

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Радиотехникалық құрылғылар және радиожүйелер элементтері

9-дәріс

Жиілікті түрлендіргіштер және араластырғыштар

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

1

Жиілікті түрлендірудің мақсаты

2

Араластырғыштың жұмыс принципі

3

Қосынды және айырым жиіліктері

4

Гетеродин және аралық жиілік

5

Супергетеродиндік қабылдау принципі

6

Араластырғыштардың негізгі түрлері

7

Негізгі параметрлер мен паразиттік өнімдер

8

Есептік мысал және қолданылуы

Жиілікті түрлендіру дегеніміз не?



Жиілікті түрлендіру — сигналдағы ақпаратты сақтай отырып, оның спектрін бір жиілік аймағынан басқа жиілік аймағына көшіру процесі.

ТӨМЕН ТҮРЛЕНДІРУ

Жоғары RF жиілігін өңдеуге ыңғайлы аралық жиілікке (IF) көшіру.

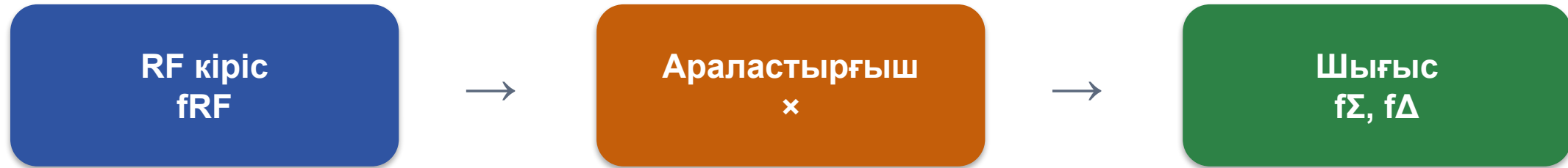
ЖОҒАРЫ ТҮРЛЕНДІРУ

Baseband немесе IF сигналын жоғары RF диапазонына көшіру.

НЕ ҮШІН?

Сүзгілеуді, күшейтуді, арна таңдауды және таратуды жеңілдетеді.

Жиілікті түрлендіру қабылдағыштарда, таратқыштарда, радиолокацияда және өлшеу техникасында қолданылады.



↑ Гетеродин LO: f_{LO}

$$f_{\Sigma} = f_{RF} + f_{LO} \quad \text{және} \quad f_{\Delta} = |f_{RF} - f_{LO}|$$

Неліктен жаңа жиіліктер пайда болады?



Араластырғыш — сызықтық емес құрылғы. Екі синусоидалық сигнал көбейтілгенде қосынды және айырым жиіліктері түзіледі.

$$\cos(\omega_1 t) \cdot \cos(\omega_2 t) = \frac{1}{2} \cos[(\omega_1 - \omega_2)t] + \frac{1}{2} \cos[(\omega_1 + \omega_2)t]$$

АЙЫРЫМ

$|f_1 - f_2|$ — көбіне қажетті IF ретінде таңдалады.

ҚОСЫНДЫ

$f_1 + f_2$ — сүзгі арқылы басылуы мүмкін.

БАСҚА ӨНІМДЕР

Нақты араластырғышта гармоникалар мен интермодуляция да пайда болады.

ГЕТЕРОДИН (LO)

Local Oscillator — араластырғышқа берілетін тұрақты немесе бапталатын жергілікті генератор сигналы.

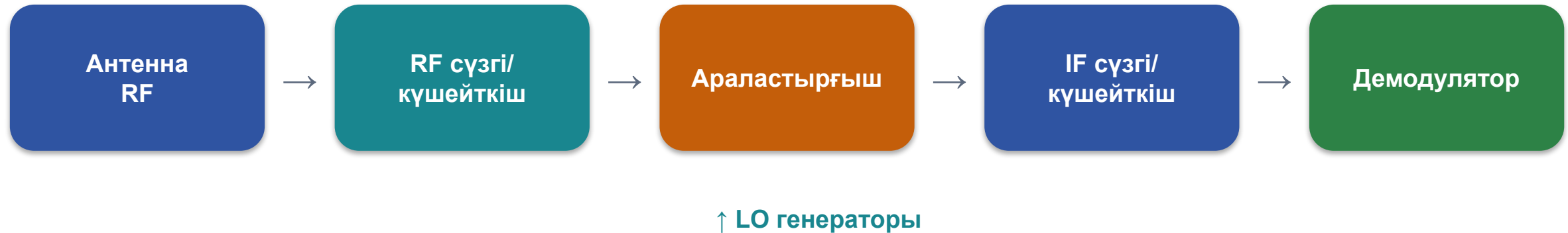
АРАЛЫҚ ЖИІЛІК (IF)

Қабылданған RF сигнал түрлендірілетін тұрақты жұмыс жиілігі.

АРТЫҚШЫЛЫҒЫ

IF тұрақты болса, жоғары сапалы сүзгі мен күшейткішті бір диапазонға оңтайландыруға болады.

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



- RF тракт қажетті арнаны алдын ала бөледі және күшейтеді.
- Араластырғыш сигналды тұрақты IF диапазонына көшіреді.
- IF трактінде негізгі селективтілік пен күшейту іске асырылады.
- Демодулятор ақпараттық сигналды қалпына келтіреді.

Бірдей аралық жиілікті беретін қажетсіз RF жиілігі айна жиілігі деп аталады. Ол қабылдағышта кедергі тудыруы мүмкін.

$$|f_{RF} - f_{LO}| = f_{IF} \quad \text{және} \quad |f_{image} - f_{LO}| = f_{IF}$$

СЕБЕБІ

Араластырғыш тек жиіліктер айырмасын «көреді».

ҚОРҒАНЫС

RF кіріс сүзгісі айна арнаны араластырғышқа дейін әлсіретеді.

ТАҢДАУ

IF мәні селективтілік пен айна жиілігін басу арасындағы компромиске әсер етеді.

ПАССИВТІ

Диодты немесе транзисторлық коммутациялық схемалар. Әдетте түрлендіру шығыны бар.

АКТИВТІ

Белсенді элементтер күшейтумен бірге жиілік түрлендіруді орындай алады.

БІРТЕҢГЕРІМДІ

LO немесе RF құраушыларының бір бөлігін басуға мүмкіндік береді.

ҚОС ТЕҢГЕРІМДІ

RF және LO өтулерін жақсырақ басып, оқшаулауды арттырады.

АНАЛОГТЫҚ

Классикалық RF/IF тракттарында қолданылады.

I/Q АРАЛАСТЫРҒЫШ

Квадратуралық I және Q арналарын қалыптастырады; заманауи қабылдағыштарда маңызды.

ТҮРЛЕНДІРУ КОЭФФИЦИЕНТІ

IF шығыс деңгейінің RF кіріске қатынасы; gain немесе loss түрінде беріледі.

ШУ КОЭФФИЦИЕНТІ

Араластырғыштың қабылдағыш SNR-ына әсерін сипаттайды.

1 dB COMPRESSION

Сызықтылық бұзыла бастайтын кіріс қуат аймағы.

IIP3 / IP3

Үшінші ретті интермодуляцияға қатысты сызықтылық көрсеткіші.

LO–RF–IF ОҚШАУЛАУ

Порттар арасындағы қажетсіз сигнал өтулерінің әлсіреуі.

ЖҰМЫС ДИАПАЗОНЫ

RF, LO және IF порттарының жиілік диапазондары.

Нақты сызықтық емес араластырғышта тек $f_{RF} \pm f_{LO}$ емес, $m \cdot f_{RF} \pm n \cdot f_{LO}$ түріндегі көптеген спектрлік өнімдер пайда болуы мүмкін.

$$f_{\text{spurious}} = |m \cdot f_{RF} \pm n \cdot f_{LO}|, \quad m, n = 0, 1, 2, \dots$$

ГАРМОНИКАЛАР

$2f$, $3f$ және жоғары ретті құраушылар.

ИНТЕРМОДУЛЯЦИЯ

Бірнеше сигналдың сызықтық емес өзара әсерінен туындайды.

СҮЗГІЛЕУ

RF/IF сүзгілері қажетсіз өнімдерді басуға көмектеседі.

БЕРІЛГЕНІ

Қабылданатын сигнал:
 $f_{RF} = 100 \text{ МГц}$
Қажетті IF = 10,7 МГц

Жоғары гетеродин таңдалсын:

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

$$f_{LO} = 100 + 10,7 = 110,7 \text{ МГц}$$

$$|100 - 110,7| = 10,7 \text{ МГц}$$

Айна жиілігі жоғары LO жағдайында: $f_{image} = f_{LO} + f_{IF} = 121,4 \text{ МГц}$. Сондықтан кіріс RF сүзгісі бұл жиілікті жеткілікті әлсіретуі тиіс.



1

Жиілікті түрлендірудің негізгі мақсаты қандай?

2

Араластырғышта қандай екі негізгі жиілік өнімі пайда болады?

3

Гетеродин қандай қызмет атқарады?

4

Аралық жиілікті қолданудың артықшылығы неде?

5

Айна жиілігі дегеніміз не және оны қалай басады?

6

Пассивті және активті араластырғыштардың айырмашылығы қандай?

7

ІІРЗ және порттар арасындағы оқшаулау нені сипаттайды?

Қорытынды

- ✓ Араластырғыш RF және LO сигналдарының өзара әсері арқылы жаңа жиіліктер қалыптастырады.
- ✓ Негізгі түрлендіру өнімдері — қосынды және айырым жиіліктері.
- ✓ Супергетеродиндік қабылдағышта қажетті RF сигнал тұрақты IF диапазонына көшіріледі.
- ✓ Айна жиілігі мен паразиттік өнімдер кіріс және IF сүзгілерінің дұрыс таңдалуын талап етеді.
- ✓ Араластырғыштың түрлендіру коэффициенті, шу коэффициенті, сызықтылығы және порттар оқшаулауы маңызды инженерлік параметрлер.

Силлабус: 9-дәріс — «Жиілікті түрлендіргіштер және араластырғыштар».