

16 ПАРАМЕТРИЧНІ СТАБІЛІЗАТОРИ НАПРУГИ

16.1 Будова та принцип роботи

Для роботи електронних схем необхідні джерела постійної напруги. Однак напруга на виході найпростішого джерела, виконаного за схемою «трансформатор - випрямляч - фільтр» може змінюватися через коливання опору навантаження, напруги первинного джерела та інших факторів. У мережах змінного струму спостерігаються зміни напруги двох видів: повільні, що відбуваються протягом від декількох хвилин до декількох годин, і швидкі, тривалістю частки секунди. Як ті, так і інші зміни негативно позначаються на роботі апаратури. Якщо відхилення напруги перевищують припустиму величину, до схеми джерел живлення включають *стабілізатори* - пристрої, які забезпечують малі зміни вихідної напруги.

Стабілізатором напруги називається пристрій, що підтримує напругу на навантаженні з необхідною точністю при зміні опору навантаження та напруги мережі у відомих межах.

Параметричні стабілізатори напруги найбільш прості і широко застосовуються в різноманітних електронних пристроях для стабілізації напруги живлення окремих функціональних вузлів схеми.

Параметричний метод заснований на використанні нелінійних елементів, за рахунок яких відбувається перерозподіл струмів і напруг між окремими елементами схеми, що веде до стабілізації. Структурна схема (див. рис. 16.1) параметричного стабілізатора складається з двох елементів - лінійного та нелінійного.

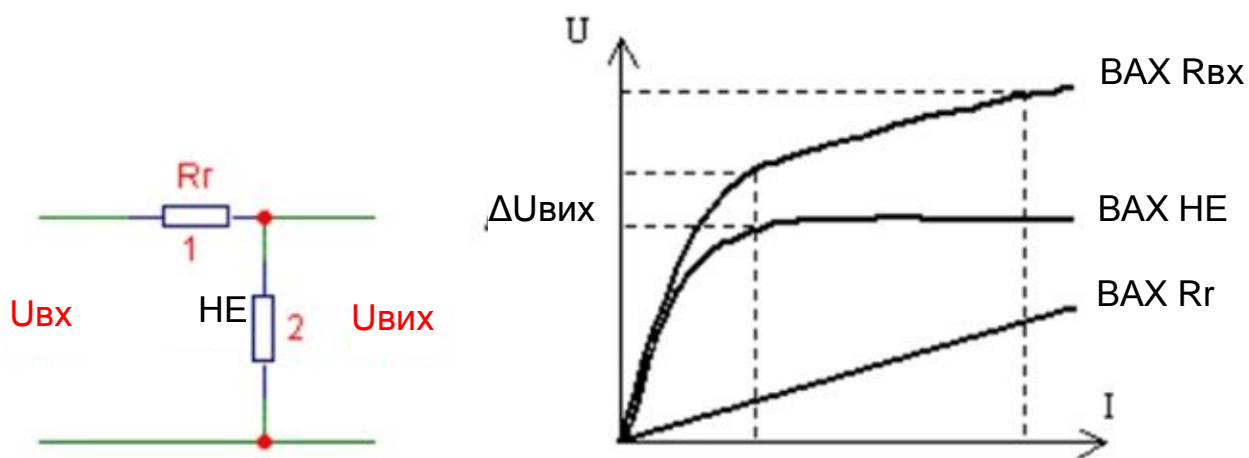


Рисунок 16.1 – Структурна схема параметричного стабілізатора

При зміні напруги на вході стабілізатора в широких межах ($\Delta U_{вх}$) напруга на виході змінюється в значно менших межах ($\Delta U_{вих}$). Параметричні стабілізатори напруги будуються на основі кремнієвих стабілітронів. У кремнієвому стабілітроні при певному $U_{ст}$ розвивається лавинний пробій pn -переходу (див. рис. 16.2,а). Зазвичай робочу гілку зображують при іншому розташуванні осей (див. рис. 16.2,б). Робочий ділянка обмежена гранично допустимим струмом за тепловим режимом $I_{ст. max}$.

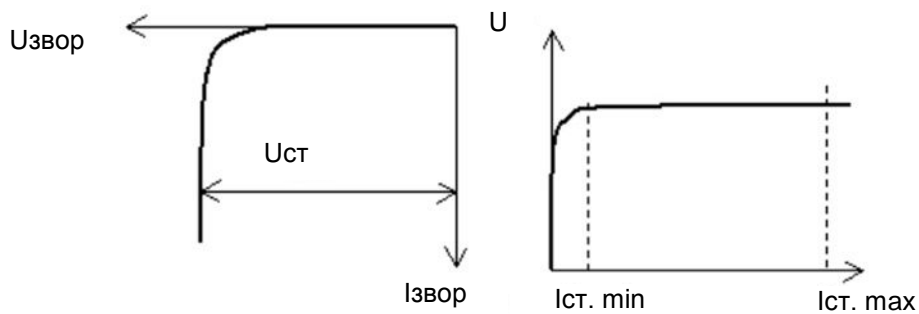


Рисунок 16.2 – Характеристика стабілітрона

У параметричному стабілізаторі змінної напруги лінійним елементом служить конденсатор, а нелінійним – дросель насичення.

Схема найпростішого параметричного стабілізатора напруги, зібраного на стабілітроні представлені на рис.16.3.

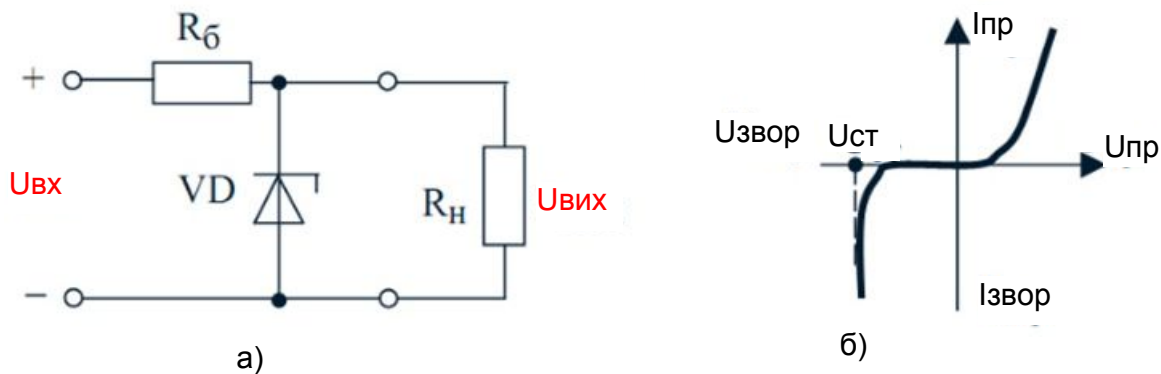


Рисунок 16.3 – Схема параметричного стабілізатора напруги на стабілітроні а – принципова схема; б – ВАХ стабілітрона.

Для стабілізації напруги використовується ділянка вольт-амперної характеристики з незмінною зворотною напругою при зміні зворотного струму в інтервалі від $I_{ст. min}$ до $I_{ст. max}$. Мінімальне і максимальне значення струму

стабілізації $I_{ст. min}$ та $I_{ст. max}$ визначаються типоміналом стабілітрона. Типові значення граничних струмів стабілізації для малопотужних стабілітронів:

$$I_{ст. min} = 3-5 \text{ мА}, \quad I_{ст. max} = 20 -45 \text{ мА}.$$

Переваги розглянутої схеми – простота конструкції та надійність. Параметричні стабілізатори використовують для навантажень від декількох одиниць до десятків міліамперів. Вони не бояться коротких замикань навантаження. Недоліки – невисокий ККД (не більше 50 %), вузький діапазон регульованої напруги.

Якщо необхідно забезпечити підвищену стабільність вихідної напруги, параметричні стабілізатори включають каскадно або використовують мостові схеми. Двохкаскадний параметричний стабілізатор показаний на рис. 16.4,а. Один з варіантів мостового стабілізатора зображений на рис. 16.4,б. Збільшення стабільності вихідної напруги досягається за рахунок зменшення ККД у порівнянні з найпростішою схемою на рис. 16.3.

Потужність розглянутих стабілізаторів обмежена граничними значеннями струму стабілізації та потужності, що розсіюється стабілітроном. Для збільшення струму навантаження в схему послідовного стабілізатора включають еміторний повторювач, на вхід якого подається опорна напруга $U_{оп}$ (рис. 16.5). Опір навантаження включається в коло емітера.

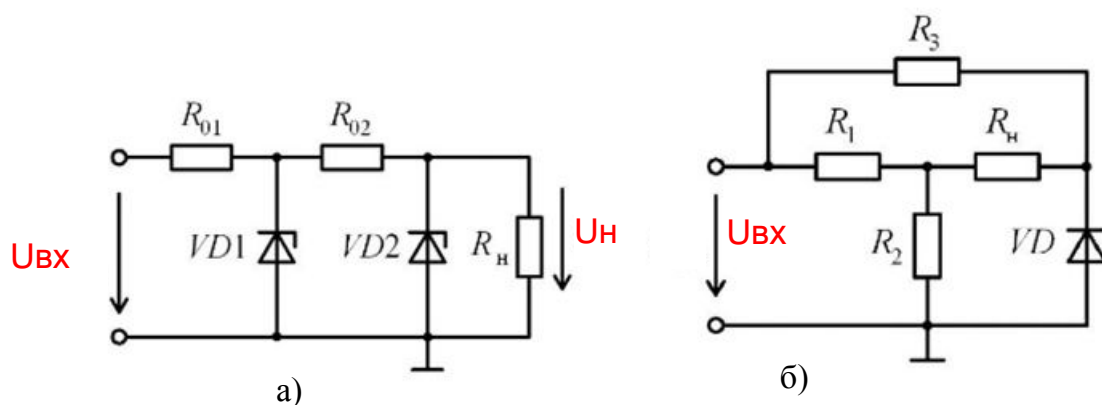


Рисунок 16.4 – Схеми покращення характеристик параметричного стабілізатора:

а – двухкаскадний стабілізатор; б – мостовий стабілізатор

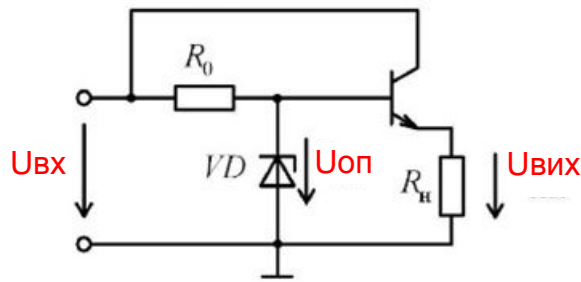


Рисунок 16.5 – Стабілізатор з емітерним повторювачем

Вихідна напруга стабілізатора відрізняється від опорного на величину $U_{бе}$:

$$U_{вих} = U_{оп} - U_{бе}$$

Стабілізатор з емітерним повторювачем на виході здатний віддавати в навантаження значно більший струм, ніж схема на рис. 16.3.

16.2 Основні параметри та характеристики

Параметри стабілізаторів напруги дозволяють порівнювати їх за якістю роботи, вибрати ті які задовольняють вимогам експлуатації (експлуатаційні) та проектувати за заданими властивостями (розрахункові). До найбільш важливих параметрів стабілізаторів відносяться:

1. Коефіцієнт стабілізації:

$$K_{ст} = \frac{\Delta U_{вх}}{U_{вх}} \bigg/ \frac{\Delta U_{вих}}{U_{вих}} = \frac{\Delta U_{вх} U_{вих}}{U_{вх} \Delta U_{вих}},$$

де $U_{вх}$, $U_{вих}$ – вхідна і вихідна напруги; $\Delta U_{вих}$ – приріст вихідної напруги обумовлене змінами напруги на вході $\Delta U_{вх}$.

2. Коефіцієнт нестабільності за напругою:

$$K_{нU} = \frac{\Delta U_{вих}}{U_{вх}} \cdot \frac{1}{U_{вих}} \cdot 100\%,$$

визначається як відношення похідної вихідної напруги за вхідною напругою до вихідної напруги.

3. Коефіцієнт нестабільності за струмом:

$$K_{нI} = \frac{\Delta U_{вих}}{U_{вих}} \cdot 100\% \bigg|_{\Delta I_{зад}}$$

визначається як відносна зміна вихідної напруги у випадку зміни вихідного струму в заданому інтервалі значень.

4. Вихідний опір:

$$R_{вих} = \frac{\Delta U_{вих}}{\Delta I_{вих}}.$$

Вихідним опором стабілізатора називається відношення зміни напруги на виході стабілізатора до зміни струму навантаження, що викликав дані зміни при постійній вхідній напрузі.

5. Коефіцієнт згладжування пульсацій – відношення напруги пульсацій на виході стабілізатора до напруги пульсацій на його виході.

6. Коефіцієнт корисної дії (ККД) визначається як відношення потужності, що віддається стабілізатором в навантаження до потужності, яка споживається самим стабілізатором.

Коефіцієнт стабілізації параметричних стабілізаторів змінюється у межах 20...30. Розроблені і широко застосовуються інтегральні схеми, які виконують функцію звичайного стабілітрона. Такі інтегральні схеми, до складу яких входять пасивні й активні елементи, як правило, забезпечують водночас і температурну стабілізацію напруги, отже, мають назву температурно-компенсованих стабілітронних інтегральні схеми. Термокомпенсовані стабілітрони можна використовувати як джерела високостабільної напруги, якщо забезпечити їх живлення стабільним струмом. Промисловістю випускається окрема група інтегральних схем – температурно-стабілізовані джерела опорної напруги.