

7.2. Електронні ключі та найпростіші схеми формування імпульсів

Ключ – це елемент схеми, що має два тривалих стани: увімкнений та вимкнений.

Найближчим за параметрами до ідеального ключа є електро-механічний контакт (ключ), що має нескінченний опір у розімкнутому стані і нульовий у замкнутому. У наш час в електронних пристроях в якості ключів найчастіше використовують напівпровідникові діоди, транзистори, тиристори.

Схему найпростішого ключа на електромеханічному контакті (реле) та часові діаграми його роботи зображено на рис. 7.4.

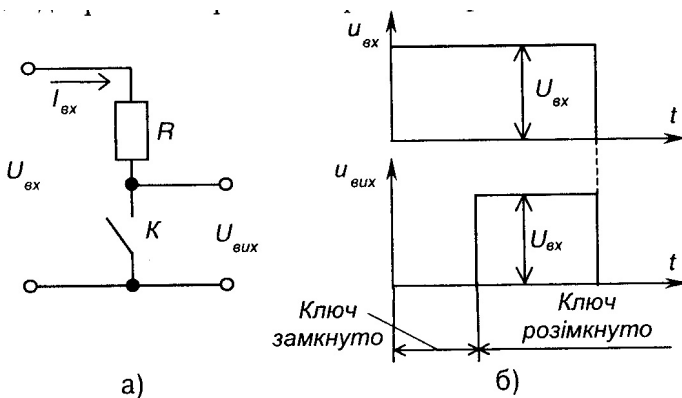


Рис. 7.4 – Ключ на електромеханічному контакті (а) і часові діаграми його роботи (б)

Схема одного з найпростіших діодних ключів та його передатна характеристика зображені на рис. 7.5 – це паралельний діодний ключ–обмежувач знизу.

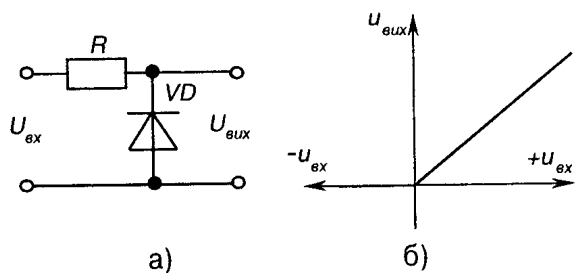


Рис. 7.5 – Діодний ключ (а) та його передатна характеристика (б)

Зрозуміло, що точність його роботи визначається параметрами реального діода (див. ВАХ) – прямим спадом напруги до 1В і зворотним струмом (пряма гілка ВАХ ідеального ключового елемента збігається з відрізком вісі струму $0 \div I_{np}$, а зворотна – з відрізком вісі напруг $0 \div U_{зб}$).

Для того, щоб виключити зв'язок між вхідним та вихідним колами і забезпечити підсилення, у якості ключа використовують транзистори. Схему транзисторного ключа зображено на рис. 7.6.

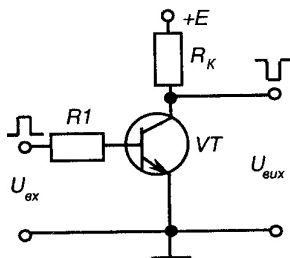


Рис. 7.6 – Транзисторний ключ

Найпростішими колами формування імпульсів (формуючими колами) є диференціюючі та інтегруючі RC - кола.

У диференціюючого кола, схему якого зображено на рис. 7.7, а, напруга на виході пропорційна похідній за часом вхідної напруги, як це видно з наступних математичних викладів.

У інтегруючого кола, схему якого зображено на рис. 7.8, а, вихідна напруга пропорційна інтегралу за часом від вхідної.

Для ідеального випадку:

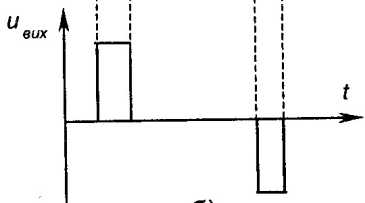
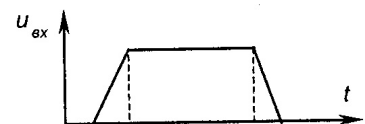
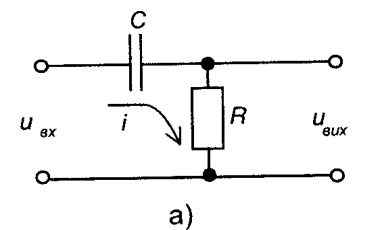
$$u_{\text{вих}} = K \frac{du_{\text{вх}}}{dt}, \quad (7.5)$$

тому що

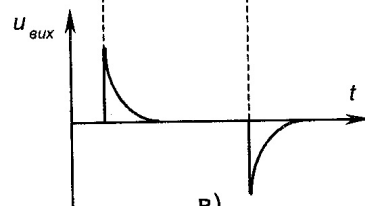
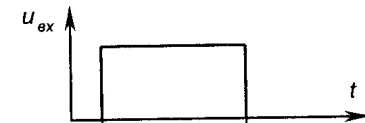
$$i = C \frac{du_c}{dt}, \quad (7.6)$$

$$u_{\text{вих}} = RC \frac{du_c}{dt}, \quad (7.7)$$

$$u_c = u_{\text{вх}} - u_{\text{вих}}. \quad (7.8)$$



б)

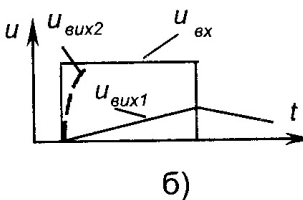
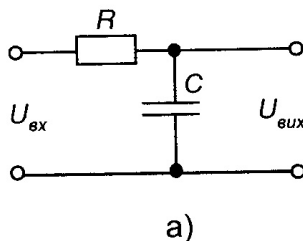


в)

Рис. 7.7 – Диференціююче RC - коло (а) і часові діаграми його роботи (б), (в)

Якщо

$$u_c = u_{вх}, \quad u_{вих} = u_R \ll u_{вх} \quad (7.9)$$



б)

Рис. 7.8 – Інтегруюче коло для формування імпульсів

і забезпечуються умови виконання RC – колами операції диференціювання (а саме:

- для гармонійного сигналу це: $R \ll \frac{1}{\omega C}$, де $\omega = 2\pi f$; f – частота;

- для імпульсного сигналу $RC \ll t_i$, де t_i – тривалість імпульсу),

матимемо:

$$u_{вих} = RC \frac{du_{вх}}{dt}, \quad (7.10)$$

де $RC = \tau$ – стала часу.

Часові діаграми роботи диференціюючого кола наведені на рис. 7.7, б (для трапецевидної форми імпульсів) і рис. 7.7, в (для прямокутного імпульсу для випадку, коли не виконується умова диференціювання).

Роботу схеми рис. 7.8 пояснюють такі математичні виклади:

$$u_{вих} = u_c = \frac{1}{C} \int_0^t i_c dt, \quad (7.11)$$

$$i_c = \frac{u_{вх} - u_c}{R}. \quad (7.12)$$

Якщо $U_c \ll U_{вх}$, отримаємо

$$i_c = \frac{u_{вх}}{R}, \quad (7.13)$$

$$U_{вих} = \frac{1}{RC} \int_0^t u_{вх} dt = \frac{1}{\tau} \int u_{вх} dt, \quad (7.14)$$

(за умови виконання інтегруючим колом операції інтегрування:

- для гармонійного сигналу $R \gg \frac{1}{\omega C}$;

- для імпульсного сигналу $RC \gg t_i$).

Часові діаграми роботи інтегруючого кола для вхідного імпульсу прямокутної форми наведені на рис. 7.8, б (під час виконання умови інтегрування – $u_{вих1}$ і під час її невиконання – $u_{вих2}$).