

Лабораторна робота №5

Синтез цифрових фільтрів в середовищі MATLAB

Мета роботи: Вивчити методи проектування цифрових фільтрів

Теоретичні відомості

1. Цифрові фільтри і методи їх проектування
див. [1]
2. Графічний інтерфейс Fdatool

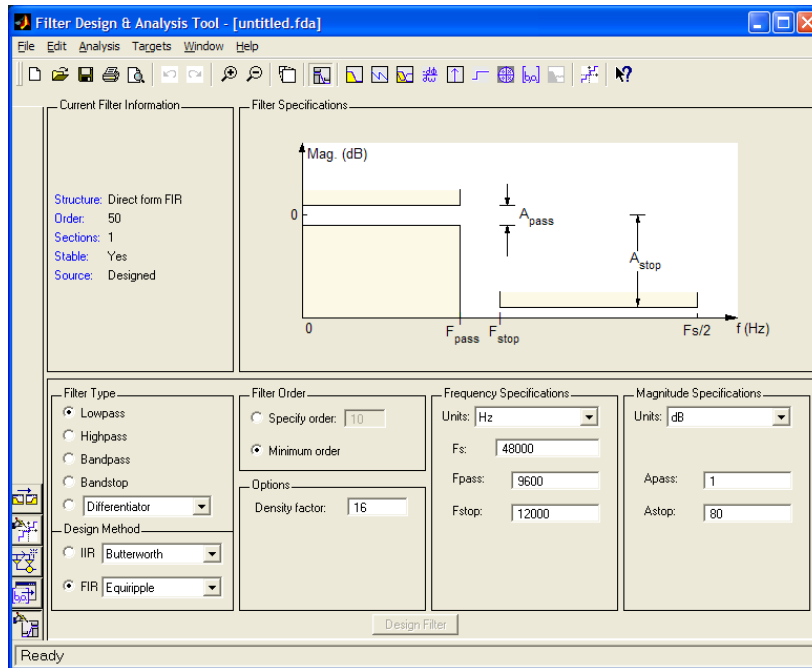


Рис. 5.1

Опис панелі інструментів:

Піктограма	Опис функції
	Перегляд специфікації фільтру в окремому вікні
	Перегляд амплітудної характеристики поточного фільтру
	Перегляд фазової характеристики поточного фільтру
	Перегляд амплітудної і фазової характеристик поточного фільтру одночасний
	Груповий час затримки (середня затримка сигналу як функція від частоти)
	Імпульсна характеристика текущего фильтра
	Перехідна функція поточного фільтру
	Перегляд нулів і полюсів поточного фільтру в z-площині
	Коефіцієнти поточного фільтру (залежать від його структури)

Вибір типу фільтру

Тип фільтру вибирається в блоці Filter Type

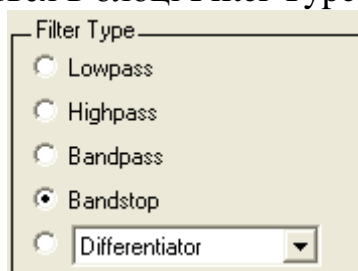
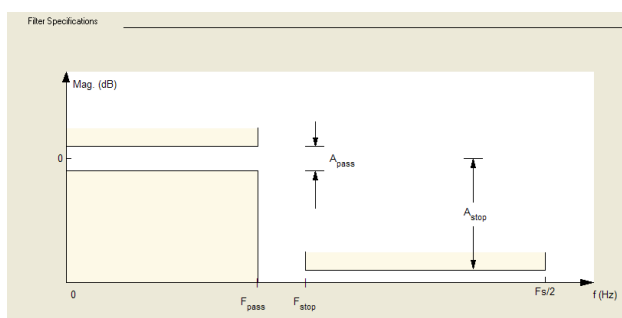


Рис. 5.2

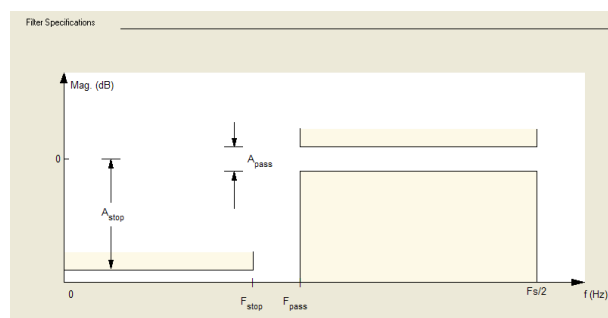
Передбачені наступні типи фільтрів:

- НЧ-фільтр (Lowpass)
- ВЧ-фільтр (Highpass)
- Смуговий фільтр (Bandpass)
- Режекторний фільтр (Bandstop)
- Інші типи фільтрів, вибрані в спадаючому списку.

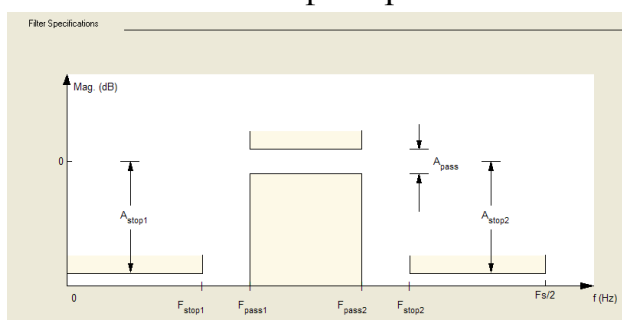
При виборі типу фільтру міняється блок специфікації (Filter Specification) і блоки параметрів. Параметри зручно встановлювати спираючись на блок специфікації



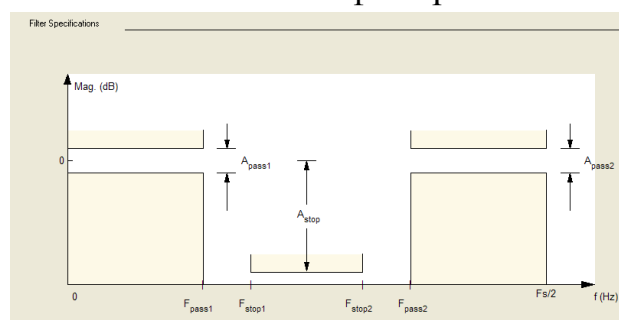
НЧ-фільтр



ВЧ-фільтр



Смуговий фільтр



Режекторний фільтр

Рис. 5.3

Вибір метода проектування

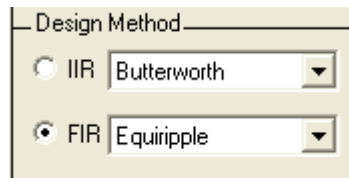


Рис. 5.4

Завдання: синтезувати БІХ фільтр нижніх частот з наступними параметрами:
частота зрізу = 6 кГц

Частота смуги затримки = 8,8 кГц

Пульсація в смузі пропускання = 1 дБ

Пульсація (загасання) в смузі затримки = 30 дБ

Частота дискретизації = 32 кГц

Порядок проектування і аналізу фільтру наступний:

1. Запустити Fdatoolbox;
2. Вибираємо типа фільтру – Lowpass;
3. Вибираємо метод синтезу – Iir, в якості фільтру прототипу Butterworth;

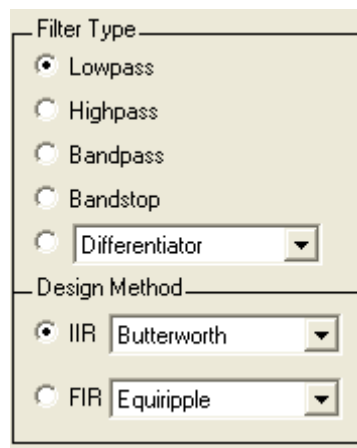


Рис.5.5

4. Задаємо специфікацію відповідно до завдання

Filter Order <input type="radio"/> Specify order: <input type="text" value="10"/> <input checked="" type="radio"/> Minimum order	Frequency Specifications Units: <input type="text" value="Hz"/> Fs: <input type="text" value="32000"/> Fpass: <input type="text" value="6000"/> Fstop: <input type="text" value="8800"/>	Magnitude Specifications Units: <input type="text" value="dB"/> Apass: <input type="text" value="1"/> Astop: <input type="text" value="30"/>
Options There are no optional parameters for this design method.		

Рис.5.6

5. Натискуємо кнопку Design Filter
6. Використовуючи засоби аналізу fdatool отримуємо:
 - 6.1 АЧХ і ЛАЧХ (рис.7-8) а. ФЧХ (рис.9)
 - 6.2. Імпульсна характеристика (рис.10)
 - 6.3. Перехідна функція (рис.11)
 - 6.4. Нулі і полюси (рис.12)

? Чи є фільтр стійким ?

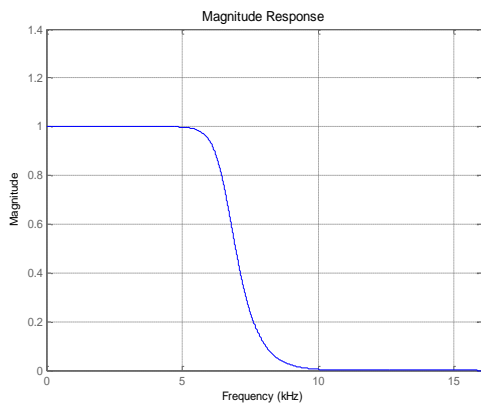


Рис. 5.7

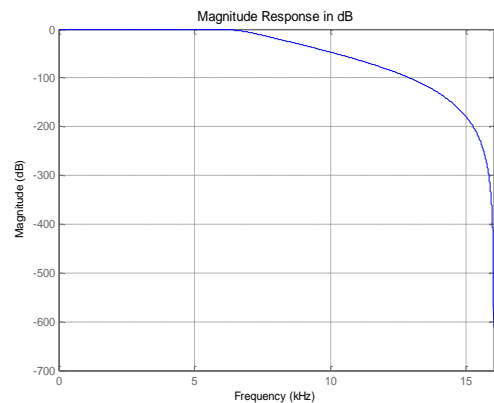


Рис.5.8

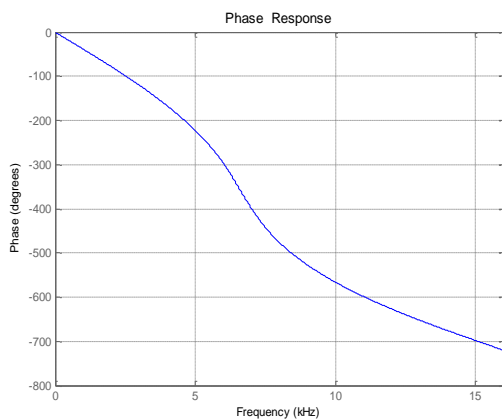


Рис.5.9

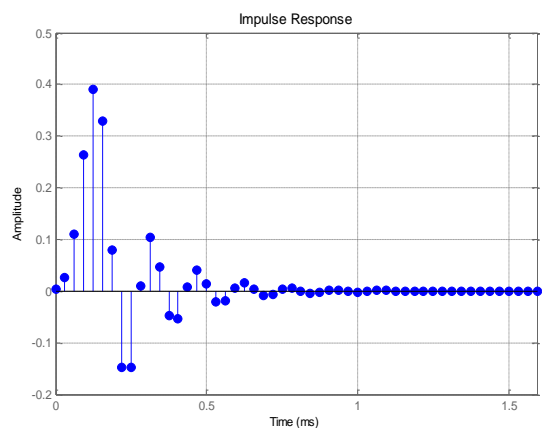


Рис.5.10

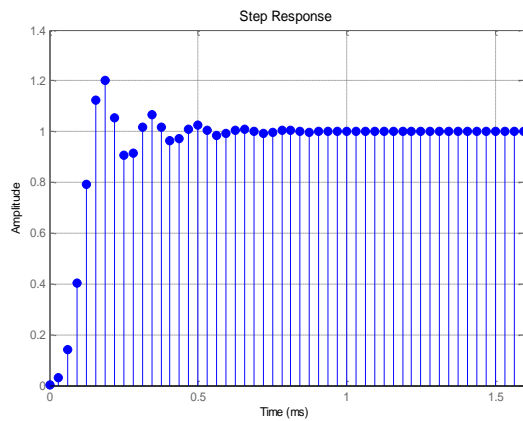


Рис.5.11

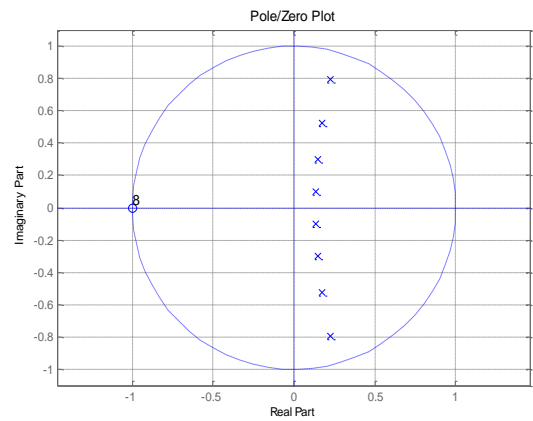


Рис.5.12

7. Отримаємо структурну схему фільтру
 Натискувати на кнопку Realize Model. Дана функція дозволяє
 синтезувати імітаційну модель фільтру в Simulink.
 Задаємо необхідні параметри
 Натискуємо кнопку Realize Model.

Model		Optimization	
Destination: <input type="text" value="Current model"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Optimize for zero gains	
Block name: <input type="text" value="Filter"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Optimize for unity gains	
<input type="checkbox"/> Overwrite generated 'Filter' block		<input checked="" type="checkbox"/> Optimize for -1 gains	
Block Type		<input checked="" type="checkbox"/> Optimize delay chains	
<input type="text" value="Floating-point blocks"/>			
<input type="button" value="Realize Model"/>			

Рис.5.13

В результаті отримуємо канонічну форму (Direct form II), що складається з 4 послідовно сполучених фільтру другого порядку (рис.14)

Завдання для самостійної роботи

1. Синтезувати БІХ, КИХ фільтри (НЧ, ВЧ, смугові і режекторні) з наступними параметрами

Номер варіанта	F_d	F_1	F_2	F_1^s	F_2^s	Q_i	Q_c
1	3000	200	400	400	800	3	20
2	200	10	30	20	60	3	30
3	10000	1000	1400	2000	2800	3	40
4	300	50	100	70	35	3	50
5	100	10	30	50	55	3	20
6	400	50	100	200	250	3	30
7	1000	100	300	200	300	3	40
8	256	30	70	60	100	3	50
9	5000	1000	1200	2000	2500	3	20
10	500	200	400	400	800	3	30
11	600	200	500	400	800	3	40
12	700	10	30	20	60	3	50
13	800	100	900	2000	2800	3	60
14	900	200	800	70	35	3	70
15	1000	10	30	50	55	3	20
16	1100	50	100	200	250	3	30
17	1200	100	700	200	300	3	40
18	200	30	70	60	100	3	50
19	300	1000	1200	2000	2500	3	60
20	400	200	400	500	800	3	70
21	500	200	900	400	300	3	80
22	600	10	30	20	60	3	20
23	9000	1000	1400	200	800	3	30
24	300	200	500	700	300	3	40
25	100	100	300	500	55	3	50

Позначення:

F_d - частота дискретизації

F_1, F_2 - , - частоти зрізу (для фільтрів нижніх і верхніх частот - лише F_1)

F_1^s, F_2^s - - частоти смуги затримки, на яких задається загасання

Q_i, Q_c ,- пульсація (загасання) в смузі пропускання і в смузі затримки відповідно.

2. Проаналізувати

- амплітудні характеристики

- імпульсні характеристики

- перехідні характеристики
 - положення полюсів і нулів
 - фазові характеристики,
3. Знайти метод синтезу для кожного варіанту, що забезпечує
 - найбільш короткий фільтр
 - найменшу затримку вихідного сигналу
 - найменше спотворення форми сигналу.
 4. Отримати структурні схеми реалізації фільтрів
 5. Результати роботи оформити у вигляді звіту.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що таке імпульсна характеристика фільтру?
2. Як імпульсна характеристика пов'язана з АЧХ і ФЧХ?
3. Що таке ЛАЧХ фільтру?
4. Що таке стійкість фільтру?
5. Які критерії стійкості аналогового і дискретного фільтру?
6. Які функції Matlab реалізовані в GUI Fdatool?

ЛІТЕРАТУРА

1. Бадейкин А.В., Геппенер В.В., Корнеев И.А. Синтез цифровых фильтров с использованием пакета программ MATLAB: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001
2. Гольденберг Л.М. Матюшкин Б.Д. Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов: Справочник.- М: Радио и связь, 1985.-315 с.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов.- СПб.:Питер, 2003 - 604с.