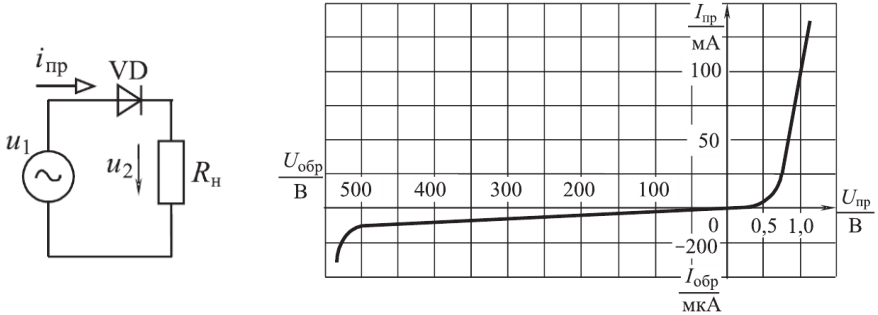


## VIII. РОЗРАХУНОК ОДНОФАЗНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ.

**Задача 8.1.** Кремнієвий діод Д210 працює в колі (рис. 8.1,а) при прямому струмі  $I_{np}=100\text{мА}$ . Вольт-амперна характеристика діода наведена на рис. 8.2,б. Визначити прямий опір діода та вихідну напругу  $U_{2сер}$ , якщо на вході кола  $u_1=4\sin\omega t$  В.



**Рис. 8.1**

Розв'язок. По ВАХ діода  $I(U)$  діода при заданому струмі  $I_{np}=100\text{мА}$  знаходимо  $U_{np}=1\text{В}$ . Тоді

$$R_{np} = U_{np} / I_{np} = 1 / (100 \cdot 10^{-3}) = 10 \text{ Ом.}$$

Середнє значення вхідної напруги

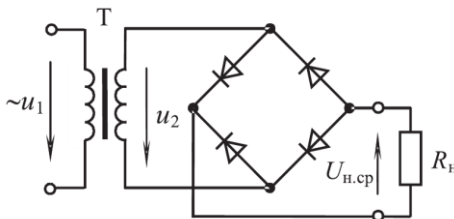
$$U_{1сер} = \frac{1}{\pi} U_{1m} = \frac{1}{\pi} \cdot 4 = 1,32 \text{ В.}$$

Вихідна напруга

$$U_{2сер} = U_{1сер} - U_{np} = 1,32 - 1 = 0,32 \text{ В.}$$

**Задача 8.2.** Вибрати діоди для мостового випрямляча (рис. 8.2), якщо в резисторі навантаження опором  $R_n=110 \text{ Ом}$  випрямлений струм  $I_{н,сер}=1\text{А}$ .

Розрахувати також коефіцієнт трансформації та потужність трансформатора, підключеного до мережі напругою  $U_1=220\text{В}$ .



**Рис. 8.2**

Розв'язок. Середнє значення напруги на навантаженні  $U_{н,сер} = R_n I_{н,сер} = 110 \cdot 1 = 110 \text{ В}$ .

Діючи значення напруги вторинної обмотки

трансформатора розраховуємо, скориставшись табл. 8.1 кількісних співвідношень напруг, струмів та потужностей для різних схем випрямлення:

$$U_2 = 1,11U_{н.сер} = 1,11 \cdot 110 = 122 \text{ В.}$$

Таблиця 8.1.

Схема випрямлення	Співвідношення для вибору				Коефіцієнт пульсацій
	діодів		трансформатора		
	$\frac{U_{звор\max}}{U_{н.сер}}$	$\frac{I_{\delta}}{I_{н.сер}}$	$\frac{U_{2\phi}}{U_{н.сер}}$	$\frac{P_T}{P_n}$	$k_n$
Однопівперіодна ( $m=1$ )	3,14	1	2,22	3,0...3,5	1,57
Однофазна мостова ( $m=2$ )	1,57	½	1,11	1,23	0,667
Двопівперіодна з мулевим виводом трансформатора ( $m=2$ )	3,14	½	1,11	1,48	0,667
Трифазна мостова ( $m=6$ )	1,045	1/3	0,427	1,045	0,057
Трифазна з мулевим виводом трансформатора ( $m=3$ )	2,09	1/3	0,855	1,34	0,25

Амплітуда зворотної напруги на діодах

$$U_{звор\max} = 1,57U_{н.сер} = 1,57 \cdot 110 = 173 \text{ В.}$$

Оскільки струм проходить через діоди тільки ½ періоду, то струм діодів

$$I_{\delta} = I_{н.сер} / 2 = 0,5 \text{ А.}$$

Діоди обираємо за двома параметрами: прямим струмом  $I_{пр}$  та амплітудою максимально допустимого зворотної напруги  $U_{звор\max}$ , які повинні бути не менше розрахункових значень. Струму  $I_{\delta}=0,5\text{А}$  на напрузі  $U_{звор\max}=173\text{В}$  задовольняє діод Д229И.

Коефіцієнт трансформації трансформатора

$$n = U_1 / U_2 = 220 / 122 = 1,8.$$

Для вибору типового трансформатора визначаємо розрахункову потужність трансформатора:

$$P_T = 1,23P_n = 1,23U_{н.сер}I_{н.сер} = 1,23 \cdot 110 \cdot 1 = 135 \text{ Вт.}$$

Найближча стандартна потужність

$$S_{ном} = 160 \text{ В} \cdot \text{А} > P_T = 135 \text{ Вт.}$$

**Задача 8.3.** В колі (рис. 8.2) визначити середнє значення напруги на навантаженні, зворотну напругу діодів та амплітуду пульсацій напруги навантаження, якщо  $U_2=10\text{В}$ . Падінням напруги в діодах знехтувати.

Розв'язок. Середнє значення напруги навантаження

$$U_{н.сер} = U_2 / 1,11 = 10 / 1,11 = 9 \text{ В.}$$

Зворотна напруга діодів

$$U_{зворотах} = 1,57 U_{н.сер} = 1,57 \cdot 9 = 14,1 \text{ В.}$$

Коефіцієнт пульсацій  $k_n$  – це співвідношення амплітуди основної гармоніки до середнього значення випрямленої напруги  $U_{н.сер}$ .

Для двопівперіодного випрямляча випрямлена напруга представляється гармонічним рядом

$$u_n = U_{н.сер} \left( 1 - \frac{2}{3} \cos 2\omega t - \frac{2}{15} \cos 4\omega t + \dots \right).$$

Тоді

$$k_n = \frac{2}{3} U_{н.сер} / U_{н.сер} = \frac{2}{3} = 0,667.$$

Амплітуда пульсацій

$$U_{mn} = k_n U_{н.сер} = 0,667 \cdot 9 = 6 \text{ В.}$$

**Задача 8.4.** Розрахувати і вибрати простий згладжуючий фільтр (індуктивний або ємнісний) в випрямлячі (рис. 8.2) для отримання коефіцієнта пульсацій напруги навантаження  $k_{n2}=0,01$  при двох значеннях опору навантаження:  $R_n=10$  Ом та  $R_n=1$ кОм. Частота мережі живлення  $f=50$ Гц.

Розв'язок. Необхідний коефіцієнт згладжування випрямленої напруги

$$k_{згл} = k_{n1} / k_{n2} = 0,667 / 0,01 = 66,7,$$

де  $k_{n1}$  - коефіцієнт пульсацій на виході двопівперіодного випрямляча без фільтра (табл. 8.1).

Співвідношення для розрахунку елементів фільтра наведені в табл. 8.2, де  $m$  - число пульсацій (фаз) випрямленої напруги.

Таблиця 8.2

Тип фільтра	Коефіцієнт згладжування
Простий ємнісний	$k_{зглC} = m\omega C_\phi R_n$
Простий індуктивний	$k_{зглL} = m\omega L_\phi / R_n$
Г-подібний LC-фільтр	$k_{згл\Gamma} = m^2 \omega^2 L_\phi C_\phi$
Г-подібний LC-фільтр	$k_{згл\Gamma(RC)} = (0,5 \dots 0,9) m\omega R_\phi C_\phi$

При  $R_n=10$  Ом знаходимо:

$$C_\phi = \frac{k_{зглC} \cdot 10^6}{m\omega R_n} = \frac{66,7 \cdot 10^6}{2 \cdot 314 \cdot 10} = 10\,600 \text{ мкФ};$$

$$L_\phi = \frac{k_{зглL} \cdot R_n}{m\omega} = \frac{66,7 \cdot 10}{2 \cdot 314} = 1,06 \text{ Гн.}$$

При  $R_n=1$ кОм отримаємо:  $C_\phi=106$ мкФ,  $L_\phi=106$ Гн.

З розрахунків видно, що для низькоомного навантаження варто взяти індуктивний фільтр, оскільки велика ємність  $C_{\phi}$ ; для високоомного навантаження ( $R_H=1\text{кОм}$ ) – ємнісний фільтр  $C_{\phi}=106\text{мкФ}$ .

**Задача 8.5.** Розрахувати П-подібний LC-фільтр до однофазного мостового випрямляча з опором  $R_H=110\text{ Ом}$  для забезпечення коефіцієнта пульсацій вихідної напруги  $k_{n2}=0,01$ , якщо частота мережі  $f=50\text{Гц}$ .

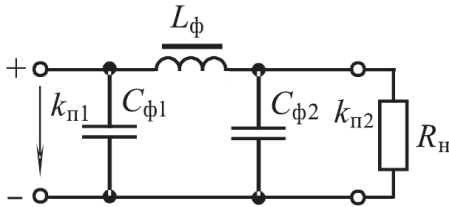


Рис. 8.2

Розв'язок. Розглянемо П-подібний LC-фільтр (рис. 8.3) як багатоланковий фільтр, коефіцієнт

згладжування якого

$$k_{\text{згЛП}} = k_{\text{згЛC}} k_{\text{згЛL}}.$$

Задаємося ємністю  $C_{\phi}=100\text{мкФ}$  та розраховуємо коефіцієнт згладжування ємнісного фільтра:

$$k_{\text{згЛC}} = m\omega C_{\phi 1} R_H = 2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot 110 = 6,9,$$

де  $m=2$ ;  $\omega = 2\pi f = 314\text{ с}^{-1}$ .

За необхідним значенням

$$k_{\text{згЛП}} = k_{n1}/k_{n2} = 0,667/0,01 = 66,7$$

визначаємо:

$$k_{\text{згЛГ}} = k_{\text{згЛП}}/k_{\text{згЛC}} = 66,7/6,9 = 9,7.$$

Оскільки коефіцієнт згладжування Г-подібного фільтра (табл. 8.2)

$k_{\text{згЛГ}} = m^2 \omega^2 L_{\phi} C_{\phi}$ , то

$$L_{\phi} C_{\phi 2} = \frac{k_{\text{згЛГ}}}{m^2 \omega^2} = \frac{9,7 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^5} = 24,2\text{ Гн} \cdot \text{мкФ}.$$

Задаємося значеннями  $C_{\phi 2}=100\text{мкФ}$  (звичай обирають  $C_{\phi 2}=(1\dots 2)C_{\phi 1}$ ) та знаходимо індуктивність дроселя:

$$L_{\phi} = L_{\phi} C_{\phi 2} / C_{\phi 2} = 24,2/100 = 0,242\text{ Гн}.$$

### Контрольні задачі

**Задача 8.6.** В колі з однопівперіодним випрямлячем через резистор навантаження опором  $R_H=500\text{ Ом}$  проходить струм  $I_{н.ср}=0,1\text{А}$ . Вибрати тип діода та розрахувати коефіцієнт трансформації та потужність трансформатора, якщо напруга мережі живлення  $U_1=220\text{В}$ .

**Задача 8.7.** Акумуляторна батарея, ЕРС якої  $E=12\text{В}$ , внутрішній опір  $R_0=1\text{ Ом}$ , заряджається через однофазний мостовий випрямляч, підключений до трансформатора з вторинною напругою  $u_2=22\sin\omega t\text{ В}$ . Накреслити електричну схему зарядної установки та визначити середнє значення зарядного струму.

Задача 8.8. Розрахувати вхідну напругу  $U_2$  (лінійну) та обрати діоди для трифазного мостового випрямляча, якщо середні значення напруги та струму навантаження  $U_{н.сер}=100\text{В}$ ,  $I_{н.сер}=10\text{А}$ .

Задача 8.9. Визначити параметри  $\Gamma$ -подібного  $LC$ -фільтра до однопівперіодного випрямляча, якщо коефіцієнт пульсацій напруги  $k_{н2}=0,02$ , частота мережі живлення  $f=50\text{Гц}$ , опір навантаження  $R_{н}=200\text{ Ом}$ .