

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Радиотехникалық құрылғылар және радиожүйелер элементтері

8-дәріс

Модуляция және демодуляция негіздері

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

1

Модуляция және демодуляция ұғымдары

2

Байланыс жүйесіндегі сигнал түрленуі

3

АМ модуляциясы және детекция

4

FM модуляциясы және демодуляция

5

PM модуляциясының принципі

6

Аналогтық және цифрлық модуляция

7

Демодулятордың негізгі сипаттамалары

8

Практикалық радиожүйелердегі қолданылуы

1

Модуляция мен демодуляцияның байланыс жүйесіндегі қызметін түсіндіреді

2

АМ, FM және РМ принциптерін ажыратады

3

АМ детекторының жұмыс логикасын сипаттайды

4

FM демодуляциясының негізгі тәсілдерін түсіндіреді

5

Модуляция параметрлерін қарапайым есептерде анықтайды

6

Модулятор мен демодулятордың радиожүйедегі орнын көрсетеді

МОДУЛЯЦИЯ

Ақпараттық сигналға сәйкес жоғары жиілікті тасымалдаушының амплитудасы, жиілігі немесе фазасы өзгереді.

ДЕМОДУЛЯЦИЯ

Қабылданған модуляцияланған сигналдан бастапқы ақпараттық сигнал бөлініп алынады.

$m(t) \rightarrow \text{Модулятор} \rightarrow s_{RF}(t) \rightarrow \text{Арна} \rightarrow \text{Демодулятор} \rightarrow \hat{m}(t)$

Идеал жағдайда қалпына келтірілген $\hat{m}(t)$ сигналы бастапқы $m(t)$ сигналына барынша жақын болуы тиіс.

Амплитудалық модуляцияда тасымалдаушы амплитудасы ақпараттық сигнал заңымен өзгереді.

$$s_{AM}(t) = A_c[1 + m \cdot \cos(2\pi f_m t)] \cos(2\pi f_c t)$$

$$m < 1$$

Қалыпты модуляция

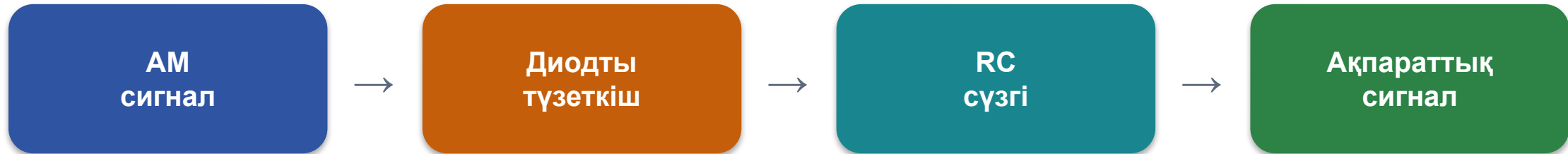
$$m = 1$$

100% модуляция

$$m > 1$$

Артық модуляция: қабықша бұрмаланады

АМ сигналын қарапайым қабықша детекторы арқылы демодуляциялауға болады.



- Диод RF сигналын бір бағытта өткізетін импульстерге түрлендіреді.
- RC тізбегі жоғары жиілікті тасымалдаушыны басып, қабықшаның баяу өзгерісін сақтайды.
- RC уақыт тұрақтысы тасымалдаушы периодынан үлкен, бірақ ақпараттық сигнал өзгерісін бақылауға жеткілікті кіші болуы керек.

FM кезінде тасымалдаушының лездік жиілігі ақпараттық сигналға сәйкес өзгереді, ал амплитудасы тұрақты қалады.

FM ИНДЕКСІ

$$\beta = \Delta f / f_m$$

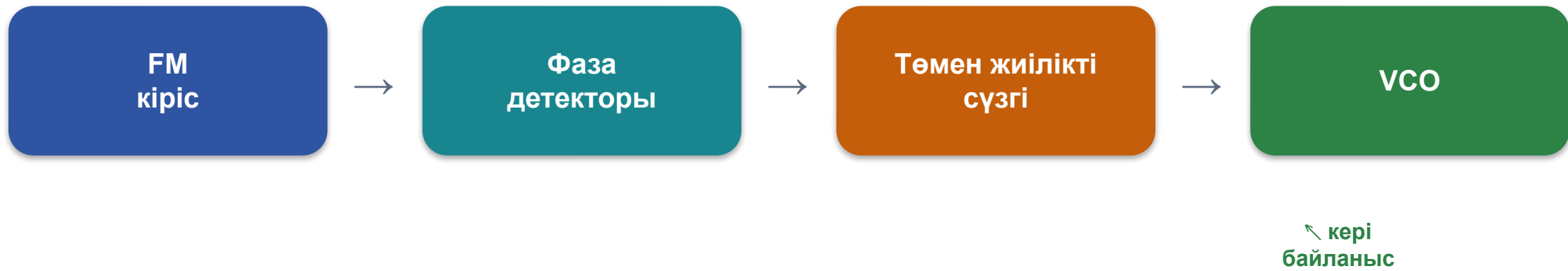
ДЕМОДУЛЯЦИЯ

Жиілік өзгерісін шығыс кернеуінің өзгерісіне түрлендіру.

ТӘСІЛДЕР

Дискриминатор, PLL және квадратуралық детектор.

Карсон ережесі бойынша: $B_{FM} \approx 2(\Delta f + f_{m,max})$



- PLL кіріс сигналының фазасы мен VCO фазасын салыстырады.
- Басқарушы кернеу VCO жиілігін кіріс FM сигналына ілестіреді.
- Осы басқарушы кернеу сүзілгеннен кейін ақпараттық сигналға пропорционал болады.

Фазалық модуляцияда тасымалдаушының фазасы ақпараттық сигналға сәйкес өзгереді.

$$s_{PM}(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + k_p m(t)]$$

ФАЗА ДЕТЕКТОРЫ

Қабылданған сигнал фазасын тірек сигналымен салыстырады.

PLL

Фазалық өзгерісті басқарушы кернеуге түрлендіре алады.

ҚОЛДАНУ

Фазалық және цифрлық байланыс жүйелерінде.

Белгі	Аналогтық	Цифрлық
Негізгі түрлері	AM, FM, PM	ASK, FSK, PSK, QAM
Ақпарат	Үздіксіз сигнал	Биттер/символдар
Демодуляция	Қабықша, дискриминатор, PLL	Когерентті/когерентті емес детекция
Шуға төзімділік	Әдіске тәуелді	Кодтау арқылы жақсартуға болады
Қолданылуы	Аналогтық хабар тарату	Қазіргі цифрлық байланыс

СЕЗІМТАЛДЫҚ

Өлсіз кіріс сигналынан ақпаратты қалпына келтіру

СЕЛЕКТИВТІЛІК

Қажетті арнаны кедергілерден бөлу

СЫЗЫҚТЫЛЫҚ

Ақпараттық сигнал пішінін аз бұрмалау

ШУҒА ТӨЗІМДІЛІК

Шу жағдайында тұрақты жұмыс

ЖОЛАҚ ЕНІ

Ақпараттық спектрді толық өткізу

СИНХРОНДАУ

Когерентті әдістерде тірек фаза/жиілікті дәл қалпына келтіру

БЕРІЛГЕНІ

FM үшін:

$\Delta f = 75$ кГц

$f_{m,max} = 15$ кГц

Карсон ережесі:

$$B \approx 2(\Delta f + f_{m,max})$$

$$B \approx 2(75 + 15) \text{ кГц}$$

$$B \approx 180 \text{ кГц}$$

Бұл нәтиже FM арнасының қажетті өткізу жолағын инженерлік тұрғыдан жуық бағалауға мүмкіндік береді.



1

Модуляция және демодуляция процестерінің айырмашылығы неде?

2

АМ қабықша детекторы қандай элементтерден тұрады?

3

АМ кезінде артық модуляция қай жағдайда пайда болады?

4

FM демодуляциясының қандай әдістерін білесіз?

5

PLL FM сигналын қалай демодуляциялайды?

6

Аналогтық және цифрлық модуляцияның айырмашылығы қандай?

7

Демодулятордың шуға төзімділігі не үшін маңызды?

Қорытынды

- ✓ Модуляция ақпаратты жоғары жиілікті тасымалдаушыға енгізеді, ал демодуляция оны қабылдағышта қалпына келтіреді.
- ✓ АМ сигналын қабықша детекторы, FM сигналын дискриминатор немесе PLL арқылы демодуляциялауға болады.
- ✓ РМ фазалық өзгерісті пайдаланады және фазалық детекторлармен өңделеді.
- ✓ Демодулятордың сезімталдығы, селективтілігі, сызықтылығы және шуға төзімділігі маңызды.
- ✓ Модуляция мен демодуляция радиотаратқыш пен радиоқабылдағыштың негізгі функционалдық процестері болып табылады.

Силлабус: 8-дәріс — «Модуляция және демодуляция негіздері».