

Лабораторна робота 2. Дослідження пасивних формувальних кіл

Частина 1. Послідовне з'єднання резистора та стабілітрона, підключене до генератора синусоїди

Зібрати у Multisim схему як на рис. 2.1.

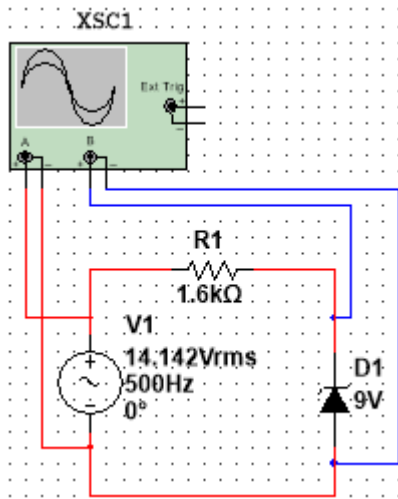


Рисунок 2.1

Стабілітрон на схему слід підтягнути з меню «Place diode» → «DIODES_VIRTUAL» → «ZENER». Параметр стабілітрона «Breakdown voltage» (він є напругою стабілізації) слід виставити рівним $U_{CT} = 9\text{В}$. Максимальний шаг моделювання задати рівним 10^{-5} с. Діяльне значення амплітуди синусоїдальної напруги на генераторі встановити рівним $10\sqrt{2}\text{В}$, що відповідає амплітудному значенню $E = 20\text{В}$.

1.1. Зробити скріншот осцилограми. Переконайтесь у тому, що стабілітрон «відрубає шапки» синусоїди зверху та знизу, та що напруга на стабілітроні – імпульсна послідовність.

1.2. За осцилограмою впевнитись, що напруга стабілізації стабілітрона є рівною 9В.

1.3. Переконайтесь у тому, що мінімальна обернена напруга на стабілітроні дорівнює 0,6В (взагалі кажучи, та кремнієвих стабілітронах має реалізовуватись значення 0,7В, але відповідне значення, вбудоване у Multisim, дорівнює 0,6В).

1.4. За осцилограмою «експериментально» знайти час фронту, час зрізу, час імпульсу та час паузи. Обчислити ці величини за точними формулами

$$t_{\phi} = t_3 = \frac{1}{\omega} \left[\arcsin\left(\frac{U_{CT}}{E}\right) + \arcsin\left(\frac{U_{0,7}}{E}\right) \right], \quad (1.1)$$

$$t_i = \frac{1}{\omega} \left[\pi - 2 \arcsin\left(\frac{U_{CT}}{E}\right) \right], \quad t_{II} = \frac{1}{\omega} \left[\pi - 2 \arcsin\left(\frac{U_{0,7}}{E}\right) \right],$$

де $U_{0,7} = 0,6\text{ В}$. Також обчислити ці величини за наближеними формулами

$$t_{\phi} = t_3 \approx \frac{U_{\text{ст}} + U_{0,7}}{\omega E}, \quad t_i = t_{\text{п}} \approx \frac{\pi}{\omega}. \quad (1.2)$$

Порівняти чисельні результати точних та наближених формул, а також порівняти експериментальні та теоретичні результати. Слід зауважити, що формули (1.1) є точними у моделі, де ВАХ стабілітрона вважається ідеальною.

1.5. Встановити амплітуду генератора рівною 100 В (відповідне діяльне значення $50\sqrt{2}\text{ В}$) та зробити пункти 1.1 – 1.4 для амплітуди 100В. Переконайтесь у тому, що обернена напруга на стабілітроні фактично перетворюється на послідовність прямокутних імпульсів. У якому випадку наближені формули краще працюють – коли $E = 100\text{ В}$ чи коли $E = 20\text{ В}$? Чому?

Частина 2. Паралельне підключення RC-ланцюжка до стабілітрона,

Зібрати у Multisim схему як на рис. 2.2.

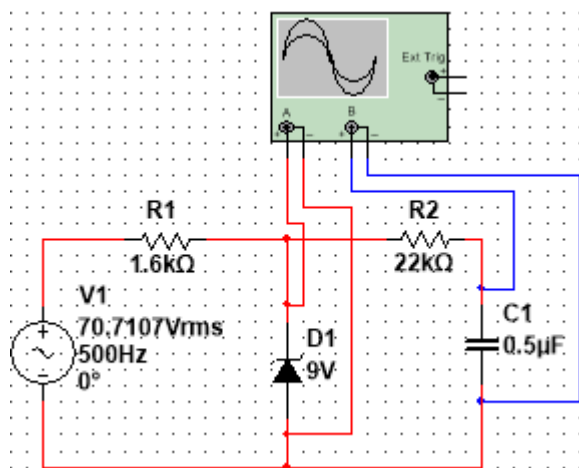


Рисунок 2.1

Як відомо, в такій схемі з часом встановиться періодичний режим з періодом $T = 2\pi/\omega$, де $\omega = 2\pi f$. Зробити скріншот осцилограми.

2.1. Обчислити період та порівняти його з постійною часу ланцюжка $\tau = R_2 C_1$. Яка з цих величин більше? Чи встигає конденсатор розрядитися чи розрядитися за половину періоду?

2.2. Розвернути осцилограму напруги на конденсаторі у більшому масштабі. Експериментально визначити максимальне та мінімальне значення напруги на конденсаторі. Розрахувати ці величини за точними формулами

$$U_{C \max} = U_{\text{ст}} \frac{1 - e^{-T/2\tau}}{1 - e^{-T/\tau}}, \quad U_{C \min} = U_{C \max} e^{-T/2\tau} \quad (1.3)$$

та наближеними формулами

$$U_{C \max} \approx \frac{1}{2} U_{\text{ст}} \left(1 + \frac{1}{4} \frac{T}{\tau} \right), \quad U_{C \min} \approx \frac{1}{2} U_{\text{ст}} \left(1 - \frac{1}{4} \frac{T}{\tau} \right). \quad (1.4)$$

Порівняти чисельні результати точних та наближених формул, а також порівняти експериментальні та теоретичні результати. При якому співвідношенні між T та τ можна використовувати наближені формули (1.4)? Слід зауважити, що формули (1.3) є точними у моделі, де обернена напруга на стабілітроні є прямокутними імпульсами з максимальним значенням, що дорівнює $U_{\text{ст}}$ та мінімальним значенням, що дорівнює нулю.

2.3. «Експериментально» (тобто на основі Multisim) та теоретично (і за точними, і за наближеними формулами) розрахувати розмах напруги на конденсаторі (тобто різницю між максимальним та мінімальним значеннями). Порівняти результати точних та наближених формул, а також теорії та експерименту.

2.4. Пояснити, чому напруга на конденсаторі, фактично, є кусково-лінійною функцією.

2.5. Зняти напругу на резисторі R_2 , сфотографувати осцилограму та якісно пояснити картинку.

2.6. Змінити значення ємності конденсатора на $C_1 = 10^{-8} \text{ Ф}$.

2.7. Обчислити період та порівняти його з постійною часу ланцюжка $\tau = R_2 C_1$. Яка з цих величин більше? Чи встигає конденсатор повністю розрядитись чи зарядитись за половину періоду?

2.8. «Експериментально» (тобто на основі Multisim) визначити максимальне та мінімальне значення напруги на конденсаторі. Обчислити ці величини за точними формулами (1.3) та за наближеними формулами

$$U_{C\max} \approx U_{ст}, U_{C\min} \approx 0. \quad (1.5)$$

Порівняти чисельні результати точних та наближених формул, а також порівняти експериментальні та теоретичні результати. При якому співвідношенні між T та τ можна використовувати наближені формули (1.5)?

2.9. Зняти напругу на резисторі R_2 , сфотографувати осцилограму та якісно пояснити картинку.