

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта адам қызметінде, әсіресе басқару жүйесінде электроника қолданылмайтын сала жоқ. Басқару үрдісінің күйі жайлы бастапқы ақпарат электрлік белгілері формасында берілген, өндірілетін сәйкес датчиктермен күшейтуге, фильтрлеуге, түрлендіруге т.б ұшырайды. Датчиктермен өндірілетін белгілердің энергетикалық деңгейі төмен болуына байланысты оларды алдын ала күшейту керек. Күшейткіш – ток көзіне түсетін энергия ағымын басқаратын электрондық құрылғы. Күшейткіштер өзінің функционалдық қызметіне қарай бірнеше түрге бөлінеді. Күшейтілетін белгінің табиғатына қарай күшейткіштер мынандай түрлерге бөлінеді: тұрақты ток күшейткіштері, айнымалы ток күшейткіштері, импульстік белгілер күшейткіштері. Күшейтілетін белгілердің жиілігіне қарай төменгі жиілікті (ҚТЖ) f_n ондаған герцтен f_b килогерцке дейін, кең жолақты жүзденген килогерцтен ондаған мегагерцке дейін, селективті күшейткіштер және т.б.

ҚТЖ қолдану шартына қарай қоршаған ортаның температура өзгерісін жатқызуға болады, онда күшейткіш өзінің толық жұмысқа қабілеттілігін сақтау керек, механикалық әсер ету түрін, салмақтық энергетикалық энергетикалық көрсеткіш талабына сай және т.б. Күшейткішке қойылатын талаптардың негізгі біреуі күшейтілетін белгінің энергетикалық көрсеткішін ұлғайту, оған кернеу(ток, қуат) бойынша күшейту, белгі формасының тозып қалмауынсыз, белгі формасының тозу деңгейін бақылау міндеті пайда болады. Күшейткіштің шығысында үлкен сызықты емес тозу көзінің біреуі транзистордың сызықты емес вольтамперлік мінездемесі болып табылады. Датчиктер кең спектрлік техникалық параметрлерге ие, мысалы: шығыс кедергісінің шамасы, онда күшейткіш каскадының жоғарғы кіріс кедергісіне арнайы талаптары қойылады.

Электрондық сұлба каскадының байланысы жартылай өткізгіш құралдарының эквиваленттік сұлбалары, белгілердің пассивтік пішіндеуі RC , RL және RLC тізбектер базасында жүзеге асырылады. Көрсетілген тізбектер бойымен белгілер өткенде, өзінің пішінін өзгертеді. Бұл өзгерістер алдын ала жобаланған сипатта немесе кездейсоқ болады. Пассивтік тізбектердің көмегімен белгінің пішін өзгерісінің болжамдық есептеуі схема техникалар курсына оқуда негізі және міндетті болып табылады.

Күшейткіштің электрондық сұлбасын жобалаған кезде, пішіндеу және түрлендіру компоненттерін таңдау келесі түрде болады, берілген мінездемелер бойынша олардың параметрлері, құрылғының максималдық эффектілігін қамтамасыз ету керек, сонымен қатар оның үнемділігі, ток көзі энергиясының шығыны және компоненттердің өзіндік құндылығы бойынша болады.

4 БИПОЛЯРЛЫ ТРАНЗИСТОРЛАРДАҒЫ ТӨМЕН ЖИІЛІКТІ, АЗ ҚУАТТЫ КҮШЕЙТКІШТЕРДЕГІ ЕСЕПТЕУ

4.1 Жалпы мағлұматтар және анықтамалар.

Ғылым мен техника аймағында, әсіресе, басқару жүйелерінде кейбір электрлік белгілерді күшейту қажеттілігі туады, уақыт өтуі бойынша тұрақты және айнымалы болуы мүмкін. Осы мақсаттағы құралдар күшейткіштер деп аталады.

Әртүрлі физикалық табиғаттың өлшеу шамаларын электрлік белгілерге түрлендіруден тұратын функция бірінші ретті электрлік белгілердің көздері датчик деп аталады. Датчиктердің физикалық принциптері мен құрылыстары әртүрлі болып келеді, мысалы, индукционды, индуктивті, резистивті, сыйымдылықты, пьезоэлектрлік, магнестрикциялық, фотоэлектрлі және т.б. [Нуберт]

Күшейткіштердің жіктелудің негізіне әртүрлі белгілері тән. Күшейтілетін белгілердің мінез-құлқына байланысты олар өзгергіш (үндескен, күшті, күрделі түр) күшейткіштері және тұрақты ток бола алады. Күшейткіштер күшейткіш қуаттылығына қарай аз қуатты, орта қуатты күшейткіштер және қуатты күшейткіштер болып бөлінеді. Төмен жиілікті күшейткіштер күшейткіш жиілігінің диапазонына қарай-аралық жиілікті күшейткіштер, биік жиілікті күшейткіштер, дыбысты жиілікті күшейткіштер болады. Күшейткіштер тар жолақты және кең жолақты болады. Өте тар жолақты белгілерді күшейту қажеттілігі жиі туады, мұндай күшейткіштерді сұрыпталған деп атайды. Күшейткіштер электронды шамдарда, биполярлық және полярлық транзисторларда, туннельдік диодтарда және магниттік элементтерде қолданылады.

Күшейткіштердің техникалық сипаттамалары белгінің қуаттылық шығуымен, шығатын кернеумен немесе токпен, күшейту коэффициентімен және пайдалы әсер коэффициентімен, өткізу жолағымен, температуралық тұрақтылықпен, бұрмалау коэффициентімен және шуыл көрсеткіштерімен, сезгіштікпен, кіріс кедергісімен және т.б. анықталады. Күшейткіштердің шығыс шамалары, сондай-ақ, шығатын кернеу, ток, қуат күшейткіштің тағайындауына және күш түсу үлгісіне тәуелді болады. Егер түскен күшті белсенді деп есептесек, онда көрсетілген шамалар келесі түрде болады :

$$U_H = I_H R_H; P_H = I_H U_H = I_H^2 R_H = U_H^2 / R_H. \quad (4.1)$$

Шығыс шамалары мына формулалармен өрнектеледі (4.1)

$$U_{VX} = I_{VX} R_{VX}; P_{VX} = I_{VX} U_{VX}; R_{VX} = U_{VX} / I_{VX} \quad (4.2)$$

Күшейткіштің күшейу коэффициенті күшейткіштегі шығатын кернеумен кіретін кернеудің байланысымен анықталады

$$K=U_H/U_{BX}$$

Көп каскадты күшейткіштердің барлық күшейткіш коэффициенттері жеке каскадтың күшейткіш коэффициентімен анықталады

$$K=K_1K_2K_3\ldots K$$

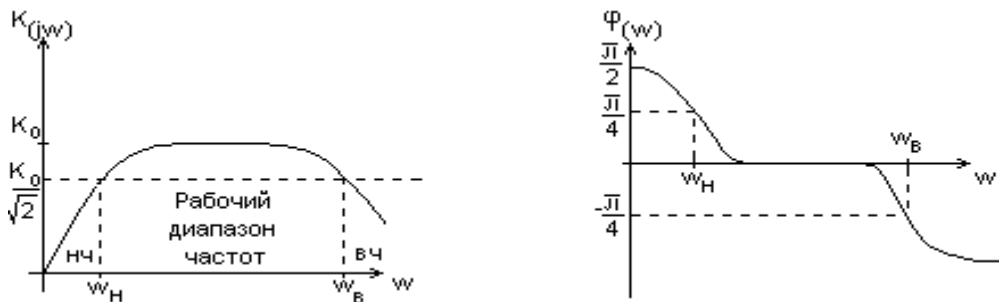
Күшейткіштің шығу тізбегіндегі пайдалы әсер коэффициенті шығу тізбегіндегі белгінің қуаттылығы кіріс тізбегіндегі тұтыну көзімен анықталады

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

Сондай-ақ ПӘК қуатты күшейткіші бар, оның қуаты барлық көзден алынған түсірілген қуаттың қосындысына тең болады

$$\eta_{\text{ҮС}}=P_{\sim}/P_0$$

Күшейткіштің сұлбалық түрінде реактивті элементтер (сыйымдылық, индуктивтілік) жиілік спектрін құрайтын белгінің бірдей емес күшеюіне әкеледі, яғни жиілік және фазалық бұрмалаулар пайда болады. Бұрмалаулардың дәрежесі осы жиілікте күшейту коэффициентімен күшейткіштің жиілік сипаттамасымен анықталады. 4.1 суретінде күшейткіштің шартты амплитудалық - жиілік сипаттамасы келтірілген.

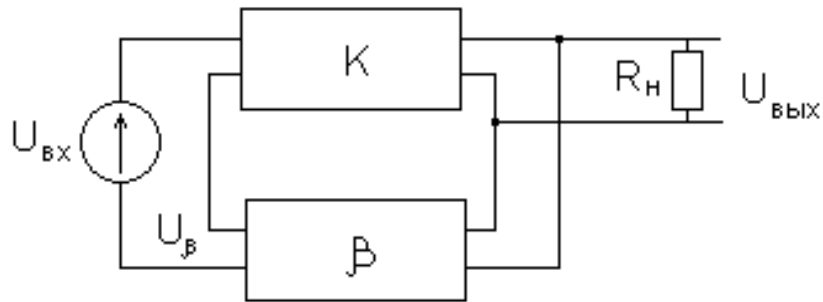


Сурет 4.1 -Амплитудалық-жиілік және фазалық сипаттама

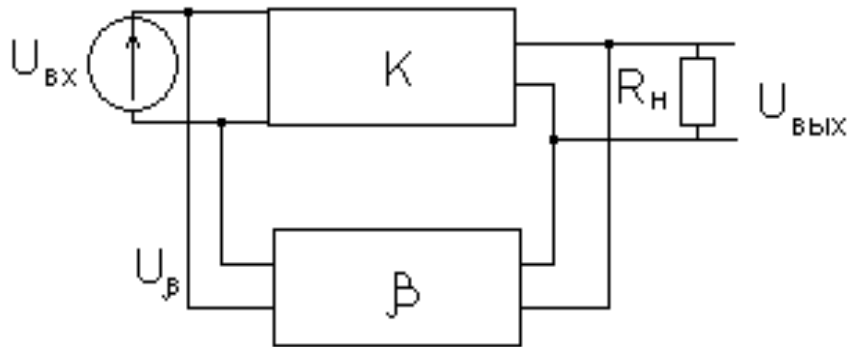
Күшейткіштің жиілік бұрмалаулары жиілікке салыстырмалы күшейтумен $Y=K/K_{CP}$ немесе жиілік бұрмалаулардың коэффициентімен анықталады $M=K_{CP}/K=1/Y$. Жиілік сипаттамаларының орта бөлімінде бұлар бірге тең болады $M=Y=1$, және олар бірден неғұрлым өзгерек болған сайын соғұрлым бұрмалаулар да өседі. Жиілік бұрмалаулардан басқа тағы түзусызықты емес бұрмалаулар бар, ол бөлек элементтердің сұлбалық сипаттамаларының түзусызықты еместігінің ескертілінгені, мысалы транзистордың түзусызықты емес кіріс сипаттамасы. Түзусызықты емес сипаттама транзистордың кіріс мінсіз синусоидасына әкеледі, шығысында жоғары гармоникалық спектр пайда болады. Күшейткіштің бұрмалауының (гармоникалық коэффициент) түзусызықты еместігінің дәрежесі келесі қатынаспен анықталады: бұндағы $U_{1m}, U_{2m}, \dots, U_{km}$ - гармониканың бірінші, екінші, үшінші,к-шысы амплитудалық мағынасы.

Күшейткіштерде кері байланыс өте маңызды рөл атқарады (КБ). Күшейткіште кері байланыс белгі алу тәсілі шығудан және беру кірісіне төрт

түрлі кері байланыс айырмашылығымен анықталады. Үлгі аты КБ екі сөзден тұрады. Бірінші сөз белгінің кіріске қалай берілетіндігін, екінші - қалай шығуын анықтайды. Төменде кері байланыстың төрт түрі қарастырылады:

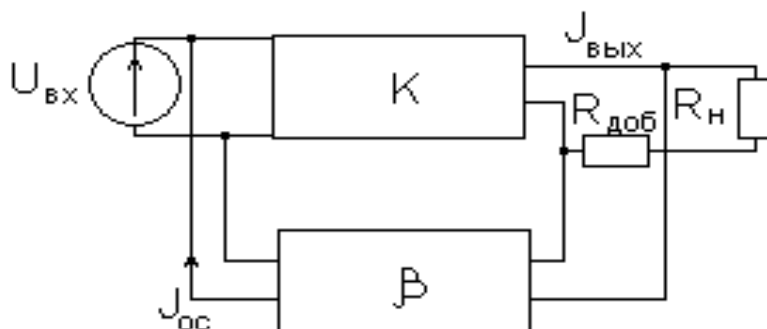


4.2 сурет - Тізбектелген - параллельді кері байланыс

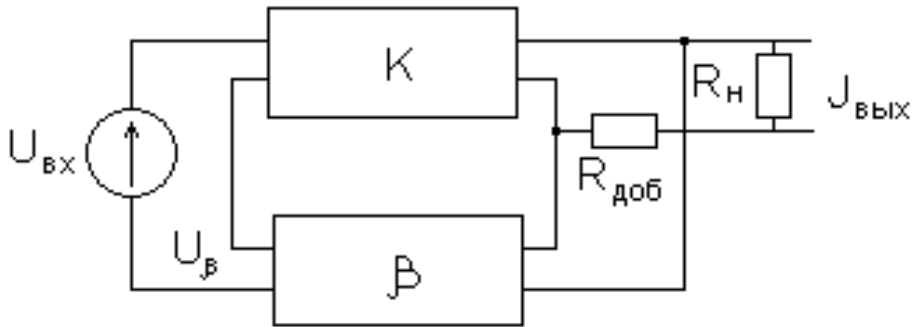


4.3 сурет - Параллельді-параллельдік байланыс

Кірістің параллельді кері байланыс жанында токтардың қосылуы жүреді.



4.4 сурет - Параллель-тізбектелген кері байланыс



4.5 сурет-Тізбекті-тізбектелген кері байланыс

Жағымсыз кері байланыс күшейткіш шамаларының тұрақтылығын жоғарылатады, бірақ күшейту коэффициенті $K_{ос} = K/(1 + \beta K)$ теңдеуіне сәйкес азаяды. (β -КБ күшейту коэффициенті, ал K -кері байланыссыз күшейту коэффициенті)

Кез келген тізбектелген кері байланыс (кіру немесе шығу) сәйкес кедергіні $(1 + \beta K)$ рет үлкейтеді. Кез келген параллель кері байланыс (кіру немесе шығу) сәйкес кедергіні $(1 + \beta K)$ рет кішірейтеді. βK туындысы ілгіш күшейткіш деп аталады.

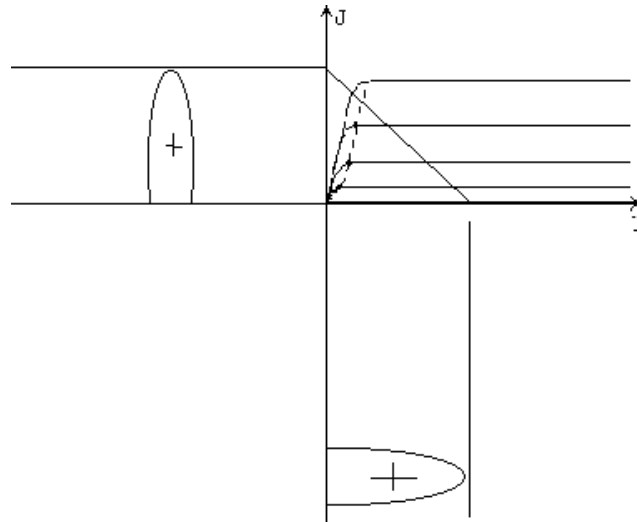
4.2 Күшейткіш каскадтардың жұмыс істеу режимі.

Күшейткіш каскадтардың жұмыс істеу режимдерінің нешетүрлісі бар: А класты режим, В класты режим, С класты режим және Д класының кілттік режимі. Келтірілген режим кластары тұрақты ток жұмыс нүктесімен анықталады.

А класс режиміндегі ток кірген және шыққан тізбектегі транзистордан жеткілікті запаспен ағады және осы жұмыс уақытында ауыспалы пайдалы белгінің бар-жоғына тәуелсіз түрде болады.

В класс режимі басқаларына қарағанда тиімді болып келеді. Бұл режим күшті күшейткіштің каскадтарына арналған. Берілген режимде жұмыс нүктесі транзистордың алғашқы жұмыс аймағынан таңдалады, ол сызықтың аймағынан тыс.

Бұл жағдайда транзистор тек жартылай ашық, сондықтан энергия шығыны көп емес. Егер кіретін белгі синусоида болса, ауыспалы токтың тек жарты толқыны ғана күшейтілетін болады, ол оң болсын, ал екіншісі секіріс аймағына түседі, ол 4.5 суретінде көрсетілген.



Сурет 4.5 – В класс режиміндегі күшейткіш каскадының жұмысы

4.3 Практикалық кеңес.

Мысалы, техникалық шарт берілген және төмен жиілікті аз қутты күшейткіштің сызбаға түсірудегі сипаттамасы мынадай:

$U_{m\text{ вх}}$, мВ – амплитудалық белгі көзінің мәні;

$U_{m\text{ вых}}$, В – амплитудалық күшейткіштің шығу кезіндегі қысымының мағынасы;

R_n , кОм – тізбектегі кедергінің күшейткіштегі қысымы

$F_n \div F_v$, кГц – күшейтілетін жиілік диапазоны;

$M_v = M_n = 1,18$ – жиілікті үйкелу коэффициенті;

$t^{\circ}_{\text{окр}}$, °С – күшейткіштің жұмыс температурасы;

E_k , В – коллектор тізбегіндегі тұрақты кернеудегі кернеу көзі;

R_i – белгі көзінің ішкі кедергісі (генератордың ішкі кедергісі);

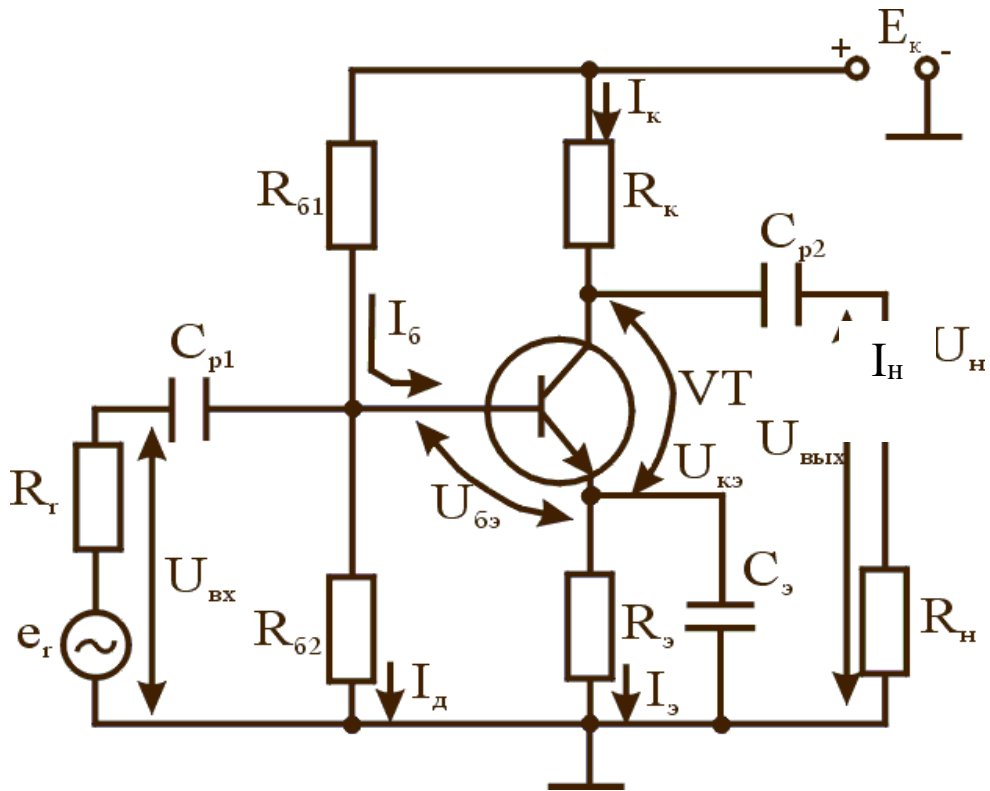
Белгі көздерінің белгілі шамаларындағы кернеу бойынша қажетті күшейту коэффициенті берілген мынадай нұсқа болуы мүмкін.

Жоба жасаудың басында төменгі жиілікті күшейткіштерге үшкаскадты сұлба сәйкес келуі мүмкін деп ұсынуға болады. Көпкаскадты күшейткіштердің ортақ коэффициенті әрбір каскадтардың коэффициенттерін көбейткенге тең.

$$K = K_1 K_2 \dots K_n$$

Каскад арасындағы байланыс бөлу конденсаторлары арқылы орындалады, бір каскадтың екіншісіне әсерін тигізбеу үшін.

Бірінші каскад үшін көбірек қолданылатын ортақ эмиттерлі сұлба 4.6 суретінде көрсетілген.



4.6 сурет – Ортақ эмиттерлі күшейткіштердің каскады

Күшейткіш сұлбаларының есептелуі итерационды үрдіс болып табылады, яғни күшейткіштің және бағаның барлық есептеу жолынан кейін, мысалы кейбір каскадтың жалпы күшейткіш коэффициентін мүмкін қайта есептеу пайда болады. Егер күшейткіштің шығысындағы қуат пен жүктеме шамасы берілсе, есептеуді соңғы каскадтан бастауға болады, ал егер датчиктің шамасы (датчиктің ішкі кедергісі (белгі көзі) – R_r , оның шығыс кедергісі – E_n) берілсе есепті бірінші каскадтан бастауға болады және де онымен қоса күшейткіштің берілген коэффициентін немесе шығыс кернеуінің амплитудасын және күшейткіштің кейбір басқа сипаттамалардың қамсыздандыру қажет.

Күшейткіштердің арнайы сұлбалық шешімдері бар, күшейткіштің аз амплитудалы кірістің белгілік немесе дыбыстық күшейткішін анықтау үшін «төмен шулы» биполярлы немесе полярлы транзисторлар қолданылады.

Транзистордың вольт-амперлік сипаттамасын пайдалана отырып каскадтың аналитикалық немесе графоаналитикалық есептелуін жорамалдауға болады. Алдын ала күшейту каскадына аналитикалық, ал қуатты күшейткішке графоаналитикалық тәсіл қолданылады. Бірақ бұл жағдайда мысал ретінде екі тәсілде қолданылады.

Күшейткіш каскадының есептелуі ереже түрінде орындалады, ол үш этаптан: транзисторды таңдау және каскадтың жұмыс істеу шамаларын бағалау, айнымалы және тұрақты токты есептеуден тұрады.

ӘДЕБИЕТ**Негізгі**

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

2 Бочаров Л.Н. и др. Расчет электронных устройств на транзисторах / Бочаров Л.Н., Жебряков С.К., Колесников И.Ф. – М.: Энергия, 2017. – 208с., ил. – (Массовая радиобиблиотека; Вып. 963).

3. Войшвилло Г.В. Усилительные устройства: Учебник для вузов.- 2-е изд. Перераб. и доп. –М.: Радио и связь. 2013. – 264 с.

4 Шадрин Г.К. Основы электроники: Курсовая работа, задания, методические указания для студентов специальности 050716 «Приборостроение» заочной формы обучения / Г.К. Шадрин, Н.В. Аринова / ВКГТУ.-Усть-Каменогорск, 2007. – 35 с.

Анықтама

8 Голомедов В.А. Полупроводниковые приборы: диоды выпрямители, стабилитроны, тиристоры. Справочник – М.: Связь, 1978.

9 Лавриненко В.Ю. Полупроводниковые приборы. Справочник. – Киев: Техника, 1984.