

8 БИПОЛЯРЛЫ ТРАНЗИСТОРЛАР НЕГІЗІНДЕГІ АЗ ҚУАТТЫ ТӨМЕНГІ ЖИІЛІКТІ КҮШЕЙТКІШТЕРДІ ЕСЕПТЕУ

Жалпы мәліметтер мен анықтамалар. Ғылым мен техниканың көпетеген салаларында, әсіресе басқару жүйелерінде қайсыбір электр сигналдарын күшейту қажеттігі туындайды, ол сигналдар уақыт өтуімен айнымалы немесе тұрақты болуы мүмкін. Осы мақсатта қолданылатын қондырғылар күшейткіштер деп аталады.

Бірінші реттік сигналдардың (күшейтілетін кіріс сигналдарын) көзі датчик деп аталады, олардың негізгі функциясы (қызметі) физикалық тегі әртүрлі өлшенетін параметрлерді электр сигналдарына айналдыру. Датчиктердің физикалық принциптері мен құрылымдары әр алуан, мысалы, индукциялық, индуктивтік, резистивтік, сымдылық, пьезоэлектрлік, магнитострикциялық, фотоэлектрлік және т.б. [1].

Күшейткіштерді классификациялау көрсеткіштері де әртүрлі. Күшейтілетін сигналдардың тегіне қарай олар айнымалы (гармониялық, импульстік, күрделі пішінді) сигналдар күшейткіштері және тұрақты ток күшейткіштері болуы мүмкін. Қуаты жағынан аз қуатты, орта қуатты және қуатты күшейткіштер болып бөлінеді. Күшейтетін сигналдардың жиілігіне қарай төменгі жиілікті – дыбыс жиілігіндегі күшейткіштер, аралық жиіліктер күшейткіштері, жоғары жиілікті күшейткіштер болып бөлінеді. Сонымен қатар, кіші жолақты және кең жолақты болып бөлінеді. Көбінесе өте жіңішке жолақты күшейту қажеттігі туындайды, ондай кезде қолданылатын күшейткіштер селективті күшейткіштер деп аталады [9]. Күшейткіштер электрондық лампалар, биполяр және өрістік транзисторлар, туннельдік диодтар, магниттік элементтер және т.б. негізінде жасалады.

Күшейткіштердің техникалық сипаттамаларына мыналар жатады: сигналдың шығыс қуаты, шығыс кернеуі немесе тогы, күшейту коэффициенті, ПӘК-і, өткізу ені, тұрақтылық температурасы, бейсызықтық қисаю коэффициенті, шулық көрсеткіштері, сезімталдығы, кіріс кедергісі және т.б.

Шығыс кернеуі, тогы, қуаты сияқты шығыс параметрлері күшейткіштің пайдалану мақсаты мен жүктеменің типіне байланысты болады. Егер жүктеме активті болса, аталған параметрлер былай анықталады:

$$U_{\alpha} = I_{\alpha} R_{\alpha}; P_{\alpha} = I_{\alpha} U_{\alpha} = I_{\alpha}^2 R_{\alpha} = U_{\alpha}^2 / R_{\alpha} .$$

Кіріс шамалары мына формулалармен есептеледі:

$$U_{\epsilon} = I_{\epsilon} R_{\epsilon}; P_{\epsilon} = I_{\epsilon} U_{\epsilon}; R_{\epsilon} = U_{\epsilon} / I_{\epsilon} .$$

Күшейту коэффициенті күшейткіштің шығыс кернеуінің кіріс кернеуіне қатысы ретінде анықталады:

$$K = \frac{U_a}{U_e}.$$

Көпкаскадты күшейткіштер үшін жалпы күшейту коэффициенті әр каскадтың күшейткіш коэффициенттерінің көбейтіндісі ретінде анықталады:

$$K = K_1 K_2 \dots K_n.$$

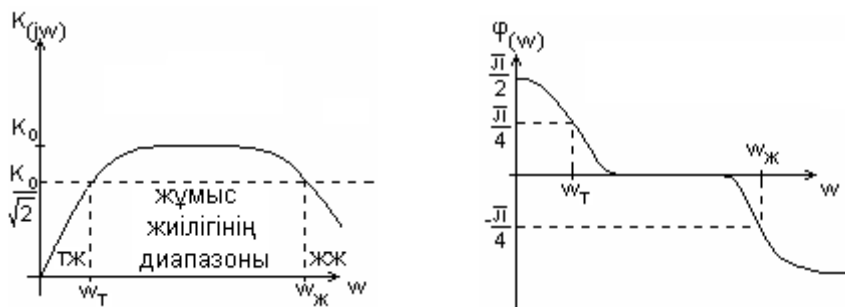
Күшейткіштің шығыс тізбегінің ПӘК-і шығыс тізбегінен берілетін сигнал қуатының оның қорек көзінен алатын қуатына қатынасы:

$$\eta = P_{\sim} / P_0.$$

Күшейткіштің ПӘК-ін басқаша да – жүктемедегі қуаттың барлық қуат көздерінің қуаттарының қосындысына қатынасы ретінде есептеу түрі бар:

$$\eta = P_{\sim} / \sum P_i.$$

Күшейткіш тізбегінде реактив элементтер (сиымдылықтар, индуктивтіліктер) бар болса, сигналдың жиіліктік спектрінің біркелкі емес күшеюіне әкеп соғады, яғни жиілік және фаза бойынша қисаюлар пайда болады. Қисаю дәрежесі күшейткіштің жиіліктік сипаттамасымен анықталады, ол осы жиіліктегі күшейту коэффициентімен сипатталады. 1 суретте күшейткіштің шартты амплитудалық-жиіліктік сипаттамасы (АЖС) келтірілген.



1 Сурет – Транзистордың амплитуда-жиіліктік және фазалық сипаттамасы

Күшейткіштің белгілі бір жиіліктегі жиіліктік қисаюы салыстырмалы күшеюмен немесе жиіліктік қисаю коэффициентімен анықталады:

$$Y = K / K_{i\omega}, \quad M = K_{i\omega} / K = 1/Y.$$

Жиіліктік сипаттаманың орта тұсында бұл шамалар өзара тең және мәні бірге тең болады:

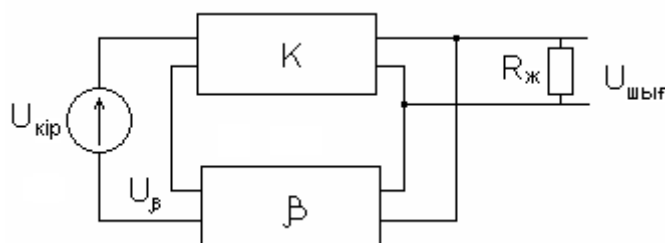
$$M = K = 1.$$

Бұл шамалар бірден қаншалықты ауытқыса, қисаю да соншалықты күшті болады.

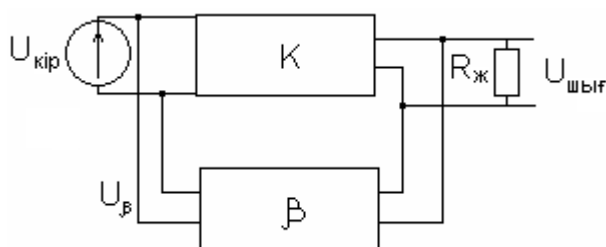
Жиіліктік қисаюдан басқа бейсызықтық қисаю болады. Ол схеманың әрбір элементінің сипаттамасының бейсызықтығына негізделген, мысалы, транзистордың кіріс сипаттамасының бейсызықтығына байланысты. Сипаттаманың бейсызықтығынан транзистордың кірісіне берілген идеал синусоида транзистордан шыққанда берілген синусоидадан басқа жоғары гармоникалар бар болатын басқа сигналға айналады. Бейсызықтық қисаю деңгейі (гармоникалар коэффициенті) бірінші гармоника амплитудасының барлық гармоникалар амплитудаларының квадраттарының қосындысының квадрат түбіріне қатынасымен анықталады:

$$\frac{U_{1m}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n U_{im}^2}}.$$

Күшейткіштерде теріс кері байланыс (КБ) маңызды роль атқарады. Кері байланыс сигналын шығыстан алып, оны күшейткіштің кірісіне беру тәсілдеріне қарай кері байланысты төр түрге бөлуге болады [6.9]. КБ түрлерінің атауы екі сөзден тұрады: бірінші сөз кіріске сигналдың қалай берілетінін білдіреді, екіншісі – шығыстан қалай алынатынын анықтайды. КБ-тың түрлерін қарастырайық:

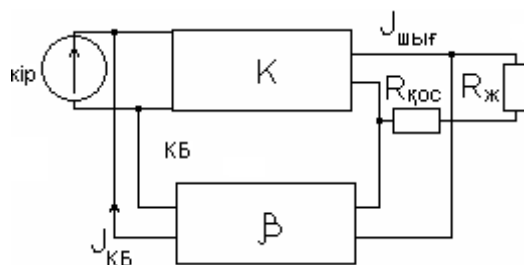


2 сурет – Тізбектей-параллель КБ

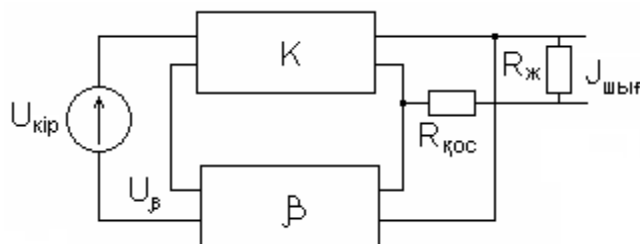


3 Сурет – Параллель-параллель КБ

Параллель КБ кезінде кіріс бойынша токтар қосылады.



4 Сурет – Параллель-тізбектей КБ



5 Сурет – Тізбектей-тізбектей КБ

Теріс КБ күшейткіштің кейбір сипаттамаларын біршама өзгертеді, мысалы, күшейткіш параметрларының тұрақтылығын жоғарылатады, бірақ бұл кезде күшейту коэффициенті мына заңдылыққа сәйкес төмендейді:

$$K_{\text{ЭА}} = K / (1 + \beta K).$$

Мұндағы β - КБ күшейту коэффициенті, K - КБ жоқ кездегі күшейту коэффициенті.

Кез-келген тізбектей КБ (кіріс бойынша да, шығыс бойынша да) сәйкес кедергіні $(1 + \beta K)$ есе жоғарылатады. Кез-келген параллель КБ сәйкес кедергіні $(1 + \beta K)$ есе төмендетеді. βK көбейтіндісі тұзақтық күшейту деп аталады.

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., Жебрыков 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.