



Радиотехникалық құрылғылар және радиожүйелер элементтері

10-дәріс

Қабылдағыш құрылғылардың құрылымы

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

- 1 Радиоқабылдағыштың міндеті
- 2 Қабылдағыштың негізгі параметрлері
- 3 Тікелей күшейтетін қабылдағыш
- 4 Супергетеродиндік қабылдағыш
- 5 RF және IF трактілері
- 6 Гетеродин, араластырғыш және демодулятор
- 7 AGC және шығыс трактісі
- 8 Құрылымдық есептік мысал

Радиоқабылдағыштың негізгі міндеті



Радиоқабылдағыш — антенна қабылдаған әлсіз радиожиілікті сигналдан қажетті арнаны таңдап, оны күшейтіп және демодуляциялап, бастапқы ақпаратты қалпына келтіретін құрылғы.

ТАҢДАУ

Көптеген RF сигналдарының ішінен қажетті арнаны бөлу.

КҮШЕЙТУ

Антеннадан келген әлсіз сигнал деңгейін өңдеуге жеткілікті мәнге арттыру.

ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ

Демодуляция арқылы дыбыс, дерек немесе басқа ақпаратты алу.

Қабылдағыштың сапасы байланыс қашықтығына, кедергіге төзімділікке және ақпарат сапасына тікелей әсер етеді.

СЕЗІМТАЛДЫҚ

Қажетті сапамен қабылданатын ең төмен кіріс сигнал деңгейі.

СЕЛЕКТИВТІЛІК

Қажетті арнаны көрші және бөгде сигналдардан бөлу қабілеті.

ШУ КОЭФФИЦИЕНТІ

Қабылдағыш трактінің SNR-ды қаншалықты нашарлататынын сипаттайды.

ДИНАМИКАЛЫҚ ДИАПАЗОН

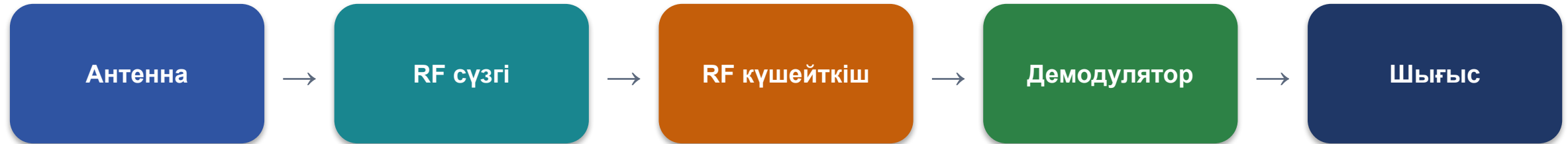
Әлсіз және күшті сигналдармен бұрмаланусыз жұмыс істеу аралығы.

ӨТКІЗУ ЖОЛАҒЫ

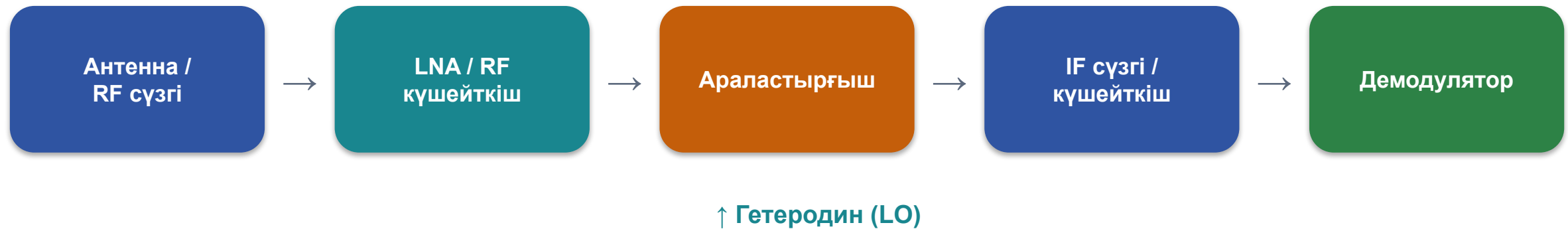
Қабылдағыш өңдей алатын ақпараттық/арналық спектр ені.

ТҰРАҚТЫЛЫҚ

Жиілік пен күшейтудің уақыт және температура бойынша тұрақтылығы.



- Құрылымы қарапайым және жиілікті түрлендіру қажет емес.
- Бірнеше RF каскадтың бір жиілікке дәл бапталуы қиын болуы мүмкін.
- Жоғары селективтілік пен тұрақты күшейтуді кең диапазонда қамтамасыз ету күрделірек.



$$f_{IF} = |f_{RF} - f_{LO}|$$

Тұрақты IF жиілігі жоғары сапалы сүзгілеу мен күшейтуді жеңілдетеді, сондықтан бұл құрылым классикалық радиоқабылдағыштарда кең таралған.

КІРІС СҮЗГІСІ

Жұмыс диапазонын таңдайды және айна/бөгде жиіліктерді араластырғышқа дейін әлсіретеді.

LNA

Low-Noise Amplifier әлсіз сигналды аз қосымша шуммен күшейтеді.

КЕЛІСТІРУ

Антенна мен қабылдағыш арасындағы қуат берілуін жақсарту үшін импеданстар сәйкестендіріледі.

Қабылдағыштың алғашқы каскадтары жалпы шу сипаттамасына өте күшті әсер етеді.

Мақсат: қажетті сигналды сақтау + бөгде сигналды азайту + SNR-ды мүмкіндігінше қорғау

IF трактісі қабылдағыштың негізгі селективтілігі мен көп бөлігіндегі күшейтуді қамтамасыз етеді.

IF СҮЗГІ

Арнаның қажетті өткізу жолағын қалыптастырады және көрші арналарды әлсіретеді.

IF КҮШЕЙТКІШ

Демодуляцияға жеткілікті сигнал деңгейін қалыптастырады.

AGC ӘСЕРІ

Күшейтуді кіріс деңгейіне қарай автоматты түрде өзгерте алады.

Тұрақты IF қолдану сүзгінің орталық жиілігін өзгертпей, әртүрлі RF арналарды бір трактпен өңдеуге мүмкіндік береді.

ДЕМОДУЛЯТОР

АМ, FM, PM немесе цифрлық модуляциядан ақпараттық сигналды қалпына келтіреді.

BASEBAND СҮЗГІ

Қажетсіз жоғары жиілікті компоненттер мен артық шуды азайтады.

ШЫҒЫС КАСКАДЫ

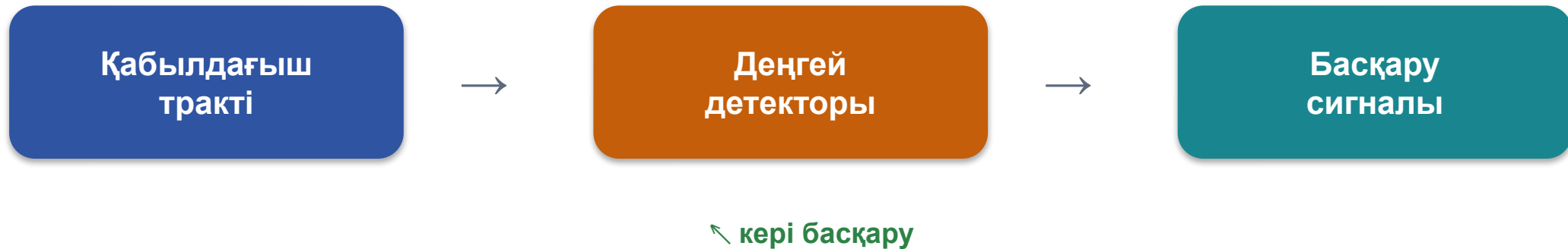
Дыбыс, цифрлық дерек немесе келесі өңдеу блогына қажетті деңгейді береді.

- Аналогтық қабылдағышта шығыс дыбыс немесе бейне болуы мүмкін.
- Цифрлық қабылдағышта демодуляциядан кейін символдарды анықтау, синхрондау және декодтау орындалады.

Автоматты күшейтуді реттеу — AGC



AGC (Automatic Gain Control) қабылданған сигнал деңгейі өзгергенде тракт күшейтуін автоматты реттеп, шығыс деңгейін салыстырмалы тұрақты ұстайды.



- Күшті сигнал кезінде күшейту азаяды.
- Өлсіз сигнал кезінде күшейту артады.
- AGC шамадан тыс жүктелу мен үлкен деңгей ауытқуларын азайтады.

Құрылым	Артықшылығы	Шектеуі
Тікелей күшейту	Қарапайым құрылым	Кең диапазонда баптау және селективтілік күрделі
Супергетеродин	Жоғары селективтілік, тұрақты IF	Айна жиілігі және LO қажет
Direct conversion	RF $\rightarrow$ baseband тікелей	DC offset, LO leakage мәселелері
Low-IF	Төмен IF, интеграцияға ыңғайлы	Кескін арнасын басу қажет

Есептік мысал: гетеродин жиілігі



БЕРІЛГЕНІ

$f_{RF} = 98,0 \text{ МГц}$

$f_{IF} = 10,7 \text{ МГц}$

Жоғары LO таңдалады

Гетеродин жиілігі:

$$f_{LO} = f_{RF} + f_{IF}$$

$$f_{LO} = 98,0 + 10,7 = 108,7 \text{ МГц}$$

$$|98,0 - 108,7| = 10,7 \text{ МГц}$$

Осылайша 98 МГц арнасы тұрақты 10,7 МГц IF трактіне көшіріледі. Арна өзгерсе, қажетті IF сақталуы үшін LO жиілігі сәйкес өзгереді.



- 1 Радиоқабылдағыштың негізгі функциялары қандай?
- 2 Сезімталдық пен селективтілік нені сипаттайды?
- 3 Тікелей күшейтетін қабылдағыштың ерекшелігі неде?
- 4 Супергетеродиндік құрылымда IF не үшін қолданылады?
- 5 LNA қабылдағыштың қай бөлігінде орналасады және не үшін?
- 6 AGC жүйесінің қызметі қандай?
- 7 Direct conversion және супергетеродиндік қабылдағыштың негізгі айырмашылығы неде?

Қорытынды

- ✓ Радиоқабылдағыш қажетті RF сигналды таңдайды, күшейтеді және ақпаратты демодуляциялайды.
- ✓ Негізгі параметрлерге сезімталдық, селективтілік, шу коэффициенті және динамикалық диапазон жатады.
- ✓ Супергетеродиндік құрылым RF сигналды тұрақты IF жиілігіне түрлендіру арқылы өңдеуді жеңілдетеді.
- ✓ RF кіріс трактісі, LNA, араластырғыш, IF трактісі, демодулятор және AGC өзара байланыста жұмыс істейді.
- ✓ Қабылдағыш архитектурасын таңдау жиілік диапазонына, талап етілетін сапаға және құрылғы күрделілігіне байланысты.

Силлабус: 10-дәріс — «Қабылдағыш құрылғылардың құрылымы».