

§ 33. ГЕНЕРАТОР НЕЗАТУХАЮЧИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ КОЛИВАНЬ

?!

Останнім часом величезного поширення набули способи передавання інформації за допомогою електромагнітних хвиль. Як ми з'ясуємо пізніше, джерелами радіохвиль можуть бути тільки високочастотні незатухаючі електромагнітні коливання. У цьому параграфі ви ознайомитеся із пристроєм, у якому створюються такі коливання, й згадаєте, з яких елементів складаються автоколивальні системи.

1

Як у коливальному контурі отримати незатухаючі коливання

Змінний електричний струм, створюваний генераторами, є низькочастотним і тому не придатний для потреб радіотехніки. Високочастотні електромагнітні коливання виникають у коливальному контурі, але, як вам уже відомо, в реальному контурі вони швидко затухають. Щоб коливання не затухали, потрібно поповнювати енергію контуру, наприклад заряджаючи конденсатор від джерела постійного струму.

Але якщо джерело буде весь час підключене до конденсатора, то конденсатор лише обмінюватиметься енергією з джерелом (рис. 33.1). Щоб цього не відбувалося, контур має бути підключеним до джерела тільки в ті інтервали часу, коли обкладка конденсатора, яка приєднана до позитивного полюса джерела струму, заряджена позитивно. Під час коливань знак заряду на

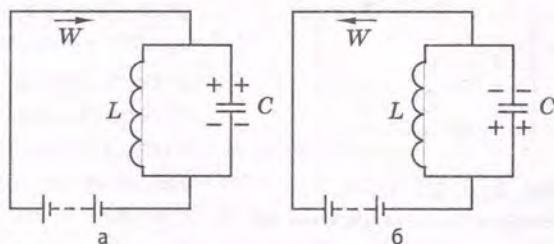


Рис. 33.1. Коливальний контур, який весь час підключений до джерела постійного струму: *a* — половину періоду енергія надходить у конденсатор; *б* — половину періоду енергія повертається до джерела

обкладках періодично змінюється, отже, ключ має замикати й розмикати коло з частотою, що дорівнює частоті електромагнітних коливань контуру, тобто кілька мільйонів разів за секунду. Замикати з такою частотою механічний ключ неможливо, тому в ролі ключа в радіотехніці використовують *транзистор* (див. § 16), провідні властивості якого можуть змінюватися практично миттєво.



Рис. 33.2. Основні елементи автоколивальної системи

Генератор незатухаючих електромагнітних коливань — це автоколивальна система, в якій енергія джерела постійного струму перетворюється на енергію електромагнітних коливань, частота яких дорівнює частоті коливань коливального контуру, що є частиною цієї системи.

Як і в будь-якій автоколивальній системі (рис. 33.2), у транзисторному генераторі можна виділити чотири характерні елементи:

- 1) елемент, у якому можуть відбуватися вільні коливання, — *коливальний контур*;
- 2) джерело енергії — *джерело постійного струму*;
- 3) регулювальний елемент — *транзистор*;
- 4) пристрій зворотного зв'язку — *котушка зв'язку* $L_{зв}$, яка індуктивно пов'язана з котушкою L_k коливального контуру (рис. 33.3).

2 Як працює генератор незатухаючих електромагнітних коливань на транзисторі

Нехай в момент замикання кола заряд на обкладках конденсатора максимальний, а обкладка, що заряджена позитивно, з'єднана з колектором (рис. 33.4, а). Протягом *першої чверті періоду* конденсатор розряджається через котушку L_k , а сила струму в цій котушці збільшується ($i \uparrow$). Змінний електричний струм створює змінне магнітне поле, яке, у свою чергу, створює вихрове електричне поле, що в цьому випадку напрямлене проти струму. Під дією вихрового електричного поля в котушці зв'язку $L_{зв}$ виникає індукційний струм i_5 , напрямком якого збігається з напрямком електричного поля. У результаті на базі підтримується від'ємний потенціал відносно емітера (на базу з емітера надходять електрони). Перехід

Рис. 33.3. Електричні схеми генераторів незатухаючих коливань на транзисторах $p-n-p$ -типу (а) і $n-p-n$ -типу (б):
1 — коливальний контур;
2 — джерело постійного струму;
3 — транзистор;
4 — котушка зв'язку

«емітер — база» є прямим, тому дірки потрапляють на базу й далі в коло колектора (рис. 33.4, а'). Транзистор відкритий, енергія від джерела надходить через транзистор у коливальний контур.

Протягом *другої чверті періоду* (рис. 33.4, б) конденсатор перезаряджається, з колектором з'єднана негативно заряджена обкладка конденсатора, а сила струму в котушці L_k зменшується. Вихрове електричне поле в цей інтервал часу напрямлене за напрямком струму, тому струм i_6 у котушці зв'язку $L_{зв}$ напрямлений від емітера до бази, і на базі виникає додатний потенціал відносно емітера (рис. 33.4, б'). Перехід «емітер — база» стає оберненим, дірки не потрапляють на базу та в коло колектора. Транзистор закритий, енергія не повертається до джерела.

Протягом *третьої чверті періоду* (рис. 33.4, в) з колектором знову з'єднана негативно заряджена обкладка конденсатора, але конденсатор розряджається, сила струму в котушці L_k збільшується, тому вихрове електричне поле напрямлене проти струму. Індукційний струм i_6 у котушці зв'язку $L_{зв}$ напрямлений від емітера до бази, тому на базі підтримується додатний потенціал відносно емітера (рис. 33.4, в'). Перехід «емітер — база» обернений, транзистор залишається закритим, і енергія не повертається до джерела.

Протягом *четвертої чверті періоду* (рис. 33.4, г) конденсатор перезаряджається, з колектором уже з'єднана позитивно заряджена обкладка конденсатора. Сила струму в котушці L_k зменшується, тому вихрове електричне поле підтримує струм. Індукційний струм i_6 напрямлений від бази до емітера, і на базі створюється від'ємний

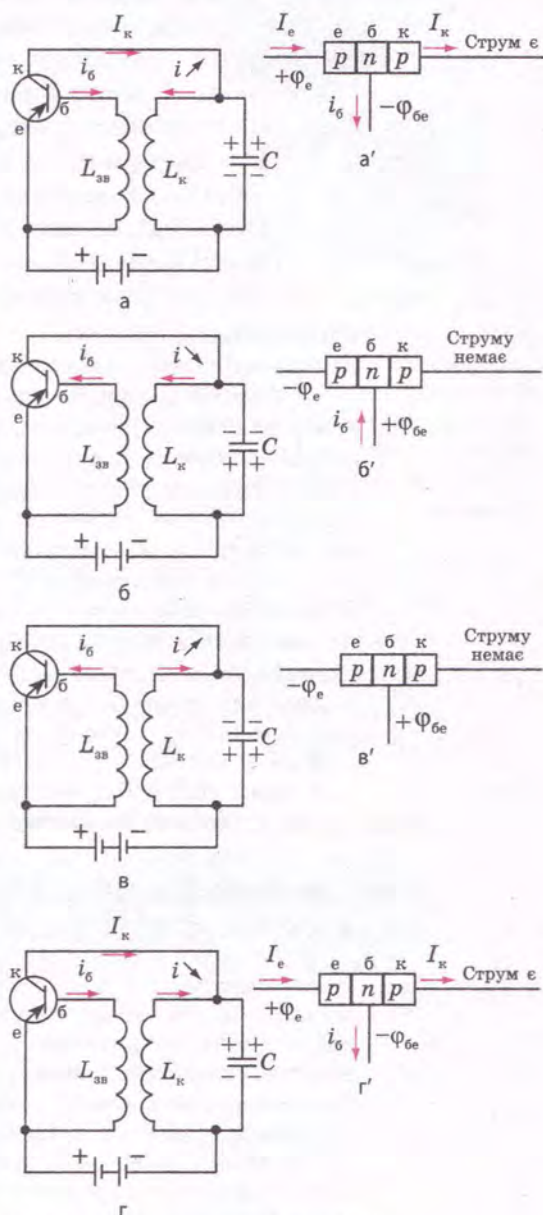


Рис. 33.4. Принцип дії генератора незатухаючих електромагнітних коливань на транзисторі

потенціал відносно емітера (рис. 33.4, з'). Перехід «емітер — база» стає прямим, транзистор — відкритим, і енергія надходить у коливальний контур.

Таким чином, коливальний контур підключений до джерела струму лише в ті інтервали часу, коли енергія надходить у коливальний контур. При цьому енергія електричного поля в конденсаторі збільшується, амплітуда коливань у коливальному контурі зростає. Однак збільшення амплітуди коливань у контурі не триває необмежено: щойно втрати енергії в коливальному контурі компенсуються надходженням енергії від джерела струму, зростання амплітуди припиниться.



Підбиваємо підсумки

Генератор незатухаючих електромагнітних коливань — це автоколивальна система, в якій енергія джерела постійного струму перетворюється на енергію електромагнітних коливань, частота яких дорівнює частоті коливань коливального контуру, що є частиною цієї системи.

Транзисторний генератор як автоколивальна система має чотири характерні елементи: 1) елемент, у якому можуть відбуватися вільні коливання, — *коливальний контур*; 2) джерело енергії — *джерело постійного струму*; 3) регулювальний елемент — *транзистор*; 4) пристрій зворотного зв'язку — *катушка зв'язку $L_{зв}$* , яка індуктивно пов'язана з катушкою L_k коливального контуру.



Контрольні запитання

1. Дайте визначення генератора незатухаючих електромагнітних коливань. Опишіть його будову. 2. Назвіть основні елементи генератора як автоколивальної системи. 3. Яку роль у генераторі незатухаючих електромагнітних коливань відіграє транзистор? 4. Поясніть принцип дії генератора. 5. Чому дорівнює частота електромагнітних коливань, що відбуваються в генераторі?