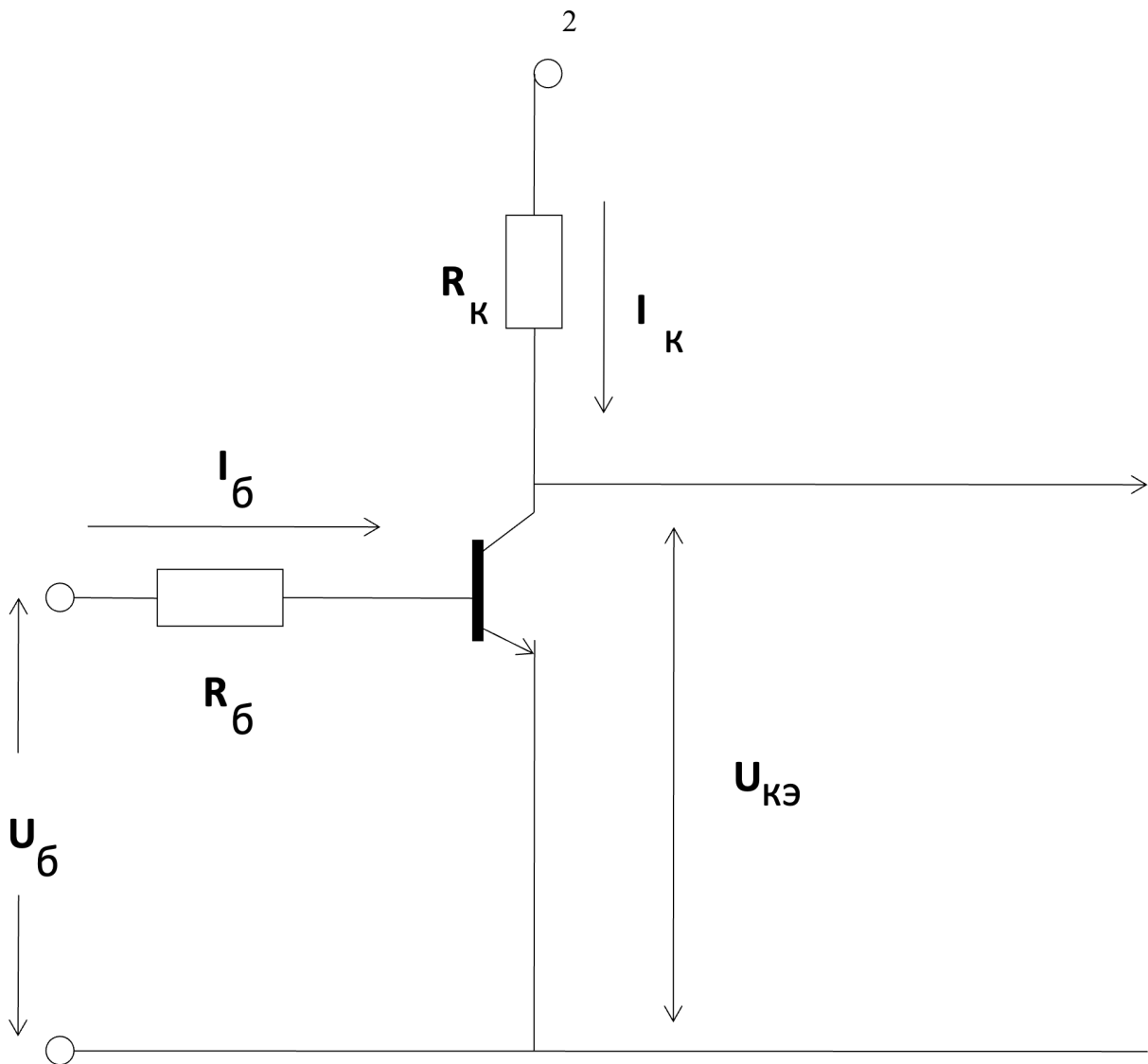


## 9 КІЛТТІК СЫЗБАЛАР

Кілттің негізгі функциясы – кейбір ток көздеріндегі жүктеменің тұйықталуы. Қарпайым ғана кілт механикалық кілттер болып табылады. Механикалық кілттерге қарағанда электрондық кілттер база леп аталатын транзистордың басқарушы электродына  $t$  уақыт аралығында келіп түсетін электрлік сигнал әсерінен жүктемені қорек көзіне тұйықтайды. Идеалдық кілт ажыратылған күйде шексіз үлкен кедергіні көрсетуге тиіс, ал жабық жағдайында кедергі нөлге тең.

1 – суретте биполярлық транзисторда орындалған қарапайым ғана кілттік сызба көрсетілген. Шығс тізбекте бұл схемаға  $E$  қорек көзі,  $R_k$  резисторы және биполярлық транзистор тізбектей қосылған, ал шығыс кернеу қызметін коллектор мен эмиттер арасындағы  $U_{кэ}$  кернеуі атқарады. Транзистордың шығыс тогын немесе  $I_k$  коллектордың тогын басқару мақсатында кіріс тізбекте база мен эмиттердің арасында  $U_b$  кернеу көзі мен тоқты шектейтін  $R_b$  резисторы тізбектей қосылған.  $E_{бэ}$  тұрақты кернеу көзі импульс жоқ болған жағдайда  $I_k$  коллекторлық тогы минимум, ал  $U_{кэ}$  шығыс кернеуі максимумге жететін уақытта транзистордың бөлгіш режимін қалыптастырады. Кіріс тізбектегі импульстік кернеу көзі басқарушы сигнал қызметін атқарады. Базада белгілі бір амплитудадағы импульстік кернеудің пайда болуымен транзистор  $n-p-n$  құрылымынан қанығу режиміне өтеді. Қанығу режимінде шығыс тізбектен максималды ток, ал  $U_{кэ}$  шығыс кернеуі минималды болады. Берілген сызбада транзистор ортақ эмиттер сызбасы бойынша қосылған, алайда бұдан өзге кілттік сызбаларда транзисторды ортақ база және ортақ коллектор схемалары арқылы қосу қолданылады. Тізбектегі  $I_k$  коллекторлық ток пен  $U_{кэ}$  кірістегі кернеу бір жағынан транзистордың шығыс сипаттамалары арқылы, ал екінші жағынан жүктемелік түзу көмегімен анықталады. Транзистордың шығыс сипаттамалары дегеніміз әрқайсысы белгілі бір базаның  $I_b$  тұрақты тогына сәйкес келетін  $I_k$  – ң  $U_{кэ}$  – ға тәуелділігі. Кирхгофтың екінші заңын пайдаланып коллекторлық тізбек үшін коллектор мен эмиттер арасындағы кернеуді төмендегідей теңдікте жазуға болады:

$$U_{кэ} = E - I_k * R_k$$



1 Сурет –Электрондық кілт сызбасы

Кіріс импульстік кернеудің жоқ мезетінде транзистор бөлгіш режимде болады, сондықтан базалық және коллекторлық тізбектен тек қана  $I_{кбо}$  коллекторлық жылулық тогы ғана ағып өтеді. Алайда коллекторлық ауысымның жылулық тогы аз (төмен қуатты транзисторлар үшін  $I_{кбо}$  равен единицы мкА и менее), ал сол себепті кілттік сызбаның  $U_{кэ}$  шығыс кернеуі  $E$  – ге тең.

Кіріс тізбек үшін Кирхгоф заңы бойынша былайша жазуға болады:

$$E_{бэ} = I_b * R_b + U_{бэ} = I_{кбо} * R_b + U_{бэ}$$

Транзистордың n-p-n құрылымды бөлгіш режимін жүзеге асыру үшін  $U_{бэ}$  кепнеуі нөлден кіші немесе оған тең болуы шарт. Мұнан таңдалған транзисторда ( $I_{кбо}$ ) және базалық тізбектегі  $R_b$  резисторында кернеу көзінің  $E_{бэ.min}$  ығысуының минималды үлкендігіне қойылатын талаптарды анықтайды және ол былай болуы тиіс:

$$E_{бэ.min} \geq I_{кбо} * R_b$$

Эмиттерлік және коллекторлық ауысымдар түзу бағытта араласқанда импульстің пайда болуымен транзистор бөлгіш режимнен қанығу режиміне өтеді. p-n ауысымдарда тура араласу кезінде кернеу аз болғандықтан

транзисторды қанығу режимінде эквипотенциалдық нүкте және транзистордың қанығу тогы деп аталатын , төмендегі формула бойынша анықталатын коллектордың максимал тогы ретінде қарауға болады:

$$I_{кн} = (E - U_{кэ.нас})/R_k \cong E/R_k$$

Бұдан шығатын қорытынды транзистордың қанығу тогы транзистордың параметрлерінен тәуелсіз, ал ол кілттік сызбаның ( $E$  және  $R_k$ ) сыртқы параметрлері арқылы анықталады. Қанығу режимінде транзистордың  $I_b$  базалық тогы базаның қанығу тогы деп аталатын  $I_{бн}$  – нен белгілі бір мөлшерде үлкен болу керек.  $I_b$  базалық ток  $I_{бн}$  базалық қанығу тогына тең болғанда транзистор қатаң түрде белсенді режим мен қанығу режимі шекарасында орналасу керек. Мұндай режимде коллектордың тогы базалық токпен  $\beta$  күшейту коэффициентімен байланысқан, яғни  $I_{кн} = \beta * I_{бн}$ . Сондықтан базаның қанығу тогы:

$$I_{бн} = I_{кн} / \beta = E / \beta * R_k$$

Мұннан

$$E_{бэ} / R_b > E / \beta * R_k$$

Бұл берілген қатынас транзистордың берілген кернеу көзінде қанығу режимін қамтамасыз ететін  $R_b$  резистор мәнін анықтауға мүмкіндік береді

$$R_b \leq (\beta * E_{бэ} / E) * R_k$$

Транзистордың қанығу режиміндегі жұмысын  $s$  қанығу дәрежесі сипаттайды :

$$s = I_b / I_{бн}$$

Шынайы кілттік сызбаларда транзистор кілттік сызбаның ауыстырып қосудың толық уақыты минимум болғанда  $s = (1,5 - 3)$  қанығу дәрежесінде жұмыс істейді. Берілген транзистордың  $s$  қанығу дәрежесі мен күшейту коэффициентінің ( $\beta_{min} - \beta_{max}$ ) үлкендігінің қашықтығын ескере отырып, қанығу шартын төмендегідей көрсетуге болады:

$$R_b \leq (\beta_{min} / s) * [(E_1 - E_{бэ}) / E] * R_k$$

Шынайы кілттік сызба жүктемеге,  $R_n$  кедергіге жұмыс істейді.  $R_n$  жүктемесінің үлкендігі транзистордың коллекторлық тізбегіндегі  $R_k$  резисторын анықтайды. Транзистор бөлгіш режимде болса, онда  $R_k$  және  $R_n$  кедергілері қорек көздерінің кернеуіне қатысты кернеуді бөлгішті құрайды. Бұл жерден жүктемедегі  $U_n$  кернеу былайша анықталады:

$$U_n = [R_n / (R_n + R_k)] * E$$

$U_{нэ}$  шығыс кернеу қорек көзінің  $E$  кернеуінен минимум ерекшелену үшін коллекторлық тізбектегі  $R_k$  кедергісі  $R_n$  жүктеме кернеуінен аз болу керек. Әдетте оны мына шарт бойынша таңдайды:

$$R_k \leq 0,1 R_n$$

Осылайша транзистор кілттік сызбада стационар күйде бола тұра (кілт қосулы немесе өшірулі) не бөлгіш, не қанығу режимінде жұмыс жасайды. Бір режимнен екіншісіне ауыстырып қосу уақыты транзистор базасы мен

коллекторындағы өзара тең емес зарядтарды жинау мен тарату процестері мен эмиттерлік және коллекторлық ауысымдарда анықталады.

## ӘДЕБИЕТТЕР

1 Агаханян Т.М. Интегральные микросхемы: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 2015. – 464с., ил.

2 Аринова Н.В. Основы электроники: Рабочая программа, задания и методические указания к контрольным работам для студентов специальности 050716 «Приборостроение» заочной формы обучения. ВКГТУ. - Усть-Каменогорск, 2014. – 51с.

3 Бочаров Л.Н. и др. Расчет электронных устройств на транзисторах / Бочаров Л.Н., Жебряков С.К., Колесников И.Ф. – М.: Энергия, 2012. – 208с., ил. – (Массовая радиобиблиотека; Вып. 963).

4 Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. – М.: Высш. Школа, 2011. – 496 с., ил.

5 Герасимов В.Г., Князев О.М. и др. Основы промышленной электроники. – М.: Высшая школа, 2000.