



Радиотехникалық құрылғылар және радиожүйелер элементтері

4-дәріс

Сүзгілер (фильтрлер) және олардың түрлері

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

- 1 Сүзгінің мақсаты және негізгі ұғымдар
- 2 Жиіліктік сипаттама және кесу жиілігі
- 3 Төмен жиілікті сүзгі (LPF)
- 4 Жоғары жиілікті сүзгі (HPF)
- 5 Жолақтық сүзгі (BPF)
- 6 Жолақты бөгейтін сүзгі (BSF/Notch)
- 7 Пассивті және активті сүзгілер
- 8 Радиожүйелердегі қолданылуы

Сүзгі дегеніміз не?



Сүзгі — сигнал спектрінің қажетті бөлігін өткізіп, қажетсіз жиілік құраушыларын әлсірететін радиотехникалық құрылғы.

ӨТКІЗУ ЖОЛАҒЫ

Сүзгі аз әлсіретумен өткізетін жиіліктер аралығы.

БӨГЕУ ЖОЛАҒЫ

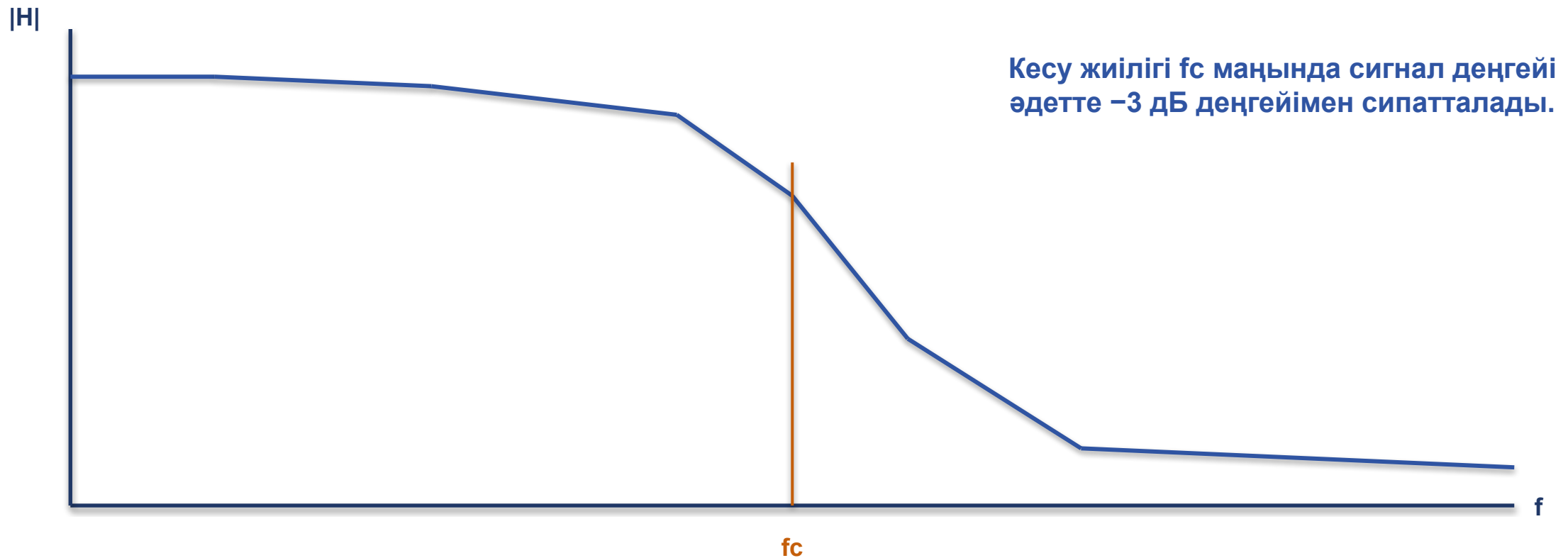
Сүзгі айтарлықтай әлсірететін жиіліктер аралығы.

ӨТПЕЛІ АЙМАҚ

Өткізу және бөгеу жолақтарының арасындағы жиілік аралығы.

Сүзгінің негізгі міндеті — пайдалы сигналды сақтау және кедергілерді азайту.

Амплитудалық-жиіліктік сипаттама $|H(f)|$ сүзгінің әр жиіліктегі сигналды қаншалықты өткізетінін көрсетеді.



ҚЫЗМЕТІ

Төмен жиіліктерді өткізеді, жоғары жиіліктерді әлсіретеді.

RC 1-РЕТТІ СҮЗГІ

Кесу жиілігі:
 $f_c = 1/(2\pi RC)$

ҚОЛДАНЫЛУЫ

Шуды азайту, тегістеу,
демодуляциядан кейінгі өңдеу.

Қарапайым RC-LPF үшін:

$$|H(j\omega)| = 1 / \sqrt{1 + (\omega RC)^2}$$

$f \ll f_c$ кезінде сигнал жақсы өтеді; $f \gg f_c$ кезінде әлсіреу артады.

ҚЫЗМЕТІ

Жоғары жиіліктерді өткізеді, төмен жиіліктерді әлсіретеді.

RC 1-РЕТТІ СҮЗГІ

Кесу жиілігі:
 $f_c = 1/(2\pi RC)$

ҚОЛДАНЫЛУЫ

Тұрақты құраманы бөгеу, төмен жиілікті кедергіні азайту.

Амплитудалық сипаттамасы:

$$|H(j\omega)| = \omega RC / \sqrt{1 + (\omega RC)^2}$$

$f \ll f_c$ кезінде сигнал басылады; $f \gg f_c$ кезінде шығыс кіріске жақындайды.

Жолақтық сүзгі белгілі бір f_1 – f_2 жиілік диапазонын өткізеді, ал одан төмен және жоғары жиіліктерді әлсіретеді.

ТӨМЕНГІ ШЕК

f_1 — өткізу жолағының төменгі шекарасы.

ОРТАЛЫҚ ЖИІЛІК

$$f_0 \approx \sqrt{f_1 f_2}$$

ЖОҒАРҒЫ ШЕК

f_2 — өткізу жолағының жоғарғы шекарасы.

$$B = f_2 - f_1$$

BPF радиоқабылдағышта қажетті арнаны немесе тасымалдаушы жиілік маңындағы спектрді таңдауға қолданылады.

BSF белгілі бір жиілік жолағын әлсіретіп, оның сыртындағы жиіліктерді өткізеді. Тар жолақты нұсқасы notch-сүзгі деп аталады.

NOTCH

Өте тар жиілік аймағын терең басады.

МЫСАЛ

50 Гц немесе 60 Гц желілік кедергіні басу.

RF ҚОЛДАНУ

Белгілі кедергі тасымалдаушысын немесе паразиттік жиілікті жою.

Идеясы: пайдалы спектр сақталады, ал қажетсіз тар спектрлік компонент әлсіретіледі.

Белгі	Пассивті сүзгі	Активті сүзгі
Элементтер	R, L, C	R, C + операциялық күшейткіш
Күшейту	Күшейтпейді	Күшейтуі мүмкін
Қорек	Қажет емес	Қорек көзі қажет
Жиілік	RF-де кең қолданылады	Көбіне төмен/орта жиіліктер
Артықшылық	Қарапайым, тұрақты	Икемді, буферлеу мүмкін

Сүзгінің реттілігі өскен сайын өтпелі аймақ тік болып, қажетті және қажетсіз жиіліктерді бөлу қабілеті артады.

1-РЕТТІ

Шамамен 20 дБ/декада
(6 дБ/октава)

2-РЕТТІ

Шамамен 40 дБ/декада
(12 дБ/октава)

n-РЕТТІ

Идеал асимптоталық көлбеу $\approx 20n$
дБ/декада.

- Жоғары ретті сүзгі жақсы селективтілік береді.
- Бірақ схема күрделенеді, компоненттердің дәлдігіне және тұрақтылығына талап өседі.

Есептік мысал: RC төмен жиілікті сүзгі



БЕРІЛГЕНІ

$R = 1 \text{ к}\Omega$
 $C = 100 \text{ нФ}$

Кесу жиілігі:

$$f_c = 1/(2\pi RC)$$

$$f_c = 1 / [2\pi \cdot 1000 \cdot 100 \cdot 10^{-9}]$$

$$f_c \approx 1,59 \text{ кГц}$$

Демек, 1,59 кГц-тен төмен жиіліктер салыстырмалы түрде жақсы өтеді, ал жоғары жиіліктер біртіндеп әлсірейді.

Антеннадан кейін

Қажетсіз диапазондарды алдын ала басу

ЖЖ күшейткіште

Қажетті RF арнаны таңдау

Аралық жиілікте

Арна селективтілігін қалыптастыру

Демодулятордан кейін

Ақпараттық жолақты бөлу

Таратқыш шығысында

Гармоникалар мен паразиттік сәулеленуді азайту

Қорек тізбегінде

Шу мен пульсацияны азайту



1

Сүзгінің негізгі міндеті қандай?

2

LPF және HPF арасындағы айырмашылық неде?

3

Кесу жиілігі f_c нені сипаттайды?

4

Жолақтық сүзгінің өткізу жолағы қалай есептеледі?

5

Notch-сүзгі қандай жағдайда қолданылады?

6

Пассивті және активті сүзгілердің негізгі айырмашылығы қандай?

7

Сүзгі реттілігі артқанда жиіліктік сипаттама қалай өзгереді?

Қорытынды

- ✓ Сүзгілер сигнал спектрінің қажетті бөлігін өткізіп, қажетсіз жиіліктерді әлсіретеді.
- ✓ Негізгі түрлері: LPF, HPF, BPF және BSF/Notch.
- ✓ RC 1-ретті сүзгілер үшін кесу жиілігі $f_c = 1/(2\pi RC)$.
- ✓ Жоғары ретті сүзгілер өтпелі аймақты тарылтып, селективтілікті арттырады.
- ✓ Радиожүйеде сүзгілер қабылдау, тарату, аралық жиілік және қорек трактілерінде қолданылады.

Силлабус: 4-дәріс — «Сүзгілер (фильтрлер) және олардың түрлері».