

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.02/2/152.00.1Б/ОК14- 2020
	Екземпляр № 1	Арк 86/ 69

Лабораторна робота № 6 ПАРАМЕТРИЧНІ СТАБІЛІЗАТОРИ НАПРУГИ

6.1. Мета роботи

Вивчення принципу роботи і дослідження параметричних стабілізаторів напруги.

6.2. Основні теоретичні відомості

Стабілізатори напруги - це електронні пристрої, призначені для автоматичної підтримки незмінного значення напруги з необхідною точністю в заданому діапазоні зміни напруги джерела або опору (струму) навантаження.

За принципом роботи стабілізатори напруги підрозділяються на параметричні та компенсаційні.

Параметричний метод стабілізації базується на зміні параметрів нелінійного елемента стабілізатора в залежності від зміни дестабілізуючого чинника, а стабілізатор називають параметричним.

Схема параметричного стабілізатора напруги наведена на рисунку 6.1, а. Вона складається з баластного резистора R_B і стабілітрона VD. Стабілізатор підключається до виходу випрямляча з фільтром. Навантаження увімкнене паралельно стабілітрону.

Особливості роботи такого стабілізатора напруги засновані на тому, що напруга стабілітрона на зворотній гілці його вольт-амперної характеристики змінюється незначно в широкому діапазоні зміни зворотного струму стабілітрона. Зміна напруги на вході стабілізатора зумовлює значну зміну струму стабілітрона при незначній зміні напруги на ньому.

Стабілізатори характеризуються коефіцієнтом стабілізації:

$$K_{CT} = \frac{\Delta U_{BX} / U_{BX}}{\Delta U_{ВИХ} / U_{ВИХ}} \quad (6.1)$$

який для параметричних стабілізаторів складає $K_{CT} = 20 \div 50$.

Рівняння електричної рівноваги для такого стабілізатора має вигляд:

$$U = U_H + IR_B \quad (6.2)$$

де R_B - баластний резистор, необхідний для зменшення впливу дестабілізуючих чинників на напругу навантаження.

Опір баластного резистора R_B вибирають таким, щоб при номінальному значенні напруги джерела U , напруга і струм стабілітрона також відповідали номінальним значенням $I_{CT.H}$. Величину $I_{CT.H}$ визначають за паспортними даними стабілітрона за виразом:

$$I_{CT.H} = \frac{I_{CT.min} + I_{CT.max}}{2} \quad (6.3)$$

Тоді з рівняння (6.2), визначаємо опір баластного резистора:

$$R_B = \frac{U - U_{CT.H}}{I_{CT.H} + I_H} \quad (6.4)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.02/2/152.00.1Б/ОК14- 2020
	Екземпляр № 1	Арк 86/ 70

де $I_H = P_H / U_H$; $U \approx U_d$; $I = I_{CT.H} + I_H$.

Роботу параметричного стабілізатора розглянемо за допомогою вольт-амперної характеристики стабілітрона і прямої навантаження (рисунок 6.1, б). Характеристика навантаження будується (при номінальній напрузі джерела) по двох точках, а саме: точка А з координатами $U_{CT.H}$, і точка Б на осі ординат, яка визначається за виразом $I = U / R_B$. Через ці точки будують пряму навантаження. Якщо напруга U , що подається на вхід стабілізатора, збільшиться на ΔU із-за підвищення, наприклад, напруги мережі, тоді характеристика навантаження баластного резистора R_B переміститься паралельно самій собі і займе положення, що відповідає струму $I_{CT.max}$ і напрузі U'_H . Напруга $U_{CT} = U_H$ залишиться практично незмінною. Напруга на стабілітроні залишиться незмінною також при зниженні вхідної напруги стабілізатора та при змінах струму навантаження.

Переваги параметричних стабілізаторів - простота конструкції і надійність роботи, недолік - низькі коефіцієнт стабілізації та к.к.д., а також вузький і нерегульований діапазон напруги, що стабілізується.

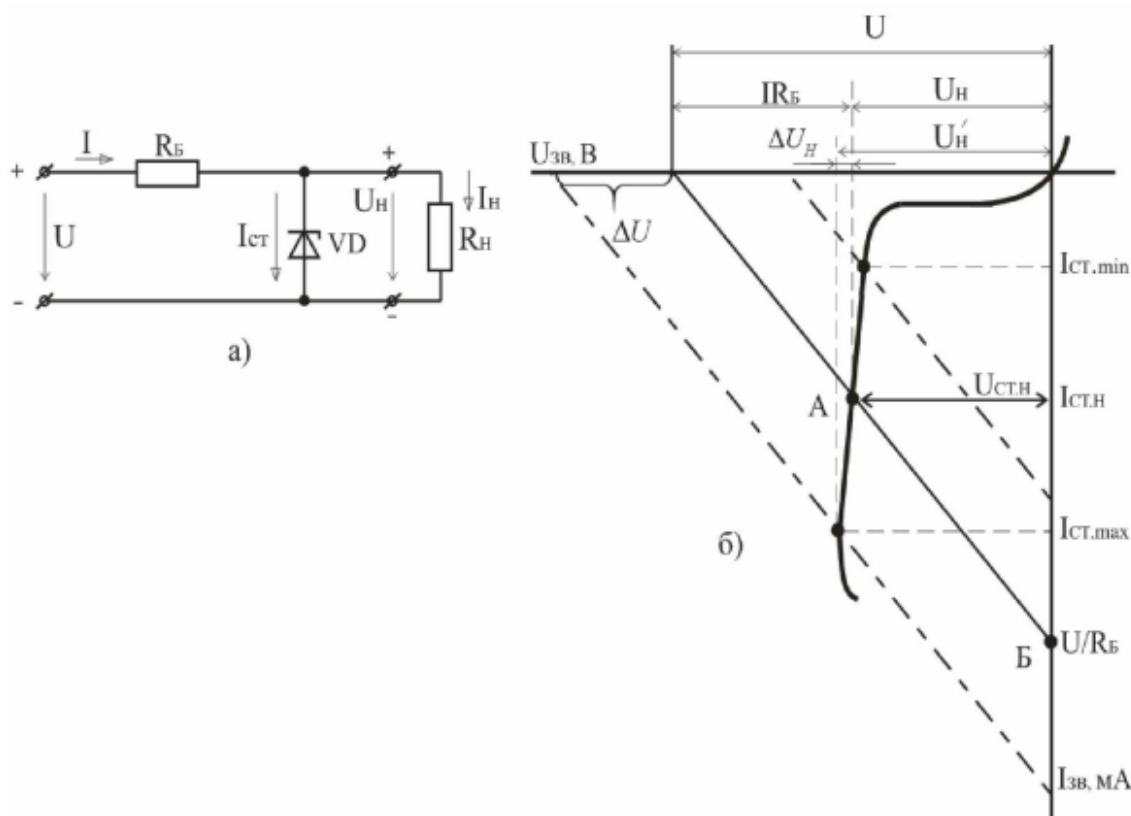


Рис. 6.1 - Параметричний стабілізатор напруги: а - схема; б - графічна інтерпретація принципу роботи

6.3 Завдання для виконання

1. Привести визначення і класифікацію стабілізаторів напруги.
2. Привести схему параметричного стабілізатора напруги.
3. Описати призначення елементів схеми і принцип роботи параметричного

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.02/2/152.00.1Б/ОК14- 2020
	Екземпляр № 1	Арк 86/ 71

стабілізатора напруги.

Таблиця 6.1. Варіанти завдань для розрахунку стабілізатора

№ вар.	P_H , мВт	U_H , В	$U_{ВХ}$, В	№ вар.	P_H , мВт	U_H , В	$U_{ВХ}$, В
1	100	5	10	16	190	14	40
2	80	6	15	17	220	16	45
3	60	7	20	18	240	18	50
4	200	10	25	19	70	4	10
5	160	12	30	20	110	7	15
6	140	14	35	21	150	10	20
7	120	16	40	22	190	13	25
8	170	18	45	23	230	16	30
9	190	22	50	24	270	19	35
10	50	3	10	25	310	22	40
11	90	4	15	26	350	25	45
12	110	5	20	27	390	28	50
13	130	7	25	28	90	4	10
14	150	10	30	29	120	6	15
15	170	12	35	30	140	8	20

Виконати розрахунок параметричного стабілізатора напруги (визначити струм I_H і опір R_H навантаження; вибрати тип стабілітрона і його паспортні дані: $U_{СТ.Н}$, $I_{СТ.МІН}$, $I_{СТ.МАХ}$, R_D ; визначити номінальний струм стабілізації стабілітрона $I_{СТ.Н}$ і опір баластного резистора R_B).

Вихідні дані: потужність P_H і напруга U_H навантаження; напруга на вході стабілізатора $U_{ВХ}$. Варіанти завдань наведені в таблиці 6.1.

Порядок розрахунку параметричного стабілізатора напруги:

- визначають параметри навантаження:

$$I_H = P_H / U_H, \quad R_H = U_H / I_H.$$

- залежно від напруги навантаження U_H вибирають тип стабілітрона і його паспортні дані $U_{СТ.Н}$, $I_{СТ.МІН}$, $I_{СТ.МАХ}$, R_D

- визначають номінальний струм стабілізації стабілітрона:

$$I_{СТ.Н} = (I_{СТ.МІН} + I_{СТ.МАХ}) / 2.$$

- визначають опір баластного резистора:

$$R_B = (U_{ВХ} - U_{СТ.Н}) / (I_{СТ.Н} + I_H).$$

6.4 Порядок виконання роботи

1. Запустити програму EWB/Multisim і набрати схему для дослідження параметричного стабілізатора напруги (рис.6.2).
2. Установити задані параметри елементів схеми.
3. Включити схему. Змінюючи величину опору навантаження $R_H = (500 \text{ Ом}; 1 \text{ кОм};$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.02/2/152.00.1Б/ОК14- 2020
	Екземпляр № 1	Арк 86/ 72

1,5 кОм; 2,0 кОм; 2,5 кОм) при входній напрузі $U_{ВХ} = 20В$, зняти показання приладів. Результати вимірів занести в таблицю 6.2.

4. За даними табл. 6.1 побудувати вихідну характеристику стабілізатора $U_{ВИХ} = f(I_H)$. Основні параметри стабілітронів у таблиці 6.4.

5. Змінюючи величину входньої напруги $U_{ВХ} = (10 В; 15 В; 20 В; 25 В; 30 В)$ при величині опору навантаження $R_H = 500 \text{ Ом}$ зняти показання приладів. Результати вимірів занести в табл. 6.3.

Таблиця 6.2. Результати експериментальних досліджень параметричного стабілізатора напруги при $R_H = \text{var}$, $U_{ВХ} = \text{const}$

$R_H, \text{ Ом}$	$I_1, \text{ мА (РА1)}$	$I_{СТ}, \text{ мА (РА2)}$	$I_H, \text{ мА (РА3)}$	$U_{ВИХ}, \text{ В (PV2)}$

6. Визначити коефіцієнт стабілізації

$$K_{СТ} = \frac{\Delta U_{ВХ} / U_{ВХ}}{\Delta U_{ВИХ} / U_{ВИХ}}$$

7. Визначити диференціальний опір стабілітрона на ділянці стабілізації

$$R_D = \frac{\Delta U_{СТ}}{\Delta I_{СТ}}$$

Таблиця 6.3

Результати експериментальних досліджень параметричного стабілізатора напруги при $U_{ВХ} = \text{var}$, $R_H = \text{const}$

$U_{ВХ}, \text{ В}$	$I_1, \text{ мА (РА1)}$	$I_{СТ}, \text{ мА (РА2)}$	$I_H, \text{ мА (РА3)}$	$U_{ВИХ}, \text{ В (PV2)}$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.02/2/152.00.1Б/ОК14- 2020
	Екземпляр № 1	Арк 86/ 73

Таблиця 6.4 Основні параметри стабілітронів

Тип стабілітрона	Напруга стабілізації Uст.н, В	Допустимий струм		Динамічний опір R _д , Ом
		Мінімальний Іст.мін., мА	Максимальний Іст.макс, мА	
КС133А	3	3	10	14
КС139А	3,9	3	10	16
КС147А	4,7	3	10	15
КС156А	5,6	3	10	28
КС168А	6,8	3	10	46
Д814 А	8	3	40	6
Д814Б	9	3	36	10
Д814В	10	3	32	12
Д814Г	11	3	29	15
Д814Д	13	3	24	18
Д815Г	10	25	800	1,8
Д815Е	15	25	550	2,5
КС520 В	20	3	22	20
Д816 А	22	10	230	7
2С524 А	24	1	33	30
2С530 А	30	1	27	45
Д816В	33	10	150	10
Д816Д	40	10	ПО	300
Д817 А	56	5	35	400
Д817Г	100	5	25	800
2С920 А	120	5	42	100
КС630А	130	5	50	180
КС650А	150	2,5	25	255
КС680А	180	2,5	25	255

6.5 Зміст звіту

1. Найменування роботи.
2. Відповіді на завдання для виконання.
3. Схеми і результати експериментальних досліджень.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.02/2/152.00.1Б/ОК14- 2020
	Екземпляр № 1	Арк 86/ 74

4. Висновки по роботі. Аналіз експериментальних результатів.

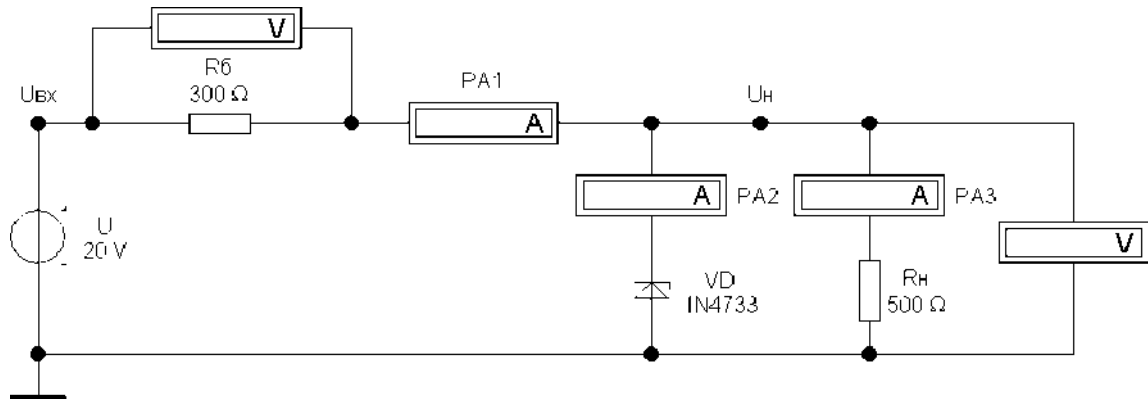


Рис. 6.2 - Схема для дослідження параметричного стабілізатора напруги

6.6 Контрольні питання

1. Наведіть визначення і класифікацію стабілізаторів напруги.
2. Поясніть призначення стабілізаторів напруги.
3. Поясніть, на чому базується параметричний метод стабілізації?
4. Наведіть схему і поясніть принцип роботи параметричного стабілізатора напруги.
5. Наведіть порядок розрахунку параметричного стабілізатора напруги.
6. Наведіть умови вибору стабілітрона для параметричного стабілізатора напруги.
7. Наведіть графічну інтерпретацію роботи параметричного стабілізатора напруги.
8. Назвіть основні параметри стабілізаторів напруги.