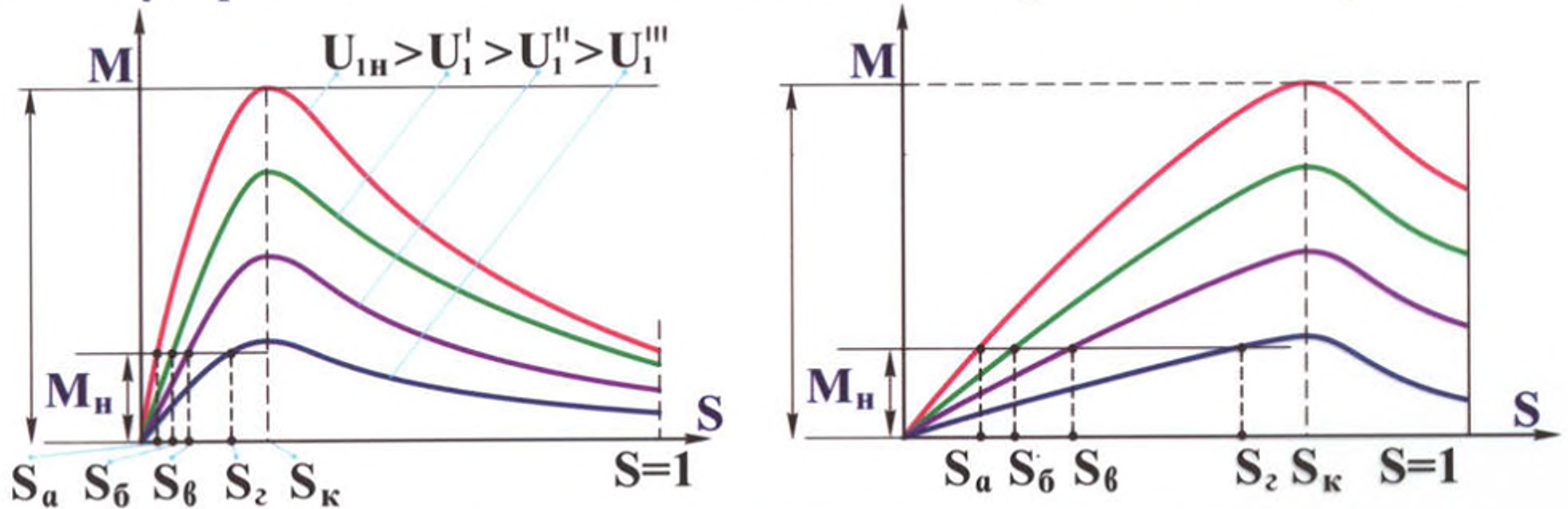
Из условия $M_{m1}/M_{H1} = M_{m2}/M_{H2} = \text{const}$

$$M_{m1}/M_{m2} = (U_{11}^2/U_{12}^2) \cdot (f_{12}^2/f_{11}^2) \quad \text{и} \quad U_{12}/U_{H1} = (f_{12}/f_{11}) \sqrt{M_{H2}/M_{H1}}$$

При $M = \text{const}$: $U_{12}/U_{11} = f_{12}/f_{11}$ или $U_{12}/f_{12} = U_{11}/f_{11}$.

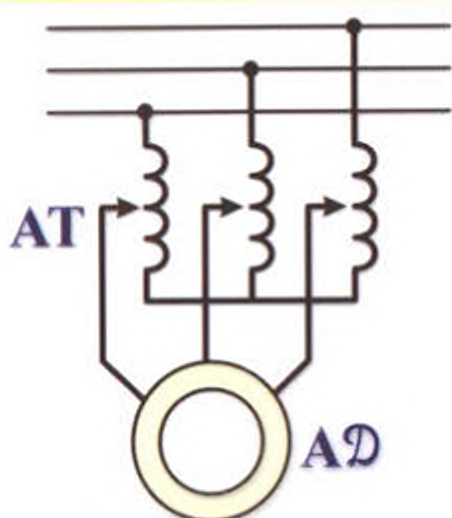
При $P = \text{const}$: $U_{12}/U_{11} = \sqrt{f_{12}/f_{11}}$.

2. Регулирование изменением величины первичного напряжения.

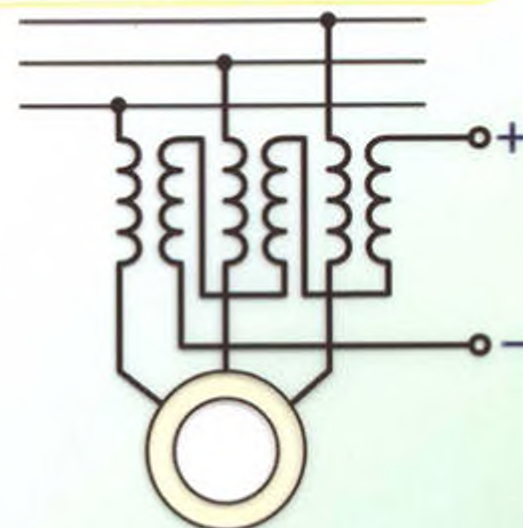


$$n_a = n_1(1-S_a) > n_б(1-S_б) > n_в(1-S_в) > n_г(1-S_г).$$

Зависимости $M=f(S)$ при $U_1 = \text{var}$.

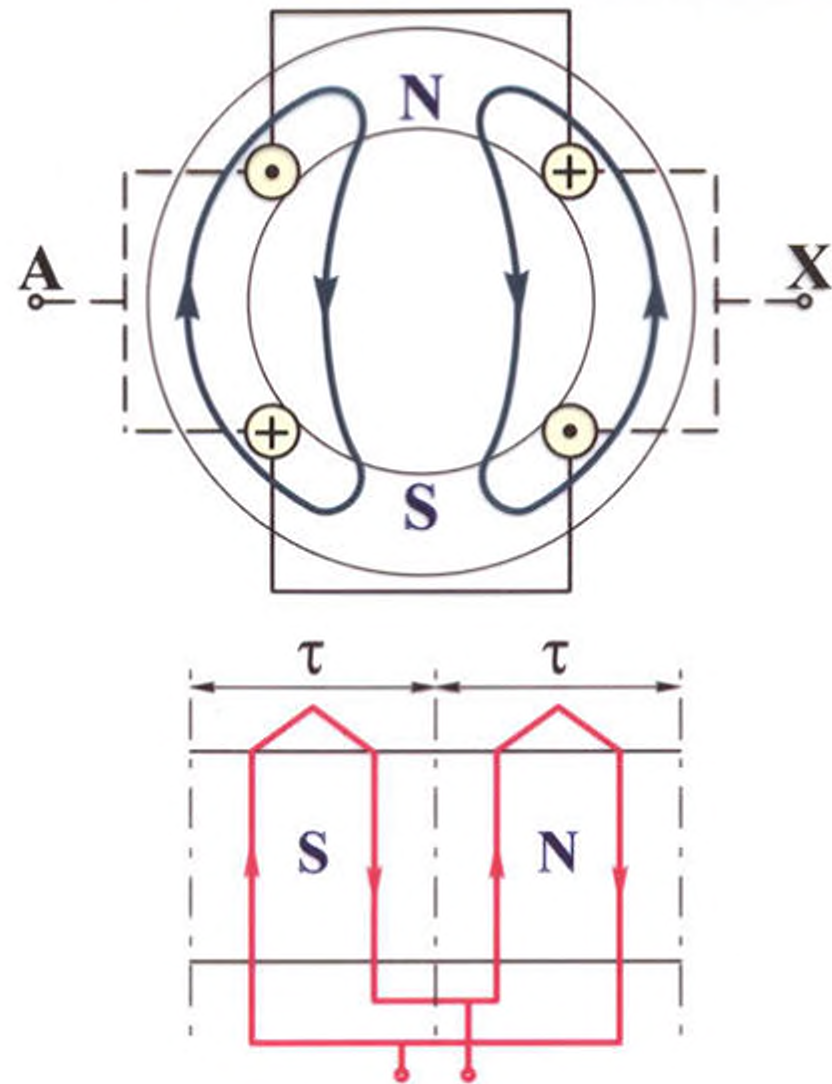
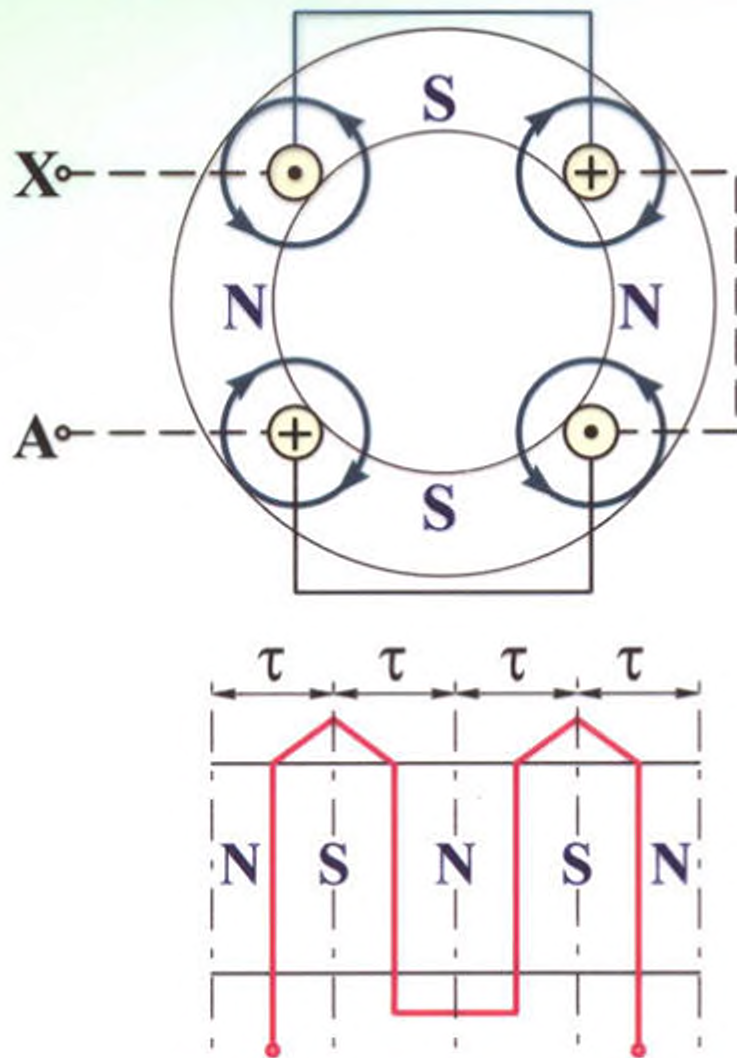


Схемы для изменения подводимого напряжения

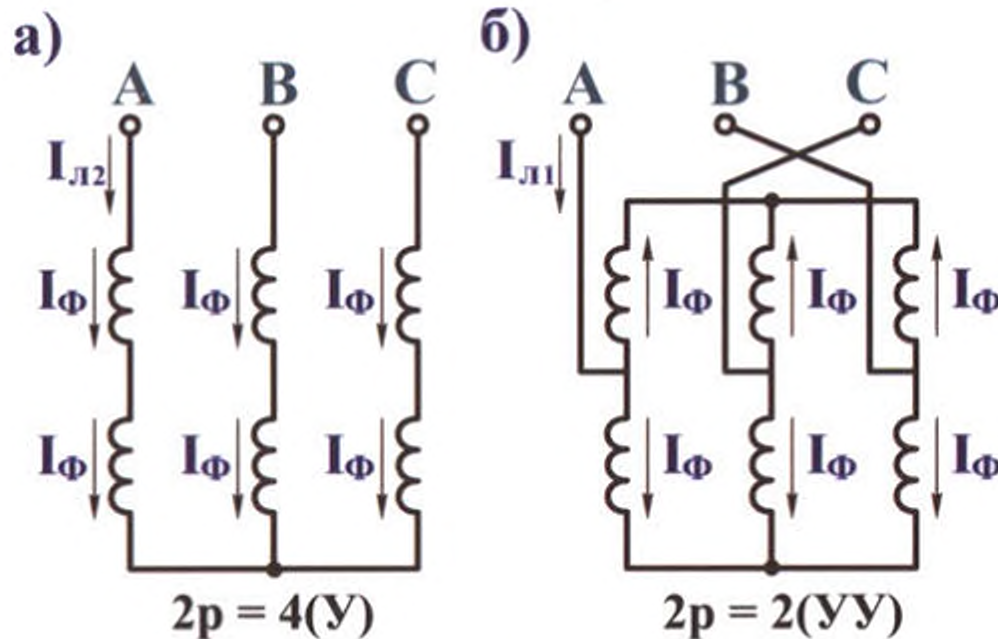


АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧИСЛА ПОЛЮСОВ



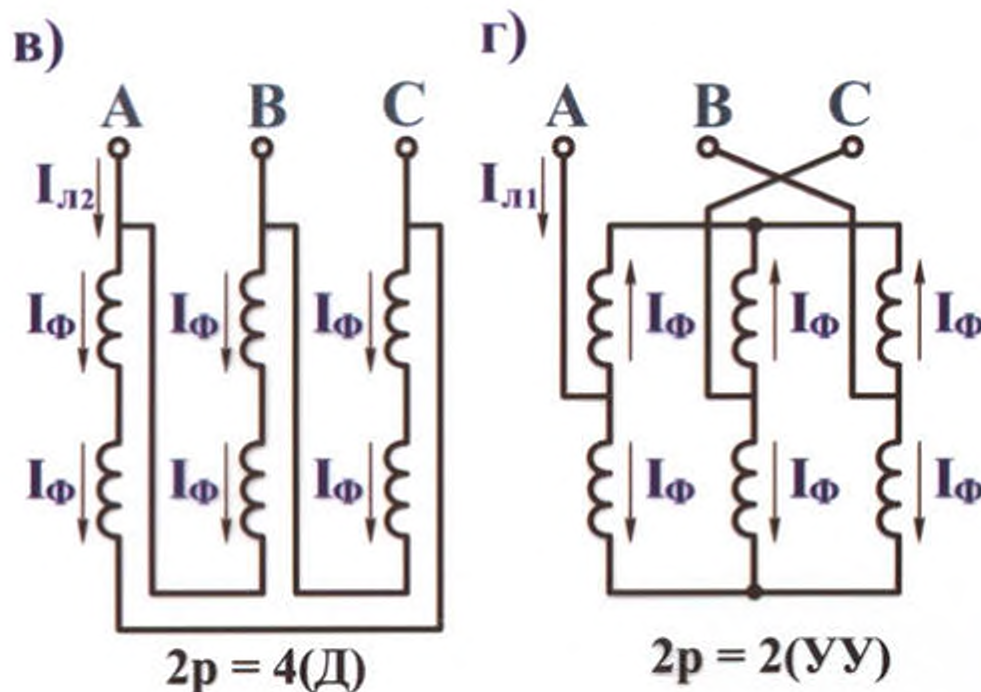
(Схемы а, б)



$$P_2 = \sqrt{3} U_L I_\Phi \eta \cdot \cos \varphi_1;$$

$$P_1 = \sqrt{3} U_L 2 I_\Phi \eta \cdot \cos \varphi_1; \quad \frac{P_2}{P_1} = 2.$$

$$M_1 = M_2 = \text{const.}$$



(Схемы в, г)

$$P_2 = \sqrt{3} U_L I_L \eta \cos \varphi_1 = 3 U_L I_\Phi \eta \cos \varphi_1;$$

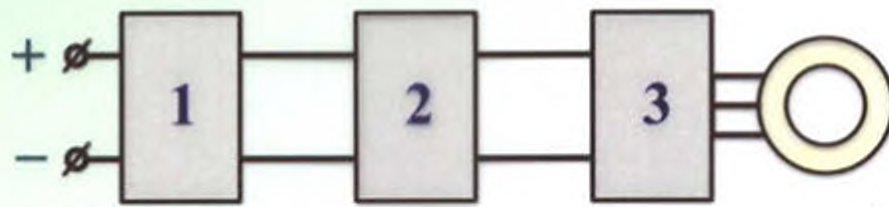
$$P_1 = \sqrt{3} U_L 2 I_\Phi \eta \cdot \cos \varphi_1;$$

$$P_1 / P_2 = \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{3} = 1,15; \quad P \approx \text{const.}$$



АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

СХЕМЫ СИСТЕМ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ



Структурная схема преобразователя частоты, питающегося от сети постоянного тока

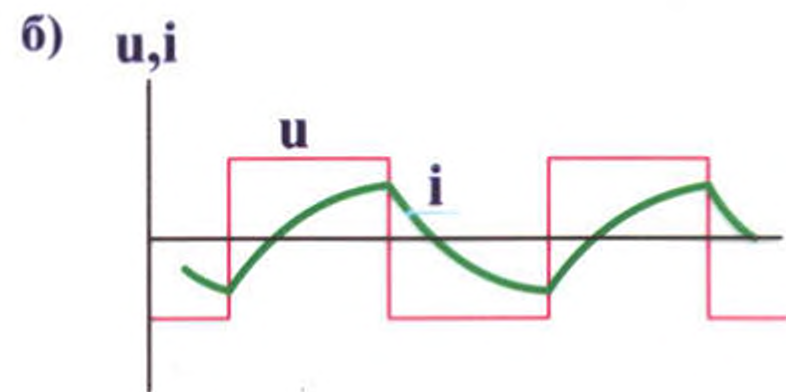
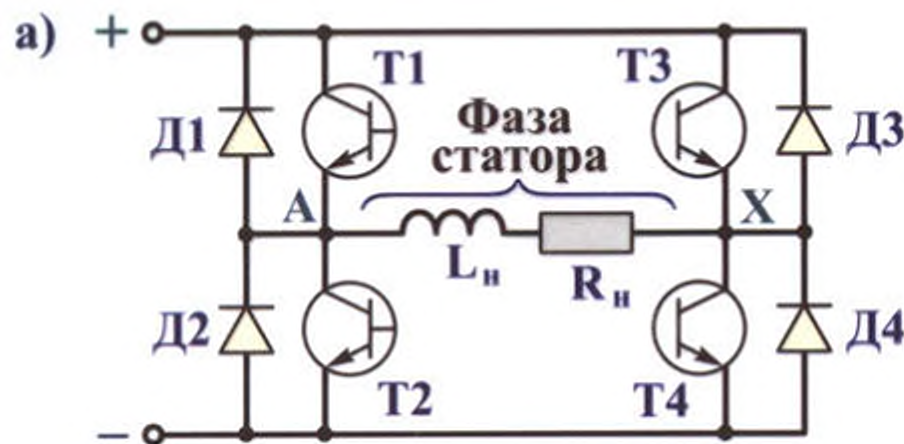


Схема питания одной фазы асинхронного двигателя от транзисторного мостового инвертора (а) и графики изменения напряжения и тока фазы (б)

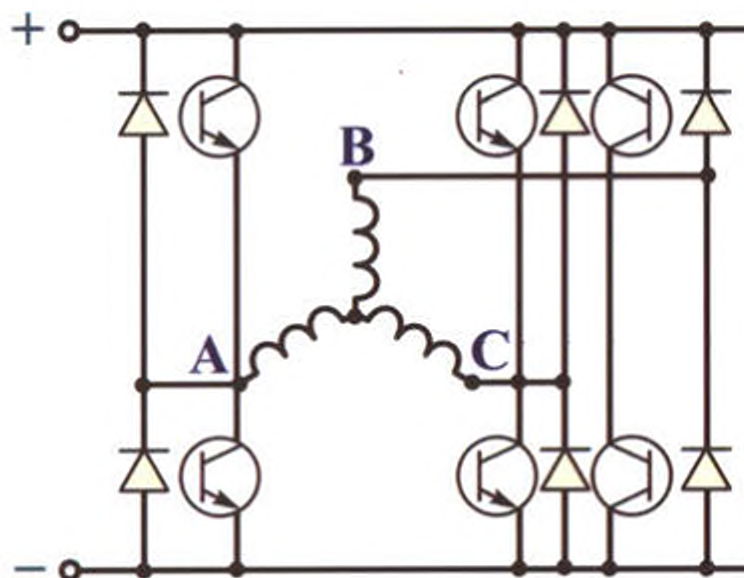
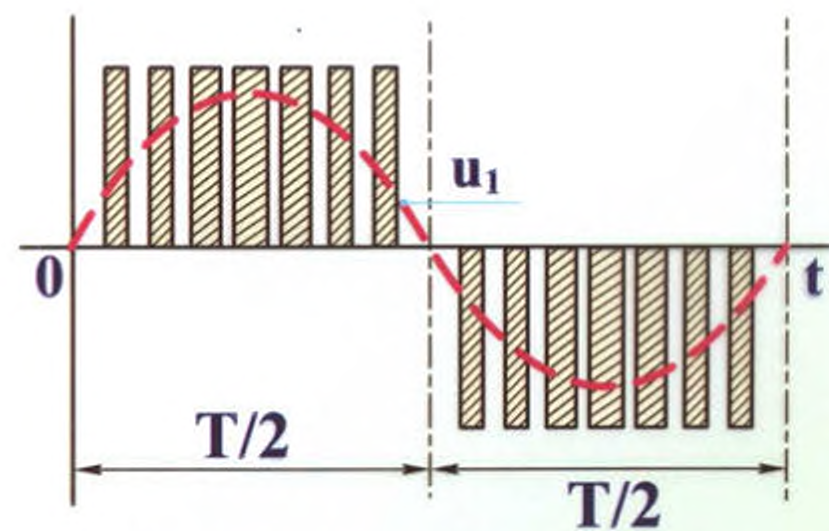
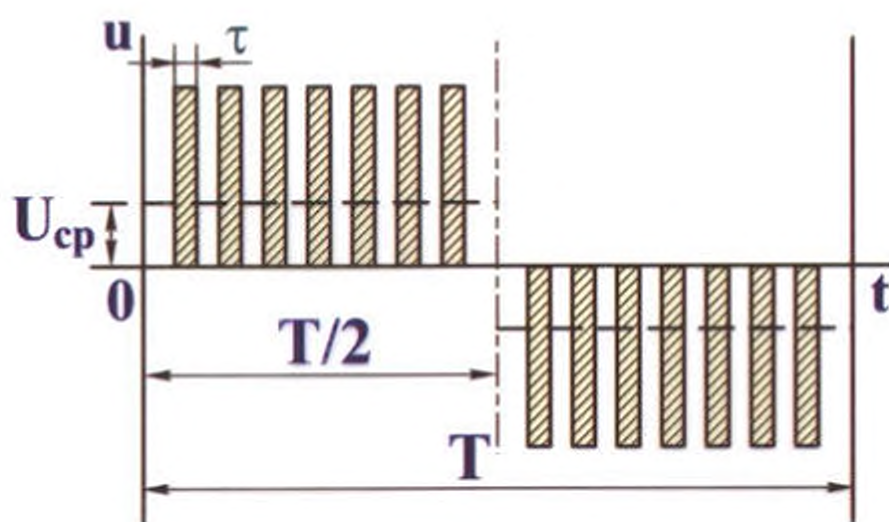


Схема питания трехфазного асинхронного двигателя от мостового транзисторного инвертора

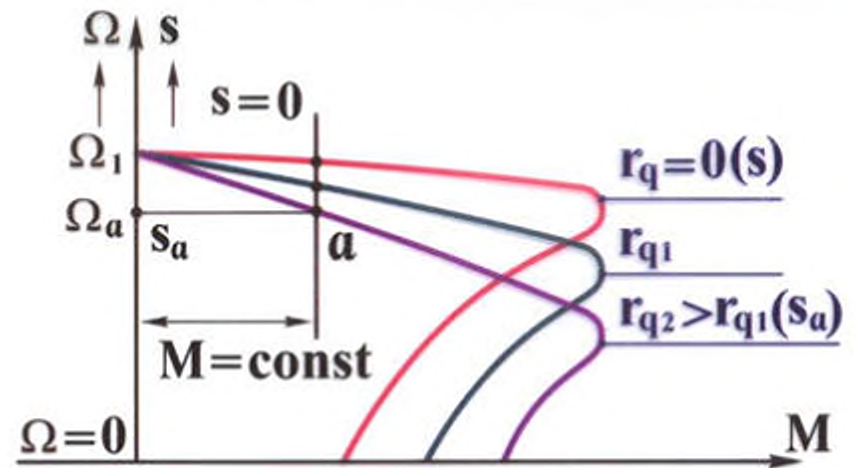
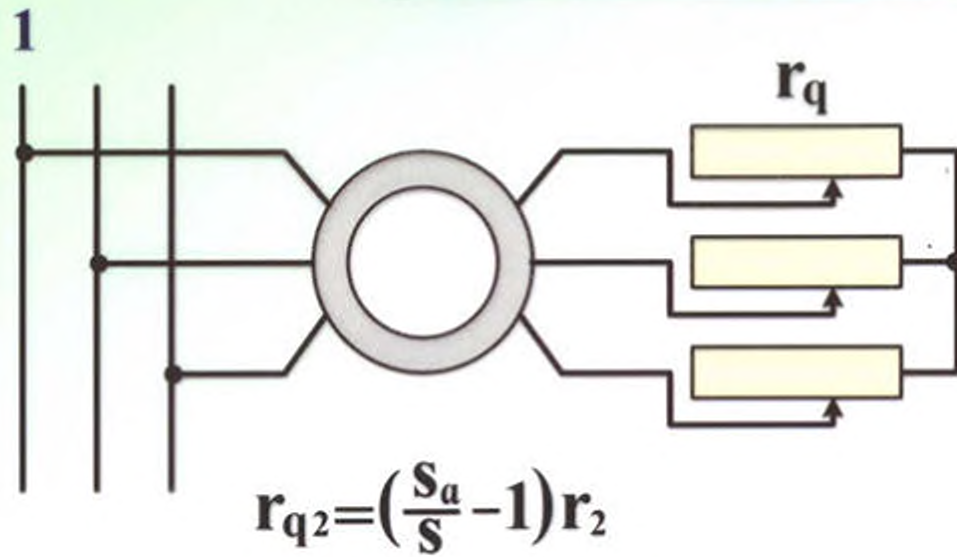


Графики изменения напряжения, подаваемого на обмотку статора двигателя при широтно-импульсном регулировании (а) и при широтно-импульсной модуляции по синусоидальному закону (б)



АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ
ФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

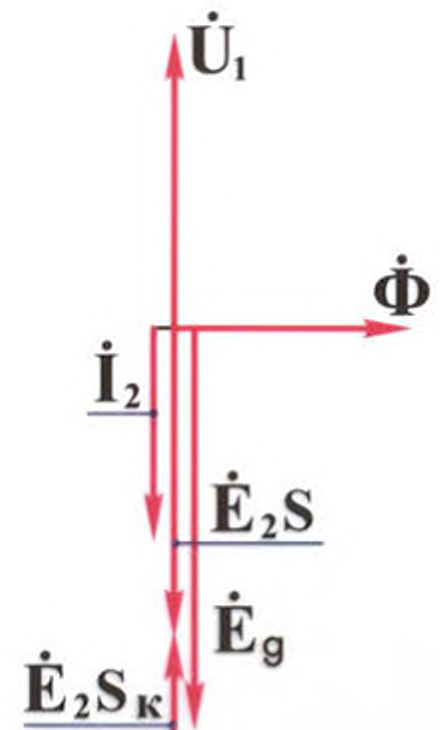
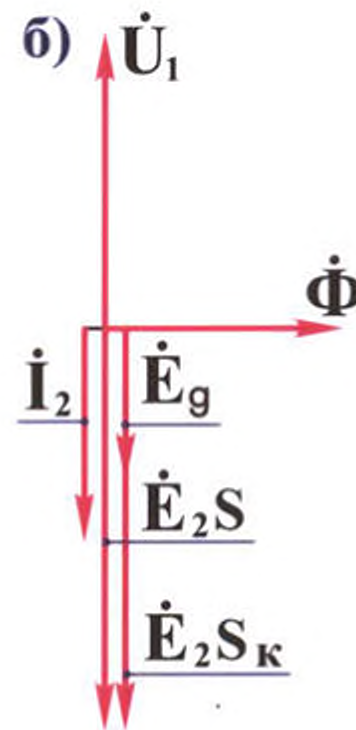
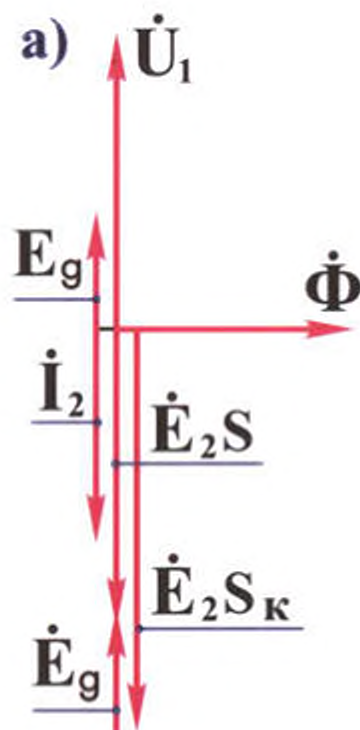
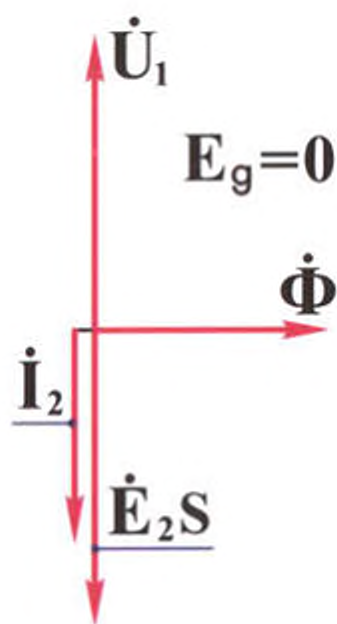


Регулирование путем включения реостата в цепь ротора

2

$U_1 = \text{const}; f_1 = \text{const}; M = M_H = \text{const}.$

$I_2 = E_2 S / \sqrt{r_2^2 + x_2^2 s^2} \approx E_2 S / r_2 \quad (M = C_M \Phi I_2 \cos \psi_2 \approx C_M \Phi I_2)$



а) $I_2 = \frac{E_2 S}{r_2} = \frac{E_2 S_K - E_g}{r_2}.$

$E_2 S = E_2 S_K - E_g.$

$S_K = S + \frac{E_g}{E_2}.$

б) $I_2 = \frac{E_2 S}{r_2} = \frac{E_2 S_K + E_g}{r_2}.$

$E_2 S = E_2 S_K + E_g.$

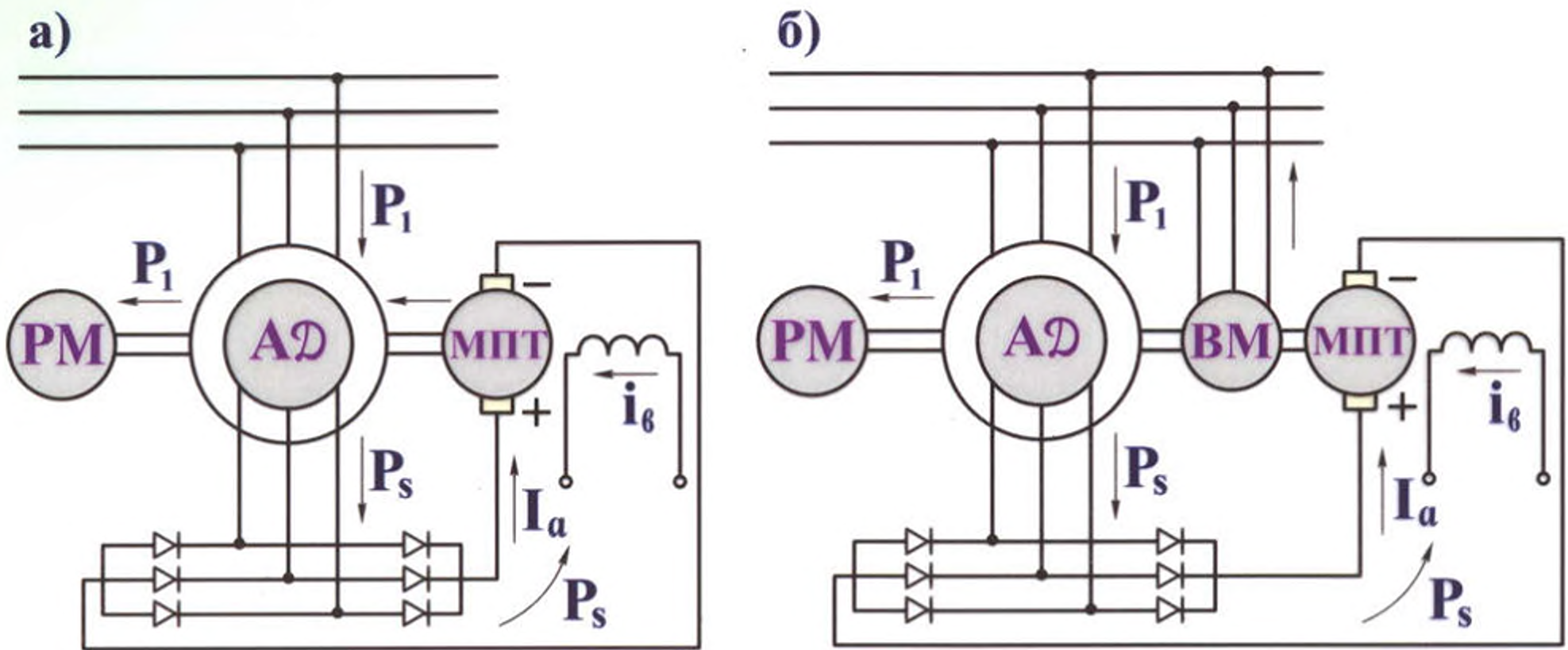
$S_K = S - \frac{E_g}{E_2}.$

Введение в цепь ротора добавочной ЭДС частоты скольжения:
а) встречно; б) согласно



АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ
ФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ



Схемы электромеханического каскада (а)
и электрического каскада (б) АД
с машиной постоянного тока (МПТ)

$$P_s = P_{ЭМ} s; \quad P_{MX} = P_2^1 = (1-s) P_{ЭМ}$$

а) $P_{PM} = P_{MX} + P_s \approx (1-s) P_H + P_H s = P_H = \text{const.} \quad (P_1 = P_H = \text{const})$

б) $P_{MX} = (1-s) P_{ЭМ} \approx (1-s) P_1. \quad (M = \text{const}).$

