

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3

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:

$$K_{згл} = K_{пвх} / K_{пвих}.$$

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 $K_\phi = U_{m1вх} / U_{m1вих}$.

4. Коефіцієнт передачі – величина обернена відношенню середнього значення напруги на виході і на вході фільтра

$$K_\phi = U_{\phi вх} / U_{\phi вих}.$$

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 С1-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 фільтра:

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

У всіх наведених вище формулах C - у Ф; L - в Гн; m_n – число 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 фільтра K_{n1} (див. практичне заняття 2) та за заданим коефіцієнтом пульсацій K_{n2} розраховують необхідний коефіцієнт згладжування фільтра $K_{згл} = K_{n1} / K_{n2}$. Далі задаючись значеннями C або L визначають другий параметр.

Індуктивність дроселя фільтра потрібно вибирати в межах 0,1÷25 Гн, виходячи з габаритів і вартості фільтра.

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

Практична частина

Задача 3.1. Виконати розрахунок параметрів Г-подібного згладжуючого LC-фільтра для схеми однофазного двопівперіодного випрямляча (рис. 2.5, 2.6) згідно заданого варіанту (табл. 3.1).

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

Вихідними даними для розрахунку наведені у таблиці 3.1:

U_m, B - напруга мережі живлення;

U_d, B – випрямлена напруга на навантаженні;

$R_H, Ом$ - опір навантаження;

K_n - коефіцієнт пульсацій на виході фільтра.

Таблиця 3.1 - Вихідні дані для розрахунку задачі 3.1.

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	24	48	60	24	48	60	24	48	60	24
$R_H, Ом$		10	12	15	18	20	24	27	30	36	43
	<i>схема</i>	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.5
	$Kn_2 \cdot 10^{-3}$	2	5	3	9	4	2	1,5	3	2,5	3,5

Методичні рекомендації до розв'язування задачі 3.1

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

1. Коефіцієнт згладжування визначається за формулою:

$$K_{згл} = \frac{K_{nBX}}{K_{nВНХ}} = \frac{K_{n1}}{K_{n2}},$$

де $K_{nBX} = K_{n1} = \frac{2}{m_n^2 - 1}$ - коефіцієнт пульсацій першої гармоніки на вході фільтра (на виході випрямляча);

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

За значенням $K_{згл}$ вибирається кількість ланок LC-фільтра.

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;

$f_m = 50 Гц$ - частота мережі живлення.

Отримане значення заокруглюється до ближнього більшого із табл. Д1.

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

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

Визначаємо робочу напругу конденсатора $C\phi$. Ця напруга повинна бути не менше як у 1,5 раза більшою за випрямлену:

$$U_C = 1,5U_d$$

За довідником Д.8 вибираємо тип конденсатора фільтра C_ϕ .

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

Задача 3.2. Визначити рівні усталених напруг і струмів для схеми на рис. 3.1 згідно даних наведених у табл. 3.2

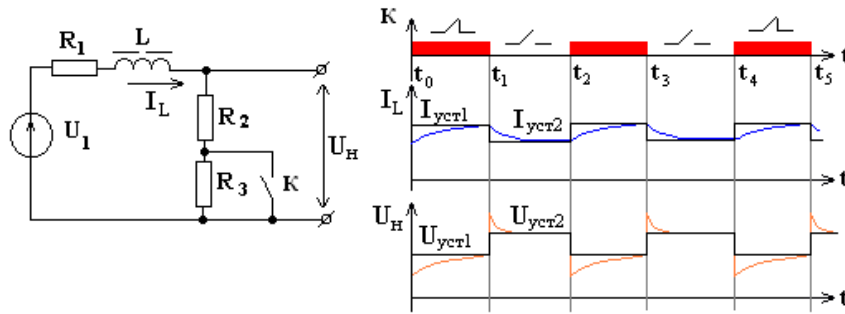


Рисунок 3.1. Схема активно-індуктивного фільтра і перехідні процеси при комутації

Таблиця 3.2 - Вихідні дані для розрахунку задачі 3.2

Цифри номера залікової книжки		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
десятки	одиниці										
U_1, B		6	9	12	24	36	6	9	12	24	36
$R1, Ом$		10	12	15	18	20	24	27	30	36	43
	$R2, Ом$	20	22	24	27	30	33	36	39	43	47
	$R3, Ом$	30	33	36	39	43	47	51	56	62	68
$L, мГн$		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28

Методичні рекомендації до розв'язування задачі 3.2

Розв'язування. Згідно законів Ома і Кірхгофа отримаємо:

$$I_{уст.1} = \frac{U_1}{R_1 + R_2}, \quad I_{уст.2} = \frac{U_1}{R_1 + R_2 + R_3},$$

$$U_{уст.1} = I_{уст.1} \cdot R_2, \quad U_{уст.2} = I_{уст.2} \cdot (R_2 + R_3).$$

Стала часу для стану «кнопка К натиснута» та «кнопка К не натиснута» відповідно:

$$\tau_1 = \frac{L}{R_1 + R_2}, \quad \tau_2 = \frac{L}{R_1 + R_2 + R_3},$$

Перенапруга на навантаженні:

$$\Delta U = U_{max} - U_{уст.2} = I_{уст.1} \cdot (R_2 + R_3) - U_{уст.2}.$$