



Радиотехникалық құрылғылар және радиожүйелер элементтері

5-дәріс

Күшейткіштер: түрлері және сипаттамалары

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

1

Күшейткіштің мақсаты және құрылымы

2

Күшейтудің негізгі коэффициенттері

3

Күшейткіштердің жіктелуі

4

Кернеу, ток және қуат күшейткіштері

5

A, B, AB және C жұмыс кластары

6

Жиіліктік сипаттамалар және өткізу жолағы

7

Шу, бұрмалану және тиімділік

8

Радиожүйелердегі қолданылуы

Күшейткіш дегеніміз не?



Күшейткіш — кіріс сигналының пішінін мүмкіндігінше сақтай отырып, оның кернеуін, тогын немесе қуатын арттыратын электрондық құрылғы.



- Қосымша энергия қорек көзінен алынады.
- Кіріс сигналы күшейткішті басқарады, ал шығыста үлкенірек амплитудалы сигнал алынады.
- Нақты күшейткіште шу мен сызықтық емес бұрмаланулар пайда болуы мүмкін.

КЕРНЕУ БОЙЫНША

$$K_u = U_{\text{шығ}} / U_{\text{кір}}$$
$$A_u(\text{dB}) = 20 \log_{10} K_u$$

ТОК БОЙЫНША

$$K_i = I_{\text{шығ}} / I_{\text{кір}}$$
$$A_i(\text{dB}) = 20 \log_{10} K_i$$

ҚУАТ БОЙЫНША

$$K_p = P_{\text{шығ}} / P_{\text{кір}}$$
$$A_p(\text{dB}) = 10 \log_{10} K_p$$

Мысал: кернеу 0,1 В-тан 2 В-қа дейін күшейсе:

$$K_u = 2 / 0,1 = 20 \rightarrow A_u \approx 26 \text{ дБ}$$

Жиілік бойынша

Тұрақты ток, төмен жиілік, кең жолақты, радиожіілік

Күшейтілетін шама

Кернеу, ток, қуат

Белсенді элемент

BJT, MOSFET, операциялық күшейткіш, интегралдық RF күшейткіш

Жұмыс режимі

А, В, АВ, С және басқа кластары

Мақсаты

Алдын ала, аралық, драйверлік, шығыс қуат күшейткіші

Схема түрі

Біркаскадты немесе көпкаскадты

КЕРНЕУ КҮШЕЙТКІШІ

Негізгі мақсат — U шығ мәнін арттыру. Әдетте алдын ала каскадтарда қолданылады.

ТОК КҮШЕЙТКІШІ

Жүктемеге берілетін токты арттырады. Төмен шығыс кедергісі маңызды.

ҚУАТ КҮШЕЙТКІШІ

Жүктемеге жеткізілетін RF немесе дыбыстық қуатты арттырады.

Қуат күшейткішінде тек күшейту ғана емес, ПӘК, жылулық режим және сызықтылық та маңызды.

А класы

Өткізу бұрышы $\approx 360^\circ$

Жоғары сызықтылық,
ПӘК төменірек

В класы

$\approx 180^\circ$

ПӘК жоғары, өтпелі
бұрмалану болуы мүмкін

AB класы

$180^\circ - 360^\circ$

Сызықтылық пен ПӘК
арасындағы компромисс

С класы

$< 180^\circ$

Жоғары ПӘК, RF
резонанстық тракттарда

Жұмыс класын таңдау сигнал түріне, қажетті сызықтылыққа, қуатқа және энергия тиімділігіне байланысты.

Амплитудалық-жиіліктік сипаттама



Күшейткіш барлық жиіліктерді бірдей күшейтпейді. Жұмыс диапазоны төменгі f_l және жоғарғы f_h шекараларымен анықталады.

$|K|$



$$B = f_h - f_l$$

ШУ

Күшейткіштің ішкі элементтері пайдалы сигналға қосымша кездейсоқ құраушылар енгізеді.

СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС БҰРМАЛАНУ

Шығыс сигналының формасы кіріс сигналына дәл пропорционал болмайды.

ҚАНЫҒУ / CLIPPING

Шығыс амплитудасы мүмкін шектен асқанда сигнал шыңдары қиылады.

- Аз шу коэффициенті қабылдағыштың алғашқы каскадтары үшін өте маңызды.
- Таратқышта сызықтылық модуляцияланған сигнал спектрінің бұрмалануын шектейді.
- Дұрыс жұмыс нүктесі және кері байланыс бұрмалануды азайтуға көмектеседі.

Пайдалы әсер коэффициенті қорек көзінен алынған тұрақты ток қуатының қандай бөлігі пайдалы шығыс қуатына айналғанын көрсетеді.

$$\eta = P_{\text{шығ}} / P_{\text{қорек}} \cdot 100\%$$

η ЖОҒАРЫ

Аз энергия жылуға кетеді.

ЖЫЛУ

$P_{\text{жылу}} \approx P_{\text{қорек}} - P_{\text{шығ}}$

ИНЖЕНЕРЛІК ТАЛАП

Радиатор, салқындату және қауіпсіз температура.

БЕРІЛГЕНІ

$U_{\text{кір}} = 20 \text{ мВ}$

$U_{\text{шығ}} = 1 \text{ В}$

$P_{\text{қорек}} = 5 \text{ Вт}$

$P_{\text{шығ}} = 3 \text{ Вт}$

1) Кернеу бойынша күшейту:

$$K_u = 1 / 0,02 = 50$$

$$A_u = 20\log_{10}(50) \approx 34 \text{ дБ}$$

2) Пайдалы әсер коэффициенті:

$$\eta = 3/5 \cdot 100\% = 60\%$$

Нәтиже: $K_u = 50$ ($\approx 34 \text{ дБ}$), $\eta = 60\%$

LNA

Антеннадан келген әлсіз сигналды аз шу қосып күшейтеді

IF күшейткіш

Аралық жиіліктегі сигнал деңгейін арттырады

Драйвер

Қуат күшейткішінің кірісін қажетті деңгейге жеткізеді

PA

Таратқыштың антеннаға беретін RF қуатын қалыптастырады

Буфер

Каскадтарды бір-бірінен оқшаулайды және жүктеме әсерін азайтады

AGC трактісі

Қабылданған сигнал деңгейін автоматты реттеуге қатысады

1

Күшейткіштің негізгі қызметі қандай?

2

Кернеу бойынша күшейту коэффициенті қалай анықталады?

3

Қуат бойынша дБ формуласы неге $10\log$ арқылы есептеледі?

4

А, В, АВ және С кластарының айырмашылығы неде?

5

Күшейткіштің өткізу жолағы қалай анықталады?

6

Шу коэффициенті қай каскадтар үшін ерекше маңызды?

7

ПӘК жоғарылауы қуат күшейткішінің жылулық режиміне қалай әсер етеді?

Қорытынды

- ✓ Күшейткіш кіріс сигналының кернеуін, тогын немесе қуатын арттырады.
- ✓ Күшейту коэффициенті сызықтық мәнмен және децибелмен сипатталады.
- ✓ А, В, АВ және С жұмыс кластары сызықтылық пен тиімділік бойынша ерекшеленеді.
- ✓ Маңызды сипаттамалар: күшейту, өткізу жолағы, шу, бұрмалану және ПӨК.
- ✓ Радиожүйелерде LNA, IF, драйвер және қуат күшейткіштері әртүрлі міндет атқарады.

Силлабус: 5-дәріс — «Күшейткіштер: түрлері және сипаттамалары».