



**Міністерство освіти і науки України**

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет енергетики, робототехніки та  
комп'ютерних технологій**

**Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної  
інженерії та електротехніки**

**ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ БМА ТА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОБНИЦТВА БМА ДЛЯ БІООБ'ЄКТІВ**

**Методичні вказівки  
до виконання лабораторної роботи №1**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та  
(заочної) форми навчання, спеціальності  
163 «Біомедична інженерія»**

**Харків  
2023**

Міністерство освіти і науки України  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій  
Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та  
електротехніки

ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ БМА ТА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОБНИЦТВА БМА ДЛЯ БІООБ'ЄКТІВ

Методичні вказівки  
до виконання лабораторної роботи №1

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та (заочної)  
форми навчання, спеціальності  
163 «Біомедична інженерія»

Затверджено  
рішенням Науково-методичної  
ради факультету ЕРКТ  
Протокол № 1 від 20 жовтня 2022 р.

Харків  
2023

УДК 615.47+57.08  
О 75

Схвалено  
на засіданні кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії  
та електротехніки

Протокол № 1  
від 31 серпня 2022 р.

**Рецензент:**

**О. М. Мороз**, д-р тех. наук, проф. кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту Державний біотехнологічний університет.

О 75      Основи конструювання БМА та основи технології виробництва БМА для біооб'єктів: метод. вказівки до виконання лабораторної роботи №1 здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навч., спец. 163 «Біомедична інженерія» / Державний біотехнологічний університет; уклад.: Н. Г. Косуліна, М. О. Чорна, В. В. Сухін. – Харків: [б. в.], 2023. – 21 с.

Методичні вказівки по виконанню лабораторної роботи №1 з дисципліни «Основи конструювання БМА та основи технології виробництва БМА для біооб'єктів» розроблено відповідно до навчальної програми. Видання включає алгоритм виконання лабораторної роботи №1 у комп'ютерній програмі Multisim та контрольні питання.

Видання призначене здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та (заочної) форми навчання, спеціальності 163 «Біомедична інженерія».

УДК 615.47+57.08

**Відповідальний за випуск: В.В. Сухін**, ст. викл.

© Н. Г. Косуліна, 2023

© М. О. Чорна, 2023

© В. В. Сухін, 2023

© ДБТУ, 2023

3  
**Зміст**

1. Мета та завдання роботи .....	4
2. Перелік обладнання та приладів, необхідних для досягнення запланованого результату.....	4
3. Короткий теоретичний коментар.....	4
4. Алгоритм виконання лабораторної роботи .....	18
5. Структурні елементи звіту .....	20
6. Порядок захисту лабораторної роботи .....	20
7. Контрольні питання .....	20
Список використаної літератури .....	21
Рекомендована література .....	21

## Лабораторна робота № 1

### Введення до інтерфейсу користувача програми Multisim v 14.2

#### Мета роботи

Ознайомлення з програмою розробки та емуляції електронних схем Multisim.

#### Завдання роботи

Огляд теоретичних положень роботи з програмою, моделювання приведеної схеми у відповідності до варіанту завдання.

#### Перелік обладнання та приладів, необхідних для досягнення запланованого результату

Персональний комп'ютер, комп'ютерна програма Multisim v 14.2.

#### Короткий теоретичний коментар

Для створення будь-якого електронного пристрою необхідно провести його фізичне або математичне моделювання. Фізичне моделювання є досить вартісним, оскільки потребує виготовлення макетів та їх трудомісткого дослідження. Часто фізичне моделювання неможливо виконати через високу складність пристрою, наприклад, при розробці великих і надвеликих інтегральних мікросхем. В цій ситуації переходять до математичного моделювання з використанням засобів і методів обчислювальної техніки.

Програма Multisim компанії Electronics Workbench дозволяє будувати і досліджувати будь-які електронні схеми, від простих до складних, створювати топології друкованих плат, їх об'ємні зображення тощо. В програмі є контрольно-вимірювальні прилади, що за виглядом і характеристиками наближаються до їх промислових аналогів.

Інтерфейс користувача складається з декількох основних елементів і представлений на рис. 1.

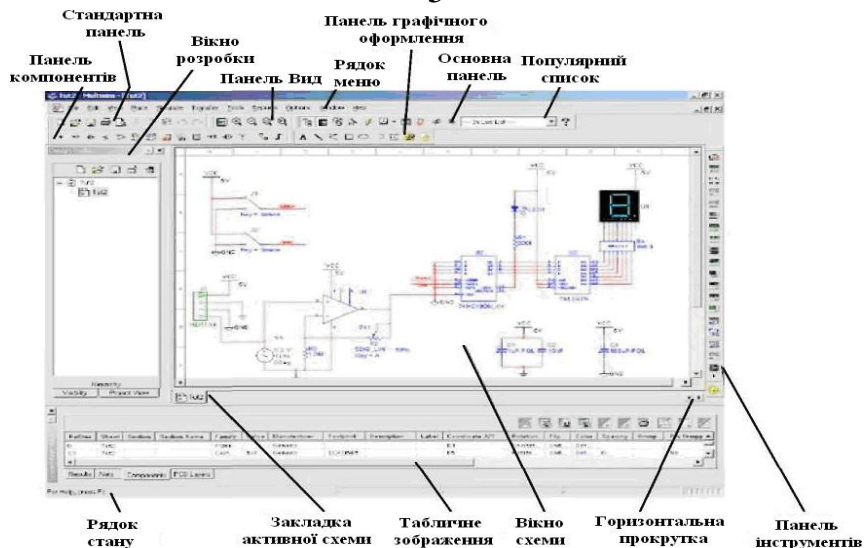


Рисунок 1 – Головне вікно програми Multisim

Вікно розробки (Design Toolbox). В ньому знаходяться засоби управління різними елементами схеми. Закладка Доступність (Visibility) дозволяє сховати або відобразити шари схеми робочої області. Закладка Ієрархія (Hierarchy) показує взаємозв'язок між файлами відкритого проекту у вигляді деревовидної структури. Закладка Проект (Project) містить інформацію про проект з яким відбувається робота. Користувач може додати файли в теки робочого проекту, змінити доступ до файлів і створити архів проекту.

Глобальні налаштування приведені на рис. 2. Глобальні налаштування управляють властивостями середовища Multisim. Доступ до них відкривається з діалогового вікна "Властивості" (Preferences). Виберіть пункт Опції/Глобальні налаштування (Options/Global Preferences), відкриється вікно "Властивості" з такими закладками:

Paths (Шлях) – створює можливість встановлення шляху до файлів баз даних і інших налаштувань;

Save (Зберегти) – дає можливість встановити період автоматичного збереження.

Parts (Компоненти) – дає можливість обрати режим розміщення компонентів і стандарт символів (ANSI або DIN). Також тут розміщені налаштування емуляції за умовчанням.

General (Загальні) – змінює поведінку прямокутника вибору, колеса миші і інструментів з'єднання і автоматичного з'єднання.

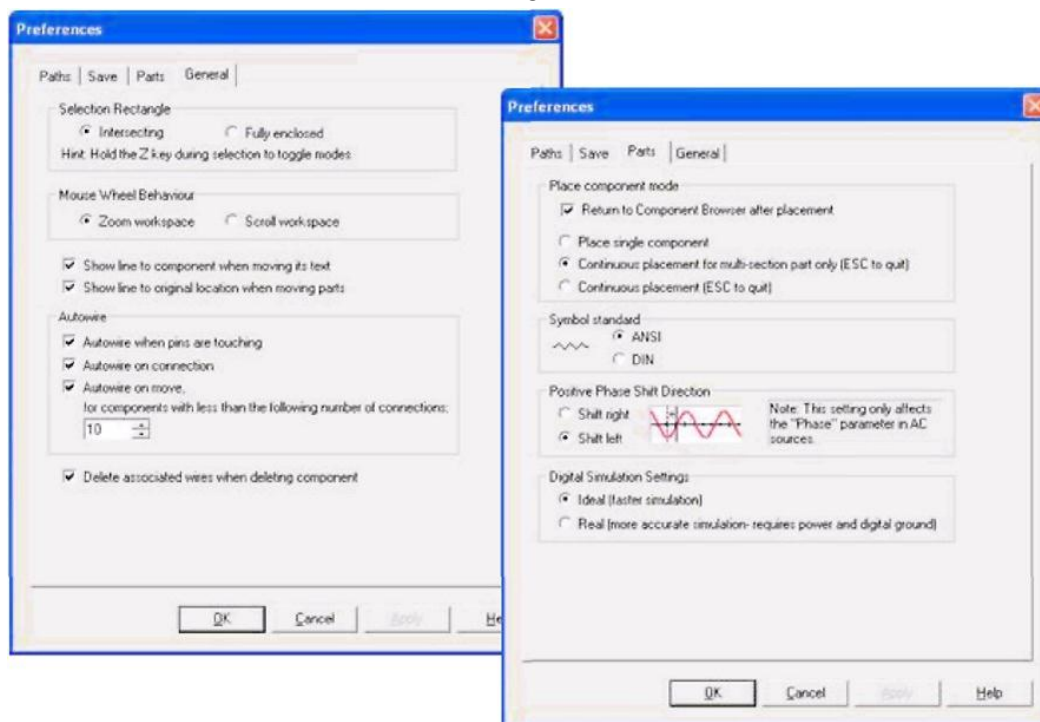


Рисунок 2 – Глобальні налаштування

Налаштування листа представлено на рис. 3. Діалогове вікно налаштування властивостей листа (Sheet Properties) застосовується для зміни властивостей певного листа. Ці властивості зберігаються з файлом схеми тому, якщо проект відкривається на іншому комп'ютері, налаштування залишаються.

Налаштування листа об'єднані в наступні закладки:

**Circuit (Схема)** – дає можливість обрати колірну схему і зовнішній вигляд тексту робочої області.

**Workspace (Робоча область)** – забезпечує налаштування розміру листа і його властивостей.

**Wiring (З'єднання)** – тут розміщене налаштування з'єднань і шини.

**Font (Шрифт)** – дає можливість вибрати шрифт, його розмір і зображення для текстових елементів схеми.

**PCB (Друкована плата)** – тут знаходяться налаштування друкованої плати.

**Visibility (Доступність)** – приховує або відображає додаткові шари коментарів.

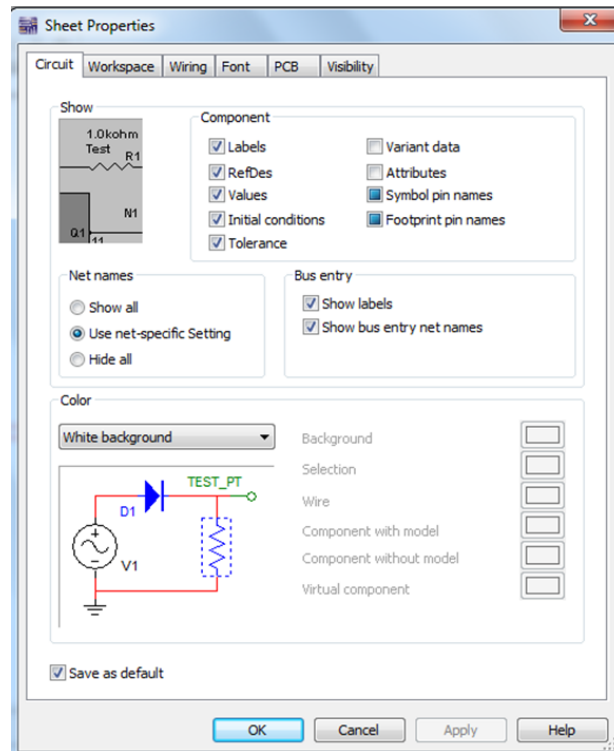


Рисунок 3 – Налаштування листа

Налаштування інтерфейсу користувача, рис. 4. Інтерфейс користувача Multisim можна налаштувати на своє бачення. Панелі інструментів можна встановити у будь-якому місці і змінити їх форму. Інструменти кожної панелі також можна змінювати і створювати нові панелі. Система меню повністю налаштовується, аж до контекстних меню різних об'єктів.

Гарячі клавіші клавіатури також можна налаштувати. Різній команді меню або панелі інструментів можна встановити свою клавішу.

Для налаштування інтерфейсу користувача виберіть пункт Опції/Налаштувати інтерфейс користувача (Options/Customize User Interface). За допомогою діалогового вікна "Налаштування" (Customize) можна створювати і змінювати панелі інструментів, призначати гарячі клавіші, налаштовувати і створювати нові меню, а також змінювати стиль інтерфейсу користувача.



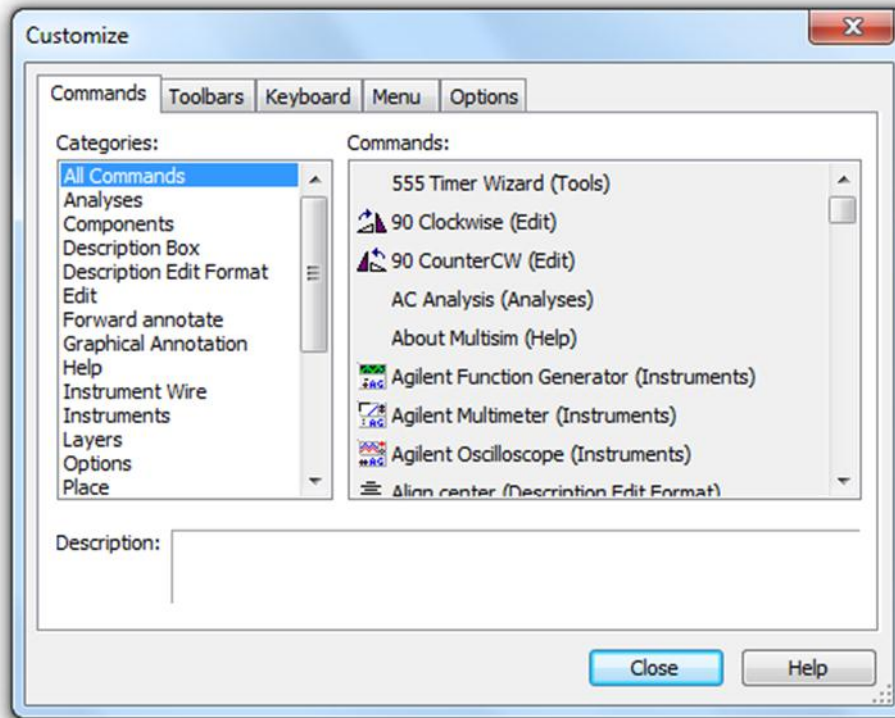


Рисунок 4 – Вікно «Налаштування»

Компоненти. Компоненти – це основа будь-якої схеми, кожен елемент з яких вона складається. Multisim працює з двома категоріями компонентів: реальними (real) і віртуальними (virtual). Необхідно чітко розуміти відмінності між ними, аби повністю скористатися їх перевагами.

В реальних компонентів на відміну від віртуальних є деяке незмінне значення і своя відповідність на друкованій платі.

Віртуальні компоненти потрібні тільки для емуляції, користувач може призначити їм довільні параметри. Наприклад, опір віртуального резистора може бути довільним, навіть 3,86654 Ом. Віртуальні компоненти допомагають розробникам при перевірці за допомогою схем з відомими значеннями компонентів.

У Multisim є і інша класифікація компонентів: аналогові, цифрові, змішані, анімовані, інтерактивні, цифрові з мультिवибором, електромеханічні і радіочастотні.

Інтерактивні компоненти. Деякі елементи схеми Multisim можуть реагувати на вплив користувача. Зміна цих елементів одразу проявляється на результатах емуляції. Компоненти управляються за допомогою клавіш вказаних під кожним елементом.

Наприклад, на рис. 5 приведено декілька компонентів: клавіша A збільшить опір потенціометра до 100% від вказаної величини (1 кОм). Аби зменшити опір, потрібно натиснути Shift і клавішу A. Пробіл вмикає або вимикає перемикач на правому рисунку.

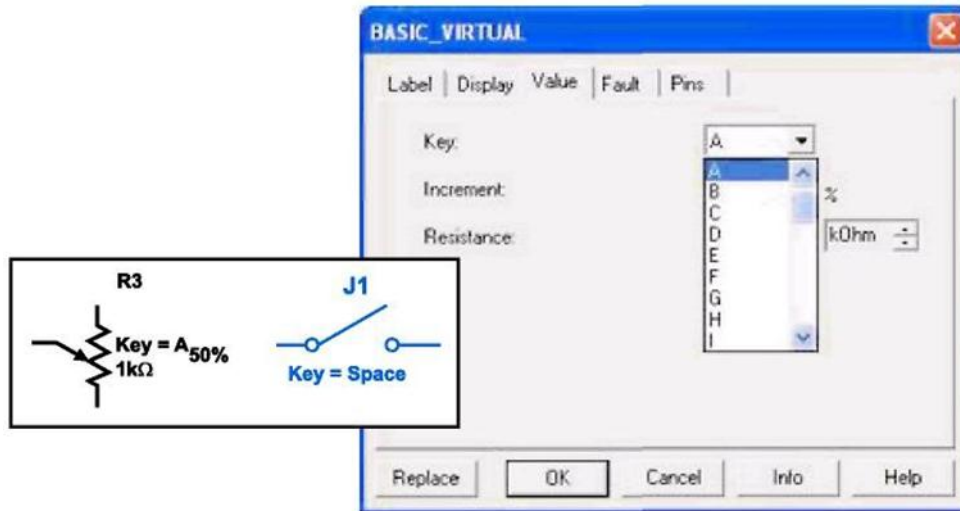


Рисунок 5 – Інтерактивні компоненти

В провіднику компонентів, рис. 6 відображаються наступні поля:



Рисунок 6 – Вкладка Елементи (Parts) або панель інструментів “Компоненти” (Components)

Провідник компонентів, рис. 7. Провідник компонентів (Component Browser) – це місце де можна обрати компоненти для розміщення їх на схемі. Гаряча клавіша для розміщення компонента по замовчуванню – CTRL-W, або подвійне натискання мишею. Курсор миші набуде форми компонента.

Для пошуку необхідно набрати назву компонента і провідник автоматично підбере потрібний елемент. Кнопка Пошук (Search) відкриває розширений пошук.

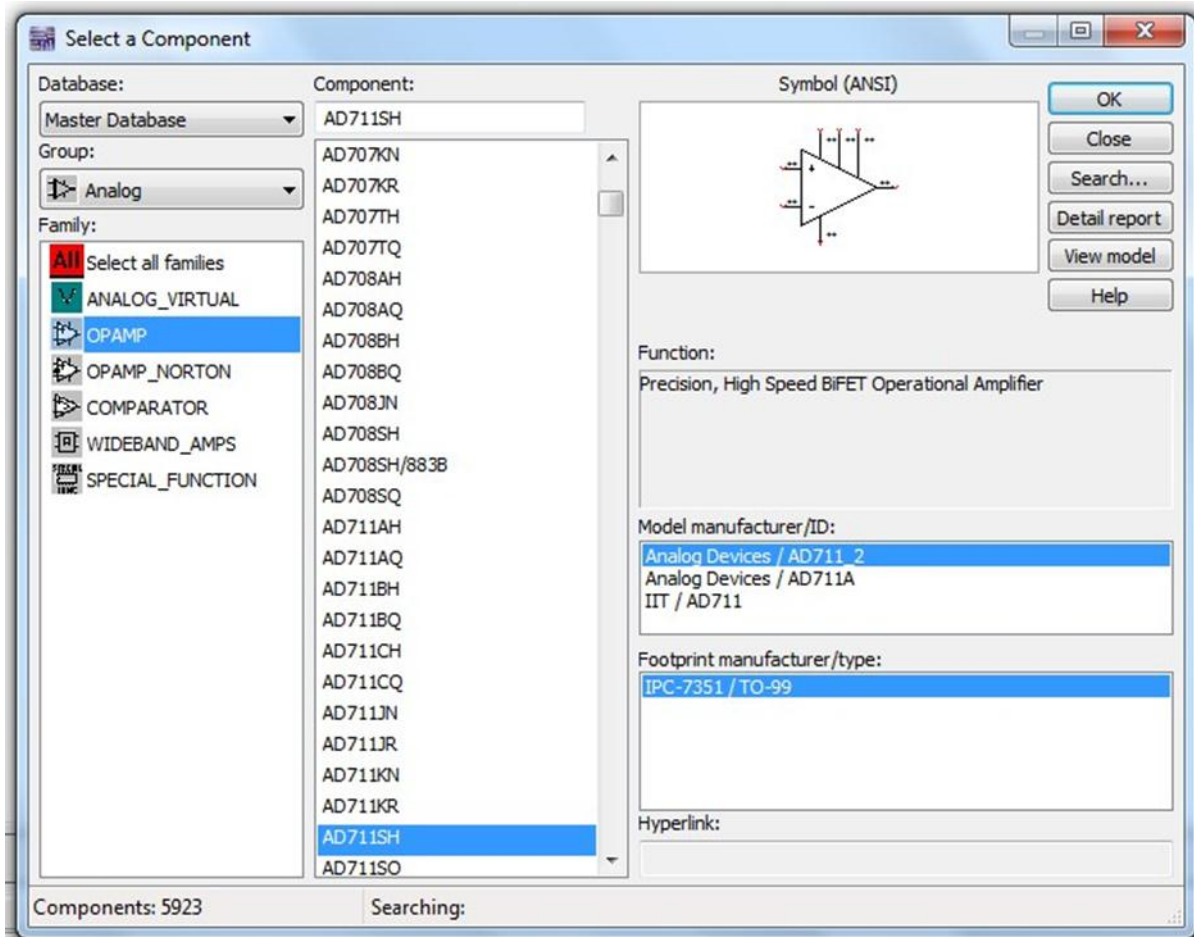


Рисунок 7 – Провідник компонентів

В провіднику компонентів зображена поточна база даних в якій зберігаються елементи. В Multisim вони організовані в групи (groups) і сімейства (families). Також в провіднику показаний опис компонента (поле Призначення Function), модель і друкована плата або виробник.

Символ зірочка ("\*") замінює будь-який набір символів. Наприклад, серед результатів запити "LM\*AD" будуть "LM101AD" і "LM108AD".

Будь-якому компоненту відповідає безліч моделей. Кожна модель може посилатися на різні фізичні характеристики компонента. Наприклад у операційного підсилювача LM358M на зовні 5 контактів, але в цій моделі з них використовуються лише 3, контакти живлення не задіяні. Більш глибоку інформацію про моделі можна знайти обравши модель в полі Виробник/Ідентифікатор (Model Manuf.\ID) і натиснути по кнопці Модель (Model).

Бази даних. В Multisim є бази даних трьох рівнів:

1) Головна база даних (Master Database) з якої можна тільки прочитати інформацію, в ній знаходяться компоненти Electronics Workbench;

2) Користувацька база даних (User Database) відповідає поточному користувачеві комп'ютера. Вона призначена для зберігання компонентів, які непотрібно надавати в загальний доступ;

3) Корпоративна база даних (Corporate Database) призначена для тих компонентів, які мають бути доступні іншим користувачам по мережі.

Засоби управління базами даних дозволяють переміщувати компоненти, об'єднувати дві бази в одну і редагувати їх. Всі бази даних поділяються на групи, а вони у свою чергу на сімейства. Коли користувач вибирає компонент і поміщає його в схему то створюється нова копія. Всі зміни з нею жодним чином не зачіпають інформацію, що зберігається в базі даних.

Якщо змінити компонент в базі даних, то вже існуючі копії компонентів залишаться такими ж, як і були. При збереженні схеми вся інформація про компоненти зберігається у файлі Multisim. При завантаженні користувач може залишити завантажені елементи в тому вигляді як вони є, або відновити компоненти даними з бази із подібними іменами.

Переміщення, поворот, вибір і з'єднання компонентів. Після вибору компонентів з бази даних вони розміщуються на схемі і з'єднуються між собою. Подвійне натискання по компоненту в провіднику прикріпить його до курсору. Після цього можна помістити елемент на схему просто натиснувши в бажаному місці.

В цей час і після встановлення компоненти можна обернути. Щоб це зробити в першому випадку потрібно натиснути CTRL-R. Щоб обернути встановлений компонент необхідно його виділити і натиснути CTRL-R, або обрати в контекстному меню пункт обернути на 90° за, або проти годинникової стрілки. На рис. 8 приведене зображення провідника бази даних.

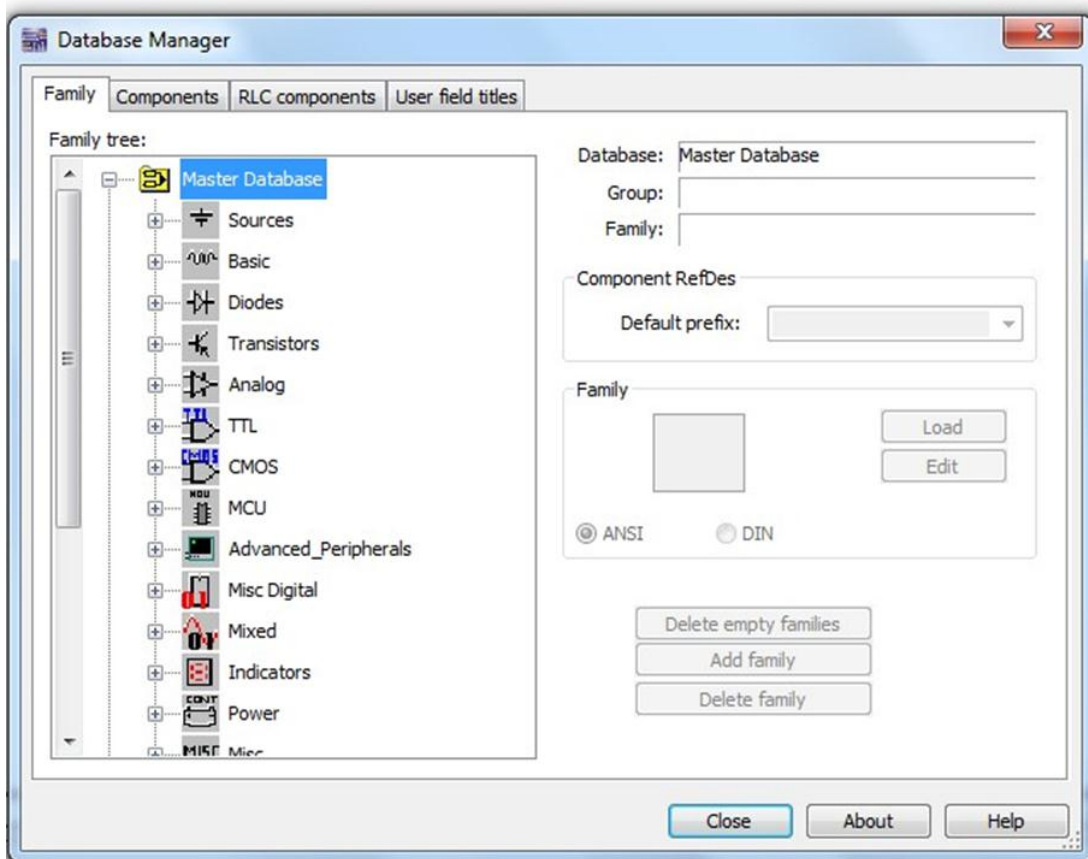


Рисунок 8 – Провідник баз даних

Щоб вибрати компонент потрібно натиснути по ньому мишею. Для вибору декількох компонентів потрібно натиснути кнопку миші і переміщати її зображуючи прямокутник вибору довкола потрібних компонентів. Обрані компоненти позначаються пунктирною лінією. Можна обрати окремі елементи, наприклад значення, або мітку компонента. Вибір виконується одинарним натискання миші по потрібному елементу.

Клавіша Shift дозволяє додавати або знімати виділення з декількох компонентів. Компоненти можна замінювати на інші за допомогою їх контекстного меню пункту Замінити компонент(и) (Replace Component(s)). Нові компоненти вибираються в додатковому вікні провідника компонентів, що відкрилося. Multisim відновить з'єднання компонентів після заміни.

З'єднання. У Multisim застосовується безрежимний принцип роботи: дія мишею залежить від положення курсору, немає потреби вибирати інструмент або режим при роботі в Multisim. На рис. 9 і 10 приведені вікна обертання компонента і зміна компонента.

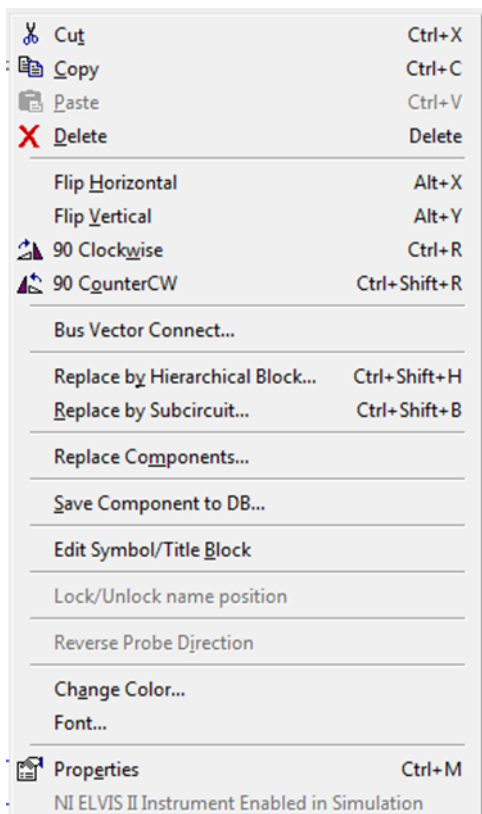


Рисунок 9 – Обертання компонента

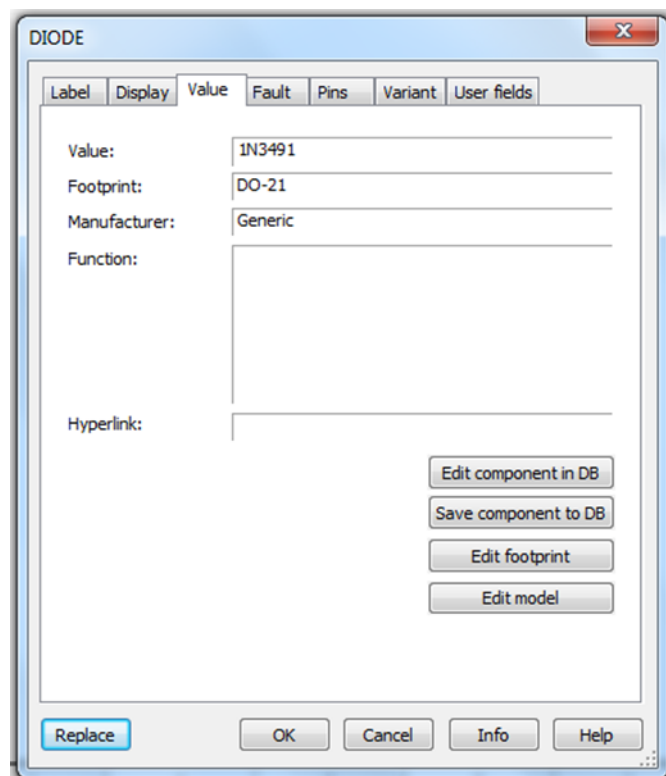


Рисунок 10 – Зміна компонента

Курсор змінює свій вигляд в залежності від того на який об'єкт він направлений. Різні види курсору приведені на рис. 11.

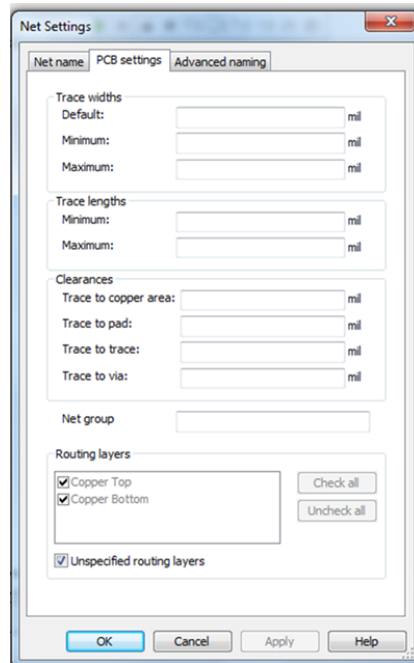


Рисунок 11 – Властивості з'єднання

Коли курсор розташований над роз'ємом (pin), або терміналом (terminal) компонента, лівим натисканням миші можна його з'єднати. Коли курсор розміщений над існуючим провідником і поряд з роз'ємом або терміналом, з'єднання можна просто змінити.

Щоб почати вести з'єднуючий провідник необхідно натиснути мишею по роз'єму, щоб завершити з'єднання, потрібно натиснути мишею по кінцевому терміналу.

Після появи провідника Multisim автоматично привласнить йому номер в мережі. Номери збільшуються послідовно починаючи з 1. Заземлюючі дроти завжди мають номер 0 – ця вимога пов'язана з роботою прихованого емулятора SPICE. Щоб змінити номер з'єднання, або привласнити йому логічне ім'я необхідно двічі натиснути по провідникові.

У Multisim є функція автоматичного з'єднання роз'ємів між собою. Щоб додати компонент в існуючу сітку з'єднань потрібно, щоб його роз'єми дотикались до існуючої сітки

Віртуальні прилади. Віртуальні прилади – це модельні компоненти Multisim, які відповідають реальним приладам. Наприклад, серед віртуальних приладів в Multisim є осцилографи, генератори сигналів, мережеві аналізатори і плотери Боде.

Також в Multisim є можливість вставити компонент всередину існуючої сітки з'єднань. Для цього потрібно розмістити елемент паралельно провіднику.

Віртуальні прилади – це простий і зрозумілий метод взаємодії зі схемою, що майже не відрізняється від традиційного при тестуванні або створенні прототипу.

Віртуальні прилади LabVIEW можуть реєструвати реальні дані, використовувати їх під час емуляції, відправляти дані на виведення аналоговими приладами. Таким чином дані емуляції можуть керувати

реальними приладами. На рис. 12 і 13 наведені зображення автоматичного з'єднання дотиком та автоматичного розміщення компонентів.

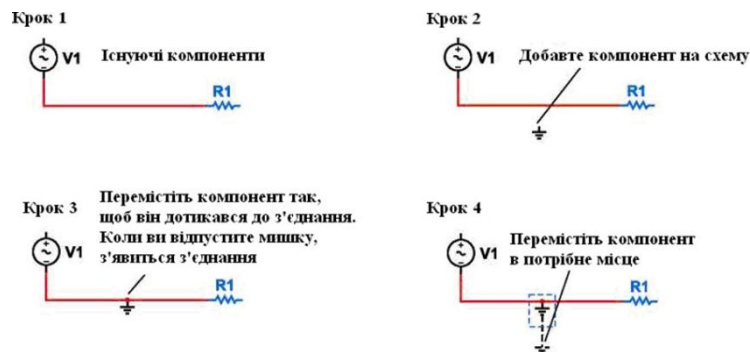


Рисунок 12 – Автоматичне з'єднання дотиком



Рисунок 13 – Автоматичне розміщення компонентів

Щоб додати віртуальний прилад необхідно вибрати його з панелі Приладів (Instruments) рис. 14. Щоб поглянути лицьову панель приладу потрібно двічі натиснути мишею по іконці приладу. Термінали приладу з'єднуються з елементами схеми так само, як і інші компоненти.

У Multisim також є емульовані реально-існуючі прилади. До таких приладів відноситься Tektronix TDS 2024 Oscilloscope. Вони виглядають і діють відповідно до технічного опису виробника.



Рисунок 14 – Панель приладів

У кожній схемі може бути застосовано багато приладів, включаючи і копії одного приладу. Крім того біля кожного вікна схеми може бути свій набір приладів. Кожна копія приладу налаштовується і з'єднується окремо.

Розглянемо основні прилади середовища Multisim.

Мультиметр. Мультиметр призначений для вимірювання змінного або постійного струму чи напруги, опору. Діапазон вимірювання мультиметра підбирається автоматично. Його внутрішній опір і струм близькі до ідеальних

значень, але їх можна змінити. Вигляд символічного позначення мультиметра та його лицевої панелі зображено на рис. 15 та рис. 16.

**XMM1**

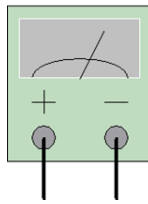


Рисунок 15 – Символьне позначення мультиметра



Рисунок 16 – Лицева панель мультиметра

Генератор сигналів. Генератор сигналів (function generator) – це джерело напруги, яке може генерувати синусоїдальні, пілкоподібні і прямокутні імпульси. Можна змінити форму сигналу, його частоту, амплітуду, коефіцієнт заповнення і постійний зсув. Діапазон генератора достатній аби відтворити сигнали з частотами від декількох герц до аудіо і радіочастотних. Вигляд символічного позначення генератора сигналів та його лицевої панелі зображено на рис. 17 та рис. 18.

Осцилографи. В Multisim є декілька модифікацій осцилографів якими можна управляти як справжніми.

**XFG1**

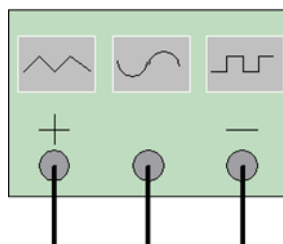


Рисунок 17 – Символьне позначення генератора струмів



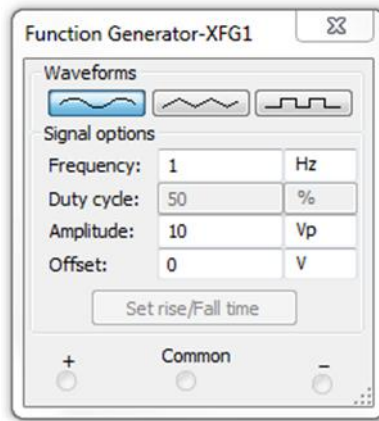


Рисунок 18 – Лицева панель генератора струмів

Вони дозволяють встановлювати параметри часової розгортки і напруги, вибирати тип і рівень запуску вимірювань. Вигляд символічного позначення двоканального осцилографа та його лицевої панелі зображено на рис. 19 та рис. 20.

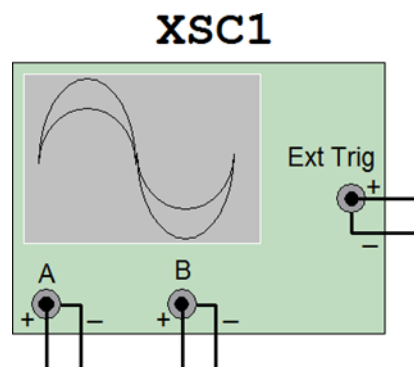


Рисунок 19 – Символьне позначення двоканального осцилографа

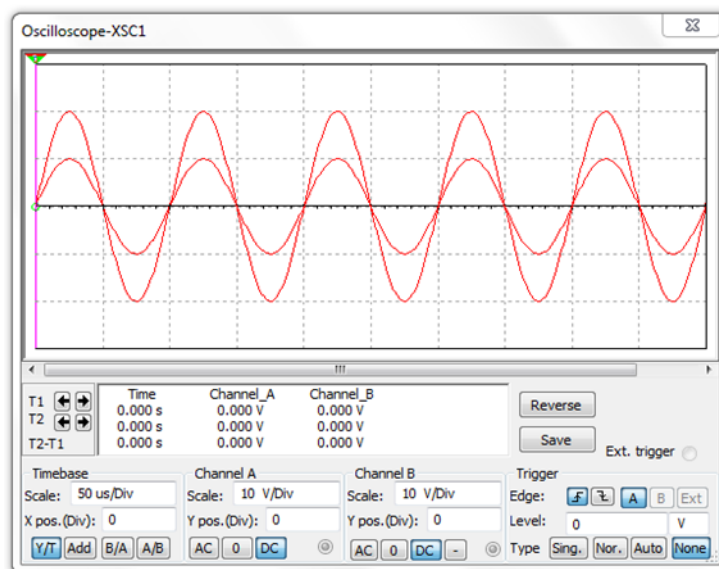


Рисунок 20 – Лицева панель двоканального осцилографа

В Multisim є наступні осцилографи:

- 2-х канальний;
- 4-х канальний;
- Осцилограф змішаних сигналів Agilent 54622D;
- 4-х канальний цифровий осцилограф із записом Tektronix TDS 2024.

На рис. 21 і 22 зображені символічне позначення осцилографа Tektronix та лицева панель осцилографа Tektronix.

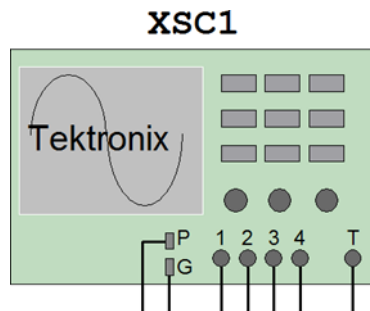


Рисунок 21 – Символьне позначення осцилографа Tektronix

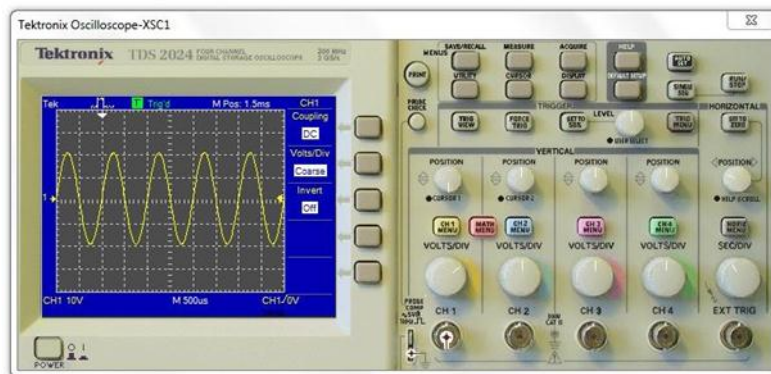


Рисунок 22 – Лицева панель осцилографа Tektronix

Плотер Боде. Він відображає відносний фазовий або амплітудний відгук вхідного і вихідного сигналу. Це особливо зручно при аналізі властивостей смугових фільтрів.

Спектральний аналізатор. Спектральний аналізатор (spectrum analyzer) призначений для вимірювання амплітуди гармоніки із заданою частотою. Також він має здатність вимірювати потужність сигналу і частотних компонент, визначити наявність гармонік в сигналі. Вигляд символічного позначення спектрального аналізатора та його лицевої панелі зображено на рис. 23 та рис. 24.

Результати роботи спектрального аналізатора відображуються в спектральній області, а не часовій. Зазвичай сигнал – це функція часу, для її вимірювання використовується осцилограф. Іноколи очікується синусоїдальний сигнал, але він може містити додаткові гармоніки. В результаті, неможливо виміряти рівень сигналу.

## 18 XSA1

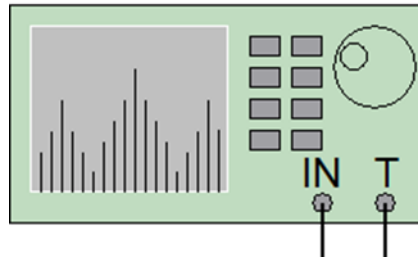


Рисунок 23 – Символьне позначення спектрального аналізатора

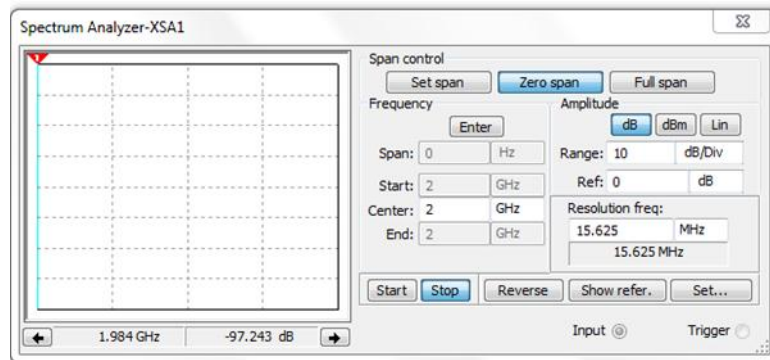


Рисунок 24 – Лицева панель спектрального аналізатора

Якщо ж сигнал вимірюється спектральним аналізатором, одержується частотний склад сигналу, тобто амплітуда основної і додаткових гармонік [1].

### Алгоритм виконання лабораторної роботи

1) Необхідно в середовищі Multisim v 14.2 з'єднати між собою вимірювальні прилади так, як це наведено на рис. 25. Подільник напруги представляє собою R-R ланку з однаковим опором резисторів (наприклад, 1 кОм);

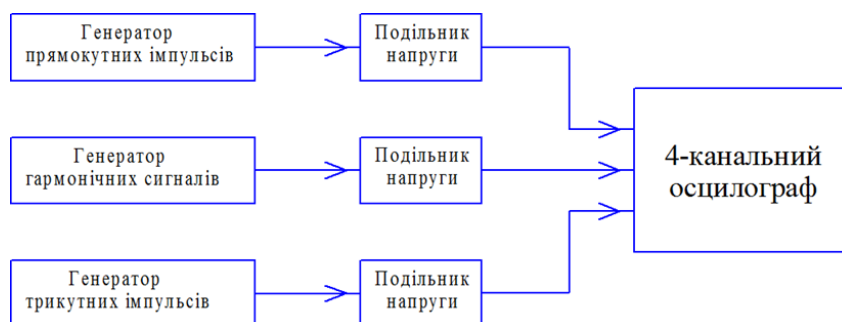


Рисунок 25 – Схема для проведення досліду

2) Встановити на генераторах параметри сигналів, наведені в табл. 1 відповідно до варіанту;

Таблиця 1 – Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи

№ варіанту	Параметри сигналів генераторів		№ варіанту	Параметри сигналів генераторів	
	$f$	$A$		$f$	$A$
1	142 Гц	1 В	11	14 Гц	19,6 В
2	589 МГц	16,2 В	12	4,3 Гц	2,3 В
3	43 кГц	34 В	13	1 Гц	48,8 В
4	891 кГц	18 В	14	53 ТГц	81 мкВ
5	12 Гц	72 мкВ	15	14 ГГц	92,3 В
6	1,2 Гц	6,8 В	16	142 МГц	102,8 В
7	12 ТГц	11,9 В	17	3,6 Гц	580 В
8	421 ГГц	0,52 В	18	832 ГГц	321,5 В
9	12,3 МГц	22,7 В	19	43 МГц	143 В
10	13 кГц	35,1 В	20	1 ТГц	0,015 В

3) Налаштувати осцилограф так, щоб на екрані було видно чіткі зображення всіх сигналів в межах 4-10 періодів;

4) Натиснути клавішу Print Skreen на клавіатурі комп'ютера;

5) Вставити зображення в звіт по виконанню роботи. Приклад вікна програми Multisim v 14.2 із зображенням результатів експерименту наведено на рис. 26 [1].

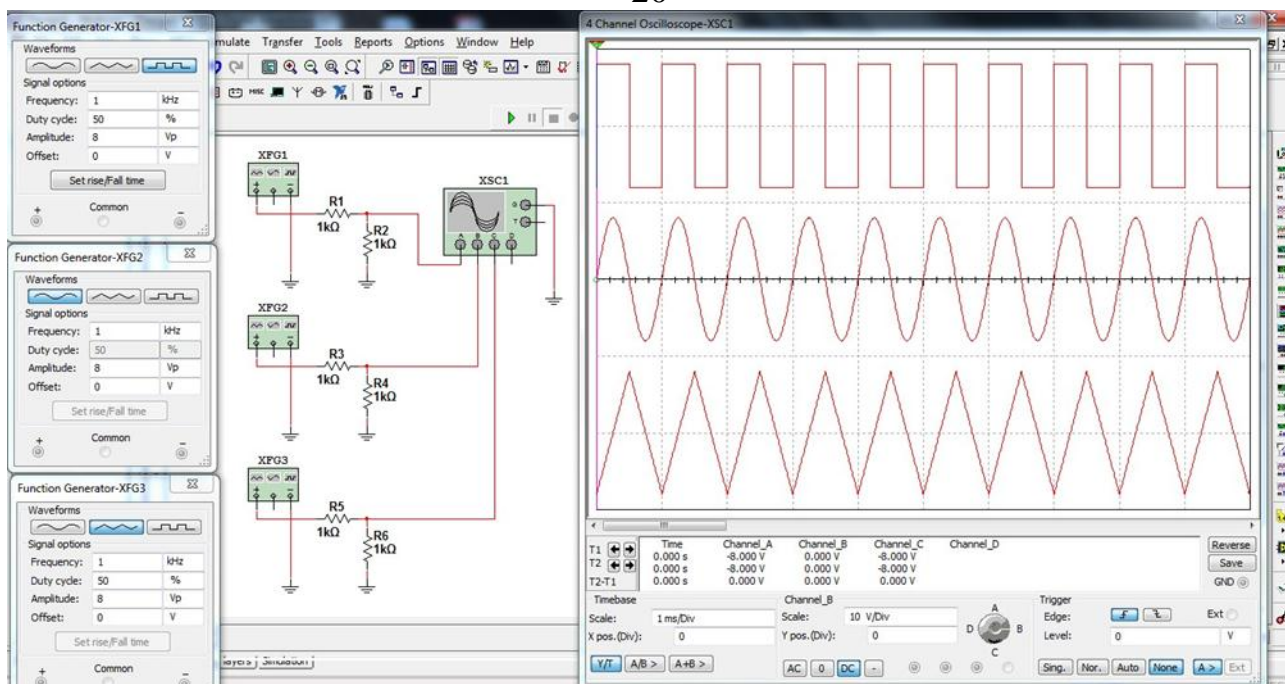


Рисунок 26 – Вікно програми Multisim v 14.2 із зображенням результатів експерименту

### Структурні елементи звіту

1. Титульний лист;
2. Мету роботи;
3. Завдання роботи;
4. Перелік обладнання та приладів, необхідних для досягнення запланованого результату;
5. Схему проведення експерименту;
6. Вигляд вікна програми Multisim v 14.2 із зображенням результатів експерименту;
7. Висновки.

### Порядок захисту лабораторної роботи:

- Відпрацювання лабораторної роботи на стенді;
- Наявність оформленого та заповненого звіту до лабораторної роботи;
- Чіткі відповіді на контрольні питання роботи.

### Контрольні питання

1. Яке призначення комп'ютерної програми Multisim?
2. Що розуміють під поняттями фізичне і математичне моделювання?
3. З яких основних елементів складається інтерфейс користувача програми Multisim?
4. Які закладки входять до діалогового вікна «Властивості»?

5. Які закладки входять до складу вікна «Налаштування властивостей листа»?
6. Які пункти меню необхідно набрати для налаштування інтерфейсу користувача?
7. Яка відмінність між реальними і віртуальними категоріями компонентів Multisim?
8. Які існують класи компонентів в Multisim?
9. Які бази даних є в Multisim та яке їх призначення?
10. Призначення віртуальних приладів LabVIEW?
11. Які прилади входять до середовища Multisim та їх призначення?
12. Які види осцилографів є в середовищі Multisim?
13. Що відображає плотер Бодє і спектральний аналізатор?
14. Яке призначення подільника напруги?

### **Список використаної літератури**

1. Шадріна Г.М., Дедів Л.Є., Дозорський В.Г. Методичні вказівки до проведення лабораторних занять з дисципліни «Основи конструювання біомедичної апаратури» для студентів за напрямом підготовки 6.051402 «Біомедична інженерія» // Г.М. Шадріна, Дедів Л.Є., Дозорський В.Г – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. – 106 с.

### **Рекомендована література**

1. Основи проектування електронних систем: лабораторний практикум / Уклад.: Т. В. Мелешко, В. А. Швець, А. О. Краснопольский, Н. О. Касперович, О. О. Туз. – К.: НАУ, 2014. – 102 с.

2. Практична електротехніка. Посібник для виконання лабораторних і практичних робіт з курсу «Основи теорії електричних кіл та сигналів» на основі віртуальної лабораторії Multisim. Частина I / В.М. Рябенський, В.С. Буряк. – Миколаїв: НУК, 2016. – 164 с.

3. Болюх В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – 257 с.

Навчальне видання

**ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ БМА ТА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОБНИЦТВА БМА ДЛЯ БІООБ'ЄКТІВ**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторної роботи №1

**КОСУЛІНА** Наталія Геннадіївна  
**ЧОРНА** Марія Олександрівна  
**СУХІН** Віталій Володимирович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 1,22

Наклад 50 пр.

Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44