

17 КОМПЕНСАЦІЙНІ СТАБІЛІЗАТОРИ НАПРУГИ

17.1 Будова та принцип роботи

Компенсаційні стабілізатори є замкненою системою автоматичного регулювання напруги на навантаженні, які мають від'ємний зворотний зв'язок виходу із входом.

Компенсаційні стабілізатори володіють покращеними параметрами, ніж параметричні. Принцип їх дії заснований на тому, що послідовно або паралельно з навантаженням включається **регулюючий елемент**. В залежності від підключення регулюючого елемента компенсаційні стабілізатори поділяються на послідовні (рис. 17.1) та паралельні (рис. 17.2). **Паралельні** стабілізатори мають менший ККД та застосовуються рідше. Для стабілізації підвищених напруг і струмів у випадку змінного навантаження зазвичай використовують стабілізатори напруги **послідовного** типу. Однак дані пристрої необхідно захищати від короткого замикання вихідного кола та вибирати транзистор з допустимою напругою $U_{KE} > U_{вх}$.

На рис. 17.1 показана узагальнена структура послідовного компенсаційного стабілізатора напруги. Для реалізації зворотного зв'язку до складу стабілізатора входить схема порівняння, яка порівнює дві напруги: опорну $U_{оп}$ та вихідну $U_{вих}$. Сигнал різниці (розузгодження) $\Delta U = U_{вих} - U_{оп}$ підсилюється підсилювачем постійного струму є керуючою напругою $U_{кер}$, яка діє на регулювальний елемент, опір якого може змінюватися в певних межах. Зміна параметра повертає вихідну напругу до номінального значення. Регулювальний елемент може вмикатися як послідовно, так і паралельно з навантаженням і працювати в неперервному й імпульсному режимах. Енергетичні показники послідовних стабілізаторів вищі від паралельних, в той же час паралельні стабілізатори не критичні до струмових перевантажень. У компенсаційних стабілізаторах з неперервним регулюванням функції регулювального елемента виконують біполярні і польові транзистори, які працюють в активному режимі; в компенсаційних стабілізаторах з імпульсним регулюванням регулювальний елемент виконують ключові функції. Споживана стабілізатором потужність зменшується під час роботи в імпульсному режимі.

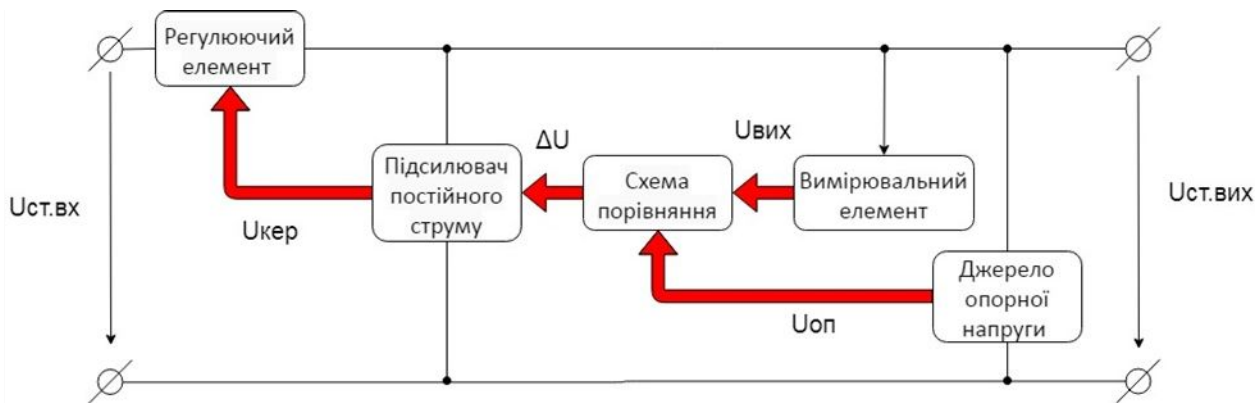


Рисунок 17.1 – Узагальнена структурна схема послідовного компенсаційного стабілізатора

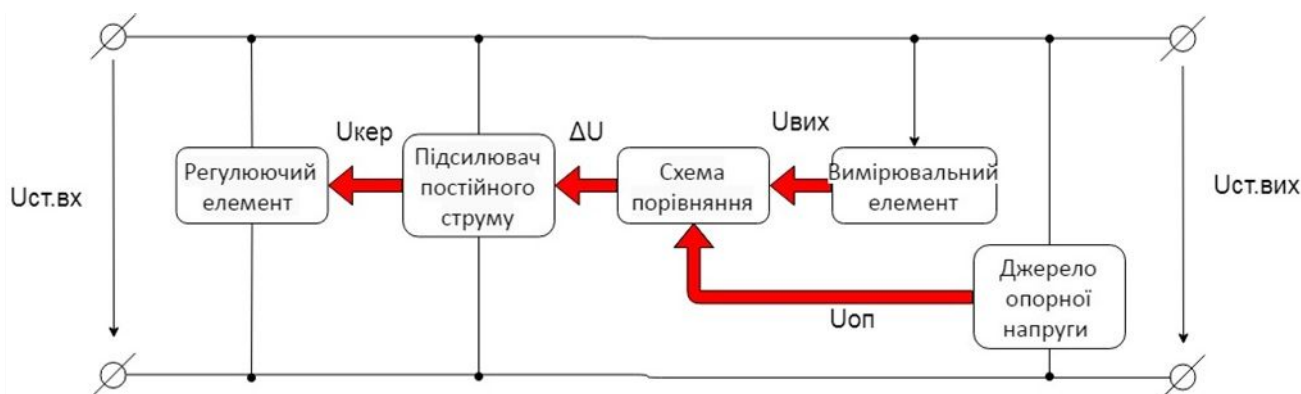


Рисунок 17.2 – Узагальнена структурна схема паралельного компенсаційного стабілізатора

Джерело опорної напруги зазвичай є однокаскадним параметричним стабілізатором на стабілітроні. Від якості джерела опорної напруги істотно залежить якість роботи стабілізатора. Якщо з якоїсь причини змінюється напруга стабілізації стабілітрона, то змінюється і напруга на виході компенсаційного стабілізатора. Це слід враховувати при виборі стабілітрона.

Призначення **схеми порівняння** – визначати відхилення вихідної напруги (або її частини) від заданого (опорного) значення джерела опорної напруги та передача даного відхилення на схему підсилювача постійного струму ланкою зворотного зв'язку. Схема порівняння може бути виконана на одному або декількох транзисторах. В стабілізаторах напруги схему порівняння зазвичай об'єднують з підсилювачем постійного струму і джерелом опорної напруги.

Вимірвальний елемент є резистивним дільником напруги, який підключений до виходу стабілізатора. Основна вимога до вимірвального елемента – постійність коефіцієнта ділення. У ланці вимірвального елемента

може бути включений змінний резистор, що дозволить в певних межах змінювати вихідну напругу.

Підсилювач постійного струму в звичайних стабілізаторах поєднується зі схемою порівняння. Для збільшення коефіцієнта стабілізації та зменшення похибок, викликаних зміною температури і розкидом параметрів елементів застосовують диференціальні схеми підсилювача постійного струму. Ще кращими характеристиками володіють стабілізатори з багатокаскадним підсилювачем постійного струму або підсилювачі постійного струму, виконані на операційних підсилювачах.

Встановлення номінального значення вихідної напруги в компенсаційних стабілізаторах може здійснюватися:

- 1) діляником вихідної напруги,
- 2) діляником опорної напруги,
- 3) одночасним поділом опорної та вихідної напруги.

На рис. 17.3 зображена типова схема компенсаційного стабілізатора з неперервним регулюванням напруги, побудованого на напівпровідникових приладах. Проаналізуємо її роботу. Вихідна напруга стабілізатора дорівнює різниці його вхідної напруги і спаду напруги між виводами емітера й колектора регульовального транзистора $VT1$: $U_{ст.вих} = U_{ст.вх} - U_{КЕ}$. Збільшення вихідної напруги $U_{ст.вих}$ веде до збільшення напруги на опорі R_2 , отже, збільшується напруга між емітером та базою $VT2$, і відповідно струм колектора $VT2$. Збільшення спаду напруги на опорі R_4 означає збільшення напруги $U_{КЕ}$ для $VT1$, що компенсує відхилення $U_{ст.вих}$. При зменшенні $U_{ст.вих}$ зменшується напруга на опорі R_2 , а також напруга між емітером та базою $VT2$ і відповідно струм колектора $VT2$. Зменшення спаду напруги на опорі R_4 означає зменшення напруги $U_{КЕ}$ на $VT1$ і, отже, збільшення $U_{ст.вих}$. Конденсатор сприяє кращому згладжуванню пульсацій вхідної напруги.

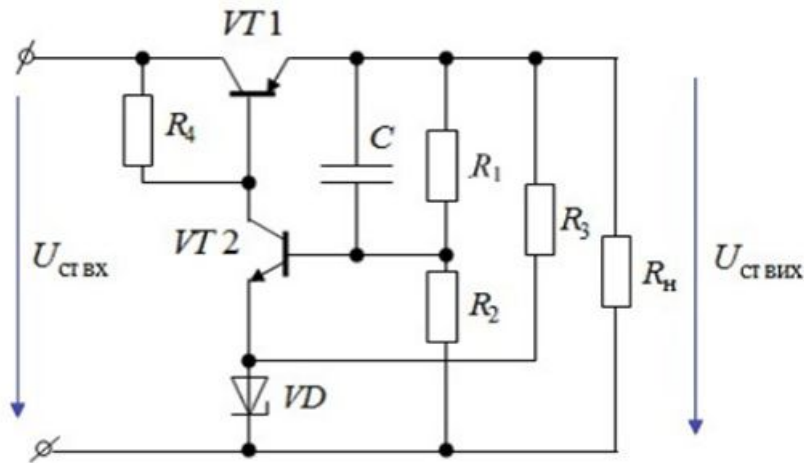


Рисунок 17.3 –Схема компенсційного стабілізатора напруги послідовного типу

17.2 Основні параметри та характеристики

Компенсційні стабілізатори мають більші значення коефіцієнтів стабілізації (понад 1000) порівняно з параметричними стабілізаторами. Для збільшення коефіцієнтів стабілізації інтегральні схеми виготовляють з використанням операційних підсилювачів. Коефіцієнт стабілізації схеми, зображеної на рис. 17.3 при заміні транзистора $VT2$ на операційний підсилювач з коефіцієнтом підсилення K_U визначається співвідношенням

$$K_{ст} \cong \frac{U_{вих.ном}}{U_{вх.ном}} K_U \left(\frac{R_2}{R_1} + R_2 \right).$$

Основним недоліком компенсційних стабілізаторів з неперервним регулюванням є невисокі значення ККД. Найбільші втрати потужності у регулюючому елементі, який через це часто встановлюють на тепловідвід. Зараз широко використовують стабілізатори напруги компенсційного типу у інтегральному виконанні з потужністю до 100 Вт.