

9.1. Основные теоретические сведения



Рис. 9.1. Структурная схема источника питания.

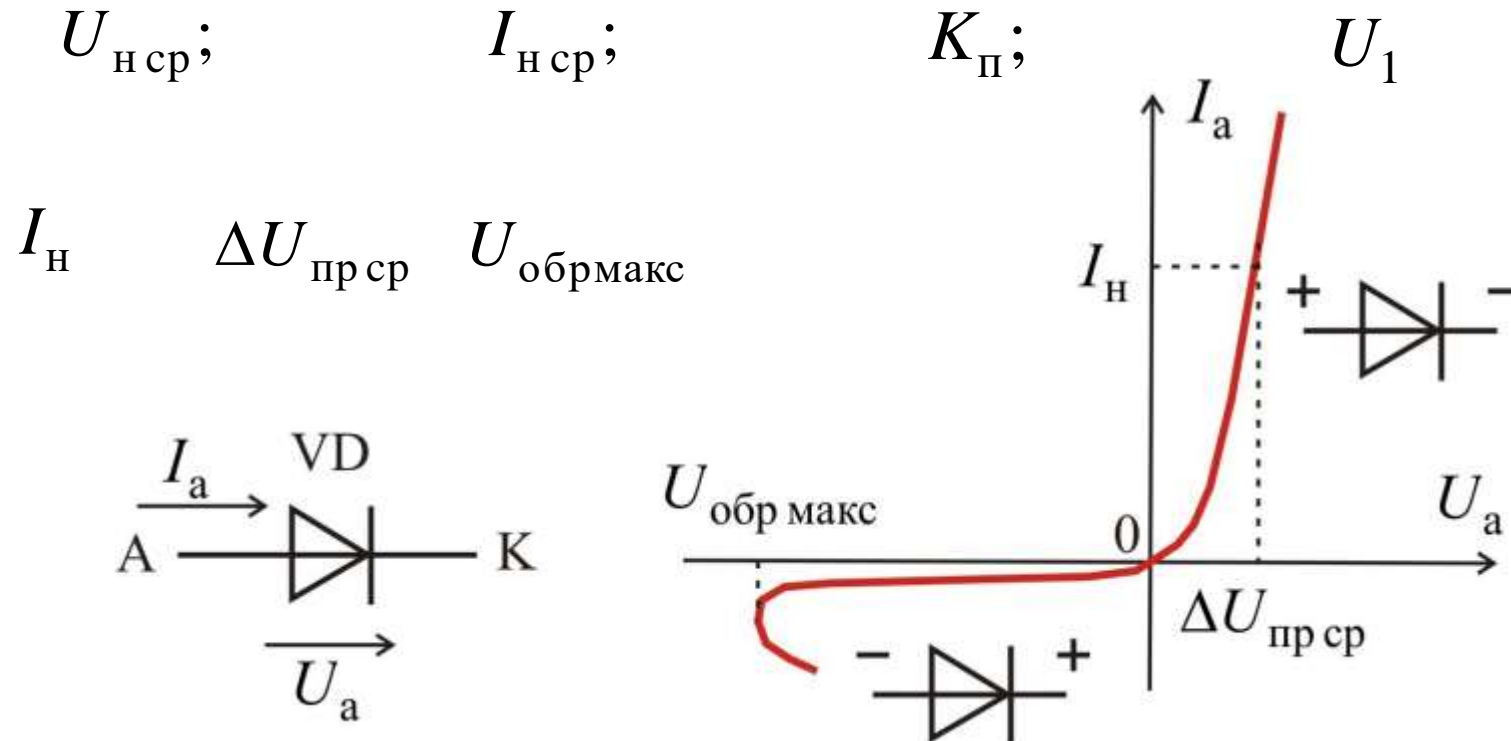


Рис. 9.2. Обозначение на электрической схеме и ВАХ диода.

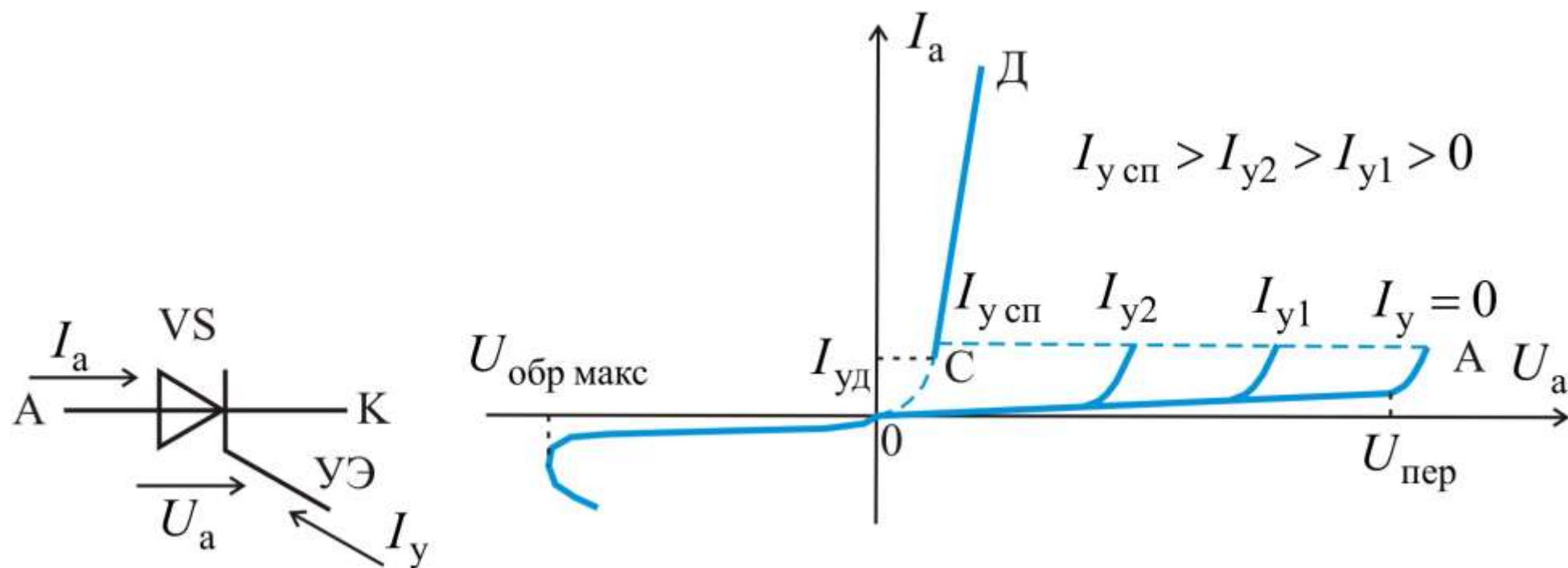
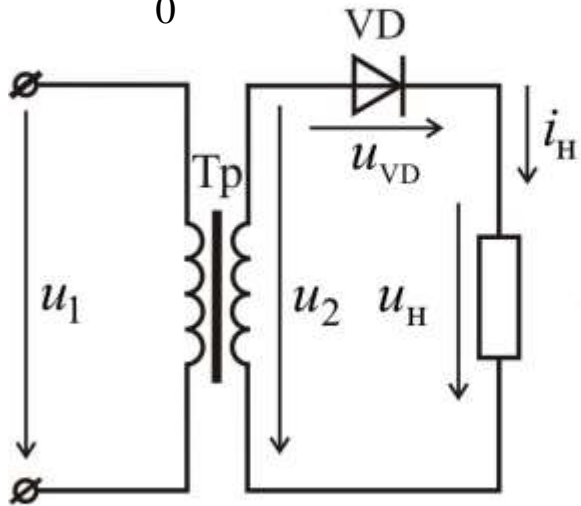


Рис. 9.3. Обозначение на электрической схеме и ВАХ тиристора.

9.2.1. Однофазный однополупериодный выпрямитель

$$u_H(t) = U_{H\text{cp}} + u_{\text{пульс}}(t) \quad (9.1)$$

$$U_{H\text{cp}} = \frac{1}{T} \int_0^T u_2(t) dt = 0,45 \cdot U_2. \quad (9.2)$$



$$U_2 = 2,22 \cdot U_{H\text{cp}}. \quad (9.3)$$

$$k_{\text{TP}} = U_1 / U_2$$

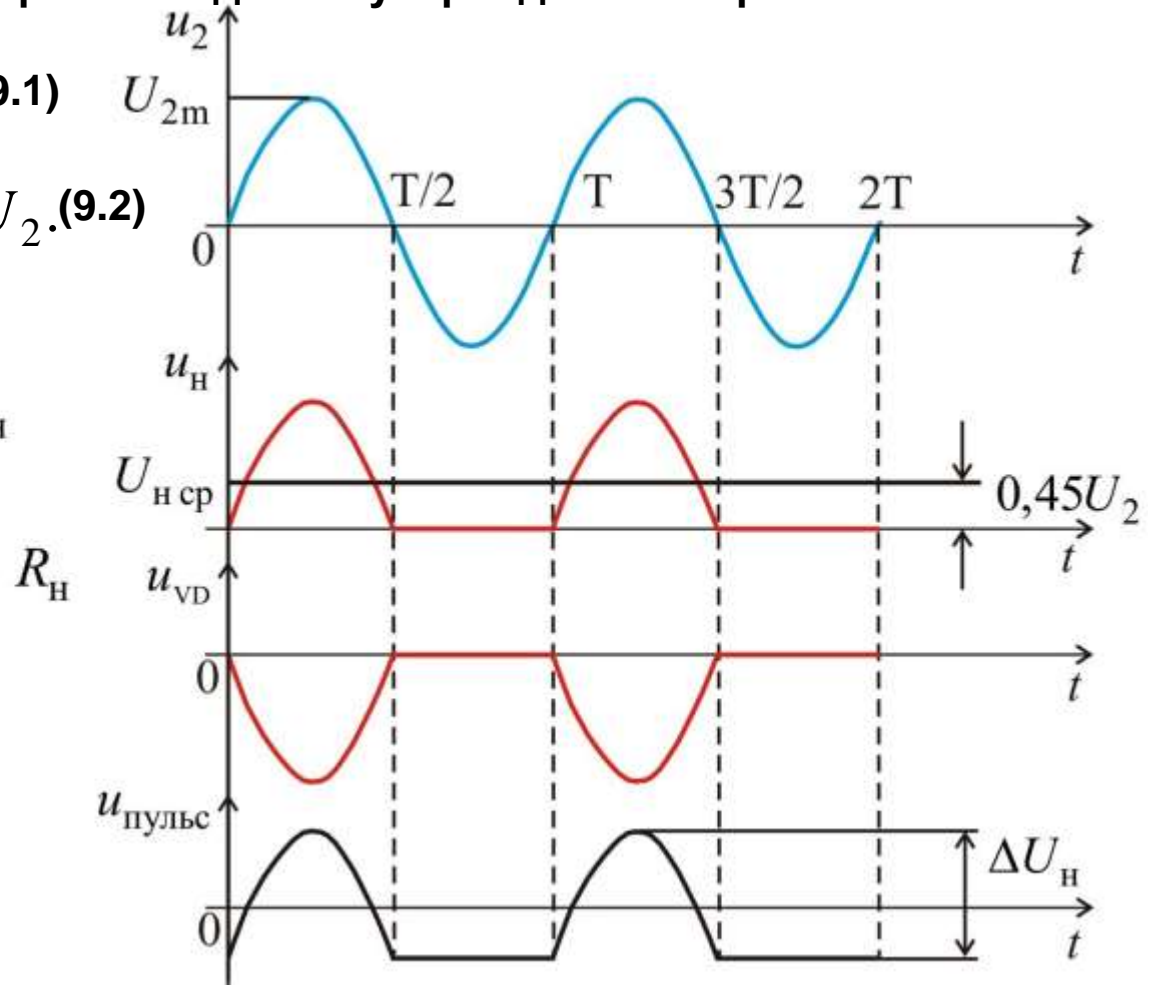


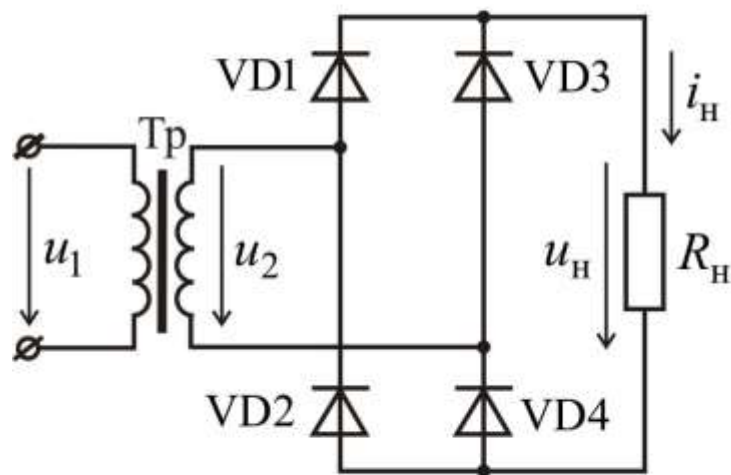
Рис. 9.4. Однофазный однополупериодный выпрямитель.

$$I_H = I_{H\text{cp}}; \quad (9.4)$$

$$U_{\text{обрмакс}} = \sqrt{2} \cdot U_2 = 3,14 \cdot U_{H\text{cp}}. \quad (9.5)$$

$$U_{\text{н ср}} = \frac{2}{T} \int_0^T u_2(t) dt = 0,9 \cdot U_2; \quad (9.6)$$

$$U_2 = 1,11 \cdot U_{\text{н ср}}. \quad (9.7) \quad I_{\text{н}} = \frac{I_{\text{н ср}}}{2}; \quad (9.8)$$



$$U_{\text{обр макс}} = \frac{\pi}{2} \cdot U_{\text{н ср}}. \quad (9.9)$$

$$u_{\text{н}}(t) = \frac{U_{2\text{м}}}{\pi} \left(1 + \frac{\pi}{2} \cdot \cos \omega t + \frac{2}{3} \cdot \cos 2\omega t + \dots \right). \quad (9.10)$$

$$u_{\text{н}}(t) = \frac{2 \cdot U_{2\text{м}}}{\pi} \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \cos 2\omega t - \frac{2}{15} \cdot \cos 4\omega t + \dots \right). \quad (9.11)$$

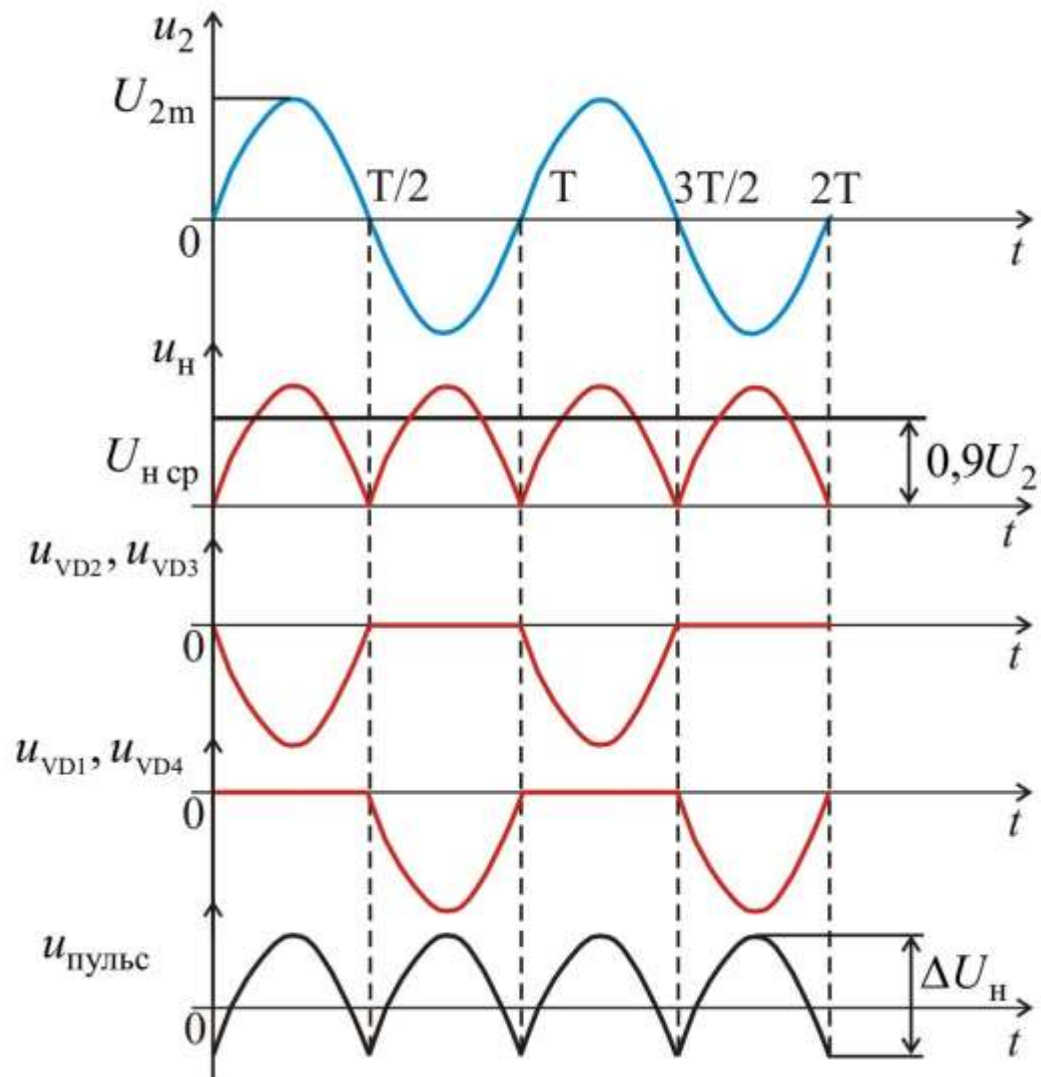


Рис. 9.5. Однофазный двухполупериодный выпрямитель.

$$K_{\Pi} = \frac{U_{\text{н} \sim}}{U_{\text{н ср}}} = \frac{\Delta U_{\text{н}}}{2 \cdot U_{\text{н ср}}}. \quad (9.12)$$

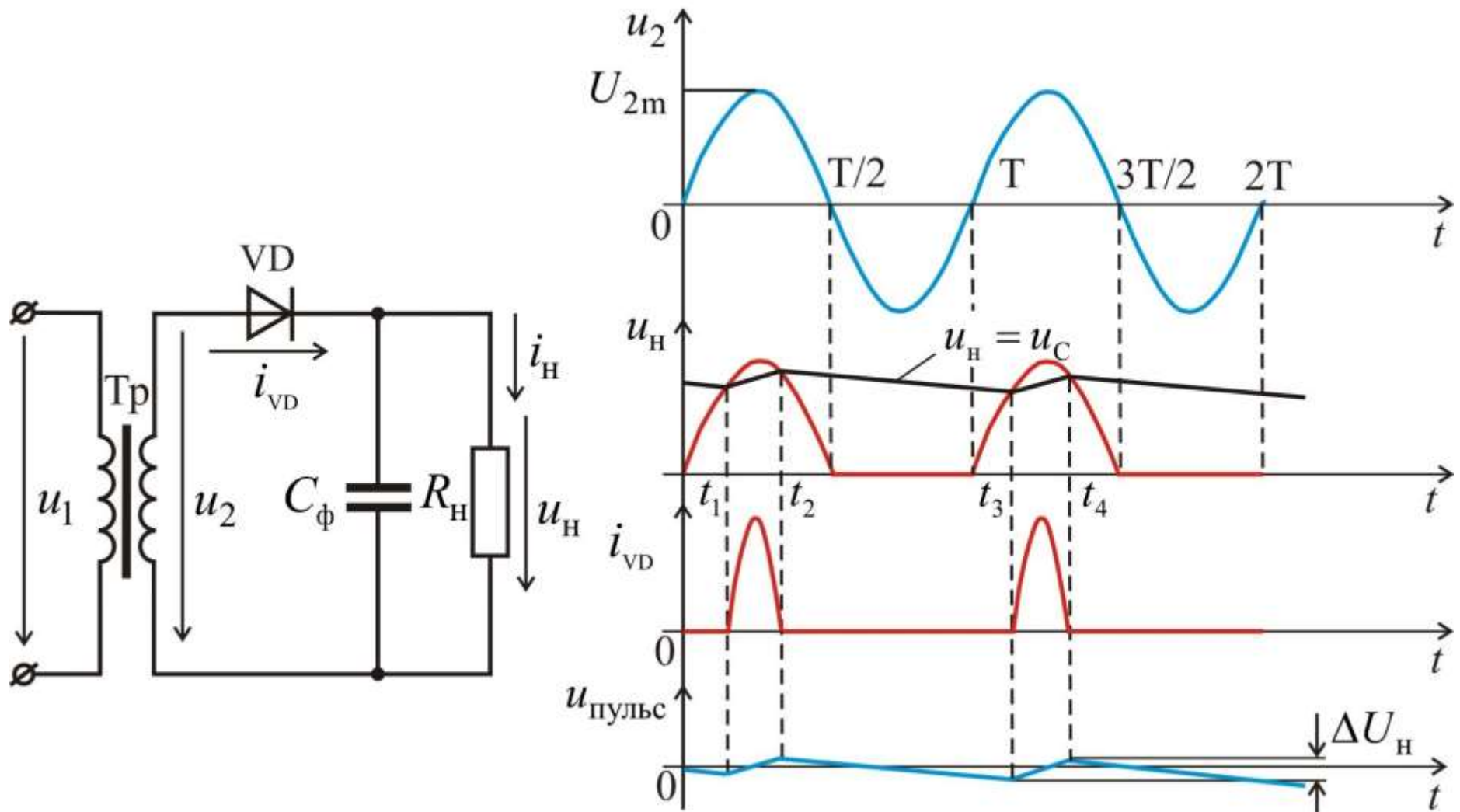


Рис. 6. Работа емкостного фильтра в однофазном однополупериодном выпрямителе.

$$\tau_{\text{зар}} = R \cdot C_\phi$$

$$\tau_{\text{разр}} = R_H \cdot C_\phi$$

$$K_\Pi = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot \tau_{\text{разр}}}, \quad (9.13)$$

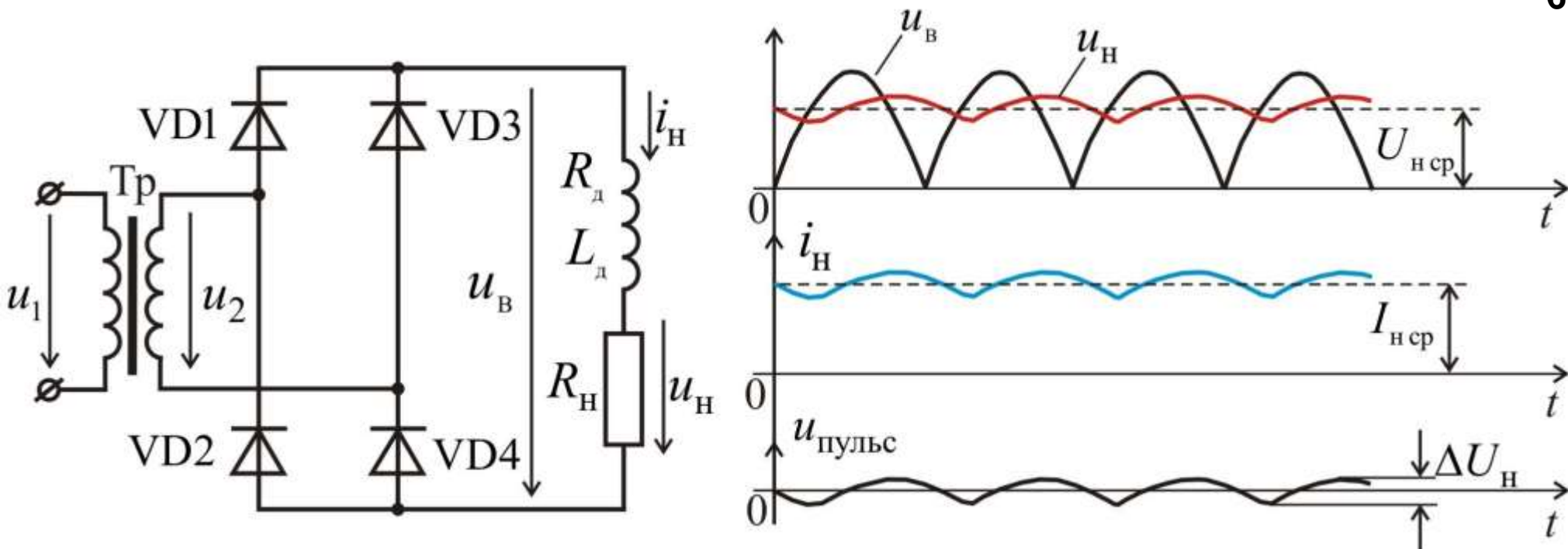


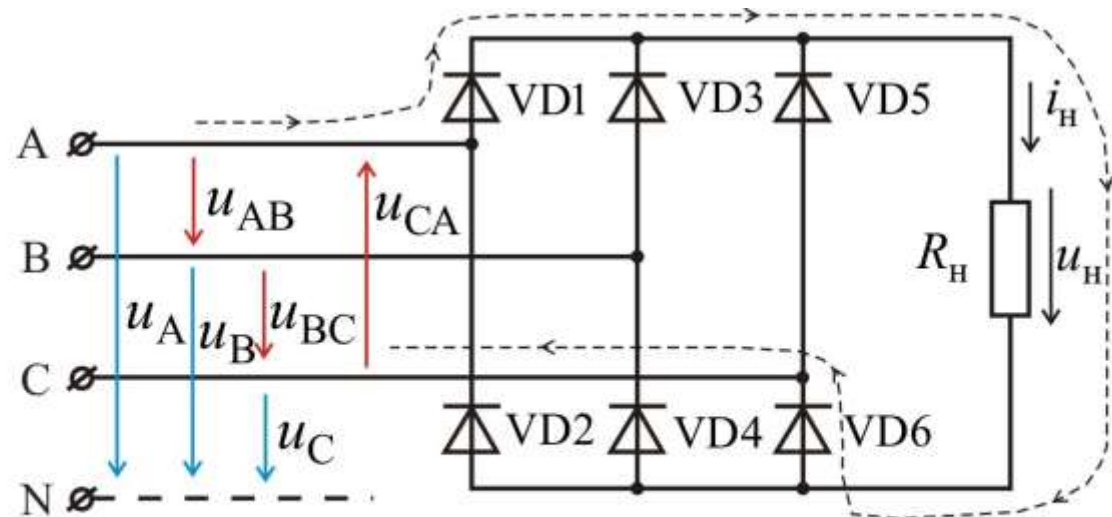
Рис. 9.7. Индуктивный фильтр в схеме двухполупериодного выпрямления.

$$u_B(t) = \frac{2 \cdot U_{2m}}{\pi} \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \cos 2\omega t - \frac{2}{15} \cdot \cos 4\omega t + \dots \right). \quad (9.14)$$

$$U_{H\text{cp}} = \frac{2 \cdot U_{2m}}{\pi} \quad I_{H\text{cp}} = \frac{U_{H\text{cp}}}{R_H + R_d}. \quad (9.15)$$

$$I_{mn} = \frac{U_{mn}}{\sqrt{(R_H + R_d)^2 + (n\omega \cdot L_d)^2}}, \quad (9.16)$$

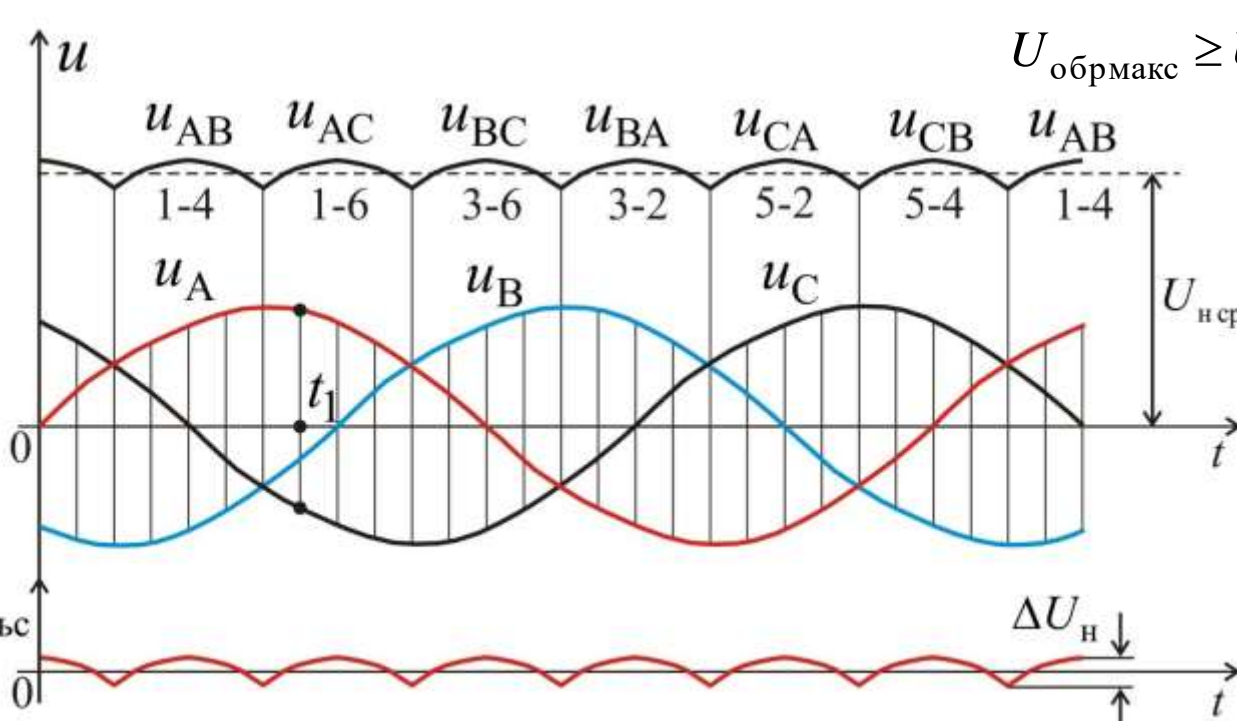
$$n\omega \cdot L_d \gg R_H + R_d$$



$$I_H \geq \frac{I_{H \text{ ср}}}{3}. \quad (9.17)$$

$$U_{H \text{ ср}} = \frac{1}{\left(\frac{T}{6}\right)} \int_{-\frac{T}{6}}^{\frac{T}{6}} U_{\text{Л макс}} \sin \omega t dt = \quad (9.18)$$

$$= \frac{3 \cdot U_{\text{Л макс}}}{\pi} \approx 1,35 \cdot U_{\text{Л}} = 2,34 \cdot U_{\phi},$$



$$U_{\text{обр макс}} \geq U_{\text{Л макс}} = \frac{\pi}{3} \cdot U_{H \text{ ср}} \approx 1,05 \cdot U_{H \text{ ср}} \quad (9.19)$$

$$u_H(t) = U_{H \text{ ср}} \cdot \left(1 + \frac{2}{35} \cdot \cos 6\omega t - \frac{2}{143} \cdot \cos 12\omega t + \dots \right) \quad (9.20)$$

$$K_{\pi} = \frac{2}{35} \approx 0,057 \quad (9.21)$$

Рис. 9.8. Трехфазная мостовая схема выпрямления.

9.5. Внешние характеристики выпрямителей

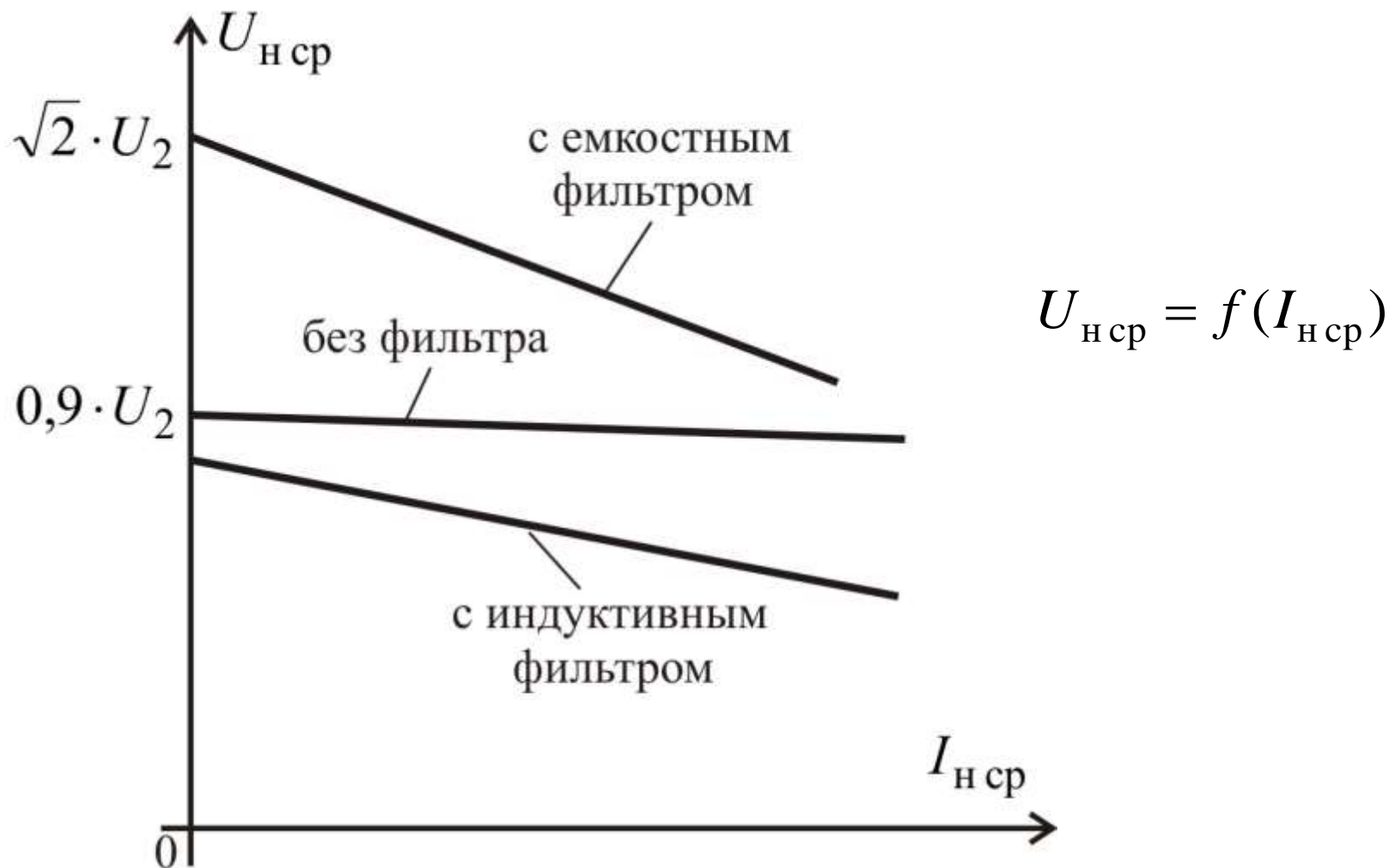


Рис. 9.9. Внешние характеристики однофазного двухполупериодного выпрямителя.

9.6.1. Однофазный однополупериодный управляемый выпрямитель

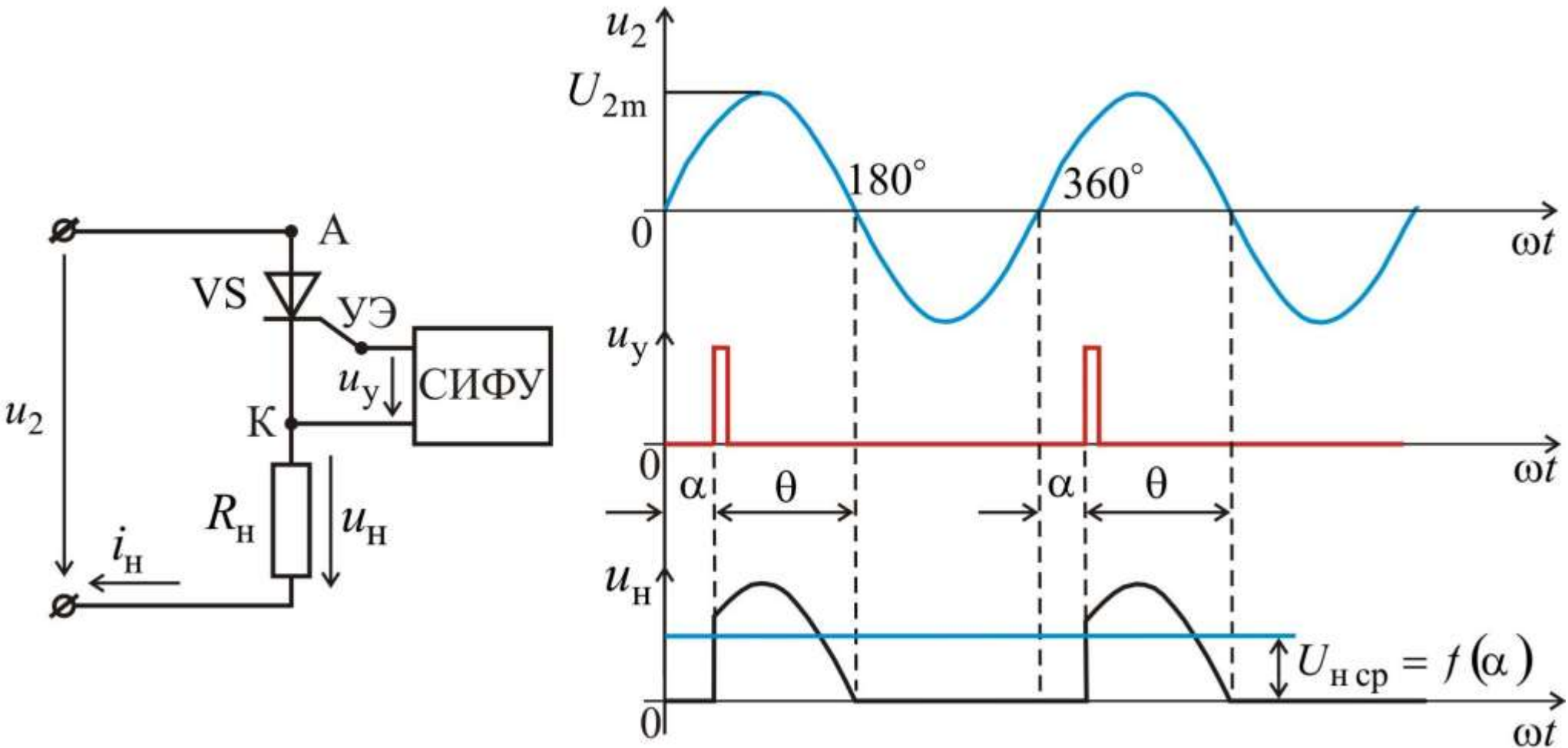


Рис. 9.10. Управляемый однофазный однополупериодный выпрямитель.

$$U_{H\text{cp}} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_{2m} \cdot \sin \omega t \cdot d\omega t = 0,225 \cdot U_2 \cdot (1 + \cos \alpha). \quad (9.22)$$

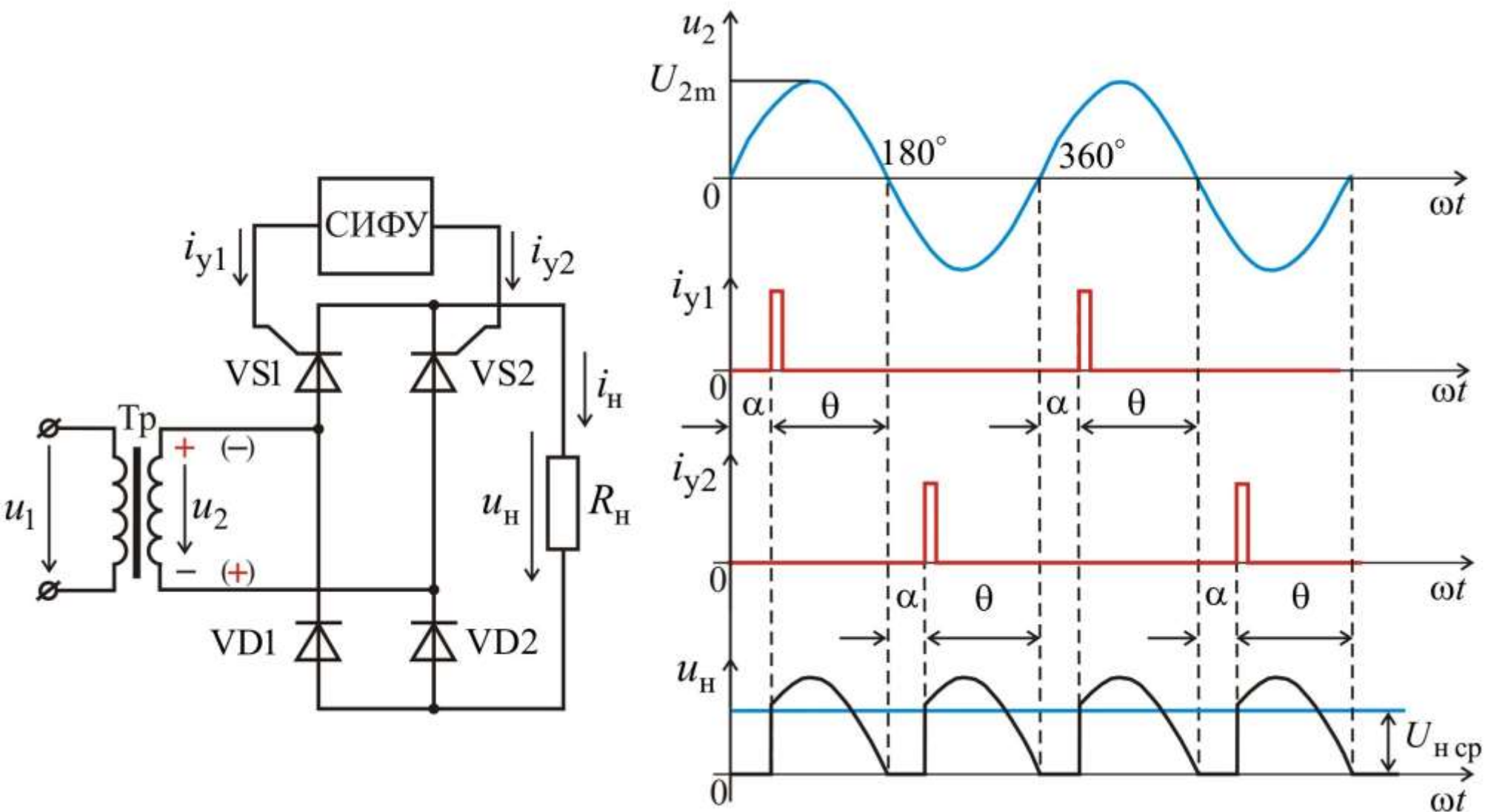


Рис. 9.11. Управляемый однофазный двухполупериодный выпрямитель.

$$U_{H\text{cp}} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_{2m} \cdot \sin \omega t \cdot d\omega t = 0,45 \cdot U_2 \cdot (1 + \cos \alpha). \quad (9.23)$$

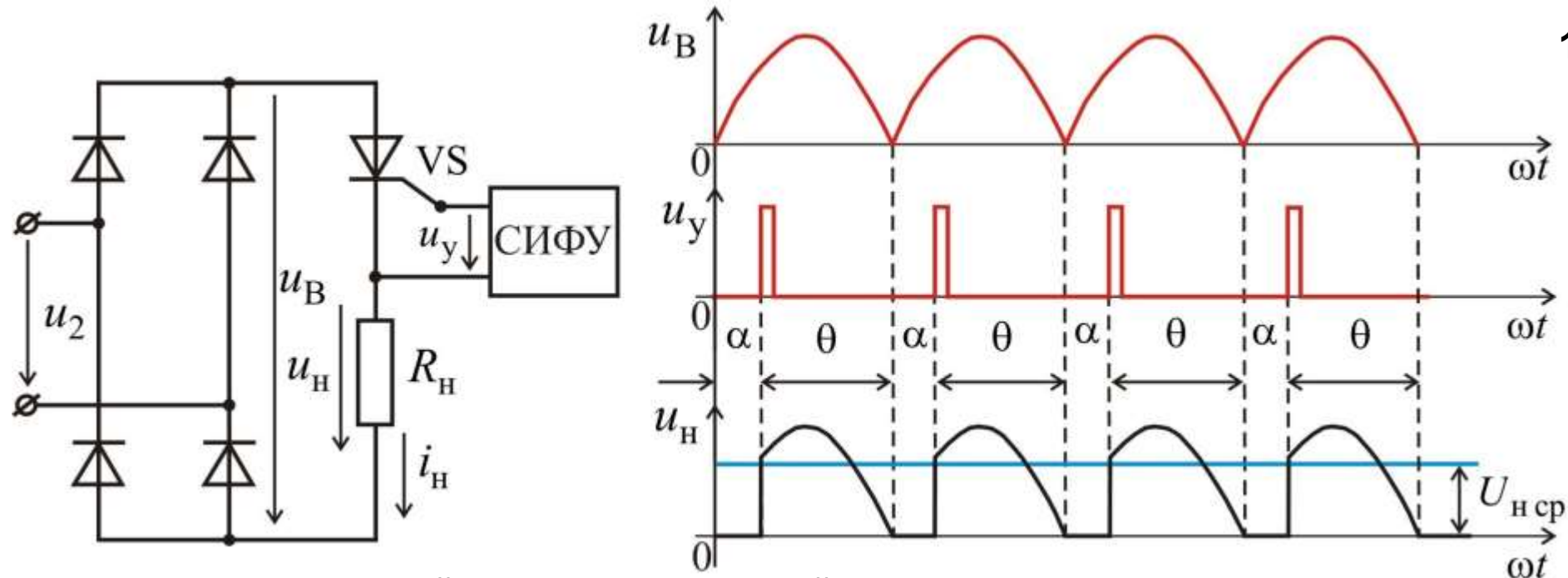


Рис. 9.12. Управляемый двухполупериодный выпрямитель с одним тиристором.

9.7. Стабилизаторы напряжения

9.7.1. Параметрический стабилизатор

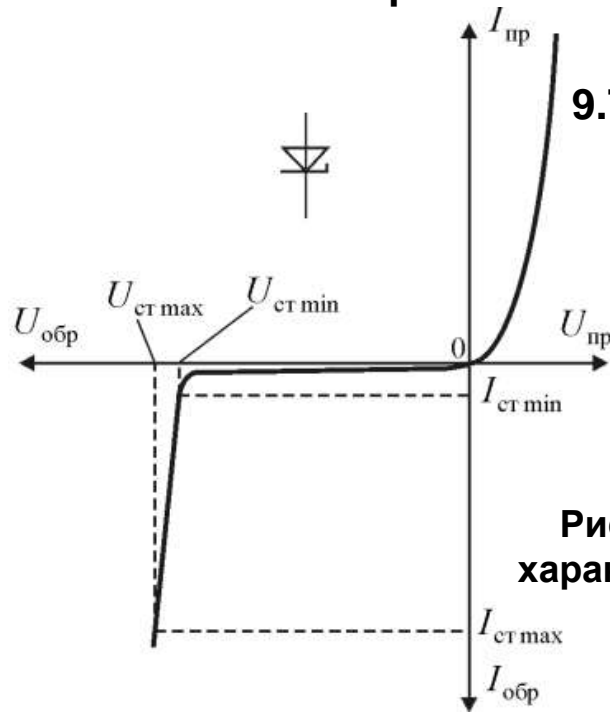


Рис. 9.13. Вольт-амперная характеристика стабилитрона.

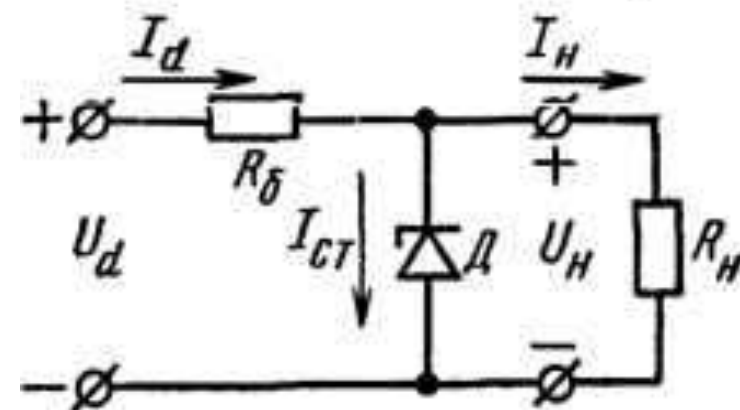
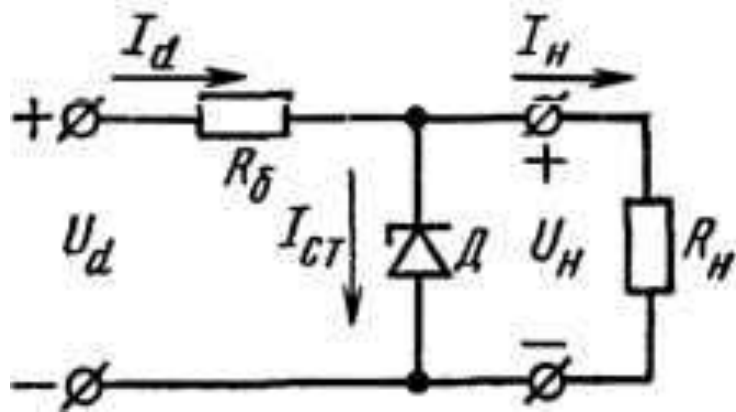
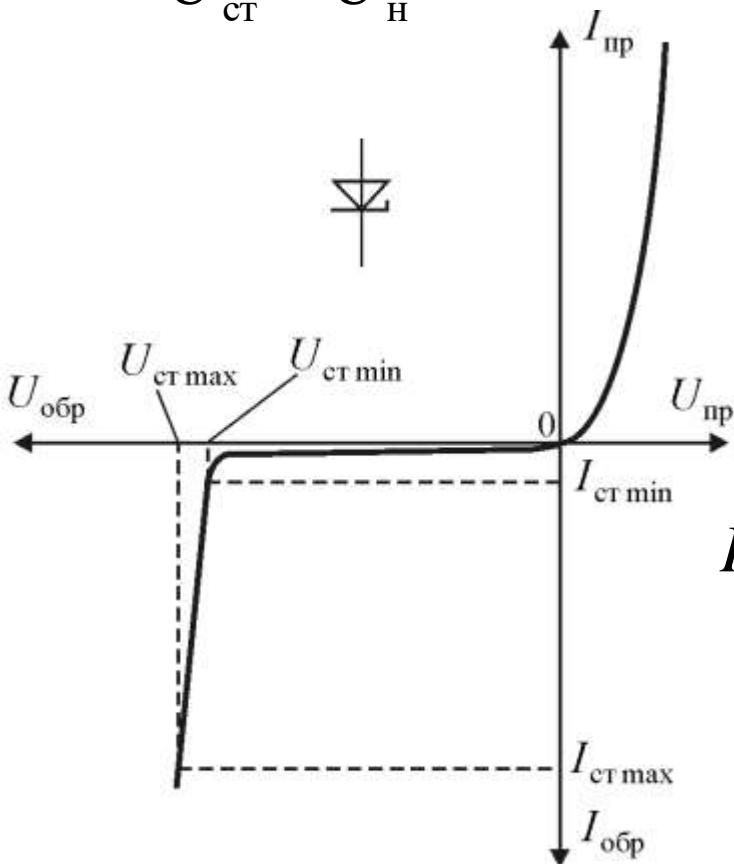


Рис. 9.14. Схема параметрического стабилизатора напряжения.



$$U_{CT} = U_H$$



$$I_d = I_H + I_{CT}, U_d = U_{R_\delta} + U_H, \quad (9.24)$$

$$U_{R_\delta} = (I_H + I_{CT}) \cdot R_\delta.$$

$$I_{CT} = \frac{U_d - U_H}{R_\delta} - \frac{U_H}{R_H}. \quad (9.25)$$

$$R_\delta = \frac{U_{d\min} - U_H}{I_{CT\min} + \frac{U_H}{R_{H\min}}}. \quad (9.26)$$

$$I_{CT\max} = \frac{U_{d\max} - U_H}{R_\delta} - \frac{U_H}{R_{H\max}}, \quad (9.27)$$

$$P_{CT\max} = U_{CT} \cdot I_{CT\max}, P_{R_\delta\max} = \frac{(U_{d\max} - U_{CT})^2}{R_\delta}. \quad (9.28)$$

$$K_{CT} = \frac{\Delta U_d}{U_d} : \frac{\Delta U_H}{U_H} = \frac{U_H}{U_d} \cdot \frac{R_\delta}{r_D}. \quad (9.29)$$

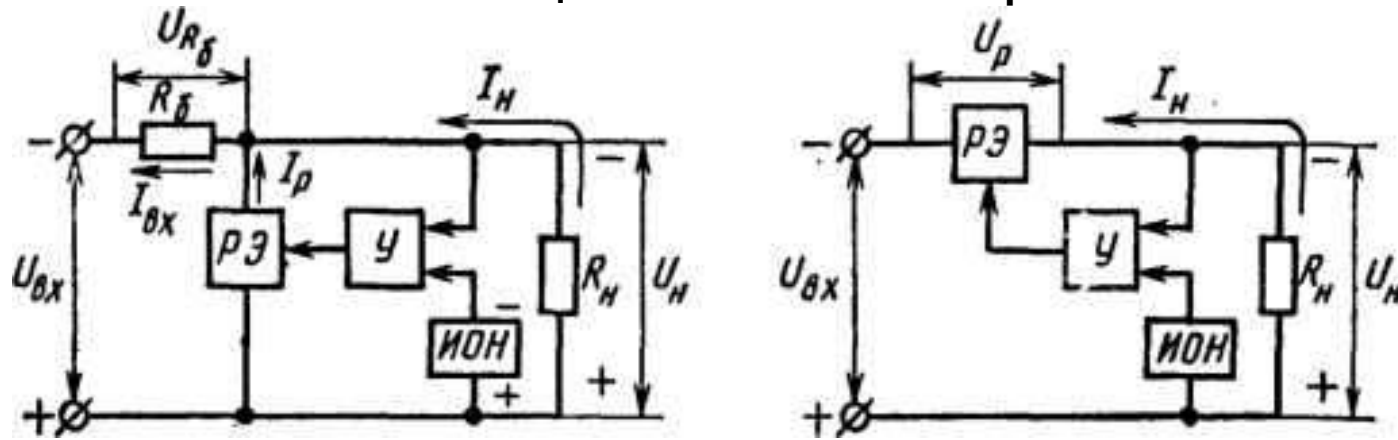


Рис. 9.15. Структурные схемы параллельного (а) и последовательного (б) компенсационных стабилизаторов напряжения.

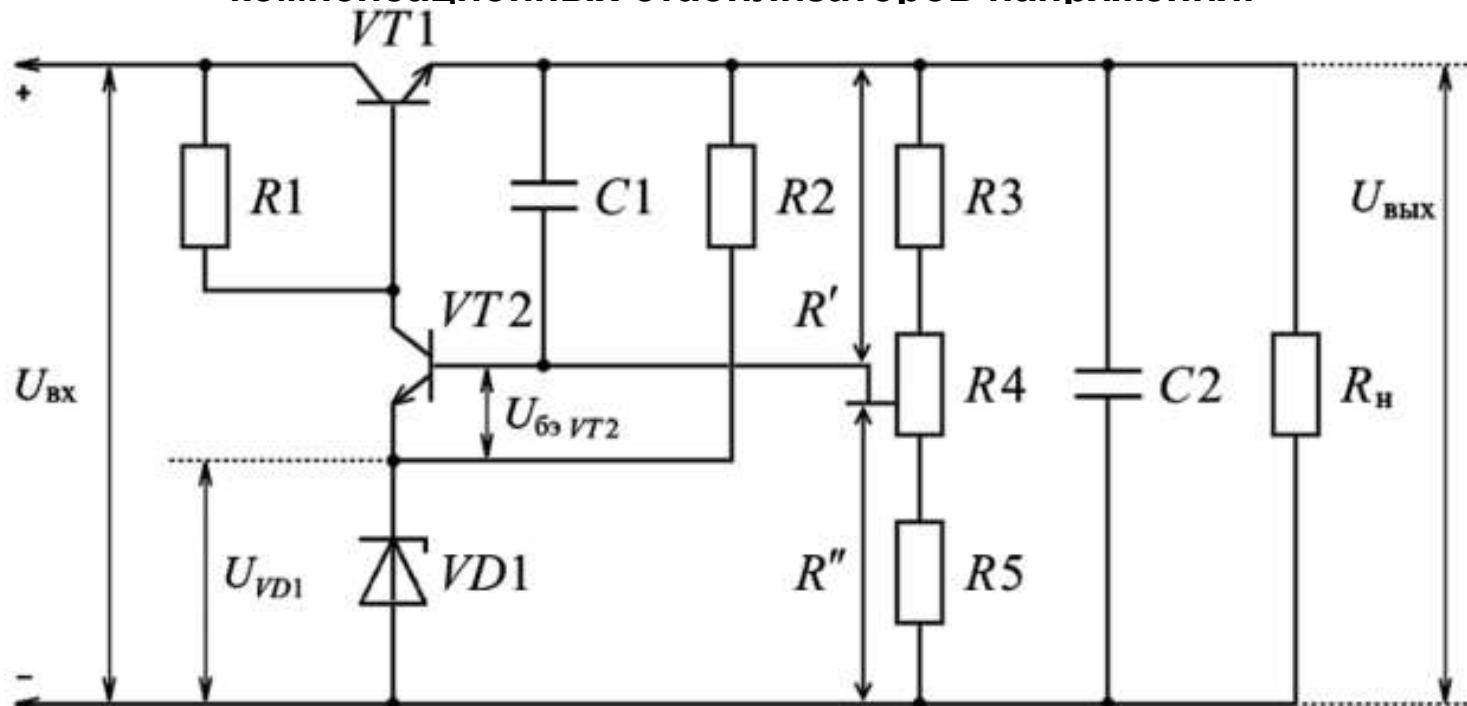


Рис. 9.16. Принципиальная электрическая схема компенсационного стабилизатора напряжения с последовательным включением регулирующего элемента и нагрузки.

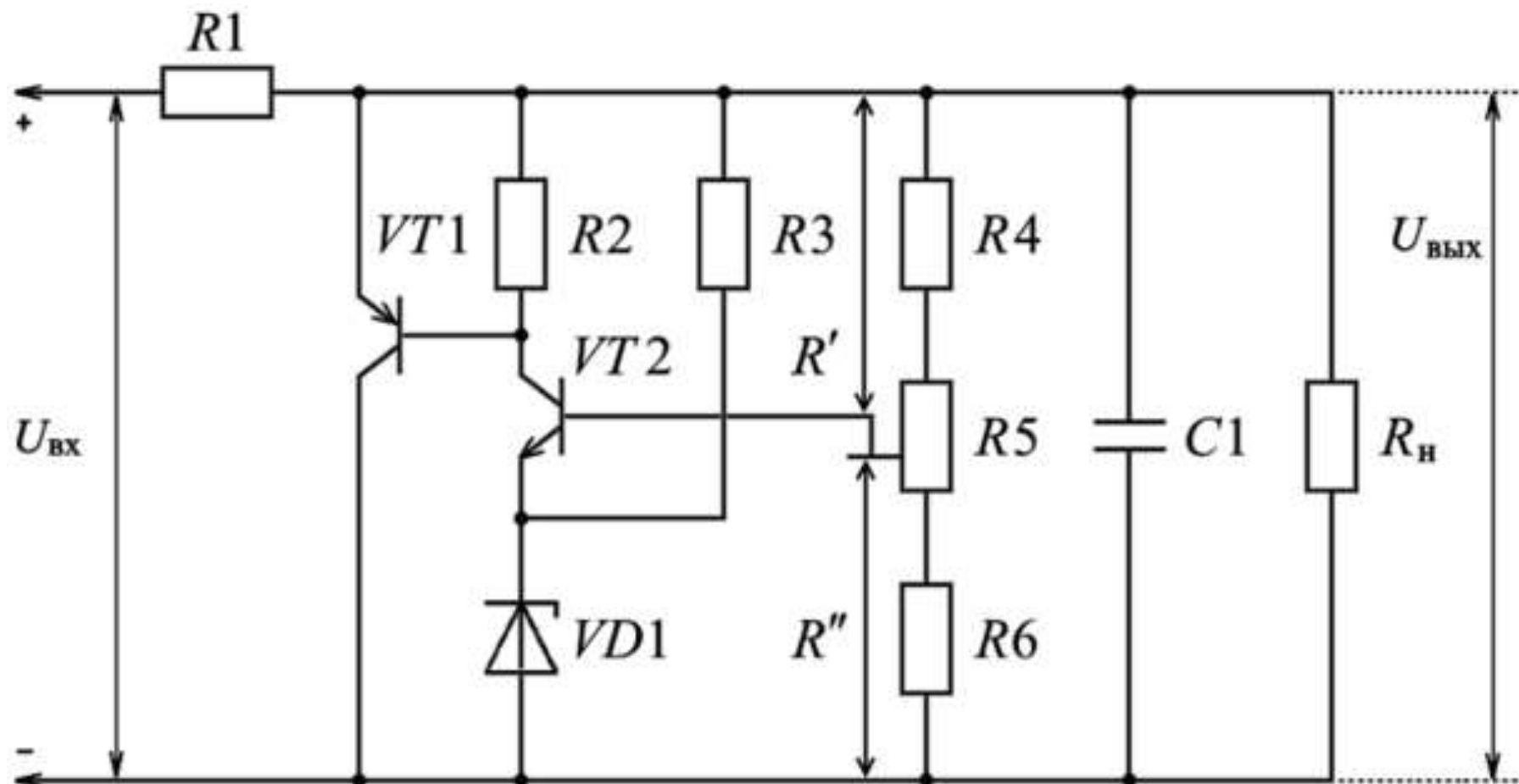


Рис. 9.17. Принципиальная электрическая схема компенсационного стабилизатора напряжения с параллельным включением регулирующего элемента и нагрузки.