О. Я. БОКРИНСЬКА, В. Д. СТАШУК

ГЕНЕРАТОР ДОВГИХ ІМПУЛЬСІВ З ТЕРМІСТОРАМИ

Відомо, що термістори завдяки тепловій інерційності еквівалентні електричним ланцюгам з великою постійною часу (від десятків мілісекунд до сотень і більше секунд). Загальна теорія терміторів як нелінійних інерційних елементів електричних ланцюгів викладена в роботі [1]. Нами була використана ця властивість термісторів для конструювання генератора довгих імпульсів типу мультивібратора.

У відомих схемах тривалість імпульсів та період слідування залежить від постійної часу *RC*-ланцюгів. У запропонованій схемі останні замінені на термістори (рис. 1).

У момент ввімкнення схеми термістори мають температуру навколишнього середовища і опір, що відповідає цій температурі. Тоді така схема подібна до схеми тригера з двома стійкими станами [2]. Тому після ввімкнення одна з ламп закривається, а друга відкривається. Струм відкритої лампи, протікаючи через термістор, розігріватиме його, а опір термістора зменшуватиметься. При цьому потенціал анода цієї лампи, а разом з ним і потенціал сітки протилежної лампи зростатимуть, поки схема не перейде в інший стійкий стан. Далі цей процес повторюється, і схема генерує імпульси.

Для інженерного розрахунку розглядуваної схеми може бути рекомендована така методика. Нехай задано тривалість t_i і період слідування t_0 імпульсів. Крім того, відомі статична вольт-амперна і температурна характеристики термістора. Зобразимо графічно статичний режим лампи, навантаженої на термістор (рис. 2).

Задамося напругою на аноді, що відповідає порогові відкриття протилежної лампи $U_в$, і напругою на сітці даної лампи у відкритому стані U_{c0}. Тоді точка A відповідає робочій точці в момент перемикання. Після перемикання вона миттєво переміщується у положення 0 вздовж прямої AO, нахил якої відповідає опорові термістора $R_{т1}$ у цей момент. Обчисливши цей опір, ми можемо знайти температуру термістора T_1 по температурній характеристиці. Далі відбувається вільне охолодження термістора, тому що лампа в цей час не проводить струму і енергія у термістор не надходить.

Тривалість цього охолодження, очевидно, дорівнює t_i. Тому можна визначити температуру термістора T_2 у момент відкриття лампи по формулі

$$T_2 = (T_1 - T_0)\, e^{-t_i/\tau}, \qquad (1)$$

де T_0 — температура середовища;

τ — теплова постійна часу термістора.

З температурної характеристики, знаючи T_2, визначаємо опір термістора $R_{т2}$. Далі проводимо пряму з точки O під відповідним нахилом до перетину з характеристикою лампи при напрузі на сітці, рівній U_{c0}. Одержана точка B зобразить робочу точку в мо-

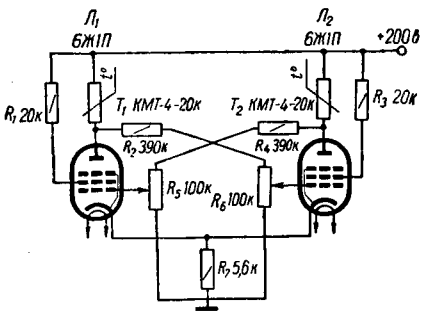

Рис. 1. Принципова схема генератора.

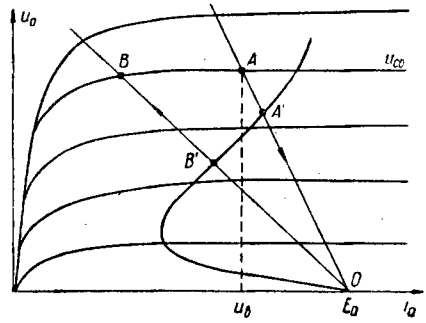

Рис. 2. Графічне зображення статичного та динамічного режимів роботи генератора.

мент відкриття лампи. Під дією анодного струму термістор нагрівається, його опір зменшується і робоча точка переміщується з положення B в положення A. Таким чином, трикутник AOB зображує динамічну характеристику процесу. Час, який потрібен для переміщення робочої точки з положення B в положення A, можна визначити по формулі

$$t = \tau_e \ln \left[\frac{1 - P_{a0}/P_{т0}}{1 - P_{a1}/P_{т1}} \right], \qquad (2)$$

де τ_e — електрична постійна часу термістора [1];

$P_{т0}$ — електрична потужність, що надходить до термістора в момент ввімкнення і дорівнює потужності у точці B;

P_{a0} — потужність розсіювання з поверхні термістора в момент ввімкнення, яка дорівнює потужності у точці B';

$P_{т1}$ — потужність, що надходить до термістора в кінці дії імпульсу, тобто в точці A;

P_{a1} — потужність розсіювання в кінці дії імпульсу, що дорівнює потужності в точці A'.

У формулі (2)

$$\tau_e = \frac{R_т - R_д}{R_т + R_д}, \qquad (3)$$

де $R_т$, $R_д$ — статичний і диференціальний опори термістора у точці B'.

Очевидно, час, підрахований по формулі (2), повинен дорівнювати $t_0 - t_i$, тобто тривалості паузи між імпульсами. Якщо це не матиме місця, то треба змінити величину U_{c0}, знайти нові значення $P_{\alpha 0}$, $P_{т0}$, $P_{\alpha 1}$ і $P_{т1}$ і повторити розрахунки.

Аналогічно розглядається режим другої лампи. При цьому береться до уваги, що час закритого стану її дорівнює $t_0 - t_i$, а відкритого — t_i.

Нами був виготовлений і випробуваний макет генератора (рис. 1). Тривалість імпульсів змінювалась від десятків мілісекунд до десятків секунд за допомогою потенціометрів R_5 та R_6. Нестабільність тривалості імпульсу t_i становила до 1% на 1° С зміни температури середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богданов Г. Б., Бокринская А. А. Ферритовые термисторы. К., Гостехиздат УССР, 1964.

2. Ицхоки Я. С. Импульсные устройства. «Советское радио», 1959.

А. А. БОКРИНСКАЯ, В. Д. СТАШУК

ГЕНЕРАТОР ДЛИННЫХ ИМПУЛЬСОВ С ТЕРМИСТОРАМИ

Краткое содержание

Описана схема генератора прямоугольных импульсов большой длительности, в которой в качестве времязадающих элементов использованы термисторы.

Рассмотрена методика инженерного расчета генератора.

A. A. BOKRINSKA, V. D. STASHUK

THE LONG PULSE GENERATOR WITH THERMISTORS

Summary

The circuit of the long pulse generator with thermistors as time control elements is described. The methods of desigh of the generator is given.