



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

5366 Методичні вказівки

до лабораторної роботи

на тему «Дослідження спектрів електричних сигналів різної форми
за допомогою цифрових приладів»

із дисципліни «**Теорія сигналів та розрахунку електричних кіл**»
для студентів спеціальності *172 «Телекомунікації та радіотехніка»*
денної форми навчання

Суми
Сумський державний університет
2022

Методичні вказівки до лабораторної роботи на тему «Дослідження спектрів електричних сигналів різної форми за допомогою цифрових приладів» із дисципліни «Теорія сигналів та розрахунку електричних кіл» / укладач О. А. Любвий. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 14 с.

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ЗМІСТ

	С.
Теоретичні відомості.....	4
Порядок виконання роботи	6
Зміст звіту	12
Питання для контролю і самоперевірки.....	12
Список літератури	13

Лабораторна робота 3

«Дослідження спектрів електричних сигналів різної форми за допомогою цифрових приладів»

Мета роботи – вивчення і дослідження параметрів спектрів електричних сигналів за допомогою цифрових приладів.

Прилади і матеріали:

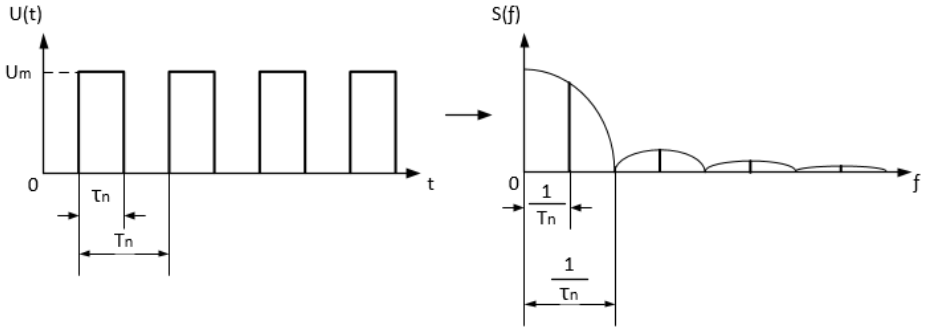
- генератор шуму Г2-37;
- цифровий осцилограф RIGOLDS1052E;
- цифровий генератор JDS6600.

Теоретичні відомості

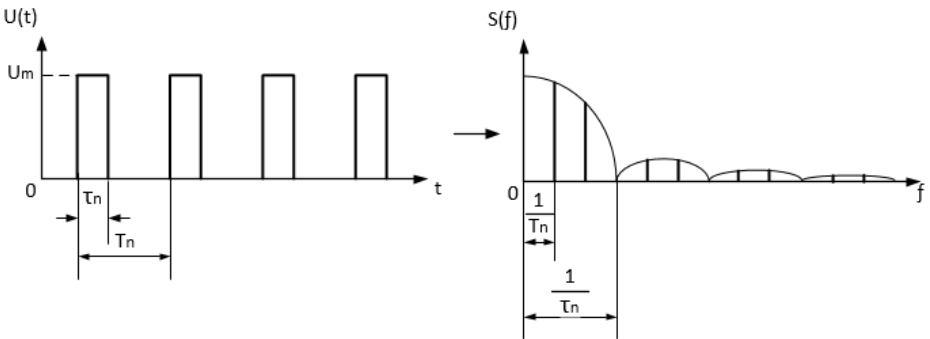
Великий французький математик Ж. Фур'є довів, що будь-яке періодичне коливання можна подати сумою простих періодичних коливань із кратними частотами. Їх набір називають *спектром* початкового коливання, або амплітудно-частотною характеристикою (АЧХ).

Наприклад, для точного відтворення симетричного прямокутного коливання потрібний нескінченний ряд непарних гармонік (ліній) основної частоти (рис. 1). Чим рідше виникають коливання, тим більший їх період і тим нижча (менша) основна частота спектра цих коливань. Спектральні лінії на осі частот у цьому разі розміщуються ближче одна до одної (рис. 1 в) і, навпаки, чим коротший імпульс, тим ширший його спектр. Спектр *неперіодичного* коливання виявиться складеним не з окремих спектральних ліній, а суцільним.

Відповідну математичну операцію називають інтегральним перетворенням Фур'є, вона покладена в основу дослідження електричних сигналів за допомогою осцилографа RIGOL. У разі вмикання цифрових фільтрів низької частоти (ФНЧ), високої частоти (ФВЧ), смугового (СФ) і загороджувального (ЗФ) спектри періодичних сигналів спостерігаються на екрані осцилографа.

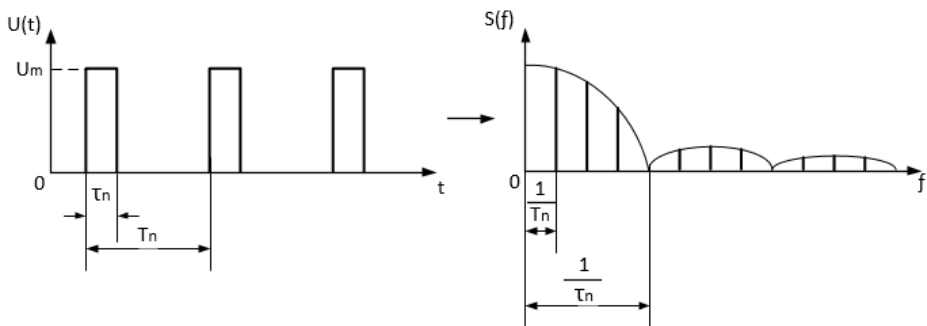


а) T_n – період коливання; τ_u – тривалість відео імпульсу;
шпаруватість $q = 2$;



б) змінено τ_u при $T_n = \text{const}$, шпаруватість $q = 3$;

Рисунок 1 – Сигнали у формі періодичної послідовності прямокутних відеоімпульсів (зліва) та їх спектри (справа)



в) змінено T_n при $T_u = \text{const}$, шпаруватість $q = 4$

Рисунок 1, аркуш 2

Порядок виконання роботи

1. Дослідити проходження шумового сигналу через цифрові фільтри:

1.1. Вихідний рознім «выход» генератора шуму Г2-37 (рис. 2) через уніфікований кабель необхідно під'єднати до вхідного розніму СН1 цифрового генератора RIGOL (рис. 4).

1.2. Увімкнути генератор тумблером «сеть» і дати прогрітися 5–10 хв.

1.3. Перемикач «диапазон спектра» встановити в положення «20 КГц».



Рисунок 2 – Генератор шуму Г2-37



Рисунок 3 – Цифровий генератор JDS6600

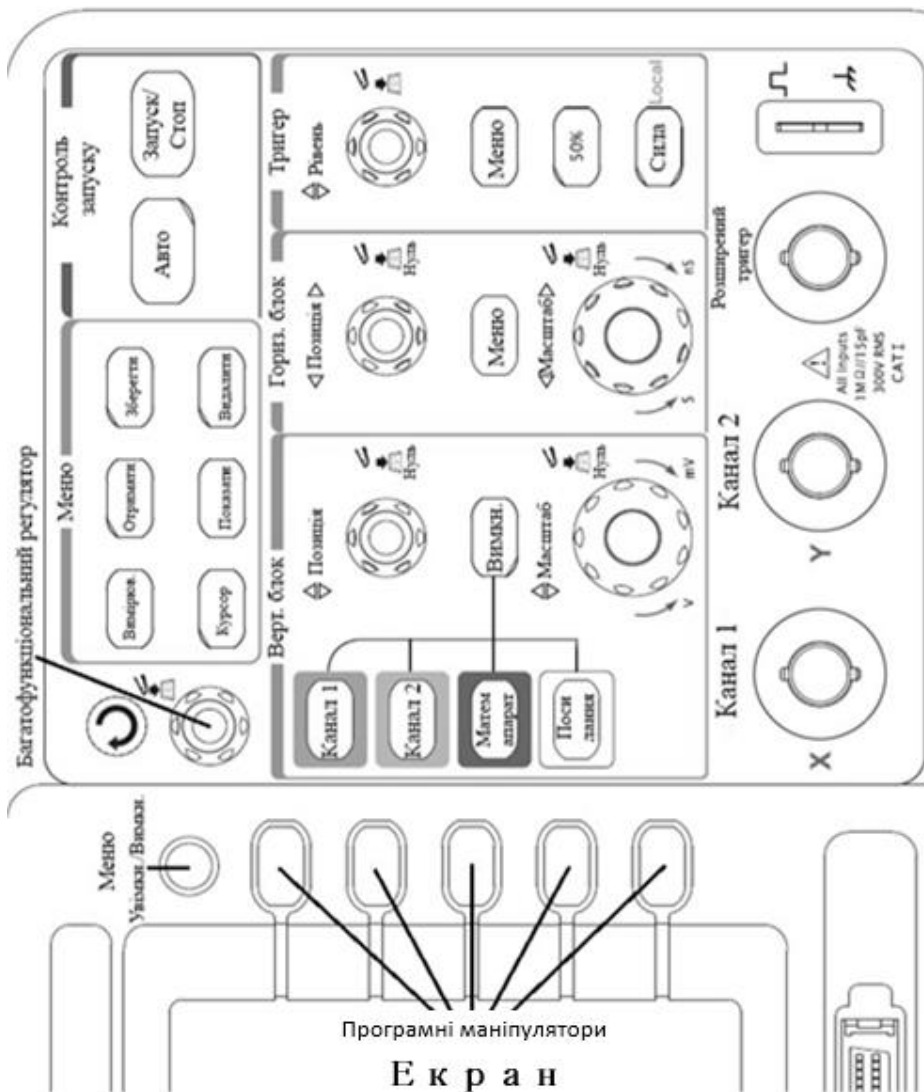



Рисунок 4 – Органи керування цифрового осцилографа RIGOL

1.4. Перемикач «ВЫХОД» встановити в положення «1 000 mV»,

«0 dB» і ручкою регулювання виставити значення стрілкового приладу на половину шкали.

1.5. Увімкнути цифровий осцилограф RIGOL (рис. 4) (біла кнопка «» на кришці корпусу) і, натиснувши кнопку «RUN/STOP» (Запуск / Стоп), підтвердити готовність приладу до приймання вхідного сигналу.


1.6. На клітчастому полі (одну клітинку будемо вважати поділком) з'явиться горизонтальна лінія (в подальшому – нульовий рівень, або рівень «землі») з курсором, а знизу екрана – рядок поточного стану параметрів сигналу:

– цифра зліва – межа вертикального розміру (амплітуди) сигналу (вольт / поділка), що керується вертикальним блоком;

– цифра справа – «TIME» (час) – межа горизонтального розміру (розгортки) сигналу (S, mS, μ S, nS), що керується горизонтальним блоком.

Одночасно в правій частині екрана випадає вертикальне меню, що керується програмними маніпуляторами і вимикається кнопкою «MENU, ON / OFF».

1.7. Після вмикання на генераторі Г2-37 тумблера «Выход» на екрані з'явиться шумовий сигнал.

1.8. У меню відповідною кнопкою програмного маніпулятора вибрати «Цифр. фільтр» – «ВКЛ» – «Тип фільтра» і для кожного типу фільтра поворотом ручки багатофункціонального регулятора «» задати частоту зрізу:

– для фільтра нижніх частот – «нижний предел» – 10 КГц;

- для фільтра верхніх частот – «верхний предел» – 10 КГц;
- для смугового та загороджувального фільтрів – «нижний предел» – 14 КГц, «верхний предел» – 7 КГц.

1.9. У разі натискання кнопки «MATH» (Математичний апарат) ввімкнути функцію FFT («Fast Furie Transformation» – «Швидке перетворення Фур'є») і в випадному меню вибрати:

- функцію – FFT;
- источник – CH1 (Канал 1);
- окно – Rectangle (Прямокутник);
- экран – «Разделение»;
- шкалу – V_{RMS} .

1.10. У нижній фіолетовій половині шкали екрана з'являється амплітудно-частотна характеристика (в подальшому – спектр) і рядок поточного стану параметрів спектра для шумового сигналу, що проходить через вищезазначені фільтри.

1.11. Ручками регулювання вертикального й горизонтального блоків вибрати оптимальний розмах сигналу за амплітудою та частотою.

1.12. Визначити за екраном частоти зрізу смугового й загороджувального фільтрів і зіставити із заданими.

2. Дослідити проходження синусоїдного сигналу через цифрові фільтри.

2.1. Цифровий генератор JDS6600 (рис. 3) увімкнути кнопкою живлення, попередньо ввімкнувши зовнішній блок живлення до мережі 220 В.

2.2. Уніфікованим кабелем з'єднати осцилограф із вихідним гніздом генератора, активованого натисканням (повторним) кнопки CH1 (біла точка в лівому куті екрана).

2.3. Натиснути кнопку «Wave» (Сигнал) і поворотом ручки енодера вибрати на екрані сигнал «Sine» (синусоїда).

2.4. Натиснути «FREQ» (частота) кнопками «◀ ▶» і потім поворотом енодера, переміщуючи курсор, вибрати потрібну частоту (наприклад, 30 КГц). Кнопкою «AMPL» установити амплітуду (наприклад, 2,5 В).

2.5. Натиснути кнопку «MOD», поворотом ручки енодера (або натисканням «FUNC» на екрані) вибрати функцію «Sweep Frequency CH1» (хитна частота каналу 1).

2.6. За допомогою кнопок на екрані «▲ ▼» перемістити курсор і налаштувати:

- «Start» – 1 КГц (початкова частота хитання);
- «End» – 20 КГц (кінцева частота хитання);
- «Time» – 5 с (тривалість хитання частоти);
- «Direction» (напрямок) – Rise (вгору);
- «Mode» (режим) – Linear (лінійний);

– Control – у цьому положенні натиснути «On» – запускається процес хитання частоти синусоїди, який спостерігаємо на екрані.

2.7. Аналогічно до пункту 1.8 вибрати по черзі ті самі цифрові фільтри і, натиснувши кнопку «MATH», спостерігаємо на роздільному екрані відповідні спектри. Частоти зрізу вибрати згідно з пунктом 1.8.

2.8. Визначити за екраном частоти зрізу і зіставити із заданими для всіх досліджуваних фільтрів.

Програмна кнопка «OFF» на екрані зупиняє хитання частоти.

3. Спостереження спектрів декількох стандартних сигналів цифровими приладами.

3.1. Натиснути (повторно) кнопку «WAVE» (сигнал) до появи на екрані генератора вертикального меню вибору сигналів.

3.2. Натиснути кнопку CH1, потім – кнопку «MATH» осцилографа.

3.3. Кнопками «◀ ▶» або поворотом ручки енодера генератора вибрати запропоновані (генератором або викладачем) сигнали і спробувати пояснити, користуючись лекційним матеріалом, конфігурацію відповідних випадних спектрів на роздільному екрані осцилографа.

Зміст звіту

1. Назва і мета роботи.
2. Графіки (зображення, фото) АЧХ-спектрів шумового сигналу.

3. Графіки (зображення, фото) АЧХ-спектрів синусоїдального сигналу, виміряні значення частот зрізу.
4. Зображення (фото) спектрів декількох стандартних сигналів.
5. Змінюючи частоту слідування $f_n = \frac{1}{T_n}$ і тривалість T_n для відеоімпульсів (рис. 1), дослідити зміну дискретного спектра, а саме:
 - а) кількість ліній гармонік в арці спектра;
 - б) ширину арки спектра.

Питання для контролю і самоперевірки

1. Дати визначення спектра електричного сигналу.
2. Дати визначення шпаруватості електричного сигналу.
3. Дати визначення частоти зрізу фільтра.
4. Зобразити спектри для фільтрів: ФНЧ, ФВЧ, СФ та ЗФ.

Список літератури

1. Мандзій Б. А. Основи теорії сигналів / Б. А. Мандзій, Р. І. Желяк. – Львів : Львівська політехніка, 2019. – 240 с.
2. Кобяков О. М. Теорія електричних кіл та сигналів. Основи розрахунку електричних кіл : конспект лекцій / О. М. Кобяков, І. Є. Бражнік. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 167 с.

Електронне навчальне видання

Методичні вказівки

до лабораторної роботи

на тему «Дослідження спектрів електричних сигналів різної форми

за допомогою цифрових приладів»

із дисципліни «**Теорія сигналів та розрахунку електричних кіл**»

для студентів спеціальності *172 «Телекомунікації та радіотехніка»*

денної форми навчання

Відповідальний за випуск А. С. Опанасюк

Редактор С. М. Симоненко

Комп'ютерне верстання Ю. О. Любивого

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 0,87. Обл.-вид. арк. 0,65.

Видавець і виготовлювач

Сумський державний університет,

вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.