

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: "Радіоприймач сканер"

(назва теми)

(назва теми)

(назва теми)

Виконав (ла): студент (ка) IV курсу групи РАс-41

спеціальності: 172 "Телекомунікації та радіотехніка"

(шифр і назва напряму підготовки)

|

(підпис)

Цебринський А.Т.

(прізвище та ініціали)

Керівник:

(підпис)

Дуда С.П.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль:

(підпис)

Марценюк А.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри:

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет: прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра: радіотехнічних систем

(повна назва кафедри, циклової комісії)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“ ” червня 20 21 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня: бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю: 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

(назва освітнього ступеня)

студенту: Цебринському Андрію Тарасовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема: “Радіоприймач сканер”

Керівник роботи: Дуда Сергій Петрович, асист.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада)

затверджена наказом ректора від “ 31 ” травня 20 21 року № 4/7-435

2 Термін подання студентом завершеної роботи: 25 червня 2021 р.

3 Вихідні дані роботи: Діапазон частот, МГц; 0,015 – 65,0;

Чутливість, обмежена шумами при відношенні сигнал/шум 50 дБ, по
напруженості поля для антени, дБм 135;

Смуга приймання, кГц 10, 20, 40 та 100;

Смуга огляду, МГц 0,16, 0,32, 0,8, 1,6 та 4;

Розрядність вихідних відліків АЦП I/Q, біт 14, 324

4 Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Проектування та рахунок схеми електричної структурної

2 Проектування та рахунок схеми електричної структурної

3 Розробка програми

4 Проектування друкованого вузла

5 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6 Схема електрична структурна (обов'язкове)

7 Схема електрична принципова (обов'язкове)

8 Алгоритм

9 Друкований вузол (деталь) (обов'язкове)

10 Складальне креслення друкованого вузла (обов'язкове)

11 Технічні показники (плакат)

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: “Радіоприймач сканер” // Кваліфікаційна робота бакалавра // Цебринський Андрій Тарасович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, кафедра радіотехнічних систем, група РАс-41 // Тернопіль, 2021 // с. – 57, рис. – 28, табл. – 1, бібліографія – 16, креслення – 5.

Ключові слова: ДИСКРЕТИЗАЦІЯ, ДИНАМІЧНИЙ ДІАПАЗОН, ПРОГРАМОВАНА ЛОГІЧНА ІНТЕГРАЛЬНА СХЕМА, ПРОМІЖНА ЧАСТОТА, ЦИФРОВИЙ ФІЛЬТР, ЧУТЛИВІСТЬ.

Проведено аналіз радіоприймачів сканерів. Для реалізації широкої смуги вхідне коло приймача реалізовано на смугових фільтрах для забезпечення високої вибіркової. Фільтри перемикаються автоматично при переході на інший діапазон. Цифрову обробку радіосигналу, управління роботою та відображенням інформації реалізовано на ПЛІС. Розроблено схему електричну структурну та принципову. Проведено розрахунок каскадів схеми електричної. Розраховано цифровий фільтр. Технічні характеристики радіоприймача:

Діапазон частот, МГц; 0,015 – 65,0;

Чутливість, обмежена шумами при відношенні сигнал/шум 50 дБ, по 8;
напруженості поля для антени, дБм 135;

Смуга приймання, кГц 10, 20, 40 та 100;

Смуга огляду, МГц 0,16, 0,32, 0,8, 1,6 та 4;

Розрядність вихідних відліків АЦП I/Q, біт 14, 324.

Annotation

Work qualification theme: “scanner radio receiver” // Bachelor qualification work // Tsebrynskyi Andrii Tarasovych // Ivan Pulyuj Ternopil National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, Radio Engineering Systems Department, group RAs-41 // Ternopil 2021 // p. – 57, fig. – 28, table – 1, bibliography – 16, drawing – 5.

Keywords: DISCRETIZATION, DYNAMIC RANGE, PROGRAMMED LOGICAL INTEGRATED CIRCUIT, INTERMEDIATE FREQUENCY, DIGITAL FILTER, SENSITIVITY.

The analysis of scanner radios is carried out. To implement a wide band, the input circuit of the receiver is implemented on band-pass filters to ensure high selectivity. Filters switch automatically when you switch to another range. Digital radio signal processing, operation control and information display are implemented on FPGA. The electrical structural and basic scheme is developed. The cascades of the electrical circuit are calculated. Digital filter is calculated. Technical characteristics of the radio receiver:

Frequency range, MHz; 0.015 - 65.0;

Sensitivity, limited by noise at a signal-to-noise ratio of 50 dB, 8;
field strength for the antenna, dBm 135;

Reception band, kHz 10, 20, 40 and 100;

Viewing band, MHz 0.16, 0.32, 0.8, 1.6 and 4;

The bit rate of the original ADC I / Q readings, bits 14, 324.

Зміст

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	7
Вступ.....	8
1 Основна частина.....	9
1.1 Аналіз технічного завдання	9
1.2 Проектування схеми електричної структурної.....	18
1.3 Розрахунок фільтра цифрового	20
1.4 Проектування програмне	41
1.4.1 Логічні функції вузла індикації.....	42
1.5 Проектування конструкторське.....	44
1.5.1 Розробка компоновки і конструкції друкованого вузла	44
1.5.2 Оптимізація компоновки, друкованого вузла	45
2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	48
2.1 Актуальність безпеки життєдіяльності людини	48
2.2 Заходи безпеки при експлуатації електроустановок на дільниці	50
Висновки	53
Список використаних джерел	54
Додатки.....	55

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Цебринський А.Т.			Радіоприймач сканер Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дуда С.П.					6	50
Реценз.						ТНТУ імені Івана Пулюя,		
Н. Контр.		Марценюк А.С.				ФПТ, каф. РТ, гр. РАС-41		
Затверд.		Дунець В.Л.						

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

АФЧХ – амплітудно-фазочастотна характеристика;

АЧХ – амплітудно-частотна характеристика;

БЖД – безпека життєдіяльності;

ЕСКД – єдина система конструкторської документації;

ЕСПД – єдина система програмної документації;

ОБР – область безпечної роботи;

ПРЧ – підсилювач радіочастоти;

САПР – система автоматизованого проектування;

ФЧХ – фазочастотна характеристика.

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Цифрова обробка сигналів (ЦОС) в останні десятиліття все більше використовується в різних сферах науки і техніки. Прогрес спричинений досягненнями в галузі мікроелектроніки, які дозволили розробити швидкісні засоби обчислення з низьким енергоспоживанням, малими габаритами та масою. Зацікавленість цифровою обробкою викликана тим, що дозволяє створювати пристрої з технічними характеристиками, які недосяжні для аналогових пристроїв обробки сигналів. Застосування ЦОС у ряді випадків є більш ефективним як технічно так і економічно. Ця універсальність дає можливість використовувати її в багатьох галузях. Сфера використання ЦОС невідмінно збільшується. Радіозв'язок, в тому числі космічний, ехолокація, виявлення сигналів на фоні завад та їх аналіз, адаптивна корекція каналів зв'язку та компенсація завад, аналіз мови, обробка сигналів в геологорозвідці медицині і т.п.

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Розвиток цифрових технологій збільшив зацікавленість проектуванням радіоприймальних трактів з цифровою обробкою (software defined radio). Оцифрування радіосигналу в режимі реального часу і подальша обробка програмно-апаратними засобами (програмованими логічними матрицями, цифровими сигнальними процесорами і т.п.) основа цієї технології. SDR технологія дозволяє здійснювати приймання і демодуляцію сигналів, які використовують такі види модуляції:

- амплітудна модуляція;
 - а) односмугова модуляція (ОМ) single-sideband modulation;
 - б) балансна амплітудна модуляція (БАМ) double side band, (DSB);
 - в) квадратурна модуляція (КАМн) quadrature amplitude modulation (QAM);
- кутова модуляція;
 - а) фазова модуляція (ФМ) phase modulation (PM));
 - б) частотна модуляція (ЧМ) frequency modulation (FM);
 - в) лінійна частотна модуляція (ЛЧМ) linear frequency modulation (LFM);
 - г) сигнально-кодова модуляція (СКМ signal code modulation (SCM);
- цифрова модуляція;
 - а) фазова маніпуляція (ФМн);
 - б) частотна маніпуляція (ЧМн);
 - в) Гаусова частотна модуляція з мінімальним зміщенням Gaussian minimum shift keying (GMSK);
- імпульсна модуляція;
 - а) адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція (АДІКМ) adaptive DPCM (ADPCM);

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- амплітудно-імпульсна модуляція (АІМ);
- широтно-імпульсна модуляція;
- частотно-імпульсна модуляція (ЧІМ);
- скважністно-імпульсна модуляція;
- фазово-імпульсна модуляція (ФІМ);
- сигма-дельта-модуляція ($\Sigma\Delta$);
- дельта-модуляція (ДМ Δ).

Цифрова обробка в приймачі виконується на носійній частоті рисунок 1.1, на проміжній частоті рисунок 1.2.

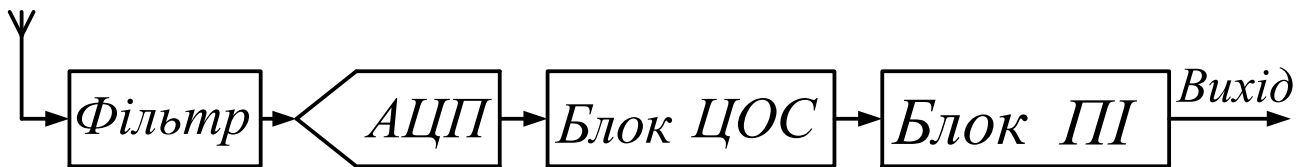


Рисунок 1.1 – Цифрова обробка на носійній частоті

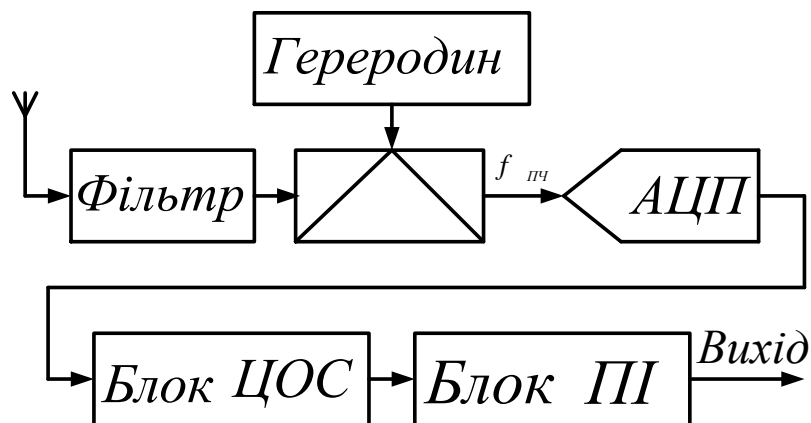


Рисунок 1.2 – Цифрова обробка на проміжній частоті

Радіоприймач цифрової обробки на проміжній частоті відносяться до супергетеродинного типу, які володіють чудовою чутливістю і селективністю у всьому діапазоні частот, що є перевагою щодо приймачів прямого перетворення. Приймачі даного типу застосовують у професійній апаратурі зв'язку, до

якої пред'являються високі вимоги до технічних параметрів. Недоліки приймачів – наявність аналогових компонентів, відносно велике енергоспоживання.

Низьке енергоспоживання, розміщення елементів в портативному пристрої (ідеально в корпусі однієї мікросхеми), – переваги приймачів прямого перетворення. Недоліки – низькі чутливість, вибірковість, вузький динамічний діапазон. Оскільки пристрій працює в діапазоні частот 0,15 – 30,0 МГц, наявність сучасних швидкодіючих АЦП, будемо проектувати радіоприймач з цифровою обробкою на носійній частоті.

Сигнали з частотами десятки МГц дискретизуємо згідно теореми Котельникова. Швидкість сучасних АЦП дозволяє це реалізувати. Частота вибірки має бути не менше подвоєної граничної частоти спектру дискретизованого сигналу. Оцифровується постійна складова та одна друга частоти дискретизації. Аналоговий ФНЧ зменшить накладання спектрів. У випадку вузькосмугових сигналів смугова дискретизація дозволяє зменшити частоту дискретизації. Для збереження інформативності сигналу частота дискретизації вибирається більшою, ніж подвійна верхня гранична частота сигналу [4]. Частота дискретизації (1.1):

$$(2f_c - B) / m \geq f_s \geq (2f_c + B) / (m + 1) \quad (1.1)$$

де m – ціле число вибираємо з співвідношення $2f_c \geq 2B$;

f_c – центральна частота сигналу;

f_s – частота дискретизуючої послідовності;

B – ширина спектру сигналу.

При смуговій дискретизації оцифровується не вся смуга сигналу, а певна частина. Накладання спектрів усуваємо смуговими фільтрами. Смугова дискретизація одночасно з оцифруванням сигналу перекосить його на низьку частоту. Аналогові фільтри від накладання спектрів необхідно встановлювати на вході

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

перетворювача. Вища частота дискретизації вимагає менш жорсткі вимоги до аналогового фільтру.

У SDR приймачі застосовується квадратурне перетворення частоти, це означає, що теоретично дзеркального каналу в ньому бути не повинно. Але чому ж у традиційному SDR (див. рис. 1.1) Таки присутній дзеркальний канал, незважаючи на комплексний вихідний сигнал квадратурного перетворювача?

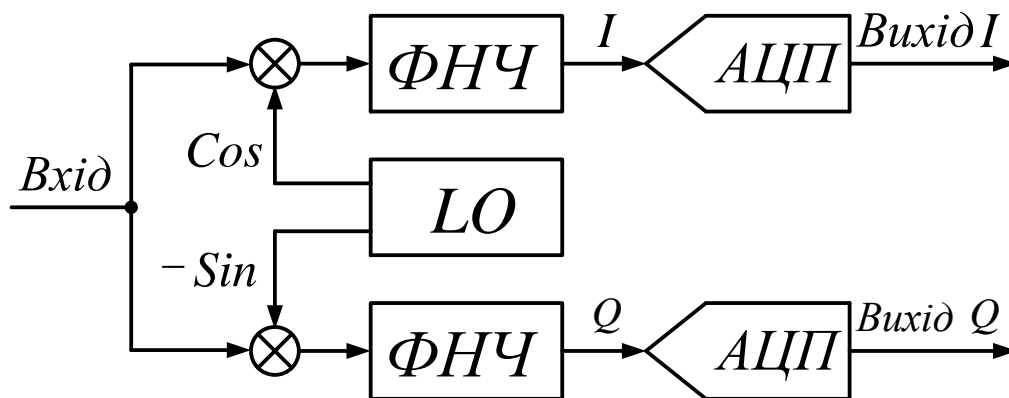


Рисунок 1.3 – SDR приймач аналоговий

Причина проста – цей перетворювач виконаний в аналоговому вигляді, а значить, він не ідеальний і в принципі ідеальним бути не може. Як і все аналогове в нашому світі. Фактори, які впливають на рівень дзеркального сигналу в традиційному SDR:

- неідентичність амплітуд синуса і косинуса у генератора LO;
- відмінність різниці фаз синуса і косинуса у генератора LO від необхідних 90 градусів;
- неідентичність аналогових перемножувачів між собою;
- неідентичність АЧХ і ФЧХ аналогових фільтрів в колах синфазного і квадратурного каналів перетворювача;
- неідентичність вихідних каналів.

При цифровій же реалізації квадратурного перетворювача в DDC SDR, побудованому за принципом “АЦП до антени”, всі операції обробки сигналу в

ньому виконуються у цифровому вигляді і виконуються точно (з урахуванням похибки обчислень через обмежену розрядність) і абсолютно ідентично в обох каналах I і Q. Синус і косинус в блоці DDS (direct digital synthesizer) також формуються досить точно. Тому в DDC SDR приймачі рисунок 1.2 дзеркальний канал пригнічений більш ніж на 100 дБ, і його не видно під шумами.

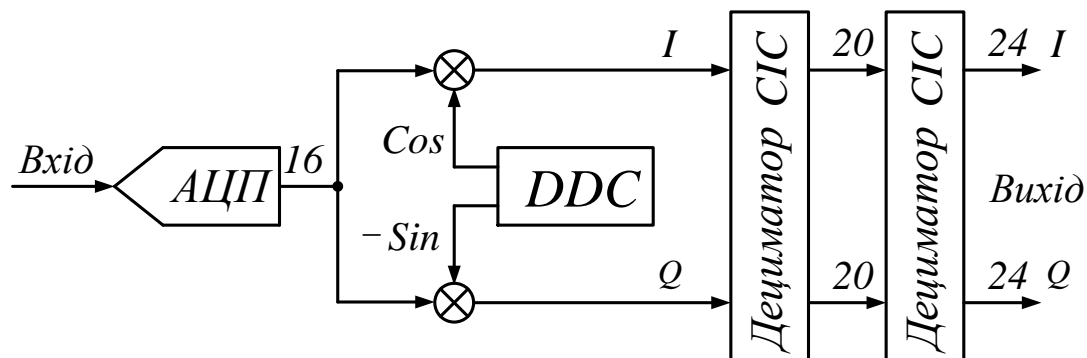


Рисунок 1.4 – DDC SDR приймач

Дзеркальний канал з'явиться, якщо в такий перетворювач штучно внести похибку, наприклад, змінити порядок фільтра в одному з каналів. Або внести будь-яку іншу похибку в обчислення. Але в DDC SDR є інші причини побічних каналів прийому. Вони з'являються як наслідок безграмотного проектування дециматора.

Частота дискретизації АЦП $f_s = 60$ (МГц), а ширина цільової смуги вихідного сигналу $f_{вих} = 2$ (МГц). Беремо запас 0,5 МГц на неідеальність децимуючого фільтра, разом отримуємо частоту дискретизації комплексного вихідного сигналу $f_{вих} + 0,5$ МГц. На рисунку 1.3 представлено спектр дійсного дискретного сигналу на виході АЦП.

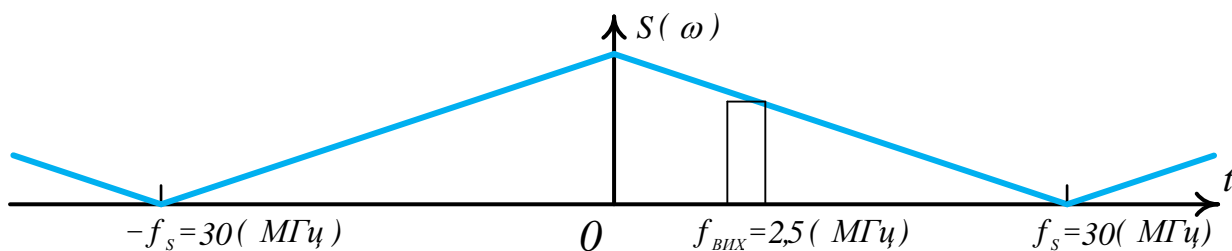


Рисунок 1.5 – Спектр дійсного дискретного сигналу на виході АЦП

Таким чином, в процесі обробки потрібно понизити (децимувати) частоту дискретизації в 24 рази. Вся обробка прийнятого сигналу (після АЦП) виконується обчислювальними алгоритмами ЦОС, тобто, досить точно. На виході АЦП ми маємо дійсний дискретний сигнал з симетричним відносно нуля періодичним спектром (період 60 МГц). Квадратурний перетворювач (DDS і два помножувачі) формує з цього дійсного сигналу комплексний дискретний сигнал і лінійно зміщує його спектр по осі частот так, щоб центральна частота цільової смуги стала нульовою проміжною частотою. При цьому періодичність спектру зберігається, але він перестає бути симетричним (це і зрозуміло, сигнал став комплексним) рисунок 1.4.

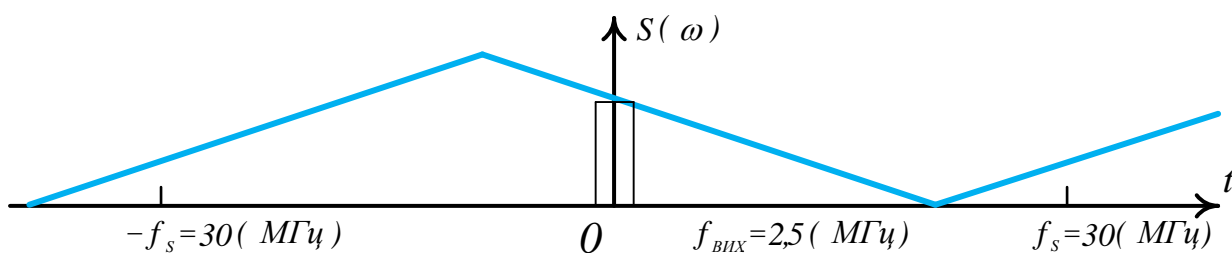


Рисунок 1.6 – Спектр комплексного дискретного сигналу на виході квадратурного перетворювача

Мета подальшої фільтрації – з широкої 60 МГц смуги комплексного сигналу вирізати потрібні нам 2 МГц в околиці нульової частоти з одночасним виконанням децимації. Ця операція виконується паралельно в обох IQ каналах незалежно один від одного звичайними дискретними (цифровими) дійсними філь-

трами. Фільтри повинні бути абсолютно ідентичними. Рекомендується застосовувати нерекурсивні фільтри з симетричними коефіцієнтами. Операція децимації полягає у відкиданні зайвих відліків дискретного сигналу. Грубо кажучи, на виході з двадцяти пар вихідних відліків сигналу повинна залишитися тільки одна пара. Так просто їх відкинути не можна, інакше буде ефект спектральних накладень (алайзінг), тому що по суті децимація – це дискретизація дискретного сигналу. Тобто перед відкиданням ми повинні спектр сигналу привести до вимог по Котельникову, відфільтрувати ті частоти, які перевищують нову частоту Найквіста. Від рекурсивних фільтрів відмовляємося, тому що нам не потрібна крива ФЧХ. Значить, нерекурсивний FIR фільтр повинен бути чималого порядку, з хорошим скатом АЧХ – адже на розфільтрування у нас є всього 500 кГц запасу. Аналізуючи цю ситуацію, ми бачимо, що у нас немає такого величезного обчислювального ресурсу – адже обидва децимуючих FIR фільтра повинні працювати на повній швидкості 60 MSPS. Вирішується ця проблема використанням однорідного фільтра. Це такий фільтр, всі коефіцієнти якого рівні одиниці. Тобто, він не вимагає помножувачів зовсім. Імпульсна характеристика (зважувальне вікно) однорідного фільтра – прямокутна, а АЧХ (модуль перетворення Фур'є імпульсної характеристики) має багатопелюсткову форму, в якій пелюстки утворені функцією виду $|\text{sinc } x| = |\sin x / x|$. Загасання АЧХ в середніх точках між пелюстками нескінченне. Цей фільтр може бути реалізований і в рекурсивному вигляді, так він виходить ще простіше. Теорія однорідного фільтра викладена [3]. Або рекурсивну реалізацію однорідного фільтра називають СІС-фільтром (Cascaded integrator-comb), або фільтром Хогенауера. Його АЧХ як не можна краще підходить для реалізації децимуючого фільтра, так як має глибокі провали якраз на тих частотах, де потрібна тиснути “аліаси”. Див на рисунку 1.5 АЧХ 1-каскадного СІС, розрахованого для коефіцієнта децимації 10. Вісь частот відградує в частках від вихідної частоти дискретизації, тобто 0,5 – це вихідна частота Найквіста 30 МГц. Нова частота дискретизації після цього дециматора буде $60/10 = 6$ МГц.

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Рисунок 1.7 – АЧХ одно каскадного СС-фільтра коефіцієнта децимації

10

На картинці червоним кольором показані смуги частот, які нас не цікавлять взагалі і де АЧХ може бути будь-якою (це і не цільова смуга і не аліаси), зеленим кольором поблизу нульової частоти показана половина 2МГц цільової смуги, також зеленим кольором навколо провалів частоти кратні новій частоті дискретизації 10 МГц (10, 20, 30 МГц) показані 2 МГц ділянки “аліасів”. На жаль, ці провали АЧХ не настільки широкі як нам хотілося б, і на краях корисної смуги аліас першого порядку буде пригнічений всього на 19 дБ. Це дуже погано. Цю проблему вирішуємо – каскадуванням. Так, шестикаскадний СС фільтр придушує аліаси не гірше мінус 115 дБ зображено на рисунку 1.8. При цьому погіршилася нерівномірність 0,9 дБ в цільовій смузі, але це дрібниці. При необхідності цей невеликий провал АЧХ можна потім скорегувати.

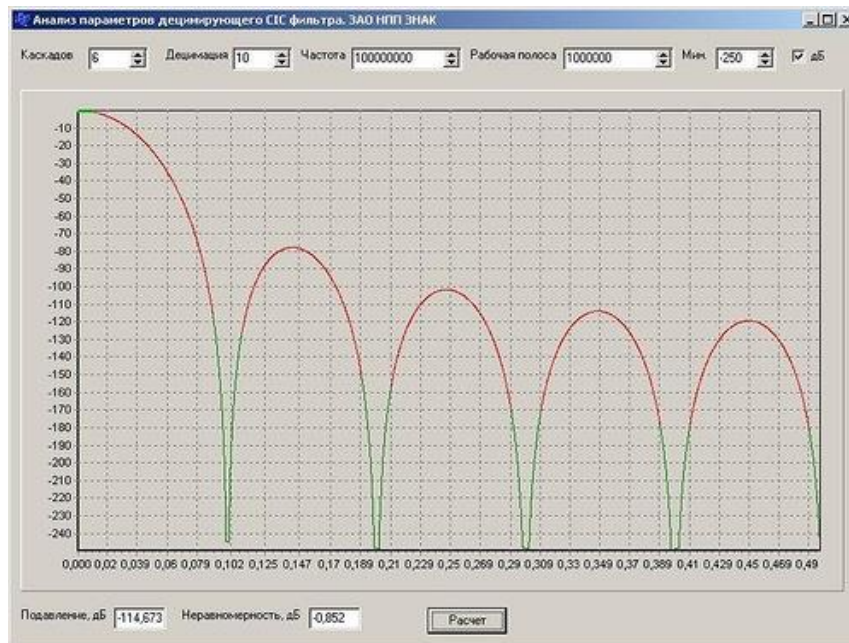


Рисунок 1.8 – Шестикаскадный СИС-фильтр

Звичайно, сам по собі СИС-фільтр не може забезпечити необхідну крутизну АЧХ для якісного виділення смуги цільового сигналу – ця робота покладається на FIR фільтр в наступному каскаді децимації.

Таким чином дециматор виходить двокаскадним. У першому каскаді шестикаскадний СИС дециматор (який зовсім без помножувачів) бере всю брудну роботу на себе і ділить величезну швидкість вхідного потоку даних на 10, у другому каскаді FIR дециматор підчищає огріхи СИС, виконує чистову обробку і ділить ще на 4. У другому каскаді вже потрібно справжній FIR фільтр з помножувачами. Але він буде працювати на зниженій в 10 разів частоті, і в ПЛІС його можна реалізувати економічно, з роботою помножувачів в циклі – на зразок того, як це робиться в програмах для ЕОМ. Вимоги до АЧХ цього фільтра будуть нижче, ніж при однокаскадній децимації, і його порядок не буде високим. Такий фільтр не відніме у ПЛІС багато ресурсу. Часто для економії помножувачів застосовують такий різновид FIR фільтра, як напівдіапазонний (half-band) фільтр з коефіцієнтом децимації 2 – у нього половина коефіцієнтів дорівнюють нулю. Ну і, звичайно, імпульсна характеристика FIR фільтра повинна бути обов'язково симетричною – це не тільки дає нам лінійну ФЧХ, але і в два

рази економить пам'ять в ПЛІС для їх зберігання. Другий FIR каскад вигідно виконати покаскадно, наприклад, з напівдіапазонних фільтрів. Це нам дасть в цілому ще більшу економію по помножувачах.

1.2 Проектування схеми електричної структурної

Перетворення аналогового сигналу в цифровий проводимо на радіочастоті. Тому структурну радіоприймача цифрового входять:

- фільтр низької частоти;
- аналого-цифровий перетворювач;
- програмована логічна інтегральна мікросхема;
- 1) цифровий синтезатор частоти;
- 2) перемножувач \cos ;
- 3) перемножувач \sin ;
- 4) цифровий фільтр високого порядку СІС \cos ;
- 5) цифровий фільтр високого порядку СІС \sin ;
- 6) не рекурсивний фільтр КІХ \cos ;
- 7) не рекурсивний фільтр КІХ \sin ;
- 8) перетворювач розрядність-швидкість;
- 9) комутована пам'ять;
- 10) управління синтезатором частоти;
- 11) Ethernet TX;
- 12) USB порт.

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.9 – Схема електрична структурна радіоприймач сканера

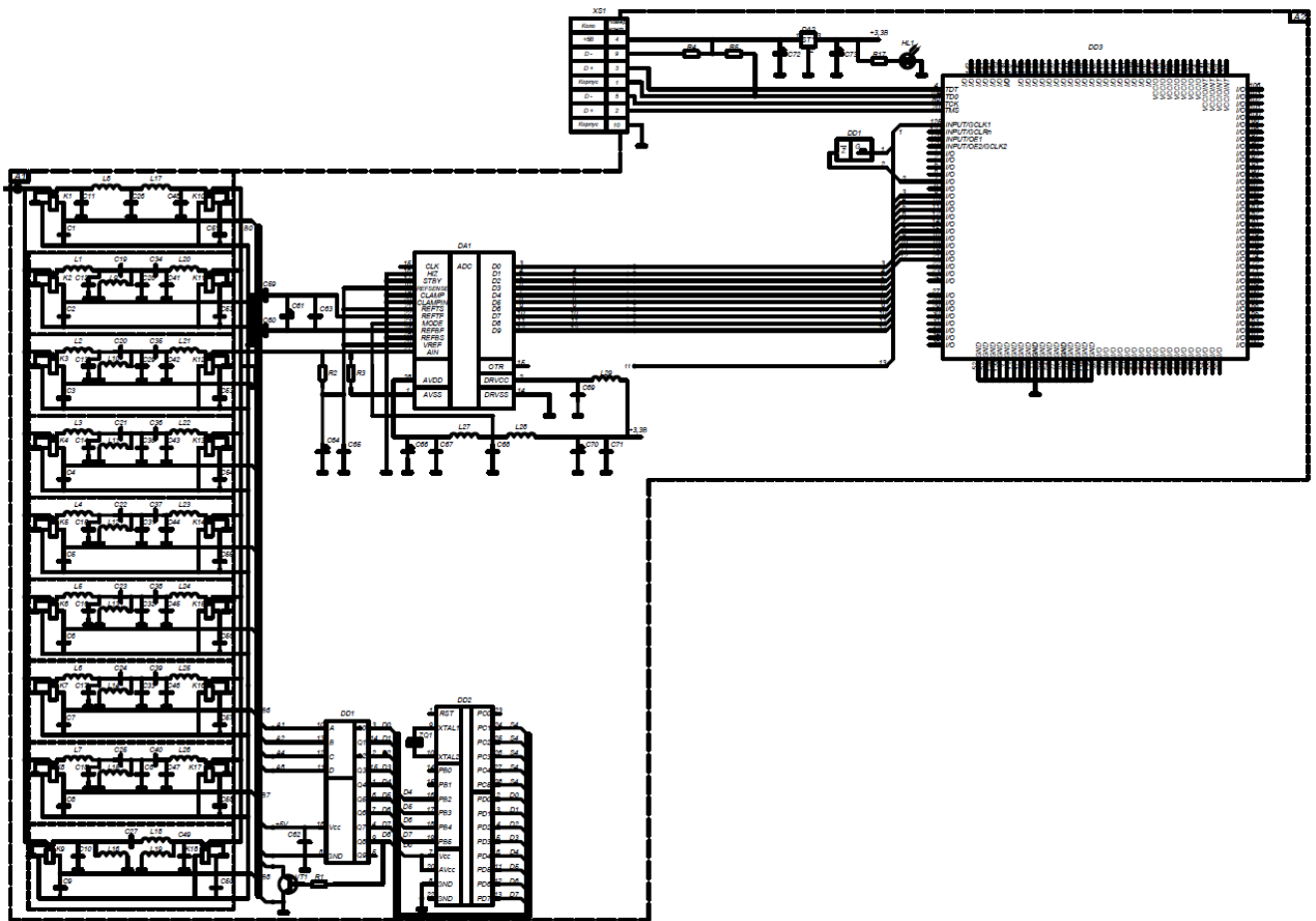


Рисунок 1.10 – Схема електрична принципова радіоприймач сканера

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ЦАТЗ.042.001 ПЗ

Арк.

19

1.3 Розрахунок фільтра цифрового

Каскадний інтегрально-гребінковий фільтр (cascaded integral-comb filters (CIC)) Хогенауера (Hogenauer) використовують в задачах децимації та інтерполяції. Головна відмітна особливість CIC-фільтрів в тому, що вони не вимагають операцій множення. Ця обставина робить CIC-фільтри вельми привабливими при апаратній реалізації на FPGA або DSP.

Фільтр інтегратор і гребінчастий фільтр.

Для початку розглянемо два найпростіших фільтра: БИХ-фільтр інтегратор і гребінчастий СІХ фільтр. НИХ фільтр-інтегратор задається різницевою рівнянням:

$$y(n) = y(n-1) + x(n) \quad (1.2)$$

де $x(n)$ – відліки вхідного сигналу;

$y(n)$ – вихідний сигнал. Схема інтегратора представлена на рисунку 1.11.

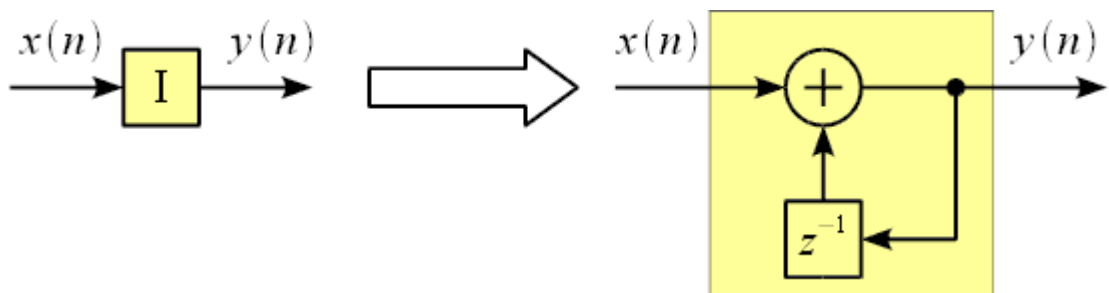


Рисунок 1.11 – Структурна схема БИХ фільтра інтегратора

Передавальна характеристика інтегратора має вигляд:

$$H_I(z) = \frac{1}{1+z^{-1}} \quad (1.3)$$

Розглянемо частотну характеристику БХ фільтра інтегратора. Для цього (1.3) підставимо у вираз.

$$z^{-1} = e^{-j\omega} \quad (1.4)$$

Тоді частотна характеристика $H_1(e^{j\omega})$ дорівнює:

$$H_1(e^{j\omega}) = \frac{1}{1 + e^{-j\omega}} = \frac{1}{e^{-j\omega/2} (e^{j\omega/2} + e^{-j\omega/2})}. \quad (1.5)$$

Врахуємо, що $e^{j\omega/2} + e^{-j\omega/2} = 2 \cos \omega/2$

тоді (1.5) можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned} H_1(e^{j\omega}) &= \frac{1}{e^{-j\omega/2} 2 \cos \omega/2} = \frac{1}{e^{-j\omega/2} 2 e^{j\pi/2} \sin \omega/2} = \\ &= \frac{1}{2 \sin \omega/2} \cdot e^{(j\omega/2 - \pi/2)} \end{aligned} \quad (1.6)$$

Тоді амплітудно-частотна $|H_1(e^{j\omega})|$ і фазочастотна характеристики $\Phi(H_1(e^{j\omega}))$ інтегратора рівні:

$$|H_1(e^{j\omega})| = \frac{1}{2 \sin \omega/2}, \quad (1.7)$$

$$\Phi(H_1(e^{j\omega})) = e^{(j\omega/2 - \pi/2)}. \quad (1.8)$$

На рисунках 1.12 і 1.13 представлені амплітудно- і фазочастотні характеристики фільтра інтегратора (АЧХ і ФЧХ).

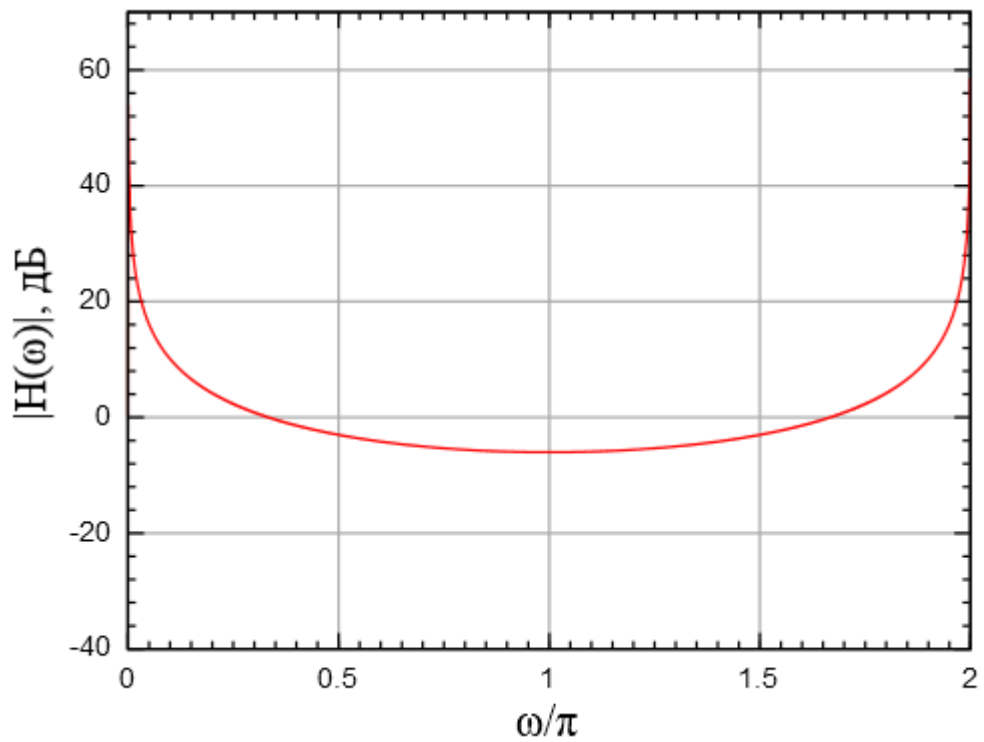


Рисунок 1.12 – АЧХ фільтра інтегратора

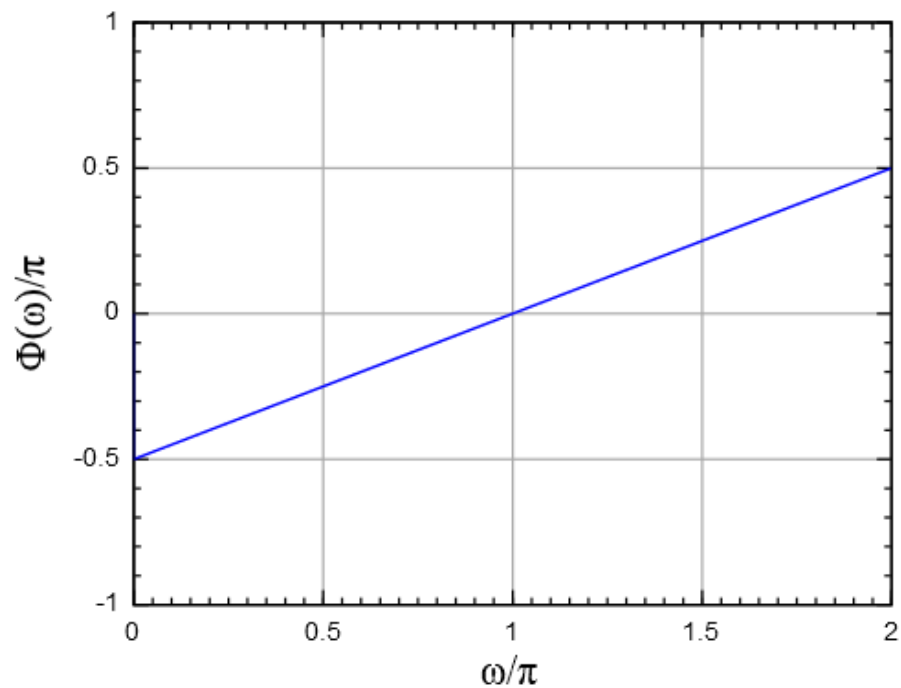


Рисунок 1.13 – Фазочастотна характеристика фільтра інтегратора

Фільтр інтегратор має нескінченний коефіцієнт передачі на нульовій частоті і лінійну ФЧХ. Тепер розглянемо гребінчастий КІХ-фільтр (comb filter), який задано різницеvim рівнянням:

$$y(n) = x(n) - x(n - D) . \quad (1.9)$$

де D – затримка. Схема гребінкового фільтра представлена на рисунку 2.22.

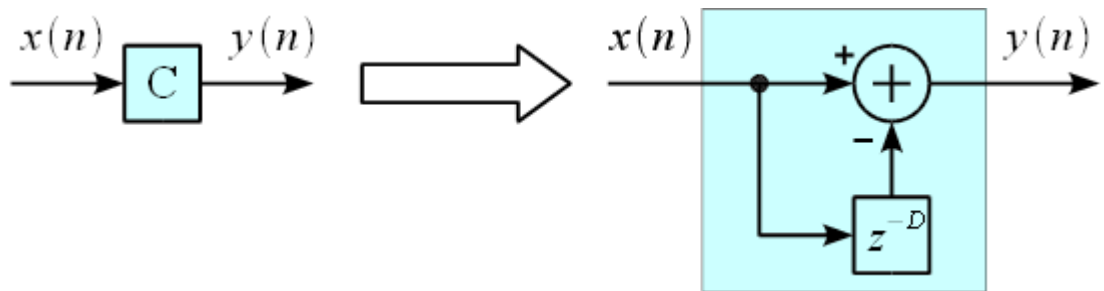


Рисунок 1.14 – Схема гребінкового фільтра

Блок відповідає лінії затримки на D відліків. Структурну схему гребінкового фільтра представлено більш розгорнуто на рисунку 1.15.

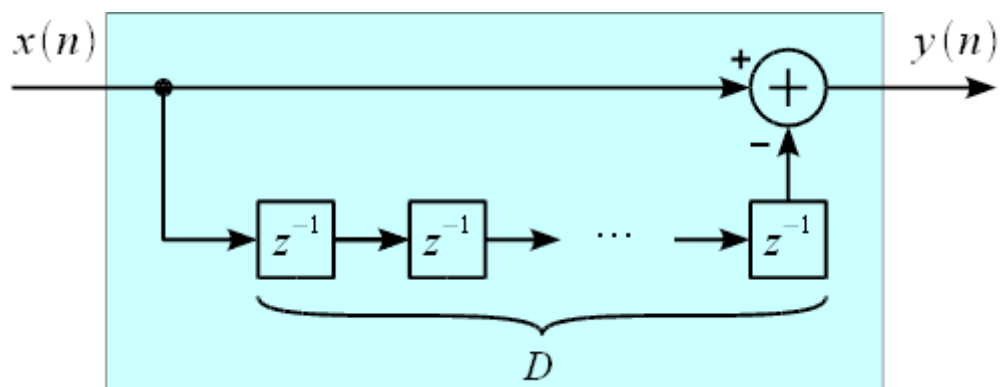


Рисунок 1.15 – Розгорнута структурна схема гребінкового фільтра

Передатна характеристика гребінкового КІХ фільтра має вигляд:

$$H_c(z) = 1 - z^{-D} . \quad (1.10)$$

Розглянемо частотну характеристику $H_c(e^{j\omega})$ гребінкового фільтра:

$$H_c(e^{j\omega}) = 1 - e^{-jD\omega} = e^{-jD\omega/2} (e^{jD\omega/2} - e^{-jD\omega/2}) = e^{-jD\omega/2} 2j \sin D\omega/2 = 2 \sin D\omega/2 e^{-j(D\omega/2 - \pi/2)} . \quad (1.11)$$

Амплітудно-частотна $|H_c(e^{j\omega})|$ і фазочастотна характеристики $\Phi(H_c(e^{j\omega}))$ гребінкового фільтра рівні:

$$|H_c(e^{j\omega})| = 2 |\sin D\omega/2| , \quad (1.12)$$

$$\Phi(H_c(e^{j\omega})) = -D\omega/2 + \pi/2 . \quad (1.13)$$

На рисунках 1.16-23 представлені амплітудно-і фазочастотні характеристики гребінчастого фільтра при різних параметрах затримки D .

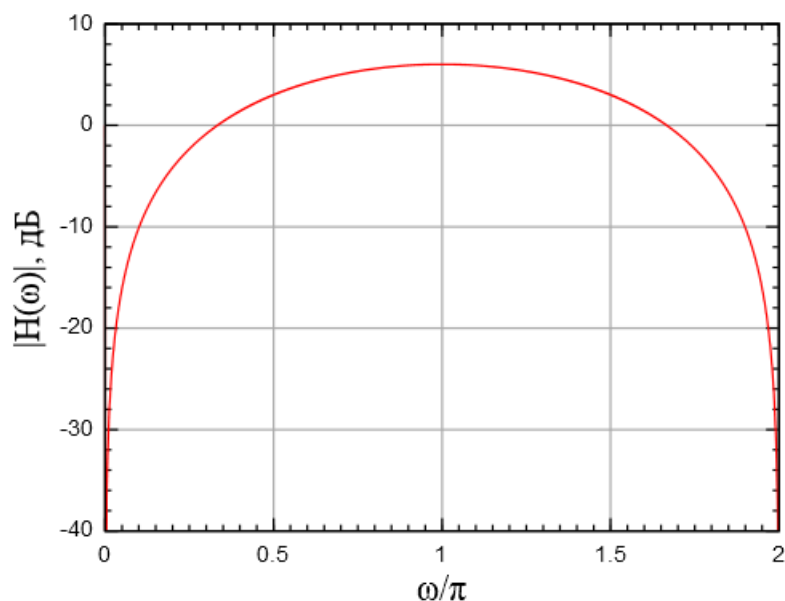


Рисунок 1.16 – Амплітудно-частотна характеристика гребінчастого фільтра при $D = 1$

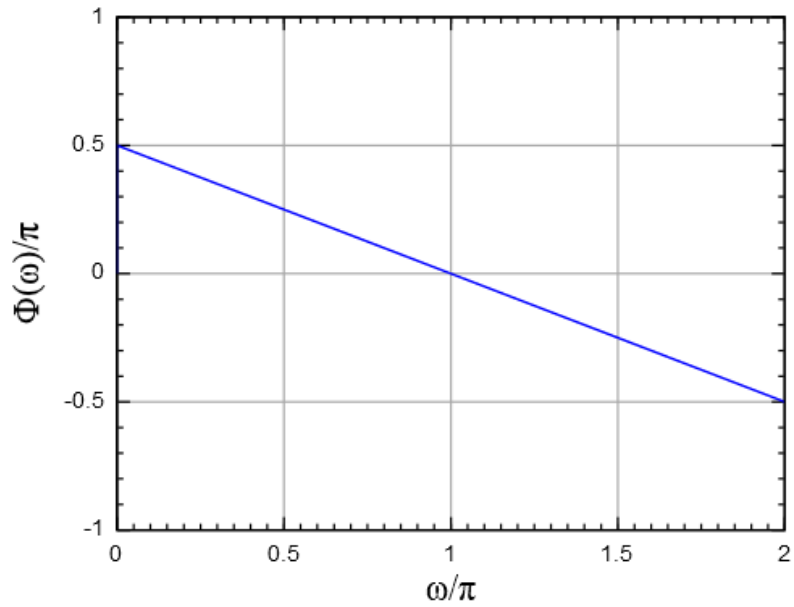


Рисунок 1.17 – Фазочастотна характеристика гребінчастого фільтра при $D = 1$

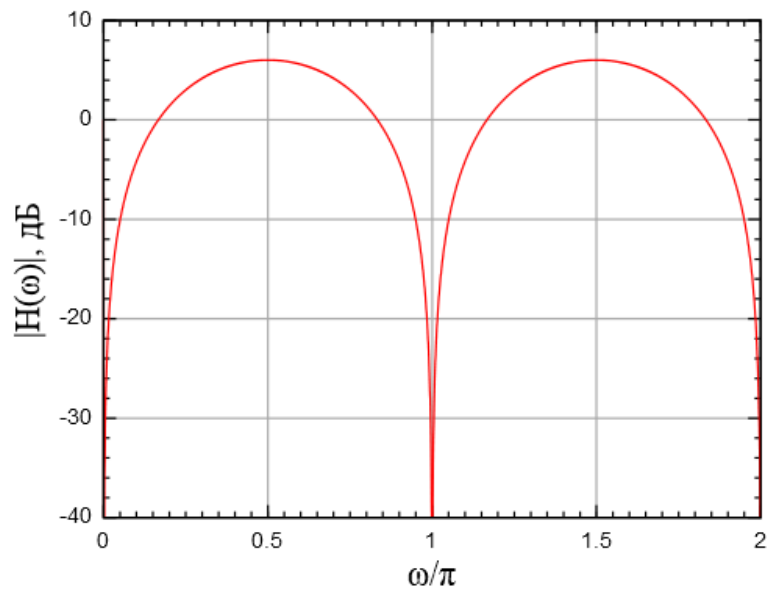


Рисунок 1.18 – Амплітудно-частотна характеристика гребінчастого фільтра при $D = 2$

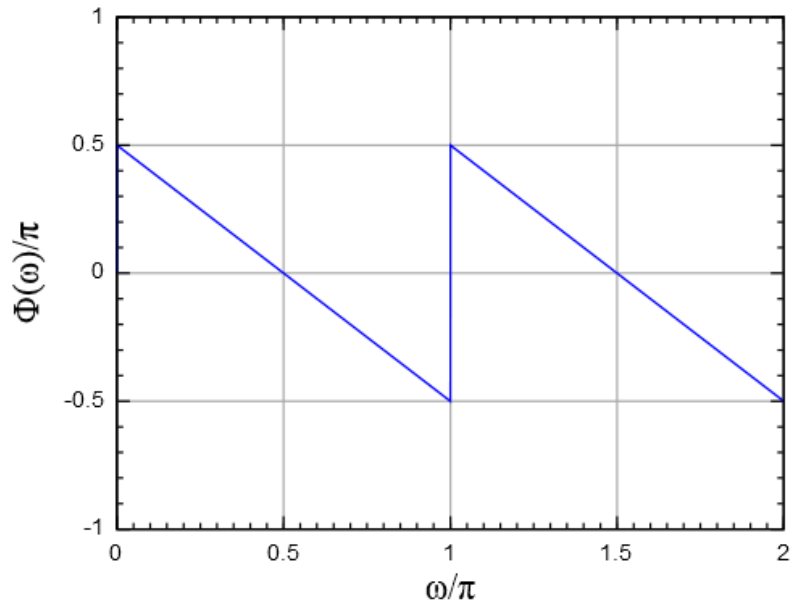


Рисунок 1.19 – Фазочастотна характеристика гребінчастого фільтра при $D = 2$

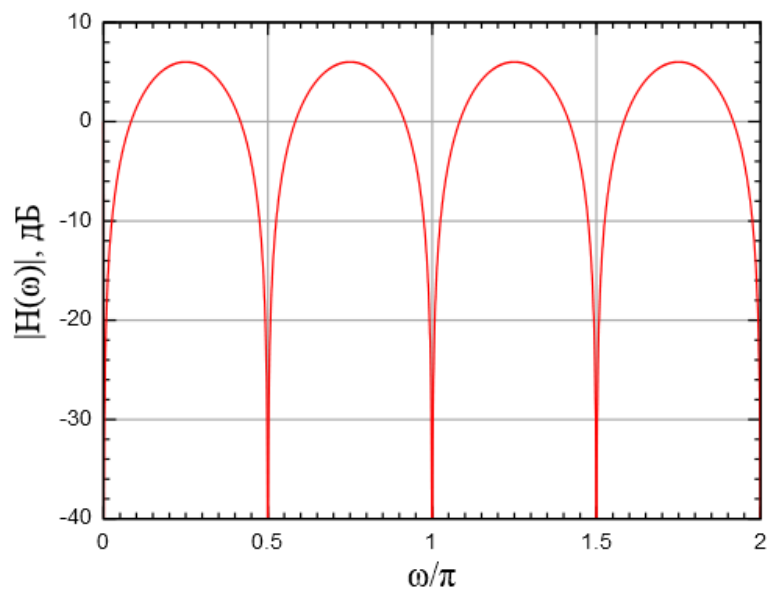


Рисунок 1.20 – Амплітудно-частотна характеристика гребінчастого фільтра при $D = 4$

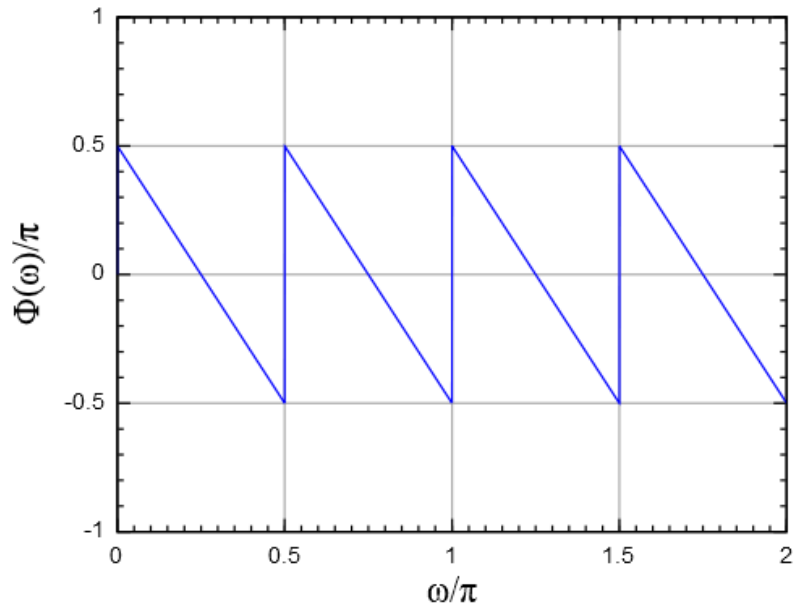


Рисунок 1.21 – Фазочастотна характеристика гребінчастого фільтра при $D = 4$

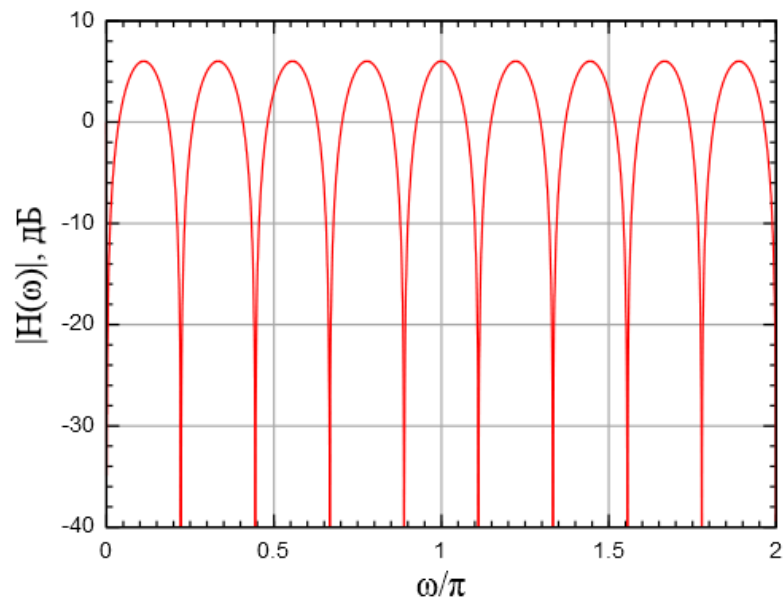


Рисунок 1.22 – Амплітудно-частотна характеристика гребінчастого фільтра при $D = 9$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЦАТЗ.042.001 ПЗ

Арк.

27

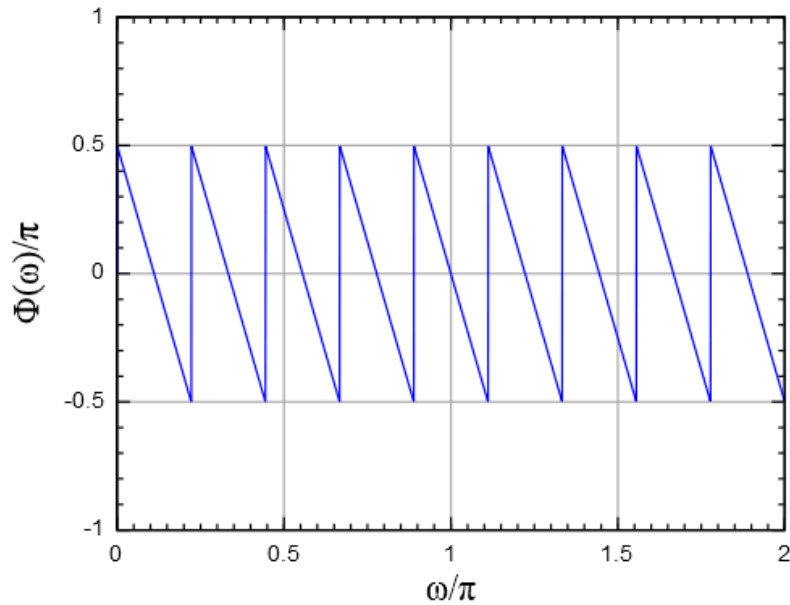


Рисунок 1.23 – Фазочастотна характеристика гребінчастого фільтра при $D = 9$

З рисунків добре видно, що при збільшенні затримки частотна характеристика містить все більше число періодів повторення (гребінка збільшується).

Каскадне з'єднання фільтра інтегратора і гребінчастого фільтра. В результаті отримаємо СІС фільтр першого порядку, представлений на рисунку 1.24.

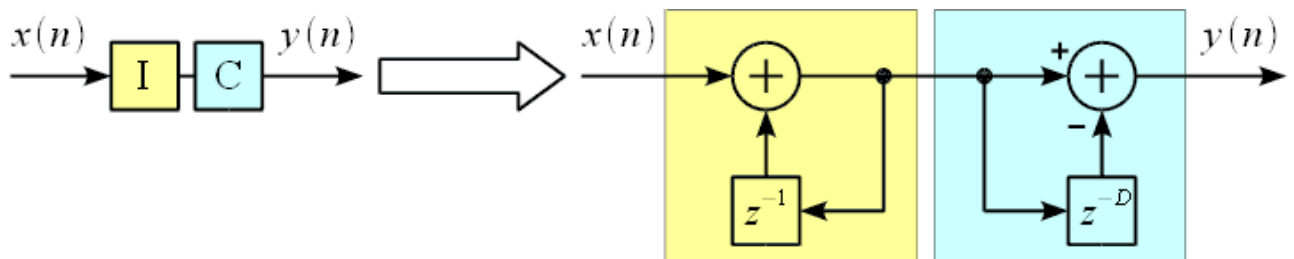


Рисунок 1.24 – СІС фільтр першого порядку

Передавальна характеристика СІС фільтра дорівнює добутку передаточних характеристик фільтра інтегратора і гребінчастого фільтра:

$$H_{\text{СІС}}(z) = \frac{1 - z^{-D}}{1 - z^{-1}} \quad (1.14)$$

$$H_{\text{СІС}}(e^{j\omega}) = \frac{\sin D\omega/2}{\sin \omega/2} e^{-j(D-1)\omega/2} \quad (1.15)$$

При нульовій частоті і чисельник і знаменник частотної характеристики СІС фільтра (1.15) дорівнюють нулю. Розкриємо невизначеність (1.15) при прямуванні $\omega \rightarrow 0$ правилом Лопіталя:

$$\lim_{\omega \rightarrow 0} H_{\text{СІС}}(e^{j\omega}) = \lim_{\omega \rightarrow 0} \frac{\sin D\omega/2}{\sin \omega/2} = \lim_{\omega \rightarrow 0} \frac{D/2 \cos D\omega/2}{1/2 \cos \omega/2} = D \quad (1.16)$$

Таким чином на нульовій частоті значення амплітудно-частотної характеристики рівне затримці гребінчастого фільтра, і робимо висновок про те, що СІС фільтр є фільтр нижніх частот. При цьому необхідно зробити зауваження: при $D = 1$, $|H_{\text{СІС}}(e^{j\omega})| = 1$ тобто СІС фільтр при $D = 1$ є всепропускаючим. На малюнках 1.25-1.32 наведені амплітудно-і фазочастотні характеристики СІС фільтра першого порядку при різній затримці гребінчастого фільтра.

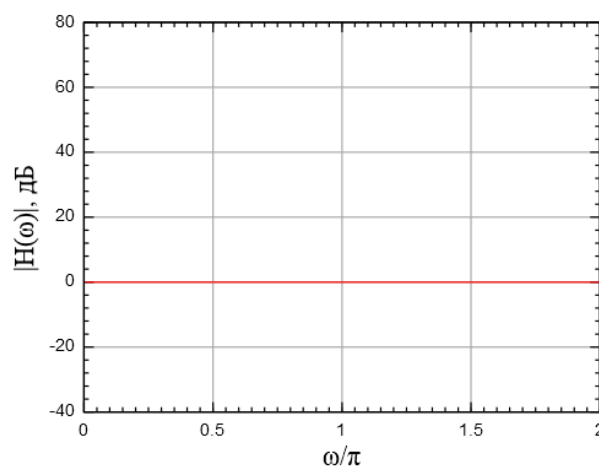


Рисунок 1.25 – Амплітудно-частотна характеристика СІС фільтра 1-го порядку при $D = 1$

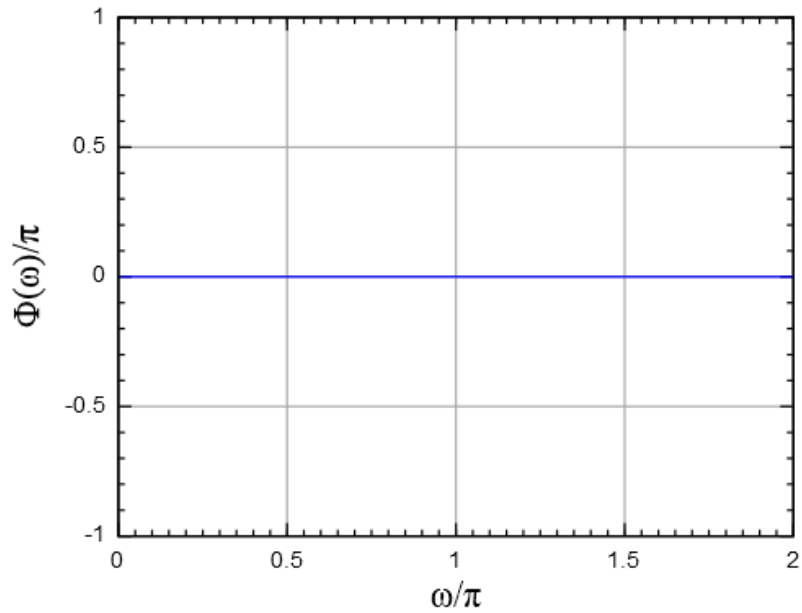


Рисунок 1.26 – Фазочастотна характеристика СІС фільтра 1-го порядку при $D = 1$

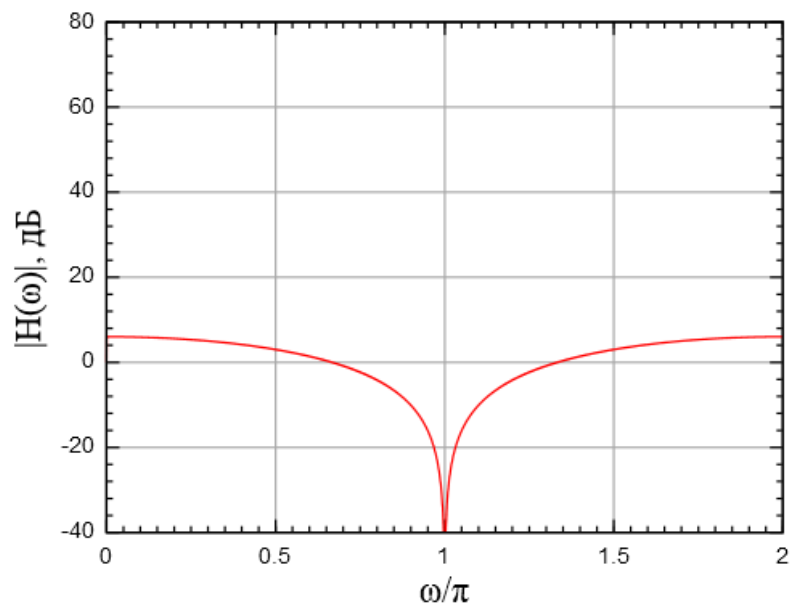


Рисунок 1.27 – Амплітудно-частотна характеристика СІС фільтра 1-го порядку при $D = 2$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЦАТЗ.042.001 ПЗ

Арк.

30

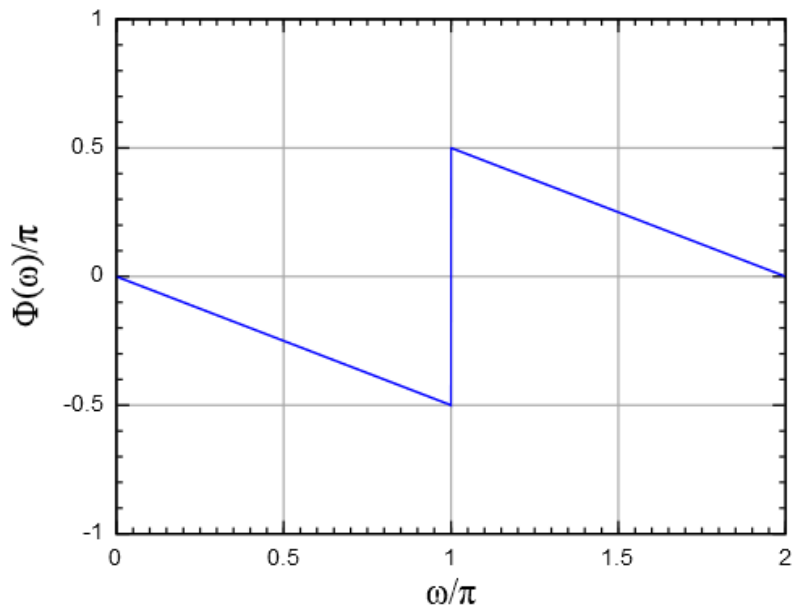


Рисунок 1.28 – Фазочастотна характеристика СІС фільтра 1-го порядку при $D = 2$

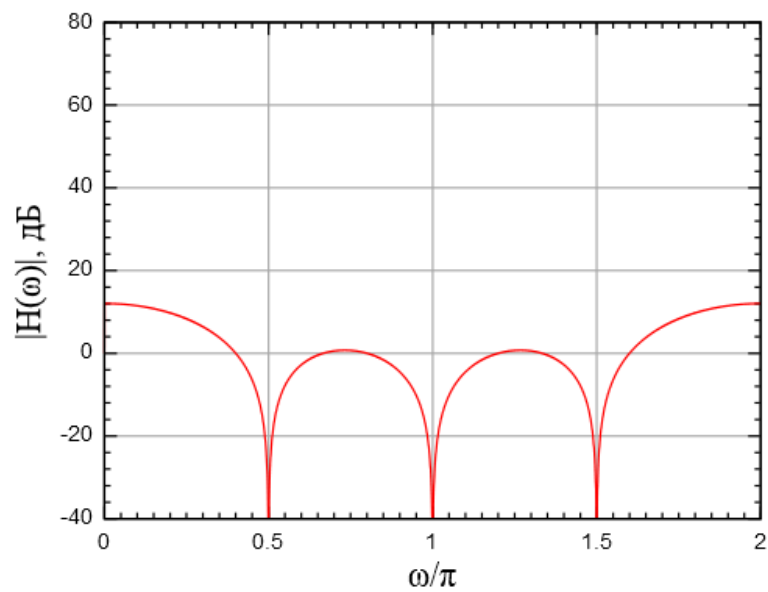


Рисунок 1.29 – Амплітудно-частотна характеристика СІС фільтра 1-го порядку при $D = 4$

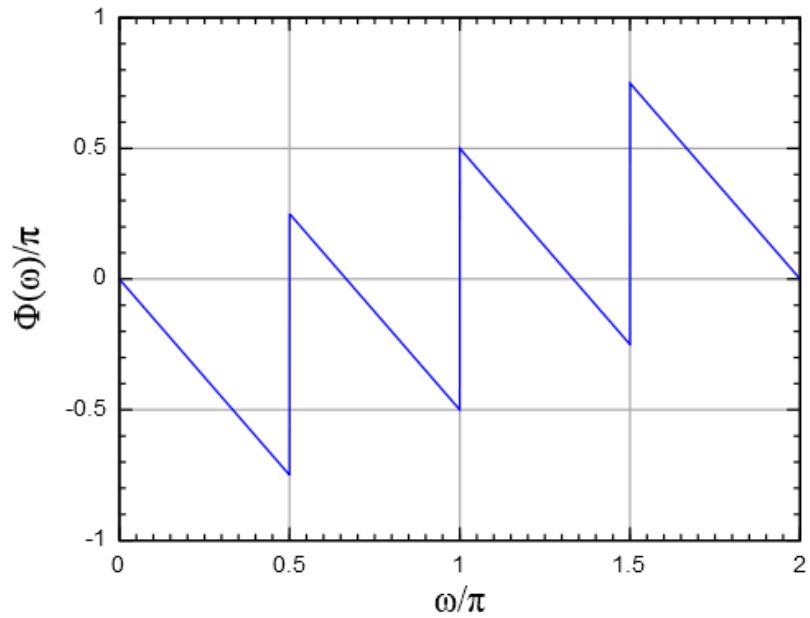


Рисунок 1.30 – Фазочастотна характеристика СІС фільтра 1-го порядку при $D = 4$

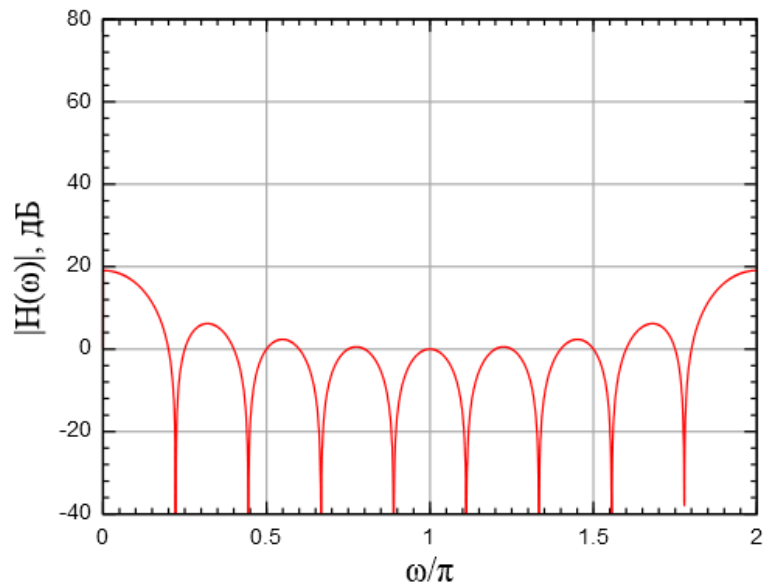


Рисунок 1.31 – Амплітудно-частотна характеристика СІС фільтра 1-го порядку при $D = 9$

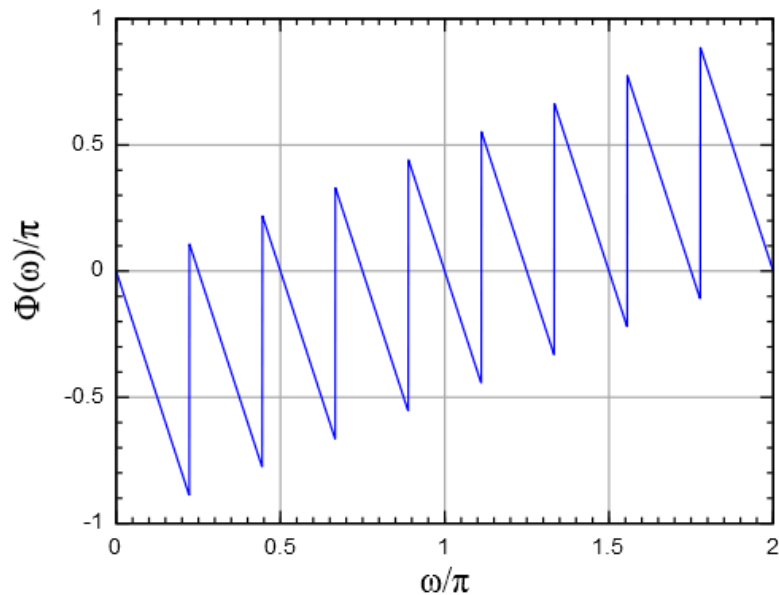


Рисунок 1.32 – Фазочастотна характеристика СІС фільтра 1-го порядку при $D = 9$

При збільшенні затримки $D > 1$ СІС фільтр є фільтр нижніх частот з частотою зрізу $2\pi/D$.

СІС фільтри вищих порядків. Необхідно відзначити, що СІС фільтр першого порядку – дуже поганий ФНЧ, так як рівень першої бічної пелюстки становить -13 дБ, що неприпустимо багато. Для збільшення придушення в смузі загородження необхідно використовувати СІС фільтри більш високого порядку, отримані каскадним включенням декількох інтеграторів і гребінчастих фільтрів. На рисунку 1.33 показаний СІС фільтр 4-го порядку.

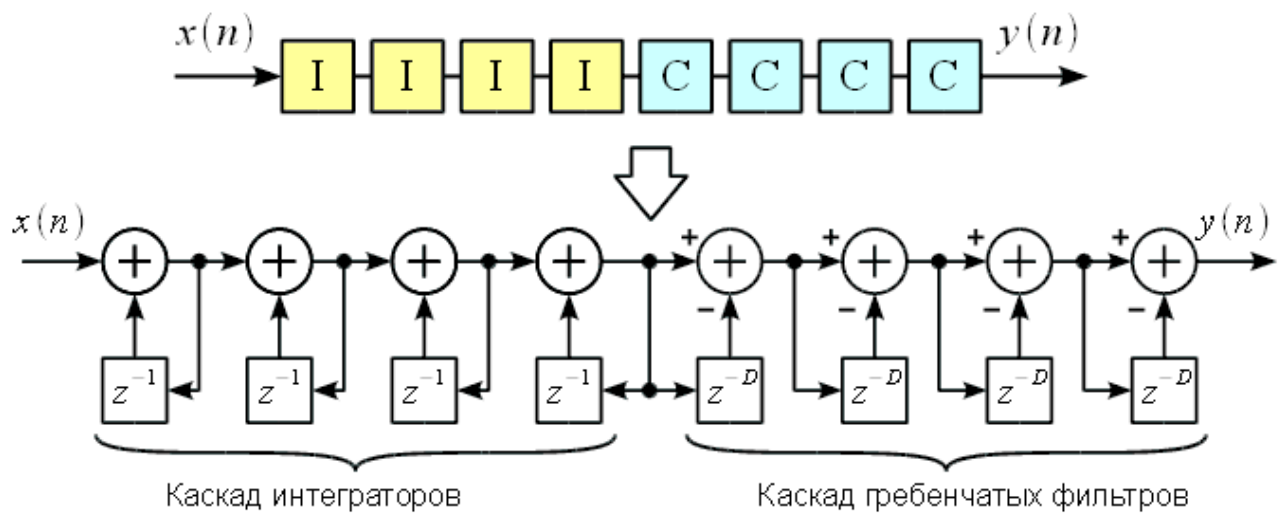
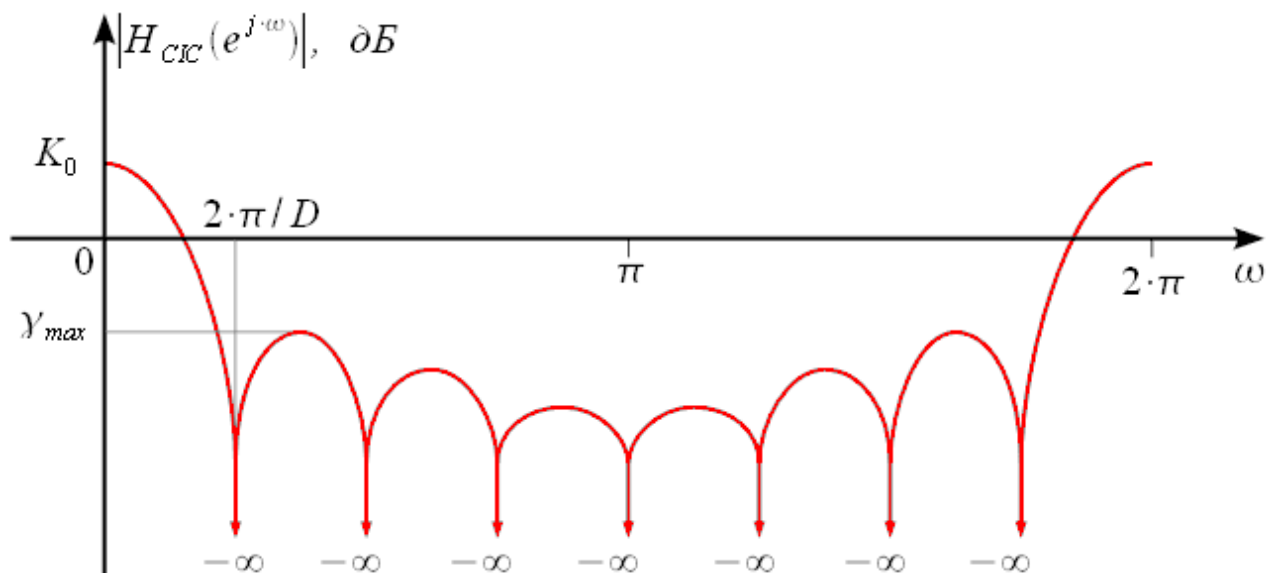


Рисунок 1.33 – СІС фільтр 4-го порядку

Частотна характеристика $H_{cic}(e^{j\omega})$ СІС фільтра N порядку має наступний вигляд:

$$H_{cic}(e^{j\omega}) = \left[\frac{\sin D \omega / 2}{\sin \omega / 2} \right]^N e^{-jN(D-1)\omega/2}$$

де D – затримка гребінчастого фільтра, визначає перший нуль передавальної функції фільтра. Амплітудно-частотна характеристика СІС фільтра представлена на рисунку 1.34.



K_0 – коефіцієнт підсилення фільтра залежить від порядку фільтра і затримки гребінчастого фільтра

Рисунок 1.34 – Амплітудно-частотна характеристика СІС фільтра

Коефіцієнт підсилення гребінчастого фільтра:

$$K_0 = 20 \log_{10} D^N = 20 N \log_{10} D \text{ (дБ)} \quad (1.17)$$

Y_{MAX} – максимальний рівень бічних пелюсток СІС фільтра, що залежить від порядку фільтра

$$Y_{MAX} \approx K_0 - (11 \dots 13) N \text{ дБ} \quad (1.18)$$

При правильному виборі порядку N фільтра і затримки D гребінчастого фільтра СІС фільтр буде являти собою ФНЧ, що пригнічує частоти вище

$$\omega = 2 \pi / D \text{ рад / с} \quad (1.19)$$

Нехай з вхідного сигналу $x(n)$ необхідно отримати сигнал $x_D(k) = x(nR)$ де R – коефіцієнт децимації, тобто містить тільки кожен R -ий відлік вхідного сигналу. Іншими словами частота дискретизації сигналу знижується в R раз. При прямому проріджуванні може проявитися аліасінг (aliasing), або як його ще називають ефект накладення, при цьому в децимованому сигналі можуть з'явитися уявні гармоніки. Для усунення аліасінга необхідно поставити ФНЧ з частотою зрізу π/R рад/с, як це показано на рисунку 1.35.

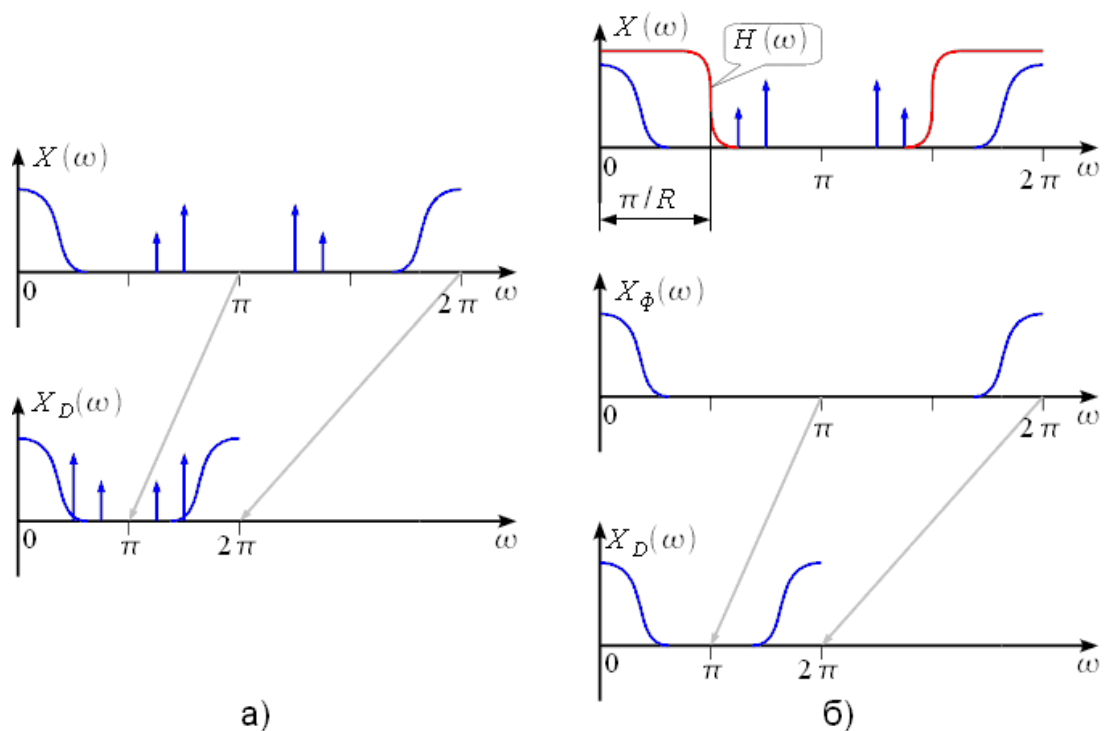


Рисунок 1.35 – Аліасінг і його усунення з допомогою ФНЧ $R = 2$

На рисунку 1.35 а показано процес децимації в 2 рази без використання ФНЧ, в результаті високочастотні гармоніки проявляються в децимованому сигналі в результаті аліасінга. Використання ФНЧ 1.35 б дозволяє усунути гармоніки до децимації і вони не виявляться. Очевидно, що чим вище коефіцієнт придушення ФНЧ в смузі загородження, тим менше буде аліасінг.

Після того як ми обґрунтували необхідність ФНЧ в дециматор сигналів, розглянемо тепер використання в якості антиаліасінгового ФНЧ СІС фільтра. Оскільки необхідна смуга зрізу антиаліасінгового ФНЧ дорівнює $\pi / R \text{ рад} / \text{с}$ (дивися рисунок 1.35 б), а перший нуль АЧХ СІС фільтра має на частоті $\omega = 2 \pi / D \text{ рад} / \text{с}$, то для усунення аліасінга вимагається СІС фільтр із затримкою гребінчастого фільтра $D = 2 R$. При цьому вибором порядку фільтра N забезпечується необхідне придушення в смузі загородження для усунення аліасінга при децимації. Потрібно провести децимацію сигналу з коефіцієнтом $R = 4$ при придушенні аліасінга на 40 дБ. Оскільки $R = 4$, то затримка $D = 2 R = 8$. Збільшення порядку СІС фільтра на одиницю збільшує коефіцієнт придушення в смузі загородження на 11 .. 13 дБ, тому для забезпечення заданого придушення аліасінга вимагається фільтр 4-го порядку ($N = 4$). Згідно (1.17) коефіцієнт підсилення СІС фільтра дорівнює:

$$K_0 = 20 \cdot 4 \log_{10} 8 = 72,25 \text{ (дБ)}$$

Максимальний рівень бічних пелюсток дорівнює (1.18):

$$Y_{MAX} \approx 72,25 - (11 \dots 13) \cdot 4 \approx 20 \text{ (дБ)}$$

Таким чином СІС фільтр розрахований, його структурна схема представлена на рисунку 1.36.

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

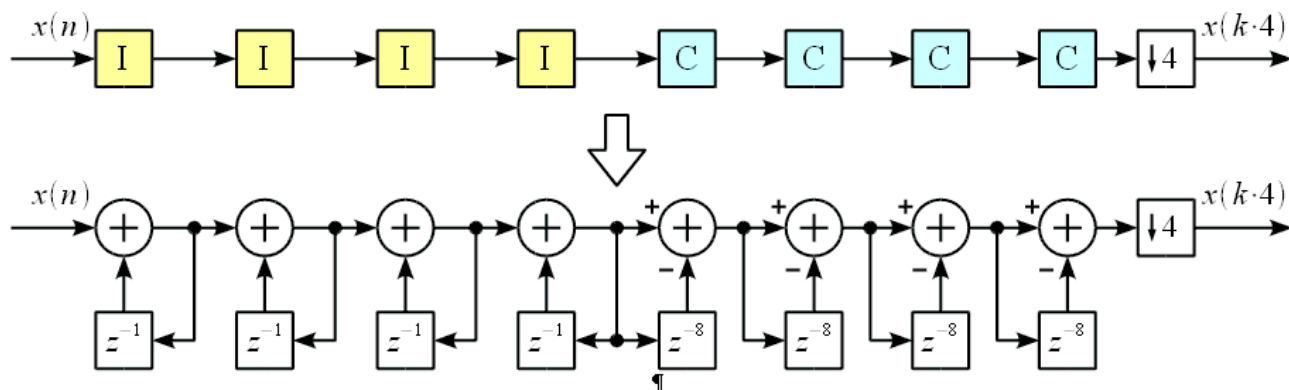


Рисунок 1.36 – CIC фільтр дециматор при $R = 4$, $N = 4$

Розглянемо модифікацію CIC фільтра дециматор. Для цього проаналізуємо каскадне з'єднання гребінчастого фільтра і дециматора, як це показано на рисунку 1.37.

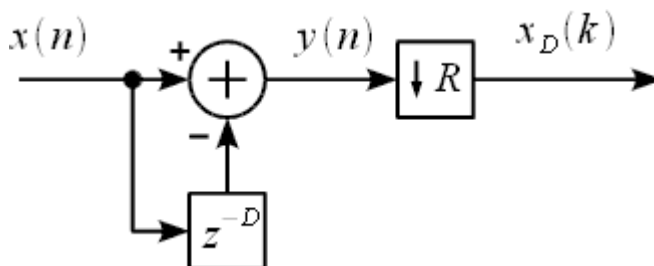


Рисунок 1.37 – Каскадне з'єднання гребінчастого фільтра і дециматора

Різницеве рівняння схеми представленої на рисунку 1.37 представляємо таким чином:

$$y(n) = x(n) - x(n - D),$$

$$x_D(k) = y(kR), \quad (1.20)$$

$$x_D(k) = x(kR) - x(kR - D).$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

З виразу (1.20) можна помітити, що при розрахунку децимованого сигналу використовуються тільки R -ті відліки вихідного сигналу зсунуті на D один щодо одного. Таким чином, можна записати:

$$x(kR) = x_R(k) \Rightarrow x_D(k) = x_R(k) - x_R(k - D/R) \quad (1.21)$$

де $x_R(k)$ – децимований вихідний сигнал. Якщо врахувати, що $D = 2R$, то отримаємо:

$$x_D(k) = x_R(k) - x_R(k - 2)$$

Таким чином еквівалентна схема каскаду рисунку 1.37 представлена на рисунку 1.38.

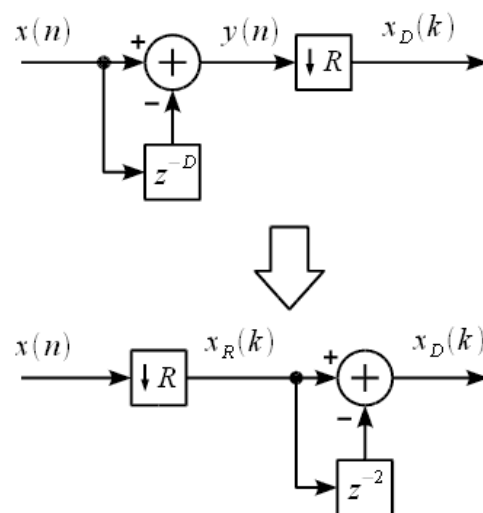


Рисунок 1.38 – Еквівалентний каскад гребінчастого фільтру і дециматора

Еквівалентний каскад зручніше тим, що затримка не залежить від коефіцієнта децимації R , це дозволяє реалізувати налаштовуваний фільтр дециматор змінюючи тільки коефіцієнт R .

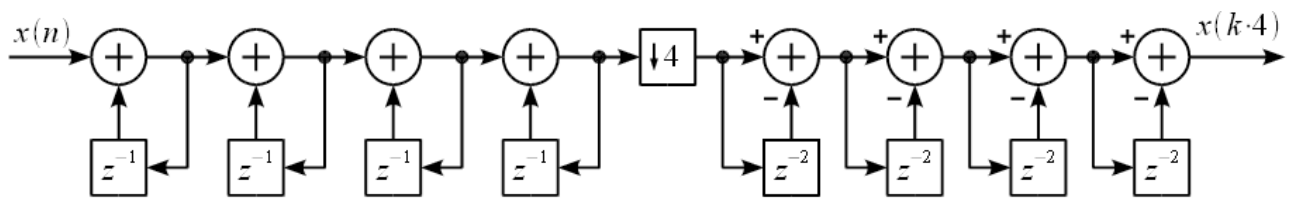


Рисунок 1.39 – Еквівалентний СІС фільтр дециматор при $R = 4$ і $N = 4$

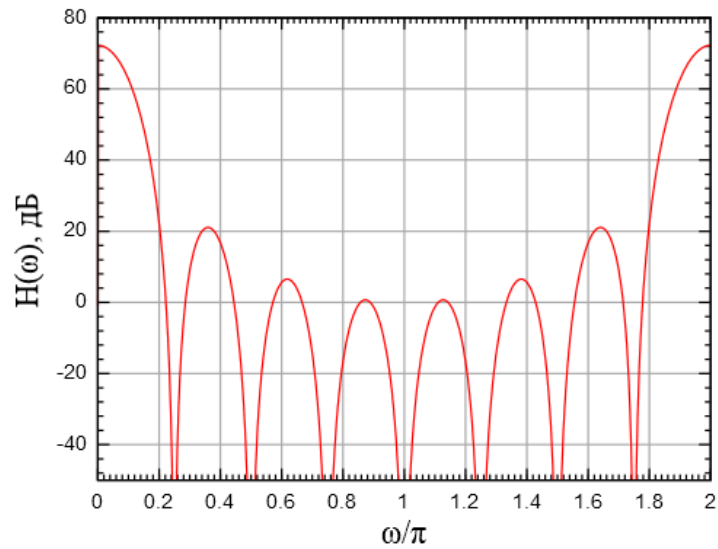


Рисунок 1.40 – Амплітудно-частотна характеристика СІС фільтра при $R = 4$ і $N = 4$

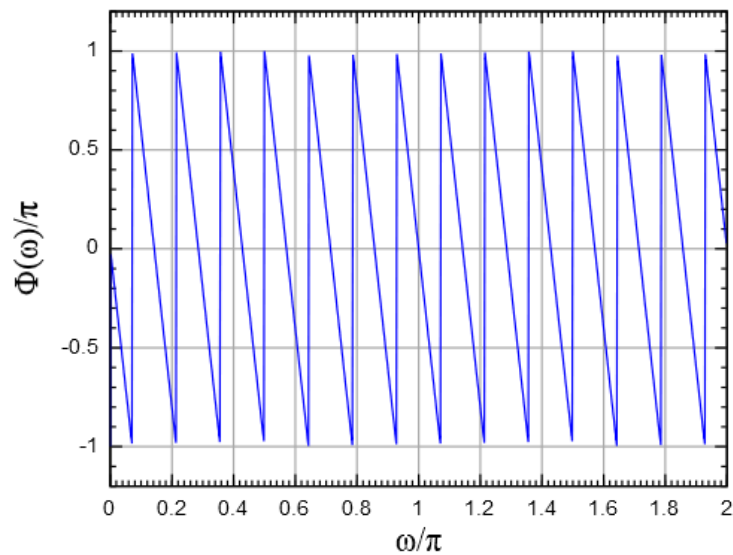


Рисунок 1.41 – Фазочастотна характеристика СІС фільтра при $R = 4$ і $N = 4$

Розрахунок СІС фільтра проведено одного коефіцієнта децимації аналогічно проводиться розрахунок для інших коефіцієнтів децимації. Реалізація СІС фільтра проводиться на ПЛІС.

1.4 Проектування програмне

Алгоритм роботи радіоприймача представлено на рисунку 1.42. Алгоритм передбачає узагальнену роботу пристрою.

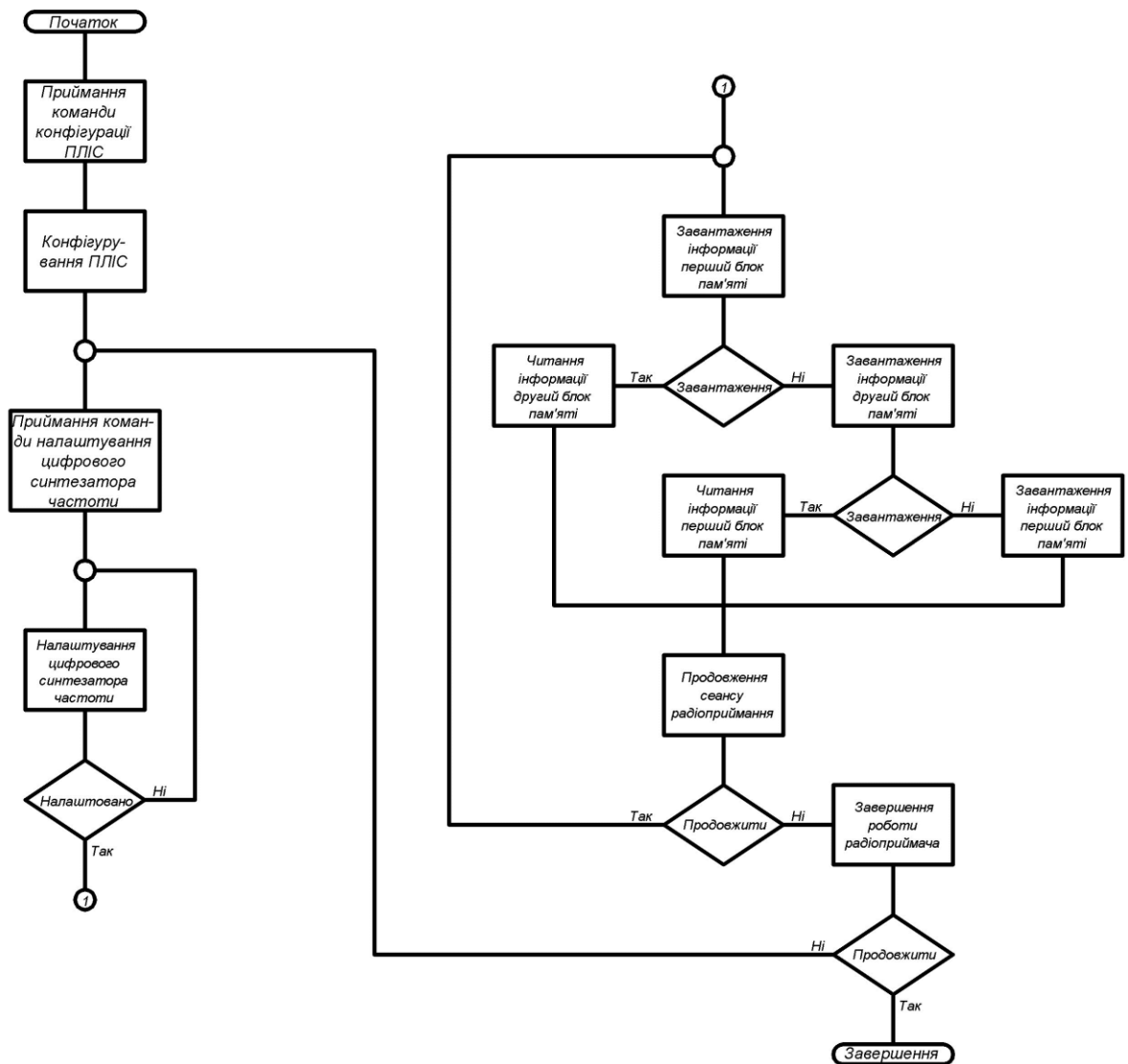


Рисунок 1.42 – Алгоритм роботи приймача

Управління роботою всієї системи відбувається за допомогою комп'ютера через USB порт. Послідовність дій ЕОМ задає програма, яка реалізує:

- конфігурацію програмованої логічної матриці відповідно до частоти на яку налаштований радіоприймач (СІС та КІХ фільтри);
- налаштування цифрового синтезатора частоти на відповідну частоту приймання;
- перемикання комутованої пам'яті відповідно для запису та читання інформації;
- передача даних на комп'ютер, де відбувається подальше розпізнавання виду модуляції.

1.4.1 Логічні функції вузла індикації

Інформація надходить по 8-ми розрядній шині адреса / дані в двійковому коді повинна бути перетворена в двійковий код 7-ми сегментного індикатора, відповідно до таблиці

```
Binary_code[] => Seven_segment[];  
B"0000"=>B"1000000"; B"0010"=> B"0100100";  
B"0011"=>B"0110000"; B"0100"=> B"0011001";  
B"0101"=>B"0010010"; B"0110"=> B"0000010";  
B"0111"=>B"1111000"; B"1000"=> B"0000000";  
B"1001"=>B"0010000";  
B"1010"=>B"1111111";--Гашение  
B"1011"=>B"1111111"; B"1100"=> B"1111111";  
B"1101"=>B"1111111"; B"1110"=> B"1111111";  
B"1111"=>B"0111111";--Переповнення
```

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

У схемі вузла використовується мікросхема ПЛІС, що виконує всі необхідні функції з ідентичними прошивками, що відрізняються тільки номером адресної лінії вибірки (А5 або А6 в проекті PAM_PSS_WORK2) і призначенням зовнішніх виводів. Файли програмування ПЛІС створені за допомогою ПО «Quartus II 7.1». Для програмування використовується спеціальний кабель ByteBlaster MV, що підключається до USB-порту будь-якого комп'ютера.

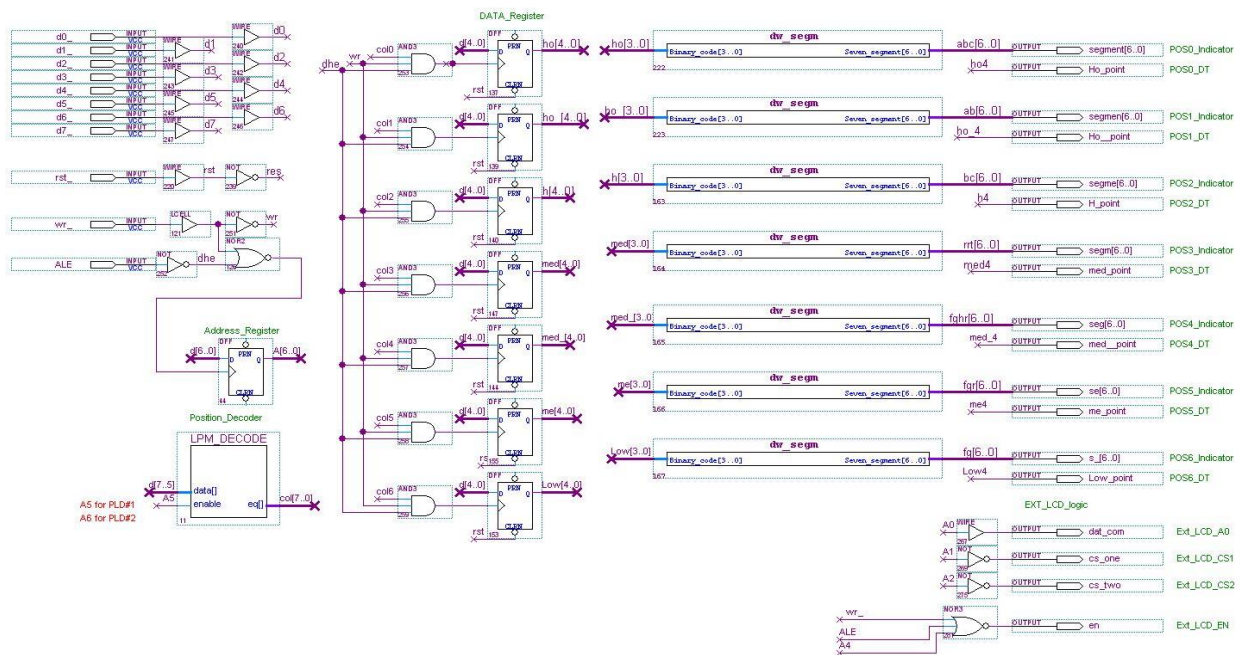


Рисунок 1.43 – Логічні функції вузла індикації

Запис даних в ПЛІС проводиться таким чином. На лініях D0 ... D7 зовнішній пристрій виставляє сигнали, що транслюються на РКІ (d0, d1, d2, d4) і сигнал вибірки ПЛІС (логічна «1» на d5 або d6). На вхід ALE подається стробуючий імпульс, що фіксує їх в адресному регістрі. Далі на ці ж лінії виставляються сигнали:

Розряди 0 ... 4 - двійковий код відображуваного символу;

Розряди 5 ... 7 - двійковий код позиції індикатора, в яку даний символ повинен бути виведений.

За допомогою декодера старших розрядів формується сигнал дозволу запису в регістри даних (сигнали col [6..0]). При подачі стробуючого імпульсу на

вхід WR по його спадаючому фронту дані замикаються в регістрі даних. Логічні елементи AND3 в конкретний момент часу дозволяють запис тільки обраного сигналом col (x) регістра за умови не активності сигналу ALE. Для перетворення двійкового коду в код 7-сегментного індикатора використані декодери описані вище. Для виведення на індикатор десяткового дробу використовується розряд 4 шини даних. Для повного заповнення індикатора даної ПЛІС потрібно 7 циклів запису.

1.5 Проектування конструкторське

1.5.1 Розробка компоновки і конструкції друкованого вузла

Правильна роботи цифрових схем забезпечується правильним вибором пасивних компонентів.

Дуже багато проектувальників не враховують обмеження по частоті пасивних компонентів, коли використовують їх в цифровій схемотехніці. Тому робота радіоелементів поза заявленою частотною областю призводить до непередбачуваних результатів. Високочастотні завади сильно впливають на низькочастотні пасивні компоненти безпосереднім випромінювання або кондукційним зв'язком. Звичайні низькочастотні фільтри на операційному підсилювачі перетворюється в високочастотний фільтр коли на нього впливають високочастотні сигнали.

Додатній вивід електролітичних конденсаторів необхідно підключати до більшого додатного потенціалу. При неправильному під'єднанні електролітичного конденсатора через нього протікає постійний струм, що призводить до виходу його з ладу.

Різниця потенціалів між двома точками схеми може змінювати свою полярність. Це потребує використовувати неполярні електролітичні конденсато-

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ри. По суті неполярні конденсатори це два зустрічно послідовно з'єднані полярні конденсатори.

Один або декілька конденсаторів, підключених до виводів живлення та землі, забезпечують розв'язку живлення інтегральних схем для придушення високочастотного шуму. Важливо, щоб друковані провідники, що з'єднують виводи з конденсаторами, були коротшими. При невиконанні цієї умови власна індуктивність провідників призведе до зменшення вигоди від застосування конденсаторів гальванічної розв'язки.

Коли використовуємо два або більше операційних підсилювачі в одному корпусі деякі їх з них можуть не використовуватися тому необхідно їх коректно під'єднати. Не правильне під'єднання призводить до збільшення потужності споживання, більшого нагрівання використовуваних ОП.

1.5.2 Оптимізація компоновки, друкованого вузла

Розробка систем на базі ПЛІС не зводиться тільки до проектування безпосередньо цифрової частини в САПР ПЛІС. Важливу роль відіграє і якість трасування друкованої плати, оскільки воно може істотно погіршити характеристики проекту в порівнянні з тим, що володіє ПЛІС. У даній статті викладені деякі практичні спостереження і результати порівняльних досліджень різних підходів до спільної трасування друкованої плати і з'єднань, що програмуються всередині ПЛІС.

Необхідність приділяти увагу друкованій платі при проектуванні ПЛІС має досить серйозні підстави. Пристрої з фіксованою топологією кристала (ASIC) мають цілком певне розміщення і призначення їх виводів строго визначено. Можна очікувати взаємозамінності деяких ліній (наприклад, портів введення / виведення загального призначення в мікроконтролерах), але, як правило, з'єднання виводів мікросхеми з іншими компонентами друкованої плати визначається схемою пристрою, тобто строго фіксоване і принциповим змінам не

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підлягає. В цьому випадку розробник ДП повинен знайти спосіб оптимального розміщення компонентів і трасування друкованих провідників. Відповідні цілі ставляться і перед САПР друкованих плат.

Для трасування використовують алгоритми, що реалізують деякі часткові міркування або іншим шляхом уникаючи перебору надмірно великої кількості варіантів. Зазвичай розробник друкованої плати може істотно покращити якість трасування, правильно розміщуючи компоненти і / або вручну редагуючи найбільш відповідальні кола. Відповідно, зростає цінність як висококваліфікованих інженерних кадрів, так і професійних програмних інструментів, здатних надати детальну інформацію про поточний стан проекту і автоматизувати рутинні операції.

Для ПЛІС середнього і великого розміру використовуємо групування сигналів управління поблизу керованих ними шин даних. Таке рішення (з урахуванням більшої площі кристала) дозволить зменшити затримку поширення сигналів до місця їх дійсного застосування. Крім того, програмовані виводи ПЛІС об'єднуються в банки (зазвичай їх 8), причому у різних банків може бути різна напруга живлення. Тому може виявитися необхідним розміщення і ліній даних, і ліній управління в межах одного банку.

При проектуванні друкованих плат з ПЛІС необхідно дотримуватися кількох основних правил:

□ по можливості уникати автоматичного розміщення компонентів і автотрасування зв'язків, а виконувати ці операції вручну;

□ широко використовувати полігони для загальних висновків, при цьому необхідно створювати окремі полігони для аналогових і цифрових ланцюгів, а також для ланок, що живлять потужне навантаження;

□ фільтруючі ємності розміщувати в безпосередній близькості від входних ланок, для фільтрації яких вони застосовуються;

□ при використанні ПЛІС FPGA фірми Altera входні кола розташовувати в лівій частині (по відношенню до матриці логічних комірок), а вихідні – в пра-

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вій. Основну увагу необхідно звертати на мінімізацію довжини провідників і відсутність перехресних зв'язків.

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

2.1 Актуальність безпеки життєдіяльності людини

Безпека життєдіяльності (БЖД) – наука, що вивчає проблеми безпечного перебування людини в довкіллі в процесі різних видів її діяльності. Якраз діяльність і вирізняє людину від інших істот. Вона є специфічною людською формою активності, необхідною умовою існування людського суспільства. Форми діяльності різноманітні. Вони охоплюють практичні, інтелектуальні і духовні процеси, які протікають в побуті, громадській, культурній, виробничій, науковій та інших сферах життя.

Діяльністю займаються всі – діти, дорослі, люди похилого віку, тому безпека діяльності має відношення до всього людства.

Актуальність ще більше зростає у зв'язку зі сталим розвитком людства на базі, що забезпечує його існування, тобто аксіоми про потенційну небезпеку діяльності – кожний вид діяльності є потенційно небезпечний. Ця аксіома справедлива і для бездіяльності, тому що бездіяльна людина ще більше залежить від діяльності іншої людини.

У сучасних умовах людина виступає в суспільстві як в ролі захисника від негараздів, так і в ролі істоти, що сприяє виникненню небезпек внаслідок своєї виробничої та іншої діяльності.

Гармонійний розвиток природи і техніки можливий тільки в результаті науково обґрунтованого компромісу між об'єктами природи і соціальною, виробничою та іншою діяльністю людини.

Безпека людини є базовою складовою “сталого людського розвитку” (Sustainable Human Development). Він широко використовується ООН як основна характеристика гуманітарного поступу суспільства. Сталий розвиток людства – це такий розвиток, який веде не тільки до економічного, а й соціального, духовного зростання, що сприяє гуманізації національного мента-

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

літету і збагаченню позитивного загальнолюдського досвіду. Основною ознакою, що відрізняє сталий розвиток від усіх інших форм соціального руху і видозміни, є відновлення природного і культурного довкілля, коли не тільки не знищується життєвий потенціал, а й підвищується соціальна відповідальність людей, гуманізуються взаємини, ставлення, реакції. Тому актуальність питань з безпеки життєдіяльності полягає саме у забезпеченні сталого людського гармонійного розвитку людства і природи. Виходячи з концепції сталого розвитку людства безпеку життєдіяльності найбільш повно можна охарактеризувати як багатопрофільну галузь знань про закони природозберігаючого формування техносфери планети та її збалансованого економічного й суспільного розвитку.

Мабуть, найправильніше бачити безпеку життєдіяльності як науку про закономірності формування, розвитку і стійкого функціонування систем різного рангу та їх взаємовідносин для встановлення комфортних умов існування людини. Безпека життєдіяльності забезпечує загальну освіту в галузі безпеки, що є науково-методичним фундаментом для всіх спеціальних дисциплін з безпеки.

Неможливо вивчати особливості людини, колективу чи суспільства, не враховуючи їх місця в навколишньому середовищі і стану цього середовища. Тому безпека життєдіяльності вивчає людину і її навколишнє середовище в системі “людина – життєве середовище”. Ця система є складною в тому розумінні, що до неї, як правило, входить велика кількість змінних факторів, які мають велику кількість зав’язків між собою.

Людина є одним з елементів (суб’єктом) зазначеної системи, в якій під терміном “людина” розуміється не лише одна істота, індивід, а й група людей, колектив, мешканці населеного пункту, регіону, країни, суспільство, людство загалом. Людину постійно оточує природне та соціальне навколишнє середовище, а також створені нею матеріальні та духовні умови її існу-

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вання. Крім того, саме людина має своє індивідуальне середовище – організм.

Організм – це всі тканини і органи людини, в яких протікають ті фізіологічно-біологічні процеси, які визначають життя організму, як цілого і які відгороджені від зовнішнього середовища шкірою і слизовими оболонками.

Навколишнє середовище – це вся сукупність природних та антропогенних факторів у середовищі яких існує людина.

Середовище життєдіяльності – сукупність природних та антропогенних факторів, з якими людина взаємодіє прямо чи опосередковано протягом життя. Середовище життєдіяльності є складовою навколишнього середовища і визначається для кожної людини окремо. Середовищем життєдіяльності людства в цілому практично є навколишнє середовище.

2.2 Заходи безпеки при експлуатації електроустановок на дільниці

В організації наказом керівника повинна бути призначена особа, відповідальна за загальний стан усіх електроустановок, яка зобов'язана організувати виконання вимог усіх нормативних документів та забезпечити:

□ належну експлуатацію та безпечну роботу електроустановок; організацію і проведення планово-попереджувальних ремонтів і профілактичних випробувань електрообладнання апаратури і мереж;

□ навчання, інструктування і періодичну перевірку знань персоналу, пов'язаного з обслуговуванням електроустановок; наявність і своєчасну перевірку засобів захисту і протипожежного інвентарю;

□ розслідування аварій та порушень вимог діючих правил при експлуатації електроустановок; ведення технічної документації, розробку інструкцій, положень.

Всі роботи, що проводяться в діючих електроустановках, щодо заходів безпеки, згідно ПОТ РМ 016-2001 / РД 153-34.0-03.150-00 “Міжгалузеві прави-

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

ла по охороні праці (правила безпеки) при експлуатації електроустановок”, поділяються на такі категорії:

- 1) роботи, що виконуються зі зняттям напруги;
- 2) роботи, що виконуються під напругою на струмовідних частинах чи поблизу них.

До робіт під напругою на струмовідних частинах відносяться роботи, виконувани безпосередньо на цих частинах із застосуванням засобів захисту.

До обслуговування діючих електроустановок допускаються особи, які мають професійну підготовку і пройшли медичний огляд при прийомі на роботу. Повторні медичні огляди персоналу проводяться не рідше 1 разу на 2 роки.

Обслуговуючий електротехнічний персонал повинен знати діючі Правила улаштування електроустановок (ПУЕ), Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, інші правила охорони праці при експлуатації електроустановок, а також прийоми звільнення потерпілого від дії електричного струму і надання першої допомоги.

Електротехнічний персонал повинен пройти перевірку знань міжгалузевих правил з охорони праці (правил безпеки) при експлуатації електроустановок, правил та інструкцій з технічної експлуатації, пожежної безпеки, користування захисними засобами, улаштування електроустановок в межах вимог, пропонувананих до відповідної посади чи професії, а також прийомів звільнення потерпілого від дії електричного струму і надання першої допомоги, і мати відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки II-V.

Організація експлуатації електроустановок передбачає ведення необхідної технічної документації.

В документацію входять:

- оперативний журнал, в якому зазначаються прийом і здача зміни, розпорядження начальника цеху про зміну режимів роботи;
- журнал обліку робіт за нарядами і розпорядженнями;
- журнал дефектів і неполадок електрообладнання;

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

□ журнал або відомість показань контрольно-вимірювальних приладів і електролічильників, а також журнал контролю за наявністю, станом та обліком захисних засобів;

□ журнал виробництва робіт і бланки нарядів на виробництво ремонтних і налагоджувальних робіт в електроустановках напругою вище 1000 В;

□ журнал обліку видачі і повернення ключів від електроустановок;

□ журнал обліку перевірки знань норм і правил роботи в електроустановках;

□ журнал обліку присвоєння групи I з електробезпеки неелектротехнічні персоналу;

□ журнали реєстрації інструктажу на робочому місці з пожежної безпеки;

□ папки діючих і закритих нарядів та ін.

Організаційними заходами, що забезпечують виробництво робіт в електроустановках, є оформлення роботи нарядом-допуском або розпорядженням; оформлення допуску до роботи; нагляд під час роботи; оформлення перерв у роботі і переходів на інше місце роботи; оформлення закінчення робіт.

Організаційно-технічні заходами, виконуваними при проведенні робіт зі зняттям напруги, є відключення електрообладнання та вжиття заходів проти помилкового його ввімкнення або самовімкнення; вивішування на рукоятках вимикачів заборонних плакатів “Не вмикати – працюють люди”, “Не вмикати – робота на лінії”; перевірка відсутності напруги на відключеному електроустановки і приєднання переносного заземлення; огороження робочого місця і вивішування плакатів “Працювати тут”, “Стій – висока напруга”. Обслуговування та експлуатація електроустановок проводиться тільки спеціально підготовленим працівниками, які пройшли медичний огляд, навчання та перевірку знань персоналом.

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Результатом дипломного проектування є з проєктована схема електрична структурна та схема електрична принципова. Проведено розрахунок параметрів цифрового фільтра. Параметри та технічні характеристики радіоприймача сканера повністю відповідають технічному завданню на кваліфікаційну роботу та стандартам. Виріб розроблено з використання ПЛІС, що дозволило підвищити надійність виробу.

Розроблено конструкцію друкованого вузла з врахуванням вимог до компоновки та трасування провідників з ПЛІС.

Проаналізовано актуальність безпеки життєдіяльності людини та розроблено заходи безпеки при експлуатації електроустановок на дільниці.

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Список використаних джерел

- 1 Бобров Н.В. Расчет радиоприемников. – М.: Радио и Связь, 1981.
- 2 Радиоприемные устройства. Под. ред. Барулина Л.Г. – М.: Радио и Связь, 1984. – 272 с.
- 3 Радіотехніка: Енциклопедичний навчальний довідник: Навч. Р15 посібник / За ред. Ю.Л.Мазора, Є.А. Мачунського, В.І.Правди. – К.: Ви-ща шк., 1999. – 838с.
- 4 Проектирование радиоприемных устройств. Под. ред. Сиверса А.П. – М.: Советское радио, 1976. – 487 с.
- 5 Титце У, Шенк А. Полупроводниковая схемотехника. – М.: Мир, 1982. – 512 с.
- 6 Палшков В.В. Радиоприемные устройства.– М.: Радио и Связь, 1984. – 392 с.
- 7 Методичні вказівки по виконанню організаційно-економічної частини дипломних проектів науково-дослідницького характеру для студентів спеціальності 7.080401 “Інформаційні управляючі системи та технології” 7.090901 “Прилади точної механіки” – Тернопіль, ТДТУ, 2008. – 39- с. Укладачі: д.е.н., доц. Кирич Н.Б., Старший викладач Шевчук Я. М.
- 8 Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. - Львів: Афіша, 2000 – 350с.
- 9 Винокурова Л.Е., Васильчук М.В., Гаман М.В. Основи охорони праці. – К.: Факт, 2005. – 344 с.
- 10 Дорогунцов С.І. Екологія. – К.: КНЕУ. – 1999 – 152с.
- 11 Гайченко В. А., Коваль Г. М. Основи безпеки життєдіяльності людини. – К.
- 12 : В-во МАУП. – 2004.

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Додатки

					ЦАТЗ.042.001 ПЗ	Арк.
						55
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ДОДАТКИ

Перш. викорис.	Добір. №	Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка					
		<u>Конденсатори</u>										
		C1,C2	Samsung CL21B106KBNE 47 нФ			2						
		C3	Samsung CL21B103KBNE 1000 нФ			1						
		C4	Samsung CL21B106KBNE 0,1 мкФ			1						
		C5	Samsung CL21B103KBNE 52 нФ			1						
		C6	Samsung CL21B106KBNE 0,1 мкФ			1						
		C7	SSL 47 мкФ±20%-6,3В			1						
		C8	Samsung CL21B106KBNE 0,1 мкФ			1						
		C9	SSL 47 мкФ±20%-6,3В			1						
		C10	Samsung CL21B106KBNE 0,1 мкФ			1						
		C11	SSL 47 мкФ±20%-6,3В			1						
		C12	Samsung CL21B106KBNE 0,1 мкФ			1						
		C13	SSL 47 мкФ±20%-6,3В			1						
		C14	Samsung CL21B106KBNE 0,1 мкФ			1						
		C15	SSL 47 мкФ±20%-6,3В			1						
C16	Samsung CL21B106KBNE 0,1 мкФ			1								
Підпис і дата	Інв. № дцбл.	<u>Мікросхеми:</u>										
		DA1	AD9200 Analog Devices			1						
		DA2	MC78T05 Fairchild Semiconductor			1						
		DD1	MAX 3000 EPM3256A Altera			1						
Підпис і дата	Зам. інв. №	HL1	Світлодіод HLMP-CM15-W0000 Agilent Technologies			1						
		ЦАТЗ.042.001 ПЕ										
Інв. № ориг.	Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Радіоприймач сканер Лім. Арк. Аркушів 1 2 ТНТУ імені Івана Пулюя, ФПТ, каф. РТ, гр. РАс-41 м. Тернопіль						
									Розроб.	Цедринський А.Т.		
									Перевір.	Дуда С.П.		
									Реценз.			
									Н. Контр.	Марценюк А.С.		
Затверд.	Дунець В.Л.											

Перш. викорис.	Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
Добід. №		<u>Котушка індуктивності:</u>		
	L1	CF100505 1,2 nH EROCORE	1	
		<u>Дросель:</u>		
	L2...L4	PIHC 1208 1,2 mH EROCORE	3	
		<u>Резистори:</u>		
	R1, R2	MF-12 - 4,7 kOm ±5%	2	
	R3, R4	MF-12 - 5,6 kOm ±5%	2	
	R5	PV36 1 kOm+-10%	1	
	R6	MF-12 - 100 Om ±5%	1	
Підпис і дата		<u>Роз'їми:</u>		
	XS1	USBB-1J	1	
	XW1	Роз'їм PF-50	1	
Інв. № дубл.				
Зам. інв. №				
Підпис і дата				
Інв. № ориг.				
ЦАТЗ.042.001 ПЕ				Арк. 2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

