

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Запорізький національний технічний університет**

**1378**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання лабораторних робіт з допомогою  
програми “Electronics Workbench”**

**для студентів спеціальностей:**

**8.090 701 “Радіотехніка”,**

**7.160 103 “Системи захисту від несанкціонованого доступу”,**

**7.160 105 “Захист інформації в комп’ютерних мережах”.**

**7. 093 402 ”Інформаційні мережі зв’язку”**

**всіх форм навчання**

**Частина 1. Контрольно-вимірювальні прилади та  
складання електричних схем на EWB**

**Запорізький національний  
технічний університет  
Наукова бібліотека**

**Запоріжжя**

**2004**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по дисциплінах «Теорія електромагнітних кіл» та «Теорія електричних кіл та сигналів». Пояснюються склад та принципи роботи контрольно-вимірвальних приладів, які входять до програмного продукту “**Electronics Workbench**”, а також основи створення електричних схем з використанням бібліотеки елементів EWB 4.1 та EWB 5.0 і їх різновидів.

Призначені для студентів спеціальностей:

8.090 701 “Радіотехніка”, 7.160 103 “Системи захисту від несанкціонованого доступу”, 7.160 105 “Захист інформації в комп’ютерних мережах” .7. 093 402 “Інформаційні мережі зв’язку” всіх форм навчання / Укладачі: доцент кафедри радіотехніки Костенко В.О., старший викладач кафедри радіотехніки Ключко В.В.-Запоріжжя, ЗНТУ, 2004.- 24стор.

Укладачі: доцент кафедри радіотехніки Костенко В.О.,  
ст. викладач кафедри радіотехніки Ключко В.В.

Рецензент: ст. викладач Мисленков В.І.

Відповідальний за випуск: Ключко В.В.

Затверджено  
на засіданні кафедри РТ

**ЗМІСТ**

ВСТУП.....	4
1.Контрольно – вимірювальні пристрої.....	5
2.Мультиметр.....	6
3.Функціональний генератор.....	7
4.Осцилограф .....	8
5.Вимірювач АЧХ і ФЧХ .....	10
6.Генератор слова.....	11
7.Логічний аналізатор.....	13
8.Логічний перетворювач.....	14
9.Створення електричних схем.....	15
10.Бібліотека компонент електричних схем EWB 4.1.....	17
11.Бібліотека компонент електричних схем EWB 5.0.....	18
12.Контрольні питання.....	21
ЛІТЕРАТУРА.....	22

## ВСТУП

Розробка любого радіоелектронного пристрою супроводжується фізичним або математичним моделюванням. Фізичне (натурне) моделювання пов'язане із значними матеріальними витратами, оскільки потребує виготовлення макетів (зразків) та їх подальше затратомістке випробування. Але не рідко фізичне моделювання практично не можливе, оскільки сам пристрій може бути досить складним.

На етапах початкового схемотехнічного моделювання можливе застосування цілого ряду існуючих цільових програмних продуктів, наприклад P-CAD або DesignLab, які є дуже складними для користування на рівні студентів.

Тому для початкового освоєння методів автоматизованого проектування та на етапах проведення пошуково-дослідних робіт або лабораторних робіт у ВУЗах можливе застосування менш складних і більш демонстраційних програмних продуктів, таких як Micro-Cap, Sistem View або Electronics Workbench (EWB). Останні можуть бути 4-ї або 5-ї версії.

Програми EWB відрізняються від інших подібних самим простим і легко зрозумілим інтерфейсом користувача. Крім того програми EWB сприяють розвитку творчого початку у студентів, оскільки студент отримує простий шлях не тільки для виконання заданих лабораторних чи практичних завдань, але й має можливість запропонувати і апробувати свої схемні рішення, легко дослідити їх параметри.

Поряд з навчальним ефектом EWB дозволяють вирішити матеріально-економічну проблему, оскільки сам студент виявляється особою, що практично здійснює заощадження коштів по створенню макету, комплектації вимірювального обладнання, скорочення часу на підготовку і проведення дослідження.

Цей методичний матеріал створений для того, щоб студент мав можливість ознайомитись з набором контрольно-вимірювальних приладів, що входять до складу EWB, міг скласти електричні схеми з подальшим їх дослідженням.

## 1 КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

Вікно програми EWB 4.1 складається з поля МЕНЮ, ЛІНІЙКИ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ, ЛІНІЙКИ БІБЛІОТЕКИ КОМПОНЕНТІВ. На робочому полі вікна розташовується схема, що моделюється та досліджується.

Вікно програми EWB 5.0 відрізняється додатковим меню Analysis, наявністю ЛІНІЙКИ ІНСТРУМЕНТІВ і більш компактним розташуванням елементів у БІБЛІОТЕЦІ. Окрім того ЛІНІЙКА КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ розташована у одному полі з БІБЛІОТЕКОЮ КОМПОНЕНТІВ.

Панель контрольно-вимірювальних приладів викликається крайньою нижньою кнопкою меню робочого вікна програми EWB (Рис.1) і містить цифровий мультиметр, функціональний генератор, 2-канальний осцилограф, вимірник амплітудно-частотних і фазочастотних характеристик, генератор слів (кодовий генератор), 8-канальний логічний аналізатор і логічний перетворювач – які показано на Рис.2.

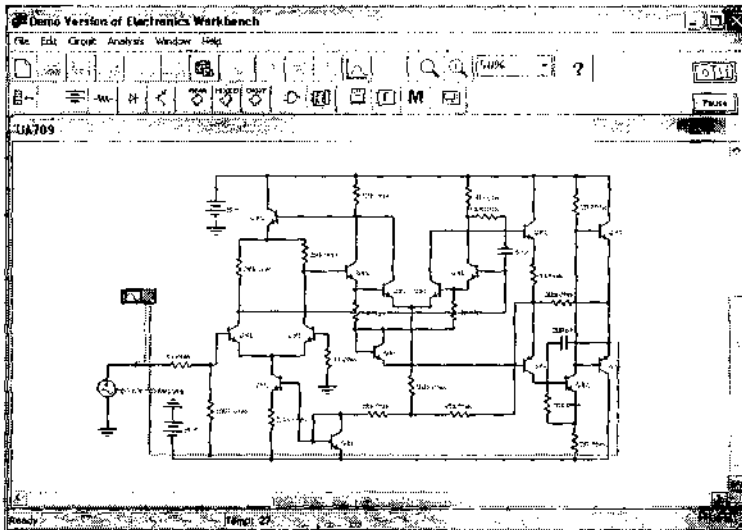


Рисунок 1 - Вікно програми EWB 5.0

Загальний порядок роботи з приладами такий: іконка приладу курсором переноситься на робоче поле і підключається провідниками до досліджуваної схеми. Для приведення приладу у робочий (розгорнутий) стан необхідно двічі клацнути курсором по його іконці. Розглянемо роботу кожного приладу докладно.





**Рисунок 2 -Панель контрольно-вимірювальних приладів**


## 2. МУЛЬТИМЕТР (Multimeter)

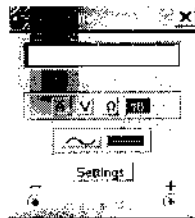


На лицьовій панелі мультиметра (Рис. 3.) розташований дисплей для відображення результатів вимірювань, клеми для підключення до схеми і кнопки керування:

 - вибір режиму вимірювання струму, напруги, опору й ослаблення (загасання);

 - вибір режиму вимірювання змінного чи постійного струму;

 - режим встановлення параметрів мультиметра. Після натискання на цю кнопку відкривається діалогове вікно (Рис. 4), на якому позначені:



**Рисунок 3- Вид мультиметра у лінійці приладів**

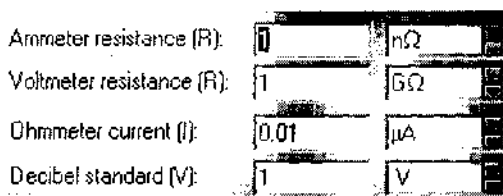


Рисунок 4- Лицьова панель мультиметра (а)  
і вікно встановлення його режимів (б)

**Ammeter resistance** — внутрішній опір амперметра;

**Voltmeter resistance** — вхідний опір вольтметра;

**Ohmmeter current** - струм через контрольований об'єкт;

**Decibel standard** — встановлення еталонної напруги  $V_1$  при вимірюванні ослаблення або посилення в децибелах (за замовчуванням  $V_1 = 1$  В). При цьому для коефіцієнта передачі використовується формула:  $K[\text{дБ}] = 20 \log(V_2/V_1)$ , де  $V_2$  — напруга в контрольованій точці.

Наведемо приклад використання мультиметра в режимі **dB**. Припустимо, що необхідно виміряти коефіцієнт передачі аудіопідсилювача на частоті 20 кГц. Для цього до його входу підключимо джерело перемінної напруги частотою 20 кГц з  $V_1 = 1$  В, а до виходу — мультиметр. Припустимо, що в режимі виміру напруги отримана величина  $V_2 = 100$ В. Отже, коефіцієнт передачі підсилювача  $K = V_2/V_1 = 100$ . Переведемо мультиметр у режим **dB**, і вимо значення коефіцієнта підсилення в децибелах  $K[\text{dB}] = 100 = 40$  db. Збільшимо частоту вхідного сигналу до 100 кГц і вимо, наприклад, напругу на виході  $V_2 = 0,1$  В, тобто коефіцієнт передачі в даному випадку складає  $K = 0,1$ . У режимі **dB** мультиметр вимірить  $K[\text{dB}] = 20 \log 0,1 = -20$  db.

Відзначимо, що мультиметр вимірює ефективне (діюче) значення перемінного струму.

### 3. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ГЕНЕРАТОР

(Function Generator)



Лицьова панель генератору показана на Рис. 5. Керування генератором здійснюється наступними органами керування:

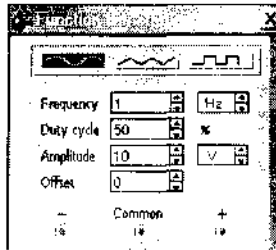




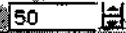




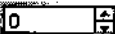
Рисунок 5- Лицьова панель функціонального генератору


  - вибір форми вихідного сигналу; синусоїдальної (обрана за замовчуванням), трикутної і прямокутної;

  - установка частоти вихідного сигналу;

 - установка коефіцієнту заповнення в %; для імпульсних сигналів це відношення тривалості імпульсу до періоду повторення - величина, зворотна скважності; для трикутних сигналів - співвідношення між тривалістю переднього і заднього фронтів;

  - установка амплітуди вихідного сигналу;

 - установка зсуву (постійної складової) вихідного сигналу;

 - вихідні затиски; при заземленні клеми COM (загальний) на клеммах "-" і "+" одержуємо парофазний сигнал.

#### 4. ОСЦИЛОГРАФ (Oscilloscope)



Лицьова панель осцилографа показана на Рис.6. Осцилограф має два канали (CHANNEL) А та В з роздільним регулюванням чутливості в діапазоні від 10 мкв/ділен (mkv/Div) до 5 кв/ділен (kv/Div) і регулюванням зсуву по вертикалі (Y). Вибір режиму на вході здійснюється натисканням кнопок. Режим АС призначений для спостереження тільки сигналів перемінного струму (його ще



називають режимом «закритого входу», оскільки в цьому режимі на вході підсилювача включається розділювальний конденсатор, що не пропускає постійну складову). У режимі 0 вхідний затиск замикається на землю. У режимі DC (включений за замовчуванням) можна проводити осцилографічні виміри як постійного, так і перемінного струму. Цей режим ще називають режимом "відкритого входу", оскільки вхідний сигнал надходить на вхід вертикального підсилювача безпосередньо. З правого боку від кнопки DC розташований вхідний затиск.

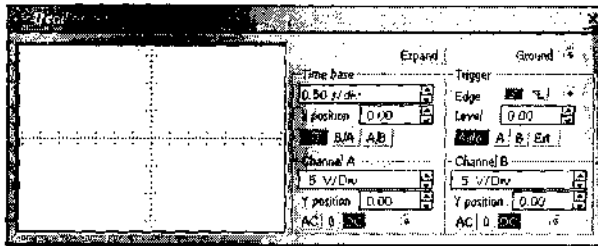


Рисунок 6- Лицьова панель осцилографа

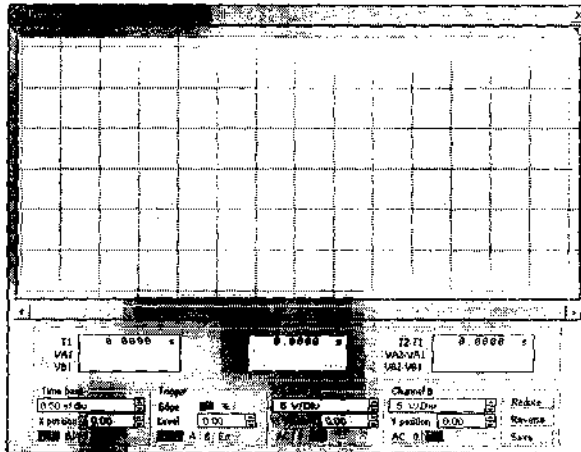


Рисунок 7 - Лицьова панель осцилографа в режимі Expand

Режим розгорнення вибирається у режимі Expand. У режимі Y/T (звичайний режим, включений за замовчуванням) реалізуються

наступні режими розгорнення: по вертикалі — напруга сигналу, по горизонталі — час; у режимі В/А: по вертикалі — сигнал каналу В, по горизонталі - сигнал каналу А; у режимі А/В: по вертикалі — сигнал каналу А, по горизонталі — сигнал каналу В.

У режимі Y/T тривалість розгорнення (TIME BASE) може бути задана в діапазоні від 0,1 нс/ділен (ns/Div) до 1 с/ділен (s/Div) з можливістю установки зсуву в тих же одиницях по горизонталі, тобто по осі X.

У режимі Y/T передбачений також режим чекання (TRIGGER) із запуском розгорнення (EDGE) по передньому чи задньому фронтові сигналу, що запускає (обирається натисканням кнопок при регульованому рівні [LEVEL] запуску, а також у режимі AUTO (від каналу А чи В), від каналу А, від каналу В чи від зовнішнього джерела (EXT), що підключається до затиску в блоці керування TRIGGER. Названі режими запуску розгорнення вибираються кнопками.

Заземлення осцилографа здійснюється за допомогою клеми GROUND у правому верхньому куті приладу.

При натисканні на кнопки **Expand** лицьова панель осцилографа суттєво змінюється (див. Рис. 7) — збільшується розмір екрана, з'являється можливість прокручування зображення по горизонталі і його сканування за допомогою вертикальних візирних ліній (синій і червоний кольори), що за трикутні вушка (вони позначені цифрами 1 і 2) можуть бути курсором встановлені в будь-яке місце екрана. При цьому в індикаторних віконцях під екраном наводяться результати виміру напруги, тимчасових інтервалів і їх приріст (між візирними лініями).

Зображення можна інвертувати натисканням кнопки REVERSE і записати дані у файл натисканням кнопки SAVE. Повернення до вихідного стану осцилографа проводиться натисканням кнопки REDUCE.

## 5. ВИМІРЮВАЧ АЧХ і ФЧХ

(Bode Plotter)



Лицьова панель вимірювача АЧХ-ФЧХ показана на Рис. 8. Вимірник призначений для аналізу амплітудно-частотних (при натиснутій кнопці MAGNITUDE, включена за замовчуванням) і фазочастотних (при натиснутій кнопці PHASE) характеристик при логарифмічній (кнопка LOG, включена за замовчуванням) чи лінійної (кнопка LIN шкалі по осях Y (VERTICAL) і X (HORIZONTAL).

Настроювання вимірювача полягає у виборі меж виміру коефіцієнта передачі і варіації частоти за допомогою кнопок у віконцях F — максимальне і I — мінімальне значення. Значення частоти і відповідне їй значення коефіцієнта передачі чи фази відображається у віконцях у правому нижньому куті вимірювача. Значення наведених величин в окремих крапках АЧХ чи ФЧХ можна одержати за допомогою вертикальної візирної лінійки, що знаходиться у вихідному стані на початку координат і переміщеною по графіку кнопками ← і → чи мишею. Результати виміру можна записати також у текстовий файл. Для цього необхідно натиснути кнопку SAVE і в діалоговому вікні вказати ім'я файлу (за замовчуванням пропонується ім'я схемного файлу). В отриманому в такий спосіб текстовому файлі з розширенням .bod АЧХ і ФЧХ подаються у вигляді таблиці.

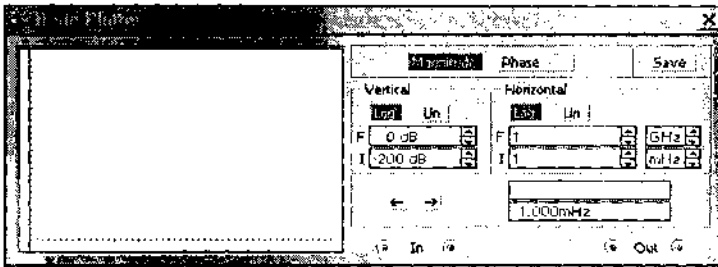


Рисунок 8- Лицева панель вимірювача АЧХ і ФЧХ

Підключення приладу до досліджуваної схеми здійснюється за допомогою затисків IN (вхід) і OUT (вихід). Ліві клеми затисків підключаються відповідно до входу і виходу досліджуваного пристрою, а праві — до загальної шини. До входу пристрою необхідно підключити функціональний генератор чи інше джерело перемінної напруги, при цьому будь-яких настроювань у цих пристроях не потрібно.

## 6 ГЕНЕРАТОР СЛОВА

### (Word Generator)



Зовнішній вигляд генератора слова в розгорнутому вигляді показаний на Рис. 9. Генератор (його називають ще кодовим генератором) призначений для генерації 16-ти і 8-розрядних двійкових слів, що набираються користувачем на екрані, розташованому в лівій

частині лицьової панелі. Для набору двійкових комбінацій необхідно клацнути мишею на відповідному розряді і потім ввести з клавіатури 0 або 1. Подальші переміщення по полю екрана зручніше проводити не за допомогою миші, а клавішами керування курсором. Зміст екрану можна стерти, завантажити нове значення чи записати у файл відповідно кнопками (CLEAR LOAD SAVE). Під час запису необхідно натиснути кнопку SAVE і у діалоговому вікні вказати ім'я файлу (за замовчуванням пропонується ім'я схемного файлу). В отриманому в такий спосіб текстовому файлі з розширенням .dr буде записано у вигляді таблиці зміст екрану з вказівкою номерів рядків (слів). При необхідності його можна відредагувати і завантажити знову натисканням кнопки LOAD.

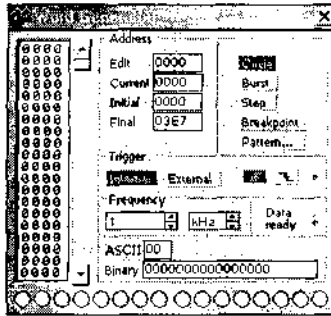


Рисунок 9 -Лицьова панель генератора слова

Зформовані слова подаються на вісім вихідних клем-індикаторів, що розташовані у нижній частині приладу:

- з індикацією вихідного сигналу у двійковому коді на клем-індикаторах і у шістнадцятиричному коді у вікні HEX;
- у покроковому (при натисканні кнопки STEP), циклічному (при натисканні кнопки CYCLE) чи з обраного слова до кінця (при натисканні клавіші BURST) при заданій частоті посилок (установка — натисканнями кнопок у вікнах FREQUENCY);
- при внутрішньому (при натисканні кнопки INTERNAL) чи зовнішньому запуску (при натисканні кнопки EXTERNAL, поруч розташована клем-а для підключення сигналу синхронізації);
- при запуску по передньому чи задньому фронту, використовуючи кнопки

На клему Clk видається вихідний синхронізуючий імпульс.

## 7 ЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗАТОР

(Logic Analyzer)



Зовнішній вигляд логічного аналізатора приведено на Рис.10. Аналізатор призначений для відображення на екрані монітора 8-розрядних кодових послідовностей одночасно у восьми точках цифрової схеми, а також у вигляді двійкових чисел – на вхідних клемах-індикаторах і у вигляді шістнадцятиричних чисел у вікні HEX. Тривалість розгортки задається у вікні TIME BASE. У разі натиснення на кнопку CLEAR інформація з екрану стирається.

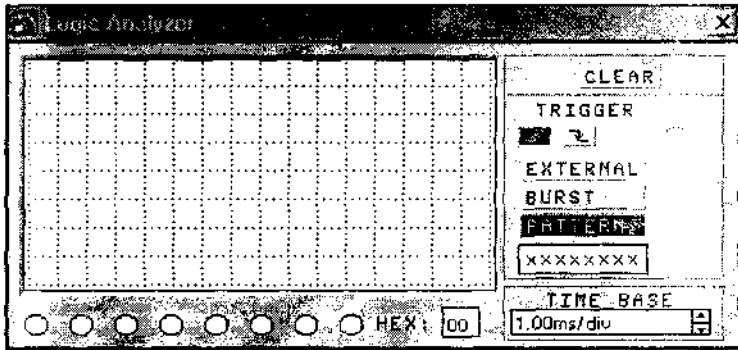


Рисунок 10 – Лицьова панель логічного аналізатора

У блоці TRIGGER розташовані кнопки запуску по позитивному (включено по умовчання) або негативному спаду сигналу, а також клемка для підключення зовнішнього джерела синхронізації, наприклад, ГЕНЕРАТОРА СЛОВА (підключення відбувається після натиснення на кнопку EXTERNAL). Можливий режим автозапуску – після натиснення на кнопку BURST, а також запуск по заданій двійковій комбінації – у разі натиснення кнопки PATTERN. Задана двійкова комбінація встановлюється користувачем у віконці під кнопкою шляхом введення з клавіатури туди символів “1”, “0” або “X” – невизначений стан.

## 8 ЛОГІЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ

(Logic Converter)



На Рис.11 представлено вигляд логічного перетворювача. На передній панелі перетворювача розташовано: клеми-індикатори входів А, В, ..., Н, вихідна клема ОУТ, екран для відображення таблиці істинності, екран-строчка для відображення булевого виразу (знизу).

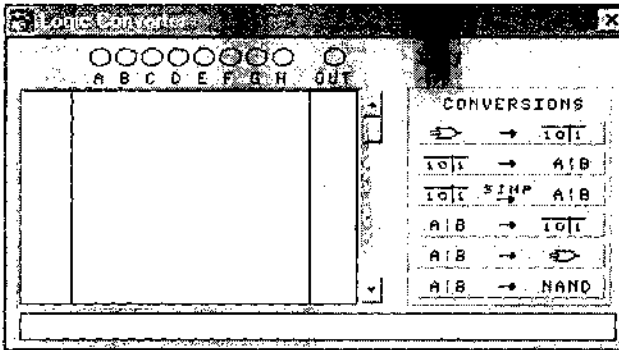


Рисунок 11- Лицьова панель логічного перетворювача

На правій частині панелі розташовані кнопки керування процесом перетворення (CONVERSIONS).

Можливі такі варіанти застосування перетворювача:

1. Логічний аналіз  $n$ -входового пристрою з одним виходом.

При цьому входи пристрою підключаються до клем А, В, ..., Н, а вихід – до клемі ОУТ.

2. Синтез логічного пристрою по таблиці істинності.

При цьому курсором і кнопкою активуємо входи, починаючи з А. Після цього на екрані з'явиться початкова таблиця істинності, у якій представлено всі можливі комбінації вхідних сигналів і відповідні їм значення логічних сигналів (0 або 1) на виході ОУТ.

Далі проводиться редагування початкової таблиці у відповідності до завдання шляхом запису у стовбець ОУТ 0, 1, або X в рядки, які за комбінаціями вхідних сигналів відповідають заданим.

3. Синтез логічного пристрою за булевим виразом.

Для цього булевий вираз заноситься у екран-строчку (знизу), попередньо активуючи там мишою курсор. Використовуються символи А, В, ..., Н, а у разі інверсії - А', В' ....Н'. Натискуючи третю знизу кнопку, отримуємо таблицю істинності.

## 9 СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ

До користування програмою EWB користувачу необхідно мати принципову схему з приблизним розташуванням компонентів цієї схеми на папері. Як правило, необхідна схема наведена у методичному матеріалі або задається викладачем.

Для створення любих схем EWB 4.1 має бібліотеку з 11 розділів. 11 відповідних іконок розташовані під лінійкою контрольно-вимірювальних приладів (Рис. 12).



Рисунок 12- Лінійка бібліотеки компонент

Створення схеми починається з розміщення на робочому полі EWB компонентів, які визиваються шляхом відкриття з допомогою миші необхідного каталогу, наведення курсору на необхідний елемент, натискання лівої кнопки і перенесення його на поле вікна шляхом переміщення миші. Після цього кнопка відпускається.

Для активації любого з елементів схеми (у тому разі і лінії або крапки) необхідно на цей елемент встановити курсор і двічі клацнути лівою кнопкою мишки. Кольор елемента змінюється на червоний, лінія стає товстішою. У разі необхідності усунення активованого елемента необхідно натиснути кнопку Delete на робочій клавіатурі комп'ютера. При необхідності розвороту елемента схеми на  $90^{\circ}$  необхідно натиснути одночасно Ctrl+R. Тому для повороту елемента на  $180^{\circ}$  цю операцію необхідно здійснити двічі. Після активації вольтметра або амперметра і натиснення клавіш Ctrl+R відбувається зміна полярності цих приладів.

EWB 5.0 має спеціальну іконку у лінійці інструментів для здійснення повороту на  $90^{\circ}$  (або для зміни полярності вольтметра чи амперметра).

Після розміщення компонент (резисторів, конденсаторів, джерел живлення з додержанням полярності, інших пасивних та активних елементів) необхідно здійснити з'єднання елементів у робочу схему. З'єднання здійснюється шляхом підведення курсору до місця з'єднання елемента, натиснення після цього лівої кнопки миші і провідник, що з'являється при цьому, підводиться до необхідного місця приєднання. Кнопка після цього відпускається і провідник сам прийме зручний для нього шлях. У разі необхідності приєднання до одного з виводів елемента декількох провідників (ланцюгів) застосовується елемент "крапка" ( • ). Ця крапка є символом з'єднання. Вона залишається червоного кольору до того часу, поки не відбудеться схемне з'єднання. Для цього необхідно клацнути мишкою при курсорі, виведеному на вільному місці схеми. Якщо на крапці видно слід провідника, то електричного контакту не досягнуто, тому таку крапку слід переустановити знову.

У разі підключення виводу елемента схеми до вже існуючого провідника необхідно з'єднання здійснювати від елемента до провідника. Новий провідник необхідно провести до наявного провідника і після появи у цьому місці крапки кнопку миші відпустити.

При необхідності здійснити видалення якогось з провідників (з'єднання), то курсор наводиться на край елемента, після чого у цьому місці з'являється синя площадка. Користувач нажимає на ліву кнопку миші і відводить кінець провідника, який від'єднався, на вільне місце схеми і відпускає кнопку. Провідник зникає.

Шляхом наведення курсору на провідник аболюбий елемент, натисканням на ліву кнопку активується цей елемент схеми, який при нажатій кнопці можливо пересувати по робочому полю. При цьому провідники самостійно будуть займати нову позицію.

Підключення до схеми контрольно-вимірювальних приладів здійснюється аналогічно. Для зручності спостережень окремі провідники можливо "фарбувати" у різні кольори. Це здійснюється шляхом наведення курсору на необхідний провідник, подвійним натисненням лівої кнопки миші і вибору необхідного кольору з таблиці шести кольорів, яка при цьому з'явиться.

Треба врахувати, що компоненти схем можуть бути у бібліотеці компонент не у символах ДСТ або ГОСТ, а у стандартах США або країн Західної Європи.



Запуск схеми здійснюється шляхом включення вимкача (у правому верхньому куту) з допомогою курсору та лівої кнопки миші.

## 10 БІБЛІОТЕКА КОМПОНЕНТ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ EWB 4.1

На Рис.12 було наведено загальний вигляд лінійки компонент. Як видно, вона має 11 груп компонент. Перелічимо їх у послідовності, зображеній на Рис.11.

1.Група *Custom* –допоміжні компоненти, типові схеми, елементи схем (підсхеми). У версії EWB 5.0 цей розділ має назву *Favorite*. У початковому стані цей розділ пустий.

2.Група *Passive* –це набір пасивних компонент електричних схем. Кількість таких елементів 21.

Тут представлена крапка ( • ) з'єднання, заземлення, джерело напруги, джерело струму, джерело змінного струму (напруги), резистор, конденсатор, катушка індуктивності, трансформатор, потенціометр, генератори, зборка з восьми незалежних резисторів однакового номіналу.

Для всіх елементів після їх активації (наведення курсору і натиснення двічі на ліву кнопку миші) на робочому полі з'являється діалогове вікно, з допомогою якого користувач задає конкретні параметри (величини) елемента: опір резистора; ємність конденсатора; напруги джерел живлення; частоти, форми імпульсів та їх напруга – для генераторів і т.д.

3.Група *Active* – активні (компоненти) схем

У цій групі елементів містяться напівпровідникові прилади: діоди; біполярні транзистори; операційні підсилювачі декількох типів; диністор; триністор; випрямляючий міст; аналоговий перемножувач; аналоговий подільник; лінії передачі

Для цієї групи елементів також можливе задання робочих параметрів, або вибір типу з числа тих, що є у базі EWB.

4.Група *FET* – польові транзистори всіх різновидів.

5.Група *Control* – містить комутаційні пристрої та керовані джерела живлення.

6.Група *Hybrid* –гібридні компоненти схем.

Тут містяться АЦП, ЦАП, мікросхема таймера 555 (аналог КР1006 ВІ1).

Також мається можливість задавати параметри компонент (окрім таймера).

7. Група *Indic* – цей розділ має амперметр і вольтметр з цифровими відліками, електричну лампочку, одиночні та багатосегментні світлоіндикатори, 8-розрядні пристрої запису даних, а також звуковий сигналізатор (зумер).

Для більшості елементів цієї групи є можливість задавати (встановлювати) необхідні параметри. Для вольтметрів і амперметрів встановлюється внутрішній опір а також режим роботи у колах постійного або змінного струму. Негативна клемма цих пристроїв (“-“) означена широкою чорною стрічкою, яка може бути розташована на любому боці іконки приладу під час обертання приладу у разі необхідності компанування схеми. Нагадуємо, що для обертання приладів використовується комбінація клавіш **Ctrl + R** (у версії **EWB 5.0** існує спеціальна іконка для такого обертання).

8. Група *Gates* – логічні елементи.

Ця група містить моделі базових логічних елементів і моделі цифрових інтегральних мікросхем ТТЛ- та КМОП-серій.

Для логічних елементів можливо завдання кількості входів, а для цифрових інтегральних мікросхем – їх тип з числа тих, що маються у базі програми **EWB**.

9. Група *Comb'I* – має у своєму складі комбіновані цифрові компоненти. Сюди входять напівсуматори, повні суматори, а також серійні мікросхеми мультиплексорів, демультимплексорів, кодерів, арифметично-логічних пристроїв.

10. Група *Seg'I* – тригери.

Група містить різновиди RS-, JK- та D-тригерів, а також має набір серійних мікросхем тригерів (flip-flops), лічильників (counter), та регістрів (shift regs).

11. Група *IC* має у своєму складі цифрові мікросхеми. У цій групі зібрано моделі цифрових мікросхем серій SN74 та CD4000 (серії країн СНД 155 та 176 відповідно).

## 11 БІБЛІОТЕКА КОМПОНЕНТ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ

### EWB 5.0

Бібліотека компонент програм версій **EWB 5.0**, **5.1**, **5.2** та ін. Трохи поширена і суттєво перероблена за рахунок перегрупування

окремих елементів. Слід відмітити, що і у версії EWB 4.1, і у версіях EWB 5... окремі елементи не зовсім відповідають назві групи, до якої вони віднесені розробниками програми.

Бібліотека EWB 5.0 має у своєму складі такі 13 розділів:

**1.Favorites** – це розділ, аналогічний групі *Custom* у EWB 4.1.

**2.Sources** - джерела живлення. Розділ доповнено декількома керованими джерелами.

**3.Basic** – розділ, у якому зібрано всі пасивні елементи – базові елементи електричних схем. Крім того там розміщено комутуючі пристрої. Важливим доповненням являється введення моделі нелінійної індуктивності.

Цікавою особливістю цього розділу є можливість керування властивостями крапки з'єднання ( • ), параметри крапки можливо задавати з допомогою діалогового вікна. Крапка може мати таку властивість, як відсутність (Open) електричного з'єднання між провідниками, що підключені до крапки з відповідного боку. Кількість провідників може бути 3 або 4.

**4.Diodes** – це розділ напівпровідникових діодів. Нічого нового з переліку діодів сюди не додано.

**5.Transistors** – цей розділ має у своєму складі різноманітні транзистори. Список транзисторів поширено за рахунок введення моделей р-канального та п-канального арсенід-галієвих польових транзисторів.

**6.Analog Ics**- це база аналогових мікросхем. До сімейства мікросхем, що є у EWB 4.1 додано два різновиди операційних підсилювачів (UA748 і AD620), компаратор напруги та мікросхема для систем фазової автопідстройки частоти, яка складається з фазового детектора, фільтра нижніх частот і генератора, керованого напругою.

**7.Mixed Ics** – це база мікросхем змішаного типу. Зміст цього розділу повністю аналогічний групі *Гібрид* EWB 4.1.

**8.Digital Ics** – база цифрових мікросхем. У порівнянні з EWB 4.1 база трохи поширена за кількістю мікросхем.

**9.Logic Gates** – логічні цифрові мікросхеми. У порівнянні з EWB 4.1 додано елемент "НІ" на базі тригера Шмітта.

**10.DIGITAL** – розділ цифрових мікросхем. У цьому розділі об'єднано мікросхеми груп *Comb'I* та *Seg'I*.

**11. Indicators** – тут міститься база індикаторних пристроїв. Цей розділ аналогічний групі *Indic* EWB 4.1, окрім нового обозначення зумеру.

**12. Controls** – аналогові обчислювальні пристрої. Цей розділ найбільш поширено за рахунок введення нових моделей. Крім аналогових подільних та перемножувальних пристроїв, що раніше входили до групи *Active*, сюди добавлено диференціатор, інтегратор, масштабуючий ланцюг, формувач передаточних функцій, тривходовий суматор, керований обмежувач напруги, некерований обмежувач напруги, обмежувач струму, блок з гистерезисною характеристикою і селектор сигналів.

**13. Miscellaneous** - тут наведено компоненти змішаного типу. У порівнянні з EWB 4.1 бібліотека поповнена такими новими компонентами, як кварцевий резонатор, набір макромоделей (підсхем) у форматі SPICE, електровакуумний триод, колекторний двигун постійного струму, фільтри-накопичувачі на комутуємих індуктивностях.

\*\*\*

Під час створення схем у EWB 5.0 зручно користуватись динамічним меню, яке викликається натисненням правої кнопки миші. Меню має такі команди: **Help, Paste, Zoom In, Zoom Out, Schematic Options**, а також нову команду **Add** <назва компоненту >. Ця команда дозволяє добавити на робоче поле компоненти без звернення до каталога відповідної бібліотеки. Кількість можливих команд **Add** <назва > у списку меню визначається кількістю типів елементів, що вже мають на робочому полі (кратка, заземлення, транзистор, мікросхема і т.д.). Якщо використаному елементу (наприклад, мікросхемі) було задано нестандартні параметри, то під час повторного виводу елемента <мікросхема> програма попередить про нестандартне використання моделі мікросхеми.

## 12 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які існують різновиди програмних продуктів EWB і що дозволяє здійснити програма EWB?

2. У чому є перевага програм EWB перед іншими подібними?

3. З чого складається вікно програми EWB?

4. Де розташовуються схеми, що моделюються?

5. Де розташована і як викликається лінійка контрольно-вимірювальних пристроїв?

6. Перелічте прилади, що містяться у лінійці контрольно-вимірювальних приладів EWB.

7. Яким чином необхідний вимірювальний прилад встановлюється на робоче поле вікна EWB?

8. Призначення і порядок роботи з мультиметром; вікно встановлення режимів, його виклик. Вимірювання коефіцієнту передачі у децибелах.

9. Призначення і порядок роботи з функціональним генератором. Як встановлюється необхідна форма сигналу, його частота, амплітуда? Як отримати парофазний сигнал?

10. Призначення осцилографу і порядок роботи з ним. Яку кількість каналів має осцилограф? Які параметри можливо регулювати у осцилографу у процесі роботи з ним?

11. Які режими можливо встановити для роботи осцилографу? Які можливості існують під час роботи у режимі Expand? Як записати дані, що отримані на осцилографі?

12. Призначення вимірювача АЧХ і ФЧХ (Bode Plotter). Підключення його до електричної схеми і порядок настроювання?

13. Яким чином здійснити запис отриманих результатів по вимірах АЧХ і ФЧХ? У якому вигляді подаються ці результати?

14. Призначення генератора слова (кодового генератора) і порядок роботи з ним?

15. Призначення логічного аналізатора і порядок роботи з ним?

16. Призначення логічного перетворювача і принцип роботи з ним? Варіанти застосування перетворювача?

17. Де у EWB розташовано лінійку компонент для створення електричних схем?

18.Що є вихідним для створення електричної схеми з допомогою EWB? Який загальний порядок створення схеми?

19.Який конкретний порядок створення електричних схем? Яким чином повертаються (обертаються) елементи на полі схеми? Яким чином об'єднуються елементи в схему?

20.Порядок видалення елементів і провідників зі схеми?

21.Бібліотека компонент для EWB 4.1 ?

22.Бібліотека компонент для EWB 5.0 ?

23.Що таке динамічне меню у EWB 5.0 ?

## ЛІТЕРАТУРА

1.Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Практикум на Electronics Workbench : В 2-х т / Под общей ред. Д.И.Панфилова.-М.: ДОДЭКА, 2000.

2.В.И.Карлащук. Электронная лаборатория на IBM PC: Программа Electronics Workbench и ее применения: Изд. 2-е.-М.: СОЛОН-Р, 2001.-726с.