

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №2
«Дослідження параметричного стабілізатора напруги»
з дисципліни «Схемотехніка зварювального обладнання» для
студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм
навчання

2018

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 2
«Дослідження параметричного стабілізатора напруги» з дисципліни
«Схемотехніка зварювального обладнання» для студентів
спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм навчання
/Укл.:Ю.М. Савонов, О.Є. Капустян. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 – 10 с.

Укладачі: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент

О.Є.Капустян, старш. викладач,

Рецензент: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 6
від 30.01.2018

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 6
від 13.02.2018

1 МЕТА РОБОТИ

Мета роботи – ознайомитися з принципом дії та основними характеристиками параметричного стабілізатора напруги на стабілітронах.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Напруга, яка знімається з виходу випрямляча за рахунок зміни амплітуди змінної напруги на вході випрямляча або опору навантажуючого резистора, може змінювати своє значення.

Для стабільності транзисторних лампових та мікроелектронних пристроїв необхідно, щоб величина напруги була практично незмінна. У зв'язку з цим виникає необхідність стабілізації вихідної напруги. Подібні вимоги виконуються за рахунок вмикання на виході випрямляча між фільтром та навантажуючим опором спеціального пристрою – стабілізатора напруги.

Відрізняють стабілізатори двох типів: параметричні та компенсаційні [1,2]. Параметричний стабілізатор є найпростішим типом стабілізатора. В ньому використовують напівпровідниковий або газорозрядний стабілітрон. Загальним у цих приладах є те, що в межах деякої ділянки їх вольт-амперні характеристики напруги стабілізатора не залежать від сили струму (рис. 2.1).

Напівпровідникові стабілітрони дозволяють застосовувати стабілізатори, які можуть працювати на навантажуючих пристроях, розрахованих на силу струму від міліампера до кількох ампер.

Іонні стабілітрони можуть нормально працювати в стабілізаторах при силі струму від одиниць до декілька десятків міліампер.

Параметрами стабілітрона є мінімальна та максимальна напруга, а також струм стабілізації U_{cmmin} , I_{cmmin} , U_{cmmax} , I_{cmmax} й відповідні цим напругам та струмам динамічний (внутрішній) опір змінного струму R_g .

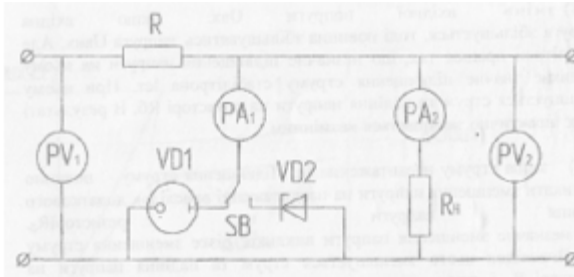


Рисунок 2.2 – Схема стабілізатора напруги на іонних та напівпровідникових стабілітронах

Баластний резистор вмикається в стабілізатор для обмеження надмірного наростання струму через стабілітрон та створення, таким чином, необхідного режиму роботи стабілітрона. Вихідна напруга може змінюватись внаслідок:

- зміни вхідної напруги $U_{вх}$. Якщо вхідна напруга збільшується, тоді повинна збільшуватись напруга $U_{вих}$. Але стабілітрон працює так, що незначне підвищення напруги на ньому викликає значне підвищення струму стабілітрона $I_{см}$. При цьому підвищується струм та падіння напруги на резисторі R_0 . В результаті $U_{вих}$ практично залишається незмінним;

- зміна струму навантаження I_n . Підвищення струму повинно викликати зменшення напруги на навантаженні внаслідок додаткового падіння напруги на резисторі R_0 .

Але незначне зменшення напруги викликає різке зменшення струму $I_{см}$. Внаслідок цього зменшується струм та падіння напруги на резисторі R_0 і, таким чином, напруга на навантаженні залишається незмінною.

Якість роботи стабілізатора оцінюють двома параметрами: коефіцієнтом стабілізації $K_{см}$ і ККД, які знаходяться по формулам (2.4, 2.5). $K_{см}$, який представляє собою відношення відносної зміни напруги на вході до відносної зміни напруги на виході стабілізатора:

$$\frac{\Delta U_{вх}}{U_{вх}} = K_{см} \frac{\Delta U_{вих}}{U_{вих}}, \quad (2.4)$$

$$\eta = \frac{P_{вих}}{P_{вх}}, \quad (2.5)$$

де k – коефіцієнт передачі напруги при номінальному режимі.

Коефіцієнт стабілізації стабілізатора можна визначити по графіку (рис. 2.3) та спрощено за формулою:

$$k = \frac{\Delta U_{\text{вих}}}{\Delta U_{\text{вх}}} \quad (2.6)$$

З (2.6) слідує, що чим менше значення R_g , тим краще працює схема. Коефіцієнт стабілізації параметричного стабілізатора може досягати 100, а на іонному – не більше 10.

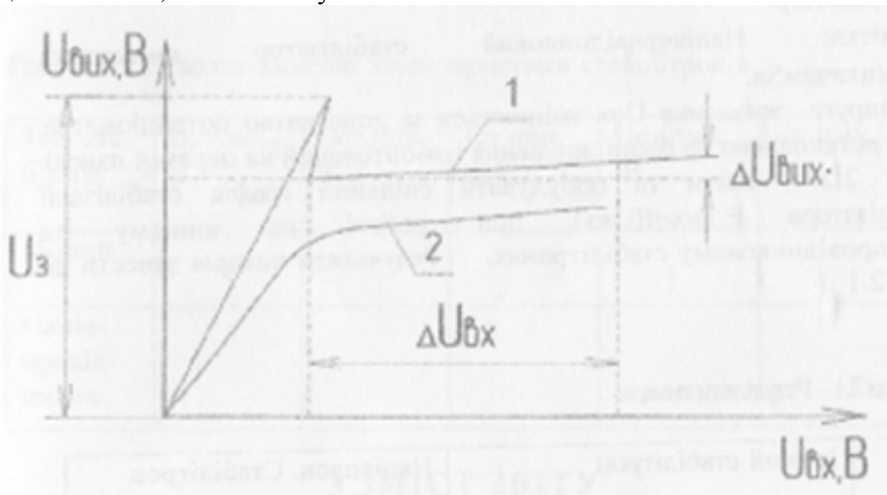


Рисунок 2.3 – Графік стабілізації іонного (1) та напівпровідникового (2) стабілізатора

ККД стабілітрона визначається з урахуванням потужності на баластному резисторі:

$$\eta = \frac{P_{\text{вих}}}{P_{\text{вх}}} \quad (2.7)$$

Переваги параметричних стабілізаторів – простота конструкції та надійність роботи.

Недоліки – низький коефіцієнт стабілізації та ККД, а також вузький діапазон напруги стабілізації, що не регулюється. Більш досконалими є компенсаційні стабілізатори.

При зміні напруги U_d під дією коливання напруги мережі живлення або зміни опору навантаження R_n напруга на навантаженні змінюється незначно, так як воно визначається зворотною напругою, що мало змінюється стабілітрона U_{cm} при зміні струму, що протікає крізь нього.

Наведемо основні співвідношення, необхідні для розрахунку параметрів стабілізатора.

Головним при розрахунку стабілізатора є вибір типу стабілітрона на напругу навантаження $U_{cm} = U_n$ і забезпечення умов його роботи, при яких змінюється в процесі роботи струм стабілітрона I_{cm} , що змінюється в процесі роботи, не виходив би за межі робочої ділянки, тобто був менше $I_{ст. \min}$ і більше $I_{ст.}$.

Основні співвідношення для струмів і напруг в стабілізаторі отримуємо, скориставшись першим і другим законами Кірхгофа:

$$I_d = I_n + I_{cm},$$

$$I_{ст} = \frac{U_d - U_n}{R_{\delta}} - \frac{U_n}{R_n} \quad (2.8)$$

Напруга U_n , яка визначається напругою $U_{ст}$, змінюється незначно, в зв'язку з чим її можна вважати незмінною. Тоді в умовах зміни струму навантаження (опору R_n) і напруги $U_{дструм} I_{ст}$ буде змінюватися від деякого мінімального значення $I_{ст. \min}$ до максимального значення $I_{ст. \max}$. Мінімального значення струму $I_{ст. \min}$ відповідно до виразу (2.8) будуть відповідати мінімальні значення $U_{д\min}$ і $R_{n \min}$, а максимального значення струму $I_{ст. \max}$ - максимальні значення $U_{д\max}$ і $R_{n \max}$. Розрахунок стабілізатора зводиться до того, щоб вибрати величину опору R_{δ} , при якій через стабілітрон протікав би ток $I_{ст. \min}$, що відповідає початку його робочої характеристики.

Струм

$$I_{ст \max} = \frac{U_{д\max} - U_n}{R_{\delta}} - \frac{U_n}{R_{n \max}},$$

що протікає через стабілітрон в процесі роботи схеми, враховують вибором типу приладу за струмом, виходячи з того, щоб струм $I_{ст. max}$ не перевищував максимально допустимого значення струму через стабілітрон.

Таким чином, в процесі роботи стабілізатора напруга на навантаженні визначається напругою на стабілітроні, відповідним вольтамперної характеристики приладу. Зміна напруги на навантаженні характеризується зміною напруги на стабілітроні при зміні струму $I_{ст}$ тобто визначається його диференціальним опором r_d .

Вираз для коефіцієнта стабілізації параметричного стабілізатора напруги має вигляд:

$$K_{CT} = \frac{U_n}{U_d} \cdot \frac{R_\sigma}{r_d}$$

Зазвичай він не перевищує 20-50.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Поясніть принцип роботи параметричного стабілізатора напруги.
2. Поясніть призначення стабілітронів на схемі.
3. Поясніть особливості вольт-амперної характеристики напівпровідникового стабілітрона.
4. Як визначаються основні параметри стабілізатора за його вольт-амперною характеристикою?
5. Поясніть призначення R_n в схемі стабілітрона.
6. Як визначити графічно K_{cm} ?
7. Як визначити ККД стабілізатора?
8. Що впливає на ККД стабілізатора?
9. Назвіть основні особливості використання стабілітронів параметричного типу в зварювальному обладнанні.

4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Накреслити схему параметричного стабілізатора напруги (рис. 2.2).

Напруга живлення $U_{вх}$ змінюється за допомогою потенціометра, який встановлено на блоці живлення і змонтовано на окремій панелі.

2. Зняти та побудувати спільний графік стабілізації стабілізатора $U_{вих} = f(U_{вх})$ при роботі на іонному та напівпровідниковому стабілітронах. Результати вимірів занести до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати вимірів

$U_{вх}, В$	Іонний стабілітрон			Напівпровідниковий стабілітрон		
	$U_{вих}, В$	$I_{cm}, мА$	$I_n, мА$	$U_{вих}, В$	$I_{cm}, мА$	$I_n, мА$
0						
...						
250						

Примітка: для побудови залежності $U_{вих} = f(U_{вх})$ задати 5–6 значень $U_{вх}$ в інтервалі 0 В – 250 В.

3. Зняти та побудувати вольт-амперні характеристики іонного та напівпровідникового стабілітронів, $U_{cm} = f(I_{cm})$. Результати занести до табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Вольт-амперні характеристики стабілітронів

Тип стабілітрона	$U_{cm. зан.}, В$	$U_{cm. min}, В$	$I_{cm. min}, мА$	$U_{cm. max}, В$	$I_{cm. max}, мА$
Іонний					
Напівпровідниковий					

4. Визначити параметри іонного та напівпровідникового стабілітронів.

5. Визначити за допомогою розрахунку: $R_g, R_{\delta}, ККД, K_{cm}$ для іонного та напівпровідникового стабілітронів.

5 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета лабораторної роботи.
2. Методика проведення роботи.
3. Схема лабораторного стенду.
4. Результати у виді таблиць, рисунків, графіків.
5. Загальні висновки.

6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Мелешкина Л.П., Алексеева Г.Г., Фраткина М. Л. Руководство к лабораторным работам по основам промышленной электроники. - М.: Высшая школа. 1977. – 225 с.

2. Основы промышленной электроники /Под ред. И.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1978.–336с.