

Практична робота №5

Перехідний процес у RC ланцюзі

Розрахункові формули і методика розв'язання

Стан нерозгалуженого електричного ланцюга в будь який момент часу може бути описаний рівнянням, складеним на основі другого правила Кірхгофа: $e = u_R + u_L + u_C$ або, якщо скористатися законами Ома ($u_R = iR$), Фарадея ($u_L = L di/dt$), визначенням ємності ($q = Cu$) і струму ($i = dq/dt$), рівняння прийме вигляд:

$e = iR + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int idt$. Це рівняння справедливо для будь якого моменту часу – воно справедливо і для перехідного і для стаціонарного процесів.

У залежності від складу досліджуваного ланцюга рівняння електричного стану приймає той чи інший вигляд, наприклад для послідовного RC ланцюга: $e = iR + \frac{1}{C} \int idt$

і після певних перетворень $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = U$ (1); для послідовного RL ланцюга:

$L \frac{di}{dt} + R \cdot i = U$ (2). Розв'язок цих диференціальних рівнянь шукають у вигляді суми вільної

напруги (струму), що відповідають загальному розв'язку однорідного рівняння, й вимушеної напруги (струму), що відповідають частковому рішенню неоднорідного рівняння, а фізично – напрузі (струму) стаціонарного режиму, що встановлюється в ланцюзі через достатньо довгий час після комутації. Цю останню напругу (струм) дуже просто встановити за законом Ома і правилами Кірхгофа.

Рішення рівняння (1) для заряду конденсатора від нуля до напруги U має форму

$u_C = U(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, де $\tau = RC$, при розряді конденсатора від напруги U до нуля, права

частина (1) дорівнює нулю і рівняння має форму: $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C = 0$. Рішення такого

рівняння має вигляд: $u_C = Ue^{-\frac{t}{\tau}}$, де $\tau = RC$.

Рівняння ланцюга з індуктивністю (2) має рішення: $i_L = \frac{U}{R}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, $\tau = \frac{L}{R}$ при

наявності ненульової правої частини (при підключенні до джерела); або $i_L = \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$,

якщо в правій частині нуль (при відключенні від джерела).

У випадку більш складних ланцюгів вигляд рівняння електричного стану змінюється, наприклад для випадку схеми, що приведена в задачі № 6 рівняння електричного стану має вигляд:
$$U_C \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) + R_1 C \frac{dU_C}{dt} = U$$

Якщо в правій частині рівняння буде нуль, приведені рівняння переписуться у вигляді:

$$\frac{dU_C}{dt} + \frac{(1 + R_1/R_2)}{R_1 C} U_C = 0, \text{ звідки можна визначити величину } \tau = \frac{R_1 C}{1 + R_1/R_2}$$

Завдання на практичну роботу № 5

У момент часу $t = 0$ замикається вимикач В і до джерела постійної напруги U підключається RC ланцюг, схема якого приведена на рис. 6. Топологія схеми для всіх варіантів практичних робіт однакова. Вихідні дані для розрахунку перехідного процесу по варіантах приведені у таблиці 6.

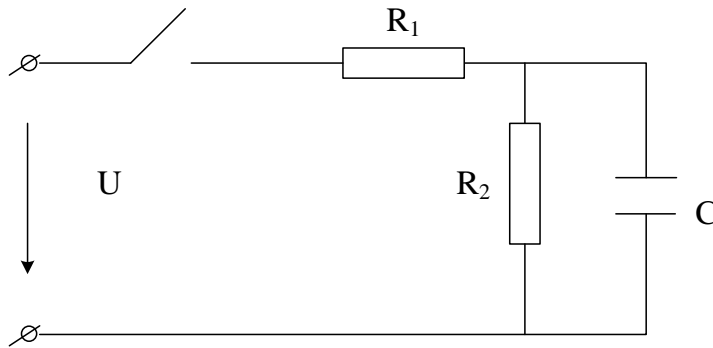


Рис. 6. Схема RC з'єднання, що підключається до джерела напруги.

Таблиця 6

Вихідні дані для розрахунку перехідного процесу в R,C ланцюзі

№/№	U (В)	R ₁ (Ом)	R ₂ (Ом)	C(мкф)
0	200	100	20	0,01
1	200	1000	200	0,05
2	200	1000	200	10
3	200	1000	1000	10
4	200	500	1000	10
5	200	500	1000	20
6	200	500	500	50
7	200	500	1000	50
8	200	1000	1000	100
9	200	1000	1000	200
10	200	1000	1000	300
11	200	1000	1000	400

12	400	100	200	500
13	400	1000	500	500
14	400	1000	1000	600
15	400	1000	1500	600
16	400	800	1500	500
17	400	500	1500	500
18	400	500	2000	800

Визначити:

1. Записати диференціальне рівняння ланцюга. Підказка. При складанні цього рівняння скористайтеся двома законами Кірхгофа і законом Ома, а саме: прикладена до ланцюга напруга дорівнює сумі падіння напруги на опорі і напруги конденсатора ($U = I_1 R_1 + U_c$); струм, що втікає у вузол А дорівнює сумі струмів, що з нього витікають ($I_1 = I_2 + I_c$, де $I_2 = \frac{U_c}{R_2}$; $I_c = C \frac{dU_c}{dT}$).
2. Розрахувати напругу, до якої зарядиться ємність у стаціонарному режимі.
3. Розрахувати заряд, накопичений конденсатором у стаціонарному режимі.
4. Розрахувати сталу часу.
5. Накреслити графік заряду конденсатора у часі до моменту 5τ .

Відповідь подати у таблиці наступної форми:

$U(B)$	$Q(K)$	$\tau(c)$