

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №13

Тема роботи. Розрахунок параметрів згладжуючих фільтрів

Теоретичні відомості

Випрямлячі дуже рідко працюють на чисто активне навантаження, оскільки великі пульсації випрямленої напруги на виході випрямляча погіршують роботу споживачів. Тому пульсації на навантаженні необхідно зменшувати до прийнятних значень, при яких негативний вплив пульсацій струму не такий шкідливий. З цією метою застосовують згладжуючі фільтри.

Параметри згладжуючих фільтрів:

1. *Коефіцієнт згладжування* ($K_{згл}$) - відношення коефіцієнта пульсації на вході ЗФ до коефіцієнта пульсації на виході:

$$K_{згл} = K_{нвх} / K_{ввх}.$$

2. *Коефіцієнт пульсації* – відношення амплітуди першої гармоніки до постійної складової $K_n = U_{m1} / U_0$.

3. *Коефіцієнт фільтрації* – відношення амплітуди першої гармоніки на вході до амплітуди першої гармоніки на виході фільтра $K_f = U_{m1вх} / U_{m1ввх}$.

4. *Коефіцієнт передачі* – величина обернена відношенню середнього значення напруги на виході і на вході фільтру $K_f = U_{ф вх} / U_{ф ввх}$.

Фільтри для згладження пульсацій випрямленої напруги бувають різних видів. Для силових кіл, в основному, застосовуються Г-подібні LC-фільтри (одно-ланкові, чи дво-ланкові) або П-подібні C1-L-C2-фільтри.

Розрахунок вказаних типів фільтрів проводиться за формулами:

Для Г-подібних ланок:

$$K_{згл} = \frac{K_{n1}}{K_{n2}} = \omega^2 m_n^2 LC \quad (3.1)$$

Для кожної однакової LC-ланки отримаємо:

$$L_1 = L_2 = L, \quad C_1 = C_2 = C, \quad K_{згл1} = K_{згл2} = \sqrt{K_{згл.заг.}} \quad (3.2)$$

Для П-подібного фільтру:

$$K_{згл} = \omega^3 m_n^3 C_1 LC_2 R_H \quad (3.3)$$

У всіх наведених вище формулах C - у Ф; L - в Гн; m_n – кількість пульсацій випрямленої напруги за період мережі живлення; $\omega = 2\pi f = 314 \text{ рад} / \text{с}$.

У процесі розрахунку, визначивши коефіцієнт пульсацій на виході випрямляча до фільтру K_{n1} та за заданим коефіцієнтом пульсацій K_{n2} розраховують необхідний коефіцієнт згладжування фільтру $K_{згл} = K_{n1} / K_{n2}$. Далі задаючись значеннями C або L визначають другий параметр.

Індуктивність дроселя фільтру потрібно вибрати в межах 0,1...25 Гн, виходячи з габаритів і вартості фільтру.

Ємність електролітичного конденсатора – в межах $2 \div 20$ мкФ, при цьому необхідно узгодити допустиму номінальну робочу напругу конденсатора з розрахунковою $U_C = 1,5U_d \leq U_{Cном}$.

Практична частина

Задача 21.1. Виконати розрахунок параметрів Г-подібного згладжуючого LC-фільтру для схеми однофазного двопівперіодного випрямляча (рис. 21.1, 21.2) згідно заданого варіанту (табл. 21.1). Частота мережі живлення 50Гц.

Визначити: коефіцієнт згладжування $K_{згл}$; параметри елементів згладжувального фільтра, та вибрати з довідника тип конденсатора. Навести розраховану схему Г-подібного згладжуючого LC-фільтру випрямляча, враховуючи результати проведених розрахунків.

Вихідними даними для розрахунку наведені у таблиці 21.1:

U_m, B - напруга мережі живлення;

U_d, B – випрямлена напруга на навантаженні;

$R_n, Ом$ - опір навантаження;

K_n , - коефіцієнт пульсацій на виході фільтра.

Таблиця 21.1 - Вихідні дані для розрахунку задачі 21.1.

Цифри номера залікової книжки		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
десятки	одиниці										
U_m, B		127	220	127	220	127	220	127	220	127	220
	U_d, B	12	24	36	42	60	12	24	36	42	127
$R_n, Ом$		10	12	15	18	20	24	27	30	36	43
	схема	21.1	21.2	21.1	21.2	21.1	21.2	21.1	21.2	21.1	21.2
	$K_n \cdot 10^{-3}$	2	5	3	9	4	2	1,5	3	2,5	3,5

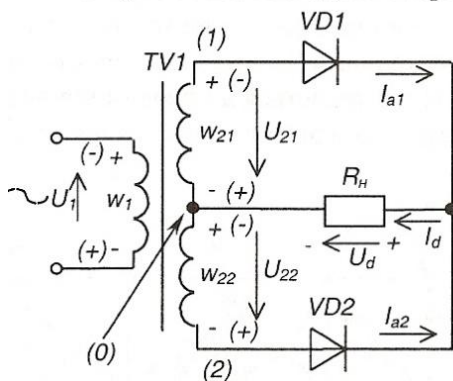


Рис. 21.1 - Однофазний випрямляч з нульовим виводом

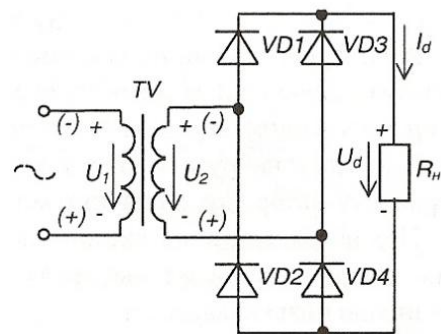


Рис. 21.2 - Однофазний мостовий випрямляч

Методичні рекомендації до розв'язування задачі 21.1

Розв'язування. Розрахунок параметрів елементів Г-подібного згладжуючого LC-фільтра проводиться у такій послідовності:

1. Коефіцієнт згладжування визначається за формулою:

$$K_{згл} = \frac{K_{нВХ}}{K_{нВНХ}} = \frac{K_{n1}}{K_{n2}},$$

де $K_{нВХ} = K_{n1} = \frac{2}{m_n^2 - 1}$ - коефіцієнт пульсацій першої гармоніки на вході фільтра

(на виході випрямляча); де m_n - число пульсацій випрямленої напруги за період мережі живлення (для двопівперіодного випрямляча $m_n = 2$;

$K_{нВНХ} = K_{n2}$ - коефіцієнт пульсацій першої гармоніки на виході фільтра (на навантаженні)

За значенням $K_{згл}$ вибирається кількість ланок LC-фільтра (рис. 21.3).

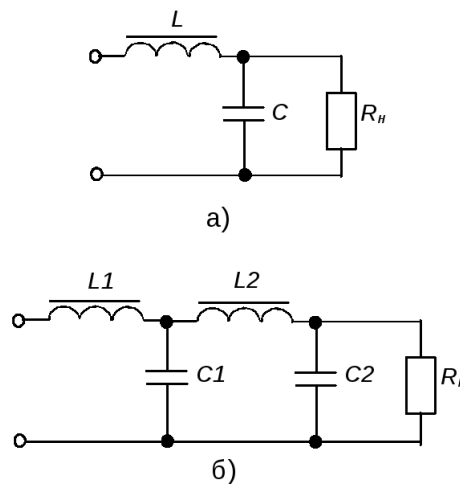


Рисунок 21.3 – Г-подібний LC-фільтр: одноланковий а), дволанковий б).

За $K_{згл} < 25$, приймається одноланковий LC-фільтр. У цьому випадку приймається $K_{згл} = K_{згл..Л}$, де $K_{згл..Л}$ - коефіцієнт згладжування однієї ланки LC-фільтра.

За $K_{згл} \geq 25$, приймається дволанковий LC-фільтр, в обидві ланки якого включають однакові елементи L і C. У такому випадку:

$$K_{згл..Л} = \sqrt{K_{згл}}$$

2. Розрахунок значення індуктивності і ємності згладжувального фільтра.

Однією з умов вибору індуктивності дроселя фільтра є забезпечення індуктивності реакції фільтра на випрямляч. Мінімальне значення індуктивності дроселя, що задовольняє цій умові визначається за формулою:

$$L_{ДРmin} = \frac{2U_d}{(m_n^2 - 1)m_n \cdot I_d \cdot \pi \cdot f_m},$$

де m_n - число пульсацій випрямленої напруги за період мережі живлення (для двопівперіодного випрямляча $m_n = 2$);

$I_d = U_d / R_H$ - струм навантаження;

$f_m = 50 \text{Гц}$ - частота мережі живлення.

Отримане значення заокруглюється до ближнього більшого із табл. Д1.

Визначаємо ємність конденсатора C на вході фільтра, що забезпечує задану величину пульсацій:

$$C = \frac{10 \cdot (K_{згл.Л} + 1)}{m_n^2 \cdot L_{ДРmin}}, \text{ мкФ},$$

Отримане значення заокруглюється до ближнього більшого із табл. Д1.

Визначаємо робочу напругу конденсатора C_ϕ . Ця напруга повинна бути не менше як у 1,5 рази більшою за випрямлену:

$$U_C = 1,5U_d$$

За довідником Д.8 вибираємо тип конденсатора фільтру C_ϕ .

Якщо ємність конденсатора не можна підібрати з таблиці Д.8 то потрібно збільшити величину індуктивності $L_{ДРmin}$ у таку кількість разів, на яку зменшено C_ϕ , оскільки умова $LC = const$ повинна виконуватися.

Таблиця Д1 - Ряди номінальних значень

Індекс ряду	Позиції ряду	Допустиме відхилення від номінальної величини, %
E24	1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,7; 3,0; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1	±5

Таблиця Д8 - Конденсатори сталої ємності

Номіналь на напруга, В	Номінальна ємність, мкФ			
	K50-12	K 50-18	K 50-27	K 50-35
6,3	10; 22; 47; 100; 220; 470; 1000; 2200; 5000	100000; 220000		20; 30; 50; 100; 200; 500
10		100000		10; 20; 30; 50; 100; 200; 500; 1000; 2000; 5000
16		22000; 68000; 100000		5; 10; 20; 30; 50; 100; 200; 300; 1000; 2000; 5000

25	2; 10; 22; 47; 100; 220; 470; 1000; 2000	15000; 33000; 100000		2; 5; 10; 20; 30; 50; 100; 200; 500; 1000; 2000; 5000
50	1; 2,2; 4,7; 22; 47; 100; 200	4700; 10000; 15000; 22000		2; 5; 10; 20; 30; 50; 100; 200; 500; 1000; 2000
100	1; 2,2; 4,7; 22; 47	2200; 4700; 10000		0,5; 1; 2,5; 10; 20; 30; 50
160	1; 2,2; 4,7; 22; 47; 100; 200		470; 1000	1; 2; 5; 10; 20
250		1000; 4700	10; 22; 47; 100; 220; 470	
300			10; 22; 47; 100; 220; 470	
350			4,7; 10; 22; 47; 100; 220	
450			2,2; 4,7; 10; 22; 47; 100; 220	