

Лабораторна робота №11

ПРОЕКТУВАННЯ ФІЛЬТРІВ ІЗ НЕСКІНЧЕННОЮ ІМПУЛЬСНОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ (НІХ-ФІЛЬТРІВ)

МЕТА: ознайомитись з процедурою у синтезу НІХ-фільтрів і опанувати програмними засобами MATLAB для синтезу та аналізу НІХ-фільтрів.

Короткі теоретичні відомості

Цифрові НІХ-фільтри характеризуються таким рекурсивним різницеvim рівнянням

$$y[n] = \sum_{m=0}^{\infty} h[m]x[n-m] = \sum_{m=0}^N b_m x[n-m] - \sum_{m=0}^M a_m y[n-m], \quad (11.1)$$

де $h[m]$ - імпульсна характеристика фільтра, тривалість якої теоретично нескінченна; a_m, b_m - коефіцієнти фільтра; $x[n], y[n]$ - вхід і вихід фільтра.

Передавальна функція (ПФ) НІХ-фільтра має такий вигляд:

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_N z^{-N}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \dots + a_M z^{-M}} = \frac{\sum_{m=0}^N b_m z^{-m}}{1 + \sum_{m=1}^M a_m z^{-m}}. \quad (11.2)$$

Необхідно зазначити, що в (11.2) коефіцієнт $a_0 = 1$. Якщо ця умова не виконується, то чисельник і знаменник необхідно розділити на a_0 .

Нагадаємо, що частотні характеристики цифрових фільтрів є періодичними функціями. При цьому період повторення дорівнює частоті дискретизації ω_c . Тому при проектуванні цифрових фільтрів частотні характеристики потрібно нормувати за віссю частот до частоти дискретизації

$$\omega = \frac{\omega_p}{\omega_c},$$

де ω - нормована частота.

					МММТ.420.024.036-3Л11		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>			
<i>Розроб.</i>	Ярошевський О.В.				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	Воронова Т.С.				1		7
<i>Реценз</i>					ДУ «Житомирська політехніка»		
<i>Н. Контр.</i>							
					Цифрова обробка сигналів у інформаційно-вимірювальній техніці		

Затверд.

IBTK-4

Порядок виконання:

1. Проектування високочастотного СІХ-фільтра за допомогою методу зважування та аналіз його характеристик.

```
0017b > bin >
Editor - C:\Users\Jaroshevskii\Documents\MATLAB\Untitled.m
Untitled.m x +
1 % Параметри фільтра
2 cutoff_frequency = 1000; % частота зрізу в Гц
3 order = 4; % порядок фільтра
4
5 % Проектування аналогового Баттерворта фільтра
6 [b, a] = butter(order, cutoff_frequency, 'high', 's');
7
8 % Перетворення аналогового фільтра в цифровий
9 [bd, ad] = bilinear(b, a, 1);
10
11 % Вивід коефіцієнтів цифрового фільтра
12 disp('Коефіцієнти цифрового фільтра:');
13 disp('b = ');
14 disp(bd);
15 disp('a = ');
16 disp(ad);
17
18 % Визначення імпульсної відповіді (ІХ)
19 figure;
20 subplot(2, 2, 1);
21 impz(bd, ad);
22 title('Імпульсна відповідь фільтра');
23
24 % Визначення амплітудно-частотної характеристики (АЧХ)
25 subplot(2, 2, 2);
<
Command Window
```

Рис. 10.4

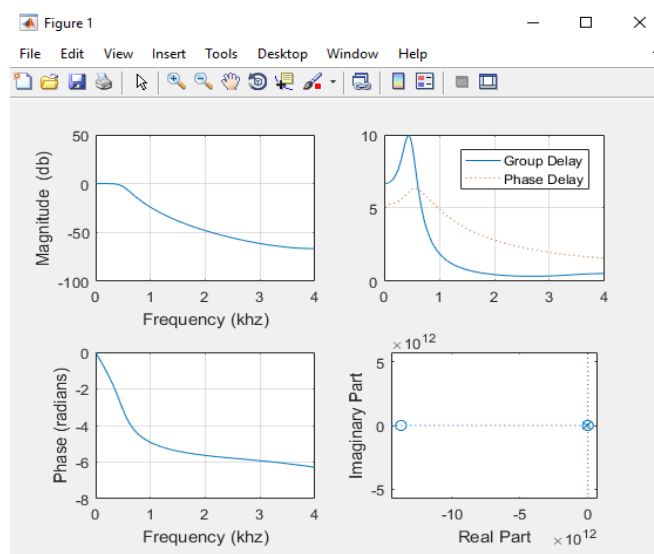


Рис. 11.6. АЧХ, ФЧХ (ліворуч), групова та фазова затримки (праворуч угорі), діаграма нулів і полюсів (праворуч унизу)

					МММТ.420.024.036-ЗЛ11	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

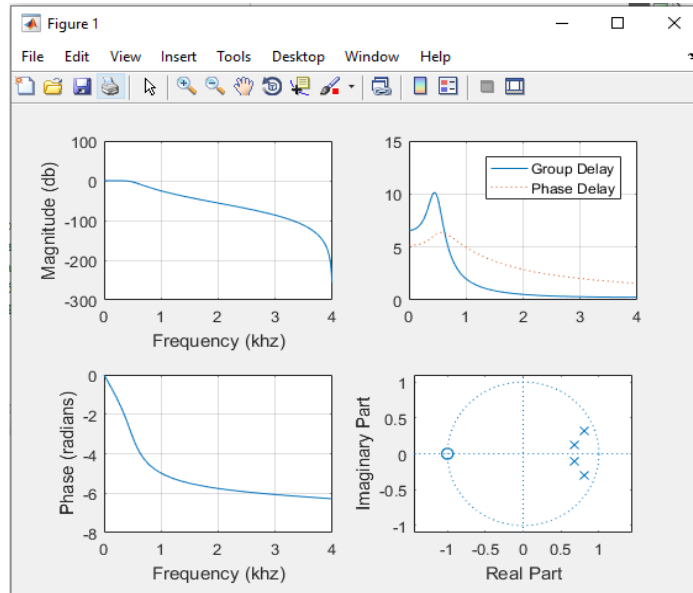


Рис. 11.7. Результати роботи програми розрахунку низькочастотного НІХ-фільтра, отриманого методом білінійного перетворення

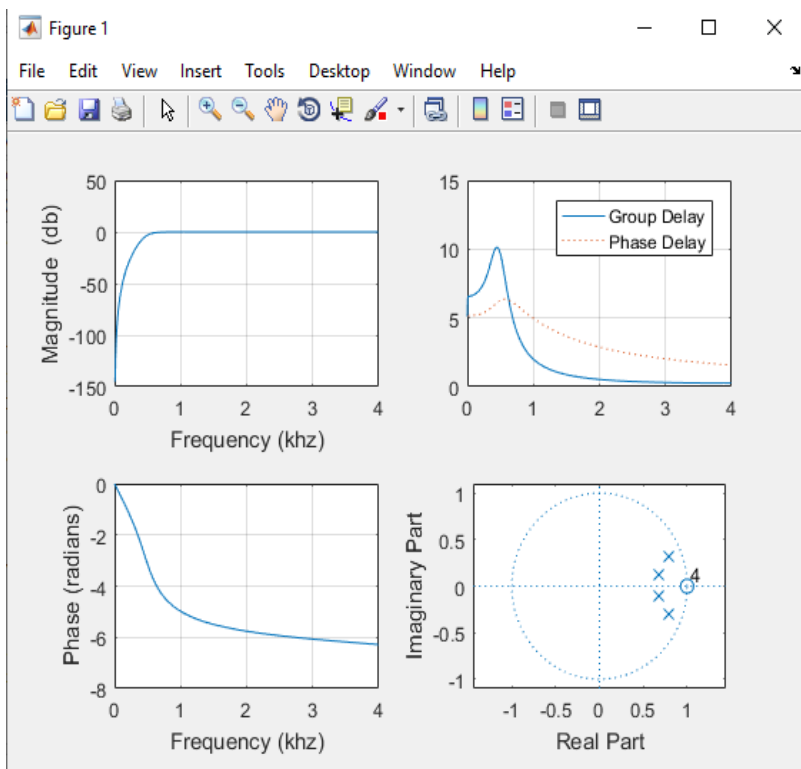


Рис. 11.8. Результати роботи програми розрахунків високочастотного НІХ-фільтра, отриманого методом білінійного перетворення

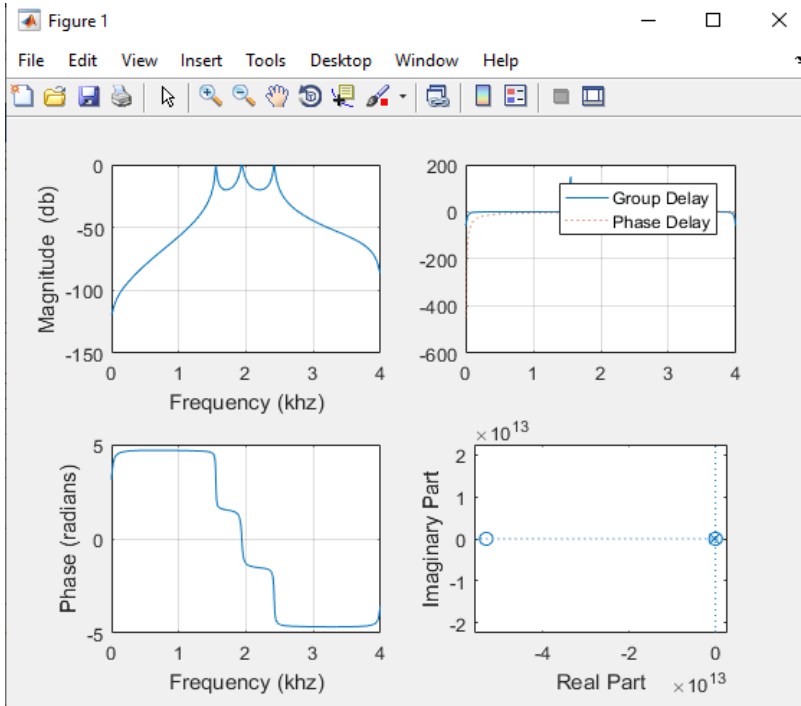


Рис. 11.9. Результати роботи програми розрахунку смугового НІХ-фільтра, отриманого методом інваріантного перетворення ІХ

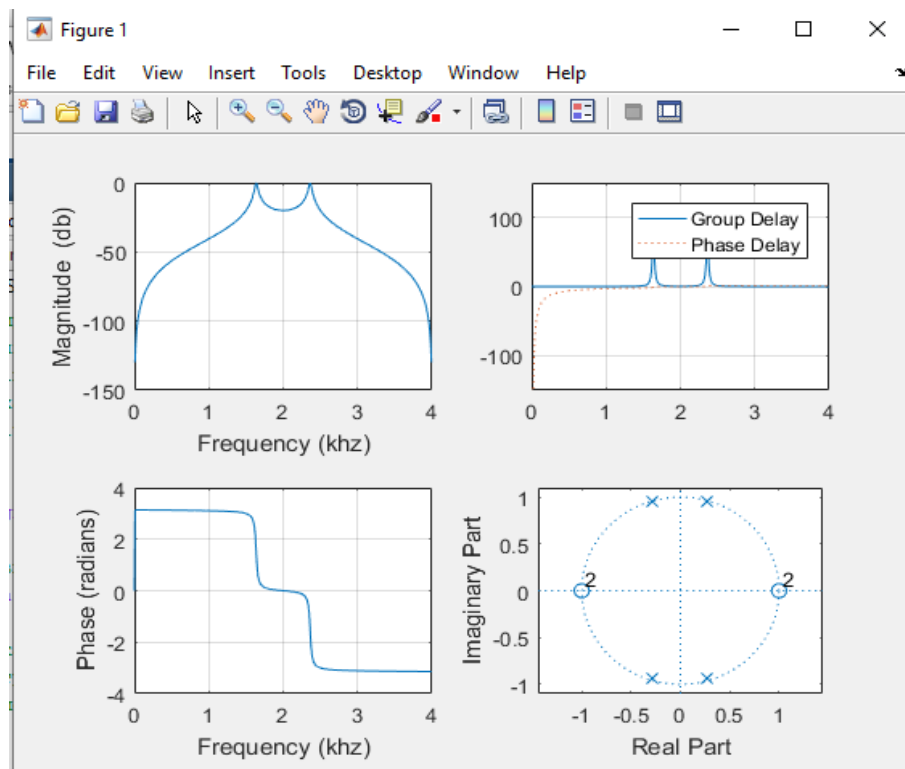


Рис.11.10. Результати роботи програми розрахунку смугового НІХ-фільтра, отриманого методом білінійного z-перетворення

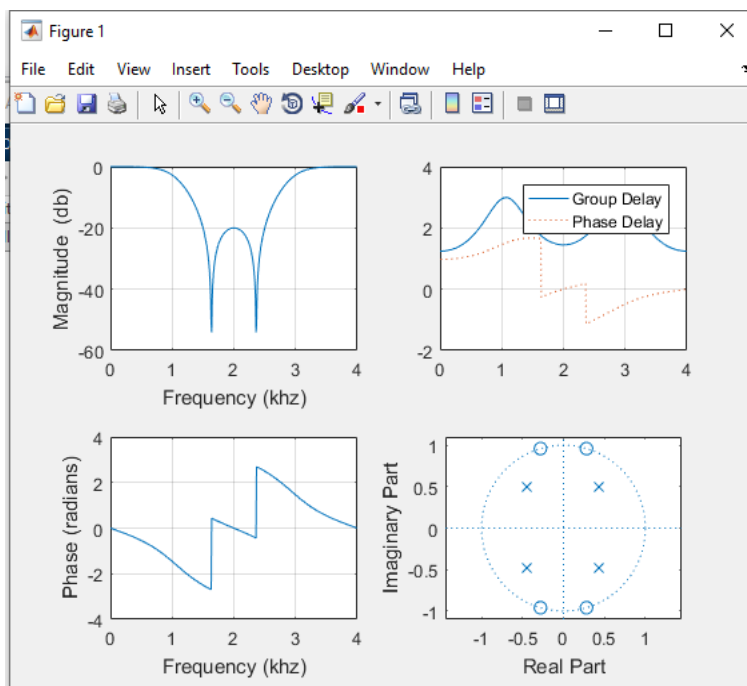


Рис. 11.11. Результати роботи програми розрахунку режекторного НІХ-фільтра, отриманого методом білінійного z -перетворення

ВИСНОВОК: У данному завданні було розглянуто проектування низькочастотного НІХ-фільтра за допомогою методу білінійного перетворення у середовищі MATLAB. Використовуючи функції проектування та аналізу цифрових фільтрів, був створений аналоговий НІХ-фільтр з визначеними параметрами частоти зрізу та порядку. Далі, за допомогою білінійного перетворення, отримані коефіцієнти цифрового фільтра. Результати роботи програми були представлені у вигляді графіків імпульсної відповіді та амплітудно-частотної характеристики цифрового фільтра. Отримані характеристики можуть бути використані для подальшого аналізу та оптимізації фільтра в контексті обробки сигналів.

