



Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Биполярлы транзисторға негізделген күшейткішті есептеу

*PhD докторы ЭТжҒТ кафедрасының
қауымдастырылған профессоры
Хабай Анар
Email: a.khabay@satbayev.university*

Алматы қаласы, 2025 ж.

Дәріс №14. Биполярлы транзисторға негізделген күшейткішті есептеу

Дәрістің мақсаты:

Жалпы эмиттер схемасындағы транзисторлық күшейткіштің құрылымын және жұмысын түсіндіру;

Тыныштық режимін есептеу әдісін меңгерту;

Жүктеме сызығын тұрғызу және жұмыс нүктесін графикалық табуды үйрету;

Күшейткіштің кіріс және шығыс сипаттамаларын талдау;

Теріс кері байланыстың рөлін түсіндіру;

Амплитудалық-жиіліктік сипаттамаларды (АЖС) анықтау тәсілдерін үйрету;

Жүктеменің күшейткіш параметрлеріне әсерін көрсету.

ТЫНЫШТЫҚ РЕЖИМІ ЖӘНЕ ТҰРАҚТАНДЫРУ

Тыныштық режимі (А нүктесі):

- Кіріс сигналының кернеуі аз болғанда, күшейткіштің жұмысын тұрақты ЭҚК (ЕК) және тұрақты ток компоненталары (ІБ, ІК, ІЭ) бар А нүктесінің суперпозициясы ретінде көрсетуге болады.
- RБ1 және RБ2 резисторлары базадағы тұрақты кернеуді қамтамасыз етеді, ол номиналды база тогын анықтайды.
- Сызықтық күшейткіш каскадтарында жұмыс нүктесін тұрақтандыру үшін жалпы эмиттер схемасы және ток бойынша теріс кері байланыс қолданылады.

Теріс Кері Байланыс элементтері:

- RЭ резисторы тұрақты ток бойынша теріс кері байланысты қамтамасыз етеді және транзистор режимін тұрақтандыру үшін қызмет етеді.
- СЭ конденсаторы блоктау конденсаторы деп аталады. Ол айнымалы құрамдас бойынша теріс кері байланысты жояды және осылайша күшейтуді арттырады. .

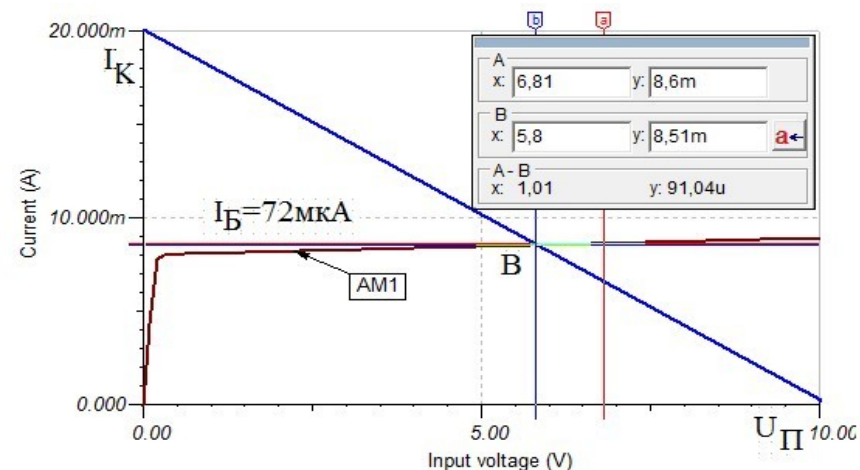
ЖҰМЫС НҮКТЕСІН ГРАФИКАЛЫҚ ТАБУ

Жүктеме Сызығы:

- Кіріс тізбегінің жүктемелік сызығын құру арқылы кіріс сипаттамасындағы жұмыс нүктесі анықталады.
- Шығыс тізбегін Кирхгоф заңы бойынша есептеу арқылы шығыс сипаттамаларына арналған жүктемелік сызықтың теңдеуі алынады.
- Шығыс сипаттамаларындағы жүктемелік сызық коллектор тогы (I_K) мен коллектор-эмиттер кернеуі (УКЭ) осьтерімен қиылысу нүктелері арқылы тұрғызылады.

Графикалық талдау:

- Жұмыс нүктесі (А нүктесі) жүктемелік сызығы мен транзистордың шығыс сипаттамаларының (берілген база тогына ІБП сәйкес) қиылысу нүктесінде табылады.
- Тыныштық режимде транзистордың дұрыс жұмыс істеуі үшін УКЭ қоректендіру кернеуінің жартысына жуық мәнде ($U_{КЭ} \approx E_{К/2}$) таңдалуы керек.



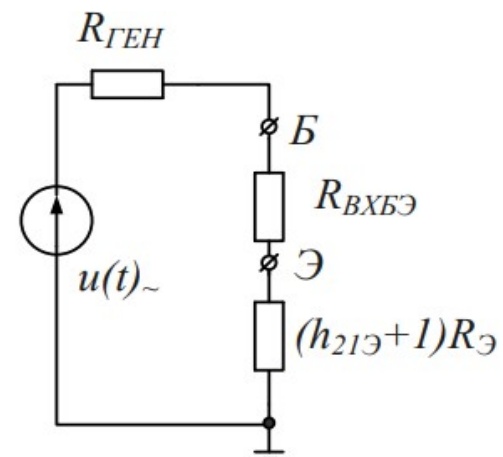
АЙНЫМАЛЫ СИГНАЛДЫ КҮШЕЙТУ

Сигналды енгізу және шығару:

- Кіріс айнымалы сигналы ($e c(t)$) бөліп алатын $C1$ конденсаторы арқылы транзистордың базасына беріледі және күшейтіледі.
- Күшейтілген шығыс сигналы R_K резисторынан $C2$ конденсаторы арқылы жүктемеге (R_H) беріледі.
- Байланыс конденсаторлары ($C1, C2$) тұрақты ток компоненттерін бөліп, тек айнымалы ток сигналдарын өткізу үшін қолданылады.

Теріс кері байланыстың әсері (Айнымалы ток):

- Теріс кері байланыс (блокирлеуші конденсаторсыз) күшейту коэффициентін төмендетеді.
- R_E Экедергісіндегі айнымалы кернеу транзистордың база-эмиттер кернеуін төмендетіп, нәтижесінде коллектор тогына әсер ететін күшейту коэффициенті азаяды.



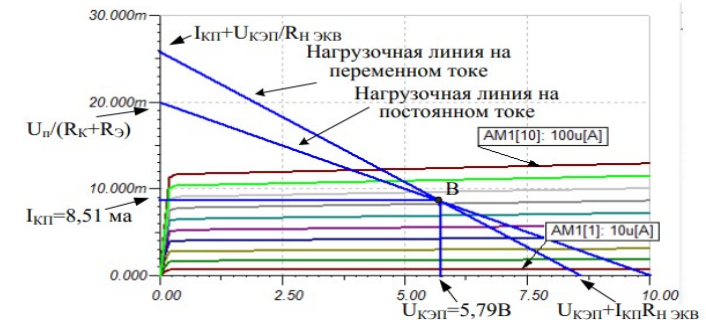
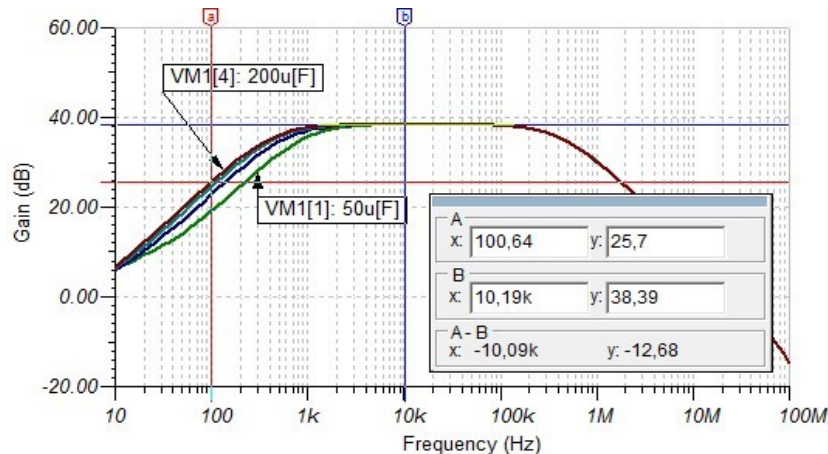
ЖҮКТЕМЕ ЖӘНЕ ЖИІЛІК СИПАТТАМАЛАРЫ

Жүктеменің әсері:

- Жүктемені (R_H) қосу күшейткіштің шығыс кернеуіне әсер етеді.
- СЭ блоктау сыйымдылығымен қысқа тұйықталған жағдайда, кіші айнымалы сигнал бойынша R_K және R_H параллель қосылады.
- Осыған сәйкес, айнымалы сигнал үшін қосымша жүктеме сызығы (AC Load Line) тұрғызылады, ол тұрақты токтағы жүктеме сызығынан өзгеше болады.

Амплитудалық-Жиіліктік Сипаттама (АЖС):

- АЖС графиктері күшейтудің жиілік тәуелділігін көрсетеді.
- Күшейткіштің өткізу жолағы максималды мәннен 3 дБ-дан аспайтын күшейту төмендейтін жиілік аймағы деп есептеледі.
- Өткізу жолағынан тыс жоғары жиіліктердегі күшейтудің төмендеуі транзистордың жиілік сипаттамаларымен түсіндіріледі.



Қорытынды

- ✓ Биполярлы транзисторға негізделген күшейткіш каскад – бұл кіріс сигналының қуатын арттыруға арналған электрондық жүйенің маңызды бөлігі. Каскадтың табысты жұмысының негізі – оның тыныштық режимін дұрыс таңдау, яғни транзистордың сызықтық күшейту аймағында болуын қамтамасыз ету. Жалпы эмиттер схемасы жоғары күшейтуді қамтамасыз етеді, ал теріс кері байланыс (R_E резисторы арқылы) режимнің тұрақтылығын арттырады. Байланыс және блоктау конденсаторлары айнымалы сигналдың тұрақты компоненттерден бөлінуін және күшейтудің артуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, кез келген күшейткіштің маңызды сипаттамасы – оның амплитудалық-жиіліктік сипаттамасы, ол күшейткіштің қай жиіліктер диапазонында тиімді жұмыс істейтінін көрсетеді. Жүктемені қосу күшейту коэффициентіне әсер еткендіктен, есептеу кезінде айнымалы токқа арналған екінші жүктеме сызығын ескеру қажет.

Қайталау сұрақтары

1-бөлім. Негізгі принциптер

1. Транзисторлық күшейткіштің негізгі мақсаты қандай?
2. Неліктен күшейткіштің жұмыс нүктесі (А нүктесі) дұрыс таңдалуы керек?
3. RЭ резисторының атқаратын қызметін түсіндіріңіз.
4. Блоктау (СЭ) конденсаторының рөлі қандай?
5. Байланыс (C1, C2) конденсаторлары не үшін қажет?

2-бөлім. Тыныштық режимін есептеу

6. Кіріс тізбегінің эквиваленттік кернеуі мен кедергісі қалай анықталады?
7. Жүктеме сызығы дегеніміз не және ол қалай тұрғызылады?
8. Коллектор тогы мен база тогы арасындағы байланыс қалай сипатталады (β коэффициенті)?
9. Жұмыс нүктесін графикалық әдіспен табудың артықшылықтарын атаңыз.
10. Тыныштық режимде транзистордың дұрыс жұмыс істеуі үшін UKЭ қандай мәнде таңдалады?

3-бөлім. Сипаттамалар және параметрлер

11. Күшейткіштің кіріс кедергісі қалай есептеледі?
12. Шығыс кедергісі (Rшығ) қандай формуламен анықталады?
13. Теріс кері байланыстың күшейту коэффициентіне әсерін түсіндіріңіз.
14. Амплитудалық-жиіліктік сипаттамадағы өткізу жолағы қалай анықталады?
15. Неліктен жоғары жиіліктерде күшейту төмендейді?

4-бөлім. Қолданбалы есептер

16. RБ1, RБ2, RК және RЭ резисторларын таңдау үшін қандай шарттар орындалуы тиіс?
17. Жүктемені (RН) қосу күшейткіштің шығыс кернеуіне қалай әсер етеді?
18. Айнымалы токтағы жүктеме сызығы неліктен тұрақты токтағыдан өзгеше?
19. Күшейткіштің децибелдердегі күшейту коэффициентін қалай есептеуге болады?
20. Электрондық құрылғыларда транзисторлы күшейткіштердің негізгі қолданылу салаларын атаңыз.

Назарларыңызға рақмет!