

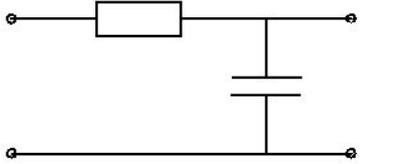
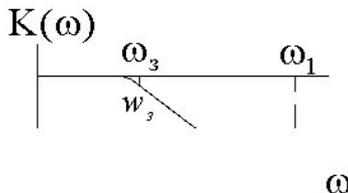
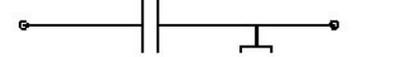
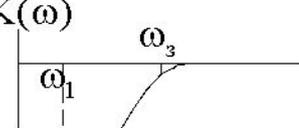
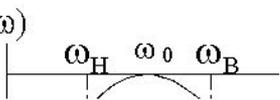
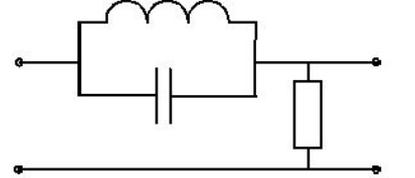
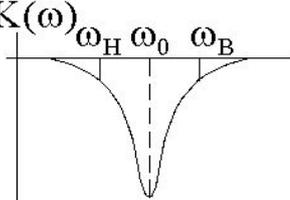
# **ПРИКЛАДНЕ ПРОГРАМУВАННЯ**

**Методи та засоби реєстрації  
та відтворення сигналів**

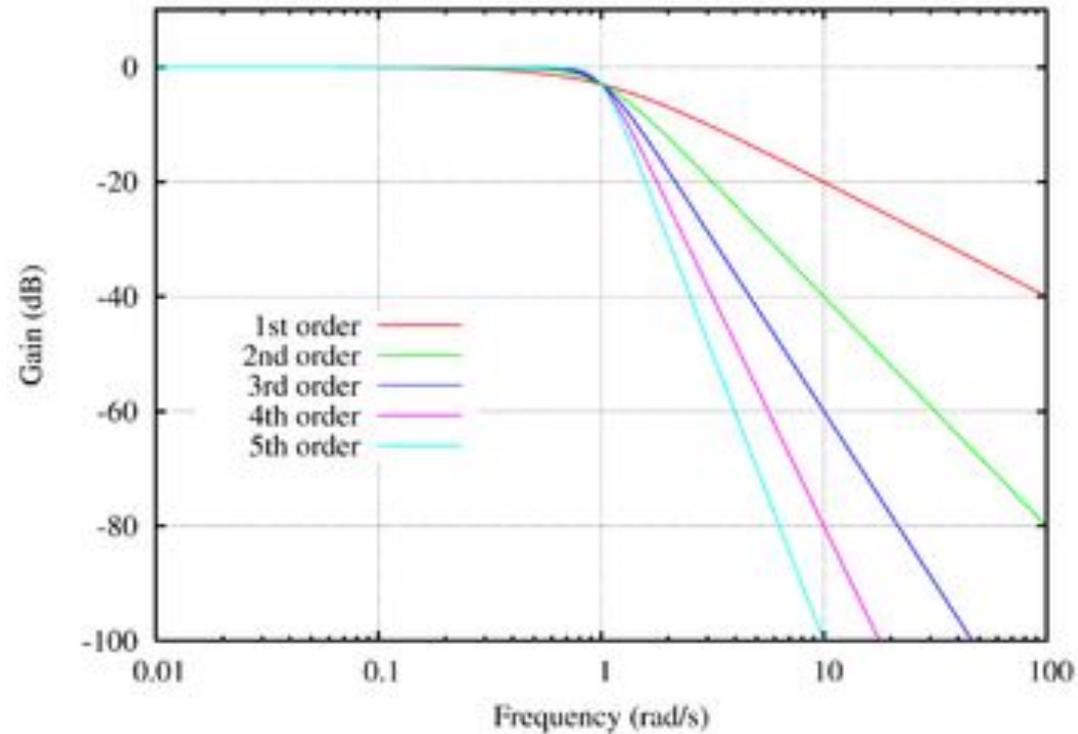
**Тема-4**

**Аналогові фільтри**

# ПАСИВНІ ФІЛЬТРИ

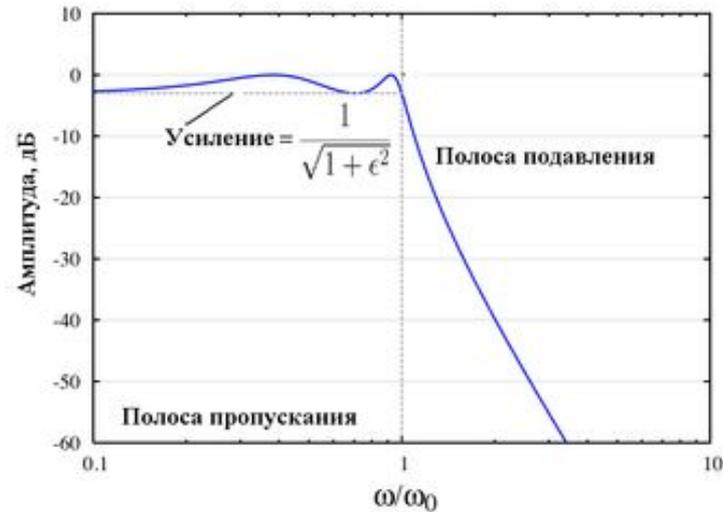
Тип фільтр			
Низьких част			
Верхні		$\frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$	
По		$\frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$	
Загор			

## Фильтр Баттерворта

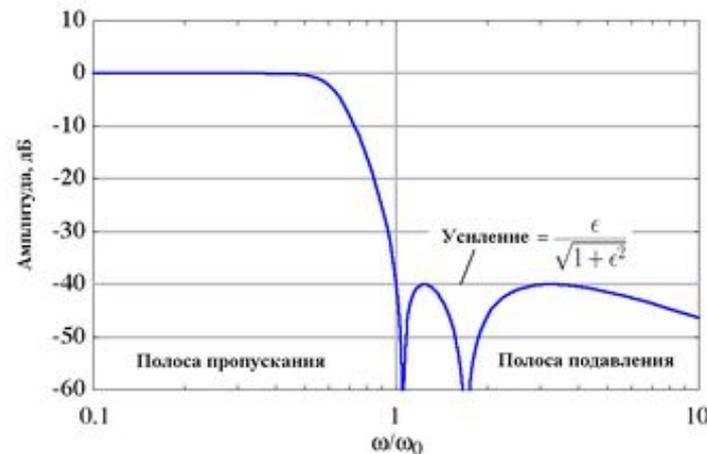


АЧХ для фильтров Баттерворта нижних частот порядка от 1 до 5. Наклон характеристики —  $20n$  дБ/декаду, где  $n$  — порядок фильтра.

# Фильтры Чебышёва

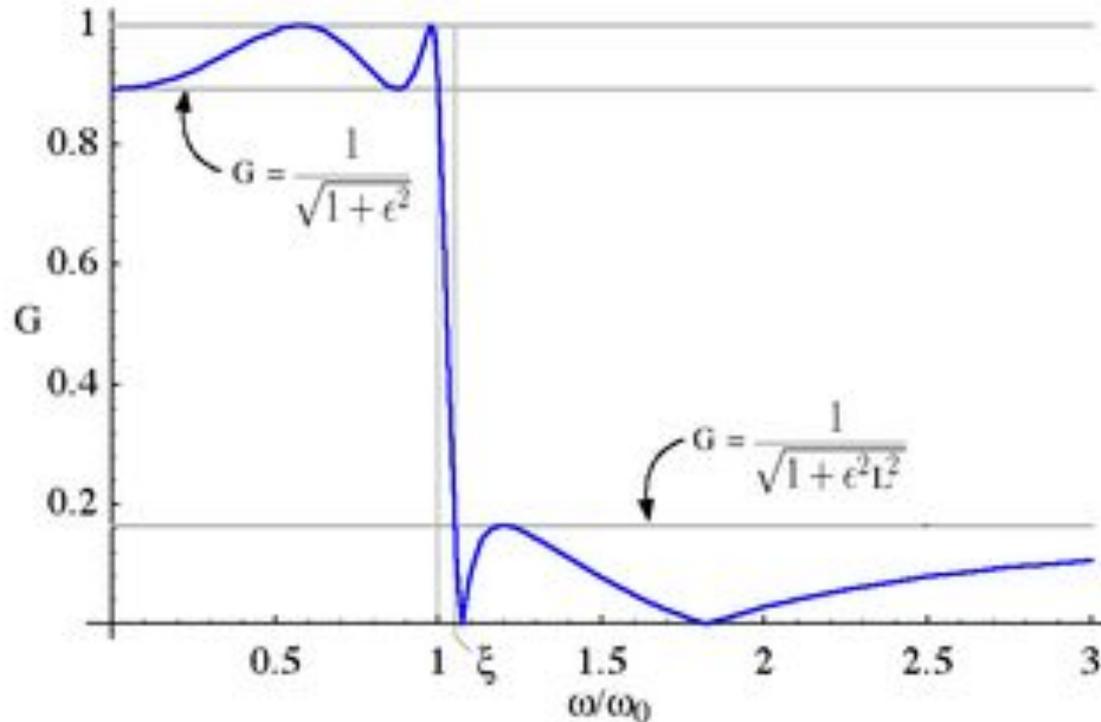


АЧХ фильтра Чебышёва I рода четвёртого порядка с  $\omega_0 = 1$  и  $\epsilon = 1$



АЧХ фильтра Чебышёва II рода (фильтр низких частот) с  $\omega_0 = 1$  и  $\epsilon = 0,01$

## Эллиптический фильтр



АЧХ эллиптического фильтра низких частот четвертого порядка с  $\epsilon=0,5$  и  $\xi=1,05$ . Также показано минимальное усиление в полосе пропускания, максимальное усиление в полосе подавления и переходная зона между частотами (нормированными) 1 и  $\xi$

## Фильтр Бесселя

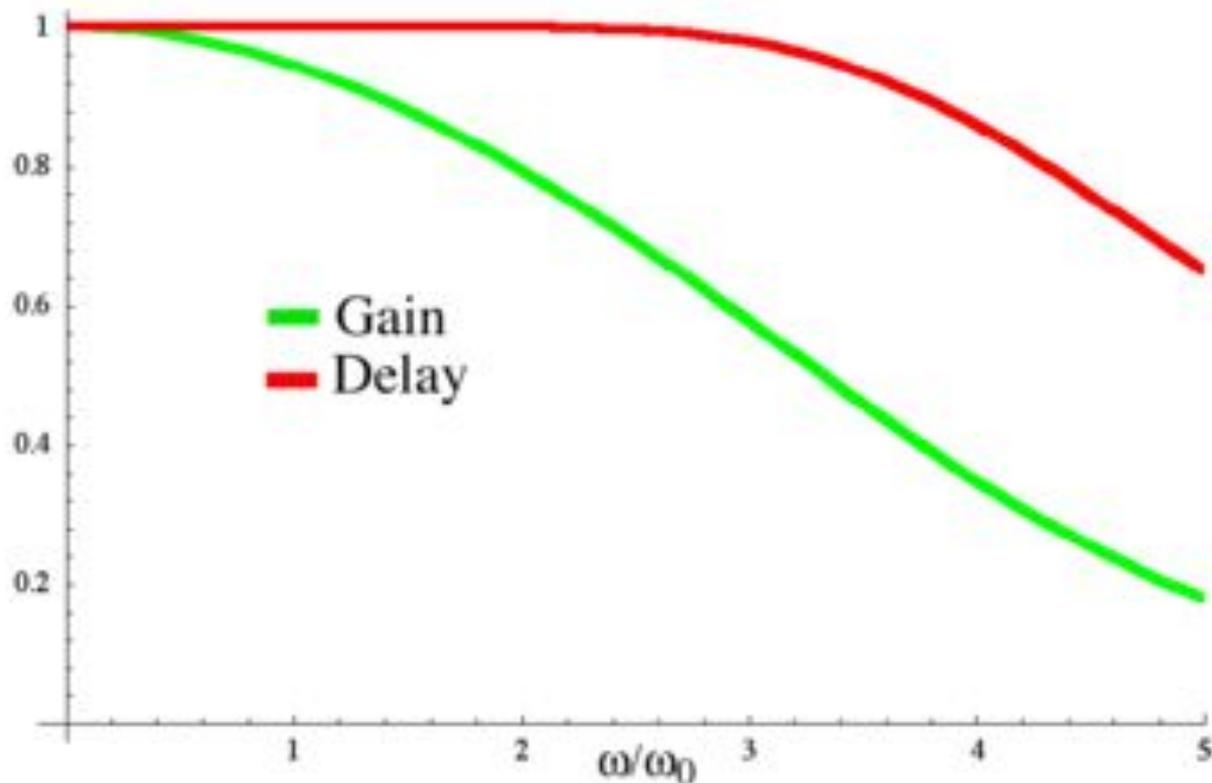
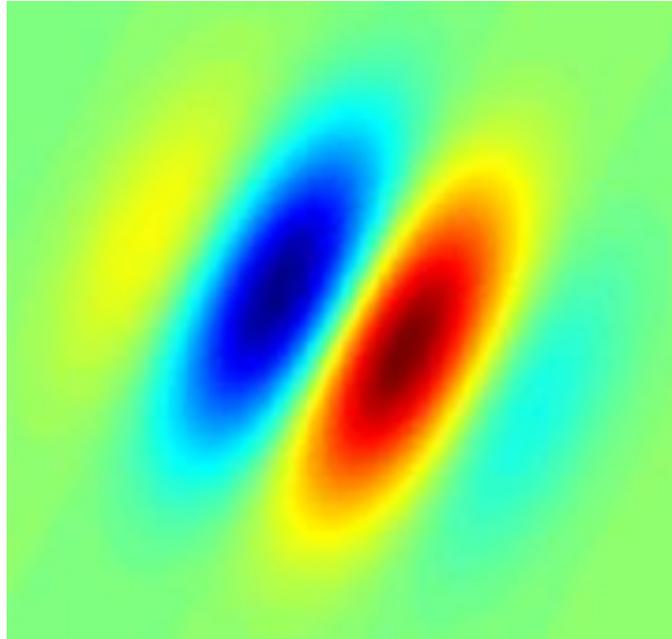


График [амплитудно-частотной характеристики](#) и групповой задержки для [низкочастотного](#) фильтра Бесселя четвертого порядка. Спад амплитудно-частотной характеристики значительно менее крутой, чем у других линейных фильтров, однако групповая задержка практически не меняется по частотам полосы пропускания.

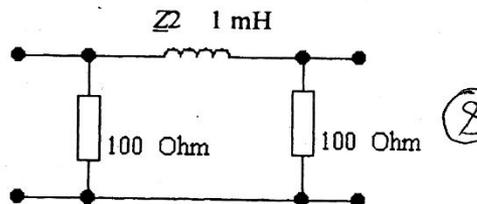
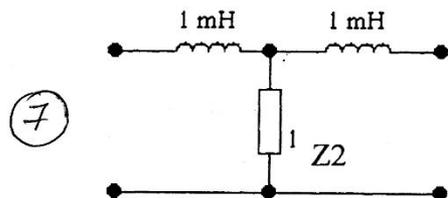
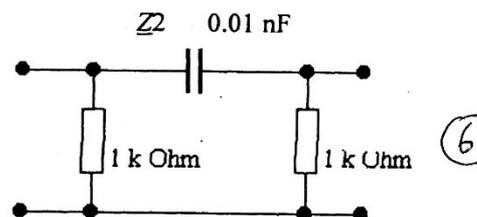
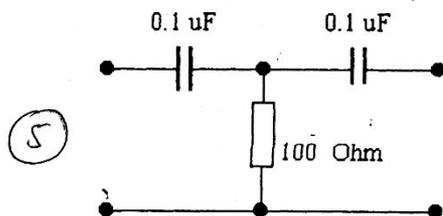
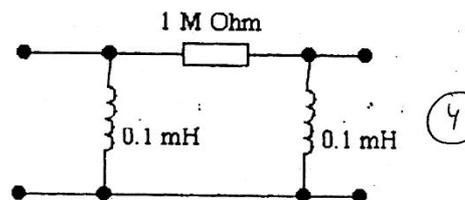
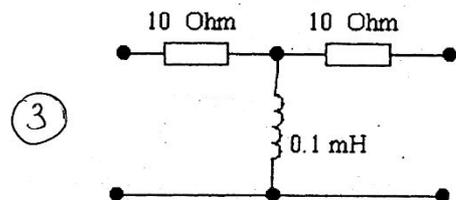
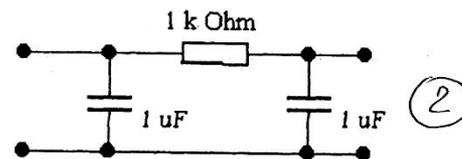
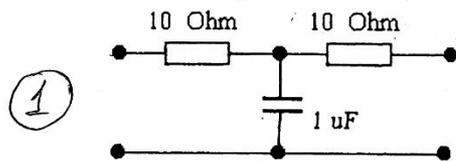
## Фильтр Габора



*Пример двухмерного фильтра Габора*

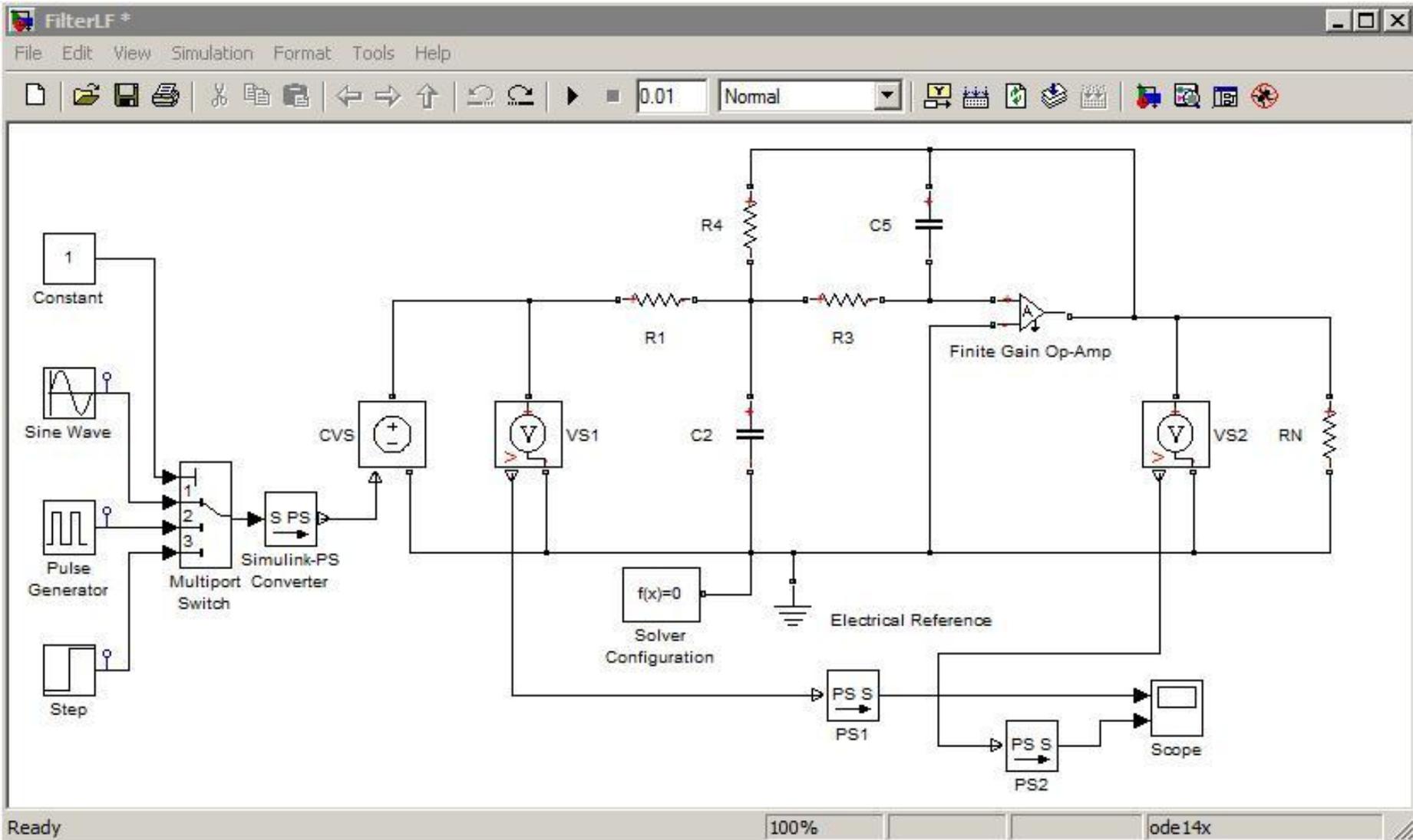
**Фильтр Габора** — линейный электронный фильтр, импульсная переходная характеристика которого определяется в виде гармонической функции, помноженной на гауссиан. Из-за свойства соответствия свёртки в частотной области умножению во временной области, преобразование Фурье импульсной передаточной характеристики фильтра Габора является свёрткой преобразований Фурье гармонической функции и гауссиана.

# Лабораторна работа №4



## Список завдань до лабораторної роботи №4

Варіанти	1 схема	2 схема	Комбінація схем
1	1	4	1+4
2	2	5	2+5
3	3	6	3+6
4	4	7	4+7
5	5	8	5+8
6	6	1	6+1
7	7	2	7+2
8	8	3	8+3
9	1	3	1+3
10	2	4	2+4
11	3	5	3+5
12	4	6	4+6
13	5	7	5+7
14	6	8	6+8
15	7	1	7+1
16	8	2	8+2
17	1	2	1+2



## Параметри режиму Sine:

---

Start time = 0 sec

Stop time = 0.01 sec

Type: Fixed step

Step size = 0.000001

Solver: ode14x (extrapolation)

Extrapolation order: 4

## Параметри джерела сигнала:

---

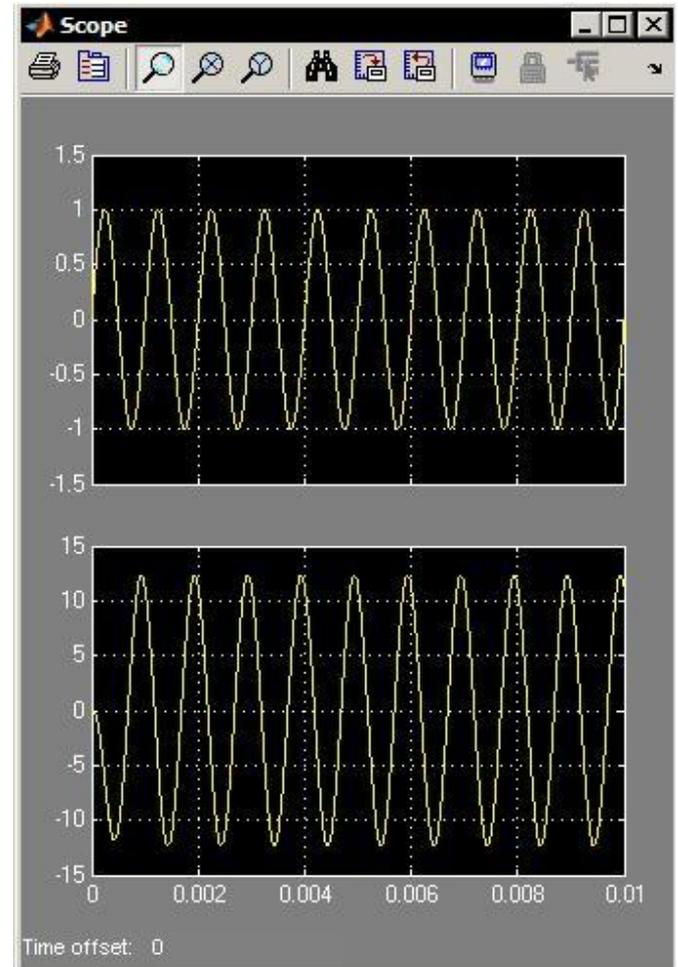
Amplitude: 1 V

Bias: 0 V

Frequency (rad/sec):  $2 \cdot \pi \cdot 1000$

Phase (rad): 0 sec

Sample time: 0 sec



## Параметри режиму Step:

---

Start time = 0 sec

Stop time = 0.004 sec

Type: Fixed step

Step size = 0.00000001

Solver: ode14x (extrapolation)

Extrapolation order: 4

## Параметри джерела сигнала:

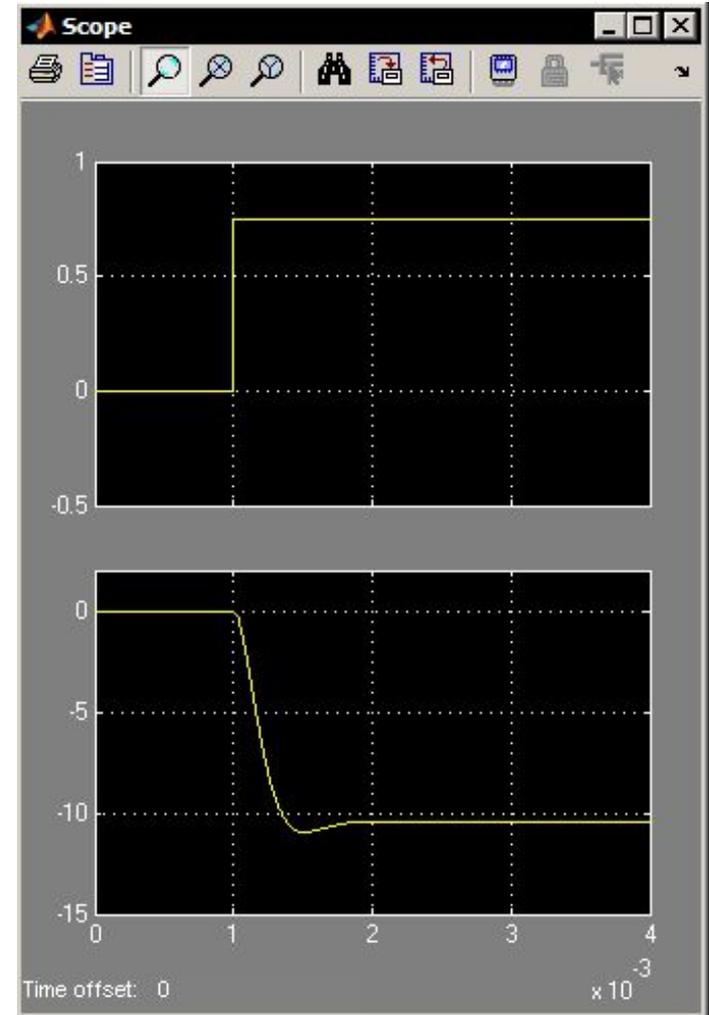
---

Step time: 0.001 sec

Initial value: 0 V

Final value: 0.75 V

Sample time: 0 sec



## Параметри режиму Pulse:

---

Start time = 0 sec

Stop time = 0.004 sec

Type: Fixed step

Step size = 0.00000001

Solver: ode14x (extrapolation)

Extrapolation order: 4

## Параметри джерела сигнала:

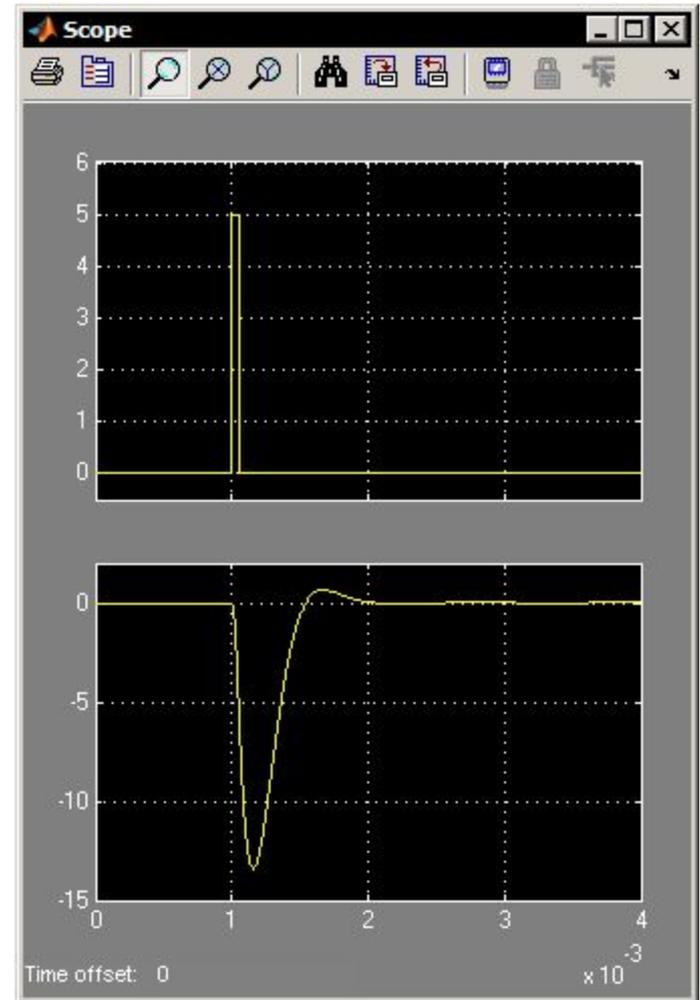
---

Amplitude: 5 V

Period (secs): 1

Pulse Width (% of period): 0.005

Phase delay (secs): 0.001



## Лабораторна робота №5

Передавальні характеристики чотиріполіосників у *Matlab/Simulink* описуються загальною формулою:

$$K(s) = \frac{s^3 A_3 + s^2 A_2 + s A_1 + A_0}{s^3 B_3 + s^2 B_2 + s B_1 + B_0},$$

де  $(s)$  – оператор Лапласа.

Нижче наведена послідовність проведення дослідів з вивчення частотних властивостей чотиріполіосників на основі передавальних функцій:

1. *Дослідження частотних характеристик інтегратора.* Задати коефіцієнти поліномів згідно з варіантом (див. дод. 3, табл. 16Д) і зняти АЧХ та ФЧХ. Передавальна функція інтегратора

$$K(s) = \frac{1}{T_1 s + 1} \quad \text{або} \quad K(s) = \frac{A_0}{s B_1 + B_0},$$

де, наприклад,  $A_0 = 1$  та  $B_0 = 1$ , а  $B_1 = 5$ . (Реально це аперіодична ланка, але в частотному діапазоні, при якому  $T_1 \omega \gg 1$ , вона працює як інтегратор).

Слід мати на увазі, що передавальна функція в пакеті *MATLAB* має дещо інший вигляд:

$$H(s) = \frac{B(s)}{A(s)} = \frac{b(1)s^n + b(2)s^{n-1} + \dots + b(n+1)}{a(1)s^m + a(2)s^{m-1} + \dots + a(m+1)},$$

тому вносимо у командне вікно коефіцієнти поліномів у вигляді

>> a(1)=0; a(2)=5; a(3)=1; b(3)=1; freqs(b,a), title('M-F Ph-F'),

де  $a(1)=s^2 B_2$ ;  $a(2)=s B_1$ ;  $a(3)=B_0$ ;  $b(3)=A_0$ .

*freqs(b,a)* – команда побудови характеристик.

*title('M-F Ph-F')* – команда, що дозволяє вставити заголовок на графіку.

Натискуємо клавішу *ENTER* і одержуємо амплітудно-частотну та фазочастотну характеристики інтегратора (рис. 7.27).

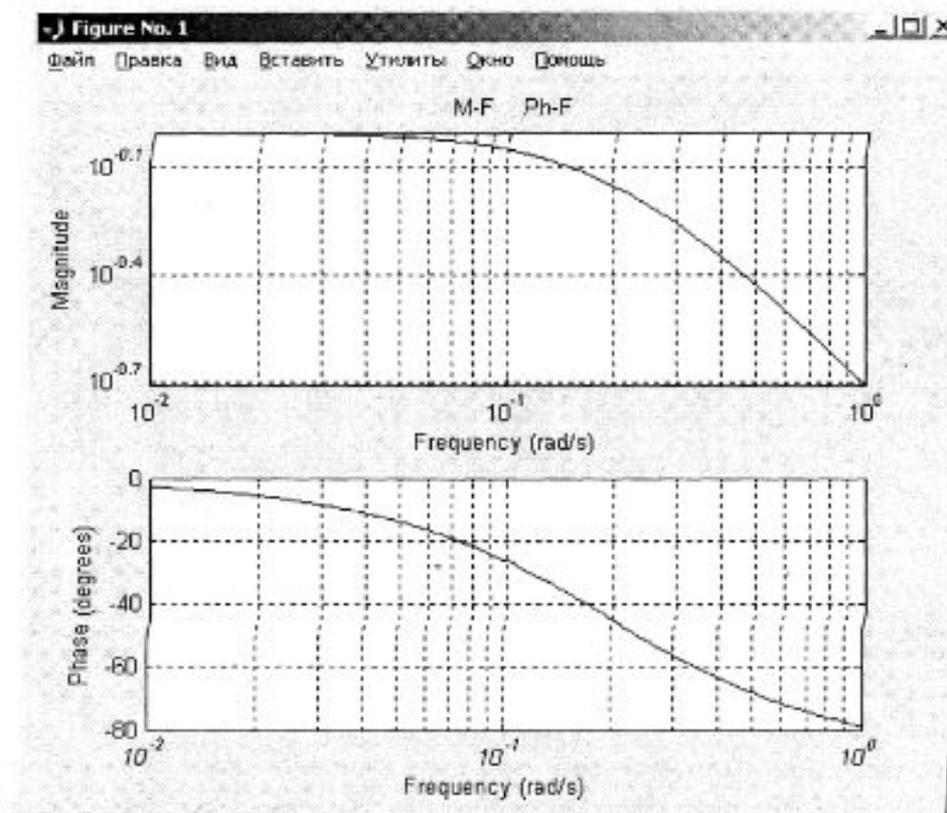


Рис. 7.27

2. Дослідження частотних характеристик диференціатора. Задати коефіцієнти поліномів згідно з варіантом (див. дод. 3, табл. 15Д) і зняти АЧХ та ФЧХ, маючи на увазі, що передавальна функція диференціатора

$$K(s) = \frac{T_1 s}{T_2 s + 1} \quad \text{або} \quad K(s) = \frac{sA_1}{sB_1 + B_0},$$

де, наприклад,  $A_1 = 5$ ,  $B_1 = 0,5$ ,  $B_0 = 1$ .

Вносимо у командне вікно такі дані:

```
>> a(1)=0; a(2)=0.5; a(3)=1; b(2)=5; freqs(b,a), title('M-F Ph-F'),
```

де  $a(1)=s^2 B_2$ ;  $a(2)=s B_1$ ;  $a(3)=B_0$ ;  $b(2)=A_1$ .

У результаті одержуємо графіки амплітудно-частотної та фазочастотної характеристик диференціатора (рис. 7.28).

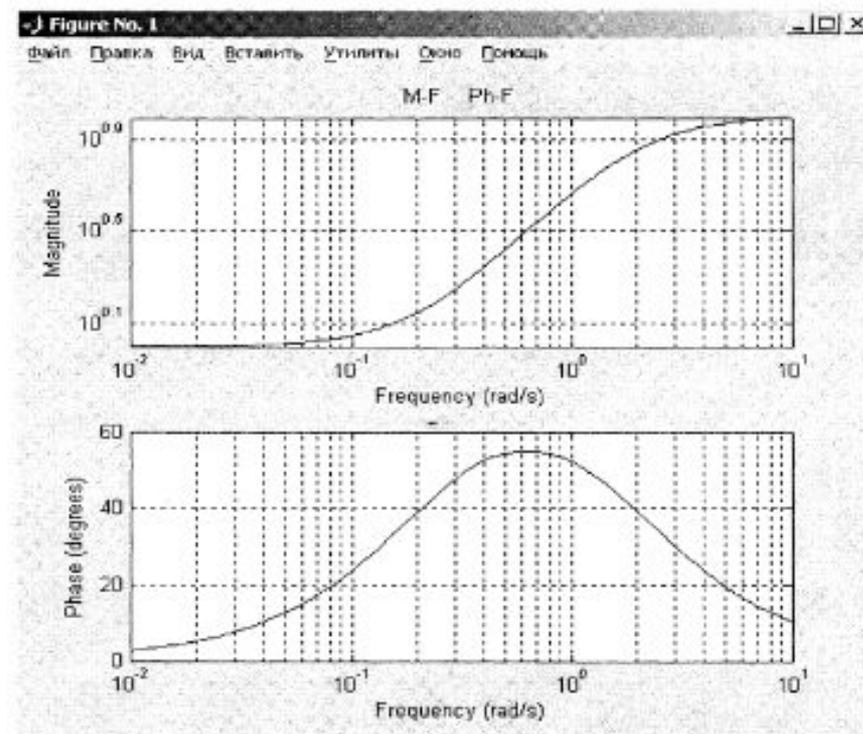


Рис. 7.28

3. Дослідження частотних характеристик резонансної ланки. Задати коефіцієнти поліномів згідно з варіантом, маючи на увазі, що передавальна функція резонансної ланки

$$K(s) = \frac{T_1 s}{T_2^2 s^2 + T_3 s + 1} \quad \text{або} \quad K(s) = \frac{s A_1}{s^2 B_2 + s B_1 + B_0},$$

де, наприклад,  $A_1 = 12$ ,  $B_2 = 0,01$ ;  $B_1 = 0,002$ ,  $B_0 = 1$ .

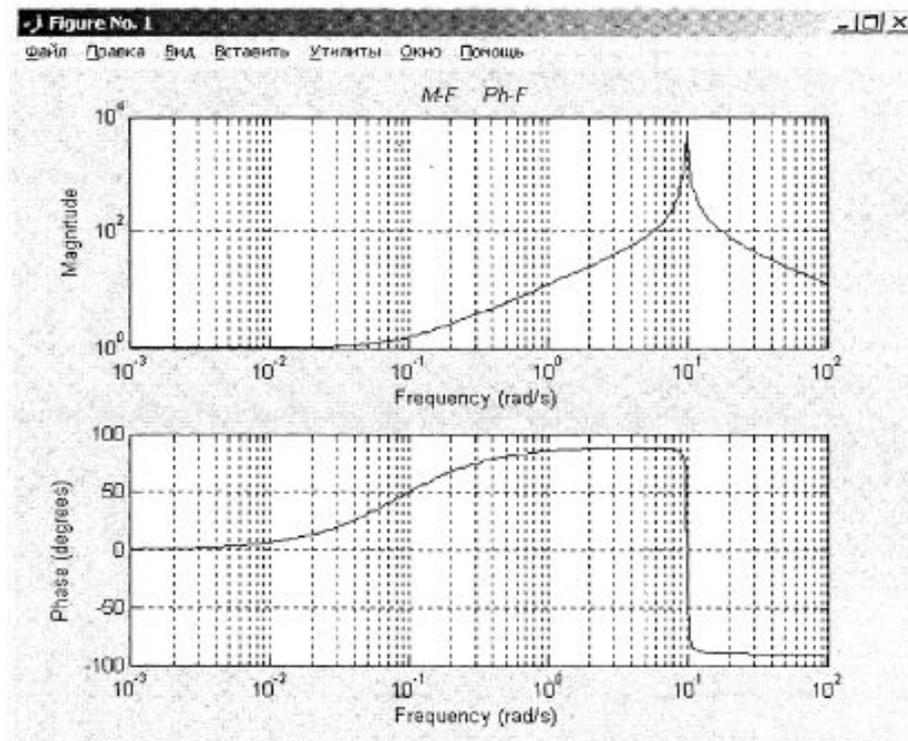


Рис. 7.29

Вносимо у командне вікно такі дані:

```
>>a(1)=0,01; a(2)=0,002; a(3)=1; b(2)=12; freqs(b, a), title('M-F Ph-F'),
де  $a(1)=s^2B_2$ ;  $a(2)=sB_1$ ;  $a(3)=B_0$ ;  $b(2)=A_1$ .
```

У результаті одержуємо графіки амплітудно-частотної та фазочастотної характеристик резонансної ланки (рис. 7.29).

4. Повторити досліди за попереднім пунктом, але задати  $T_1 = T_2$ , а  $T_3$  зменшити до нуля.

5. Порівняти частотні характеристики інтегратора і диференціатора з результатами досліджень, що були проведені за попереднім підпунктом. Зробити висновки.

6. Визначити електричне коло, що описується передавальною функцією другого порядку.

# Список завдань до лабораторної роботи №5

Варіанти	Передатна функція
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	