

7.4. Блокінг-генератори

Блокінг-генератор (однотактний) – це, як правило, однокаскадний підсилювач із трансформаторним позитивним зворотним зв'язком, який призначений для генерування потужних прямокутних імпульсів з дуже великою щільністю (від одиниць до десятків тисяч) і тривалістю від часток мікросекунди до часток мілісекунди.

Використання трансформатора дозволяє вводити допоміжні вихідні обмотки і отримати напругу вихідного імпульсу, що значно перевищує напругу живлення схеми.

Блокінг-генератор, як і мультівібратор, може працювати в автоколивальному режимі, чекаючому режимі та режимі синхронізації.

Схема блокінг-генератора, що працює в автоколивальному режимі побудована на транзисторі з СЕ, зображена на рис. 7.18.

У коло колектора транзистора увімкнена обмотка w_1 імпульсного трансформатора TV , а в базове коло – обмотка w_2 , що реалізує у підсилювачі зворотний зв'язок.

Для забезпечення позитивного зворотного зв'язку, обмотки вмикаються зустрічно.

У базове коло транзистора ввімкнено також часозадаюче RC -коло, що визначає частоту генерованих імпульсів.

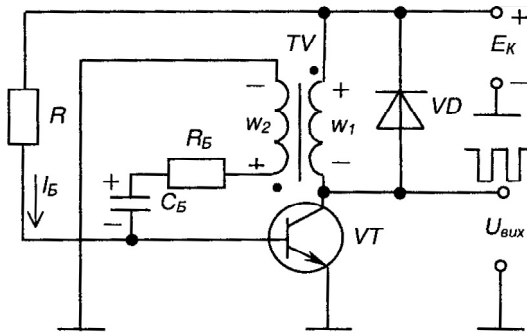


Рис. 7.18 – Блокінг-генератор

Умови виникнення автоколивального режиму:

$$\varphi_k + \varphi_n = 2\pi n; \quad n = 0; 1; 2; 3; \dots; kn_1 \geq 1, \quad (7.23)$$

де φ_k – фазовий зсув, що вноситься підсилювачем на транзисторі VT ;

φ_n – фазовий зсув, що вноситься трансформатором;

k – коефіцієнт підсилення транзистора;

$n_1 = w_1/w_2$ – коефіцієнт трансформації трансформатора.

Розглянемо роботу блокінг-генератора від моменту перезаряду конденсатора C_B , що у попередньому циклі роботи був заряджений до напруги $U_C = U_{C \max}$ (транзистор закритий), з полярністю, вказаною на рис. 7.18. Часові діаграми роботи пристрою наведено на рис. 7.19.

Коло розряду конденсатора C_B : $+E_K - R - C - R_B - w_2$ – нульова точка схеми. У процесі розряду напруга на ньому буде змінюватися за експоненціальним законом. Коли U_C досягне нульового рівня, транзистор відкриється, з'явиться його колекторний струм, що призведе до зниження напруги на колекторі та підвищення до E_K напруги на обмотці w_1 .

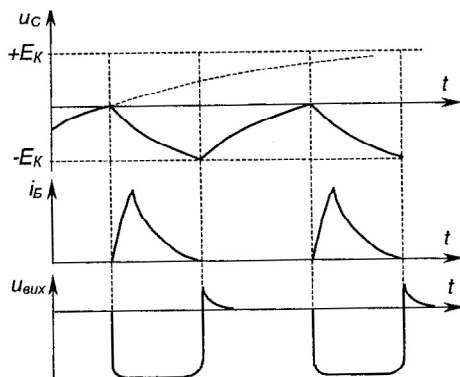


Рис. 7.19 – Часові діаграми роботи блокінг-генератора

В осерді трансформатора починає змінюватися магнітний потік і в обмотці w_2 за законом електромагнітної індукції наводиться електро-рушійна сила з полярністю, вказаною на рис. 7.18. Поява напруги на w_2 призводить до подальшого відкриття транзистора – зростають струми бази і колектора. Це і є прямий лавиноподібний блокінг-процес, що триває частки мікросекунди. Наступний етап – формування вершини імпульсу. Струм бази транзистора, що є струмом RC -кола, змінюється експоненціально: знижується від максимального значення до нуля.

Через деякий час, що приблизно дорівнює $3 \div 4$ сталим часу $R_B C_B$ струм бази досягне нуля, а напруга на конденсаторі максимуму (полярність вказана на рис. 7.18), і транзистор почне регенеративно закриватись: виникає зворотний блокінг-процес.

Тривалість вихідного імпульсу визначається сталою часу $R_B C_B$, тривалість паузи – сталою часу перезаряду конденсатора $\tau_{пер} \approx (R + R_B) \cdot C_B$, оскільки $R \gg R_B$, то щільність буде значно більша за одиницю.

Коли транзистор закривається, набута індуктивністю колекторної обмотки w_1 енергія викликає на колекторі транзистора появу негативного викиду напруги, що може призвести до пробою транзистора. Щоб запобігти цьому, паралельно колекторній обмотці вмикають діод VD , який забезпечує протікання струму в обмотці після закривання транзистора.

Схему чекаючого блокінг-генератора зображено на рис. 7.20.

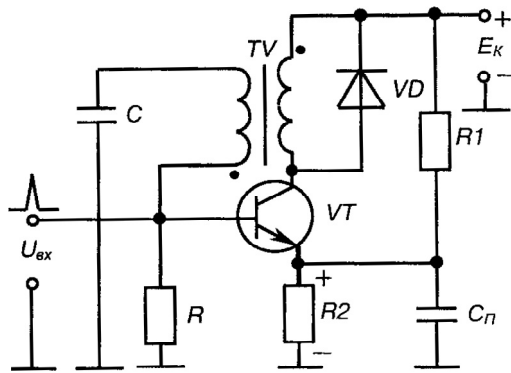


Рис. 7.20 – Чекаючий блокінг-генератор

Перехід блокінг-генератора із автоколивального режиму до чекаючого забезпечується напругою, що знімається з резистора R_2 , який увімкнено до емітерного кола транзистора (дільник $R_1 \div R_2$). Запуск блокінг-генератора здійснюється зовнішнім імпульсом $U_{вх}$.

Розглянуті блокінг-генератори широко застосовувались, наприклад, у схемах керування тиристорами, де вони забезпечували генерування коротких імпульсів необхідної потужності й електричне розділення кіл керування та силового за рахунок трансформатора.

Двотактний блокінг-генератор (генератор Роєра), схему якого зображено на рис. 7.21, генерує прямокутні імпульси фіксованої частоти із щільністю $Q = 2$ ($t_i = t_n$).

Виведення транзистора із режиму насичення тут здійснюється різким підвищенням струму колектора у момент насичення осердя трансформатора, що виконується із матеріалу, який має прямокутну петлю гістерезису (холоднокатана сталь, ферити).

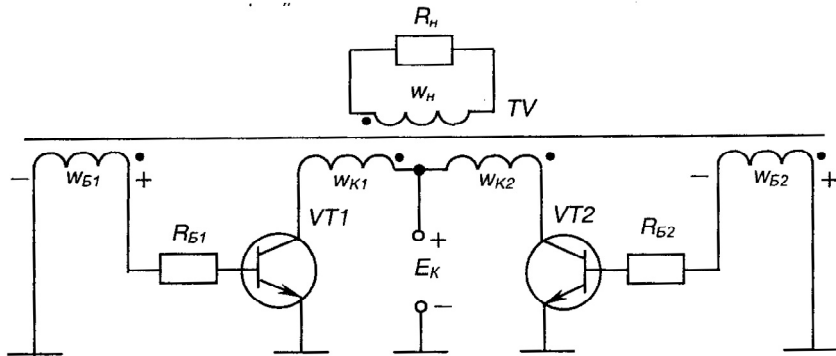


Рис. 7.21 – Двотактний блокінг-генератор

Часові діаграми роботи блокінг-генератора зображено на рис. 7.22.

Нехай

$$\begin{aligned}
 w_K &= w_{K1} = w_{K2}; \\
 w_B &= w_{B1} = w_{B2}; \\
 R_B &= R_{B1} = R_{B2}
 \end{aligned}
 \tag{7.24}$$

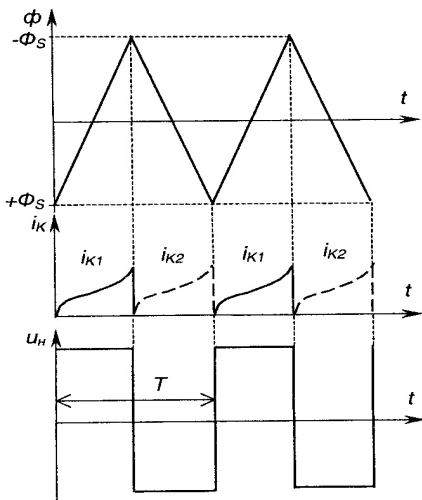


Рис. 7.22 - Часові діаграми роботи двотактного блокінг-генератора

Це призводить до того, що виникає намагнічуюча сила обмотки w_{K2} і осердя трансформатора починає перемагнічуватися, наприклад, у бік підвищення індукції B . При цьому на базових обмотках виникає напруга, що прагне відкрити $VT1$ і закрити $VT2$: у процесі регенерації $VT2$ повністю закривається, а $VT1$ відкривається.

Осердя трансформатора перемагнічується під дією E_K , що подається на w_{K1} , при цьому магнітний потік в осерді змінюється за лінійним законом. Після насичення осердя (коли індукція стане рівною індукції насичення матеріалу осердя $+B_S$) різко зростає намагнічуюча сила та колекторний струм I_{K1} першого транзистора $VT1$, а I_{B1} має величину, меншу за граничний струм. Транзистор $VT1$ входить у активний режим, напруга на обмотках зменшується і змінює свій знак.

У процесі регенерації, коли формуються фронти імпульсу, $VT1$ закривається, $VT2$ відкривається, осердя перемагнічується від $+B_S$ до

Припустимо, що транзистор $VT1$ має більший коефіцієнт підсилення за струмом, ніж $VT2$. При вмиканні джерела живлення $I_{KVT1} > I_{KVT2}$; а $U_{KVT1} < U_{KVT2}$.

Тому на обмотку w_{K1} у колекторному колі $VT1$ подається більша напруга, ніж на w_{K1} а отже, $U_{wB1} > U_{wB2}$ і мають полярності, які вказані на рис. 7.21.

$-B_S$. Магнітний потік змінюється за лінійним законом від $+\Phi_S$ до $-\Phi_S$ завдяки напрузі E_K , що подається на w_{K2} . Напряга на виході має прямокутну форму та частоту, пропорційну E_K .

Такий блокінг-генератор, зазвичай, не використовують як генератор прямокутних імпульсів. Його застосовують для перетворення постійної напруги у змінну з частотою від декількох десятків герц до десятків кілогерц. Потужність навантаження може сягати від десятків міліват (наприклад, у лампі-спалаху фотоапарату) до декількох сот ват. Розрахувати частоту імпульсів блокінг-генератора f можна за формулою:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{E_K}{4w_K B_S S}, \quad (7.25)$$

де S – переріз осердя трансформатора.