

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ОСНОВИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПОБУДОВИ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ЕОМ

Черкаси



2011

УДК 004.3'122(075.8)
ББК 32.973
О-75

*Рекомендовано до друку
Вченою радою Черкаського державного
технологічного університету,
протокол № 5 від 15.02.2010 р.*

Автори:

Лукашенко В.М., *д.т.н., професор,*
Колесніков К.В., *к.т.н., доцент,*
Рудаков К.С.,
Чичужко М.В.

Рецензенти:

*Тимченко А.А., д.т.н., професор, академік МАКСН, директор ІСІД
Черкаського державного технологічного університету*

*Рябцев В.Г., д.т.н., професор, завідувач кафедри математичних та
комп'ютерних дисциплін Черкаської філії Європейського університету*

Основи конструктивно-технологічної побудови спеціалізованих
О-75 ЕОМ [Електронний ресурс] / В.М. Лукашенко, К.В. Колесніков,
К.С. Рудаков, М.В. Чичужко ; М-во освіти і науки України, Черкас.
держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2011. – 167 с.
ISBN 978-966-402-095-1

У виданні висвітлюються питання підвищення ефективності проектування сучасних спеціалізованих засобів обчислювальної техніки, що використовуються в сучасних спеціалізованих системах. У посібнику, на основі сучасних стандартів, представлено процес розроблення технічного завдання на дослідно-конструкторську роботу, пропонується теорія для вивчення класифікації та конструктивної побудови нульового рівня ІС, з'єднання приладів. Подано основні правила постановки розмірів на кресленнях. Наведено багато прикладів, які ілюструють викладений матеріал.

Для студентів напряму підготовки 6.050102 "Комп'ютерна інженерія".

**УДК 004.3'122(075.8)
ББК 32.973**

ISBN 978-966-402-095-1

© В.М. Лукашенко, К.В. Колесніков,
К.С. Рудаков, М.В. Чичужко, 2011

ПЕРЕДМОВА

Посібник з дисципліни “Основи конструктивно-технологічної побудови спеціалізованих ЕОМ” написаний авторським колективом кафедр «Спеціалізовані комп’ютерні системи» та «Комп’ютерні системи та мережі» Черкаського державного політехнічного університету для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.050102 "Комп’ютерна інженерія".

Матеріал посібника базується на вітчизняній та зарубіжній навчально-методичній літературі, яка видавалася за останні десять років.

В посібнику, на основі сучасних стандартів, представлено процес розроблення технічного завдання на дослідно-конструкторську роботу, пропонується теорія для вивчення класифікації та конструктивної побудови нульового рівня ІС, з’єднання приладів. Подано основні правила постановки розмірів на кресленнях. Наведено багато прикладів, які ілюструють викладений матеріал.

В основній частині читачі познайомляться із структурою системи P-CAD. Підручник надає можливості навчитися будувати схеми принципів електричні, працювати з редактором печатних плат а також автоматичному трасуванню. Друга частина призначена для розрахунку теплових режимів блоків ЕОМ, розрахунку печатних плат на віброміцність.

Працюючи над посібником, його автори прагнули викласти матеріал таким чином, щоб він зберіг свою цілісність, і в той же час, щоб розділи посібника були досить автономними, що значною мірою робить матеріал зручнішим для вивчення студентами різних спеціальностей.

Незважаючи на невеликий обсяг посібника, авторам вдалося досягнути у викладенні кожного питання значної глибини, особливо в питаннях, які недостатньо розглянуті в інших підручниках і посібниках.

Ми будемо раді Вашим відгукам і запрошуємо Вас до співпраці в цій галузі навчання.

Телефон: +3(0472) 714243

E-mail: kafedra_ckc@mail.ru; aquila208@rambler.ru

ВСТУП

Обчислювальна техніка і комп'ютерні системи надійно закріпились майже у всіх сферах діяльності людини в самих різнобічних формах – від простої електричної схеми до найскладніших обчислювальних комплексів. Основу всіх цих пристроїв складають печатні плати, створення яких вимагає від розробника і конструктора урахування самих різних, а іноді і заперечливих вимог. Постійне вдосконалення електронних пристроїв, зокрема впровадження мікросхем і багатошарових печатних плат, призвело до того, що їх конструювання стало неможливим без засобів автоматизації (САПР). Зовсім недавно такі задачі вирішувались за допомогою самих досконалих (на той час) обчислювальних машин типу БСМ-6 і більш доступних АРМов. Тепер ці ж задачі успішно вирішуються на персональних комп'ютерах із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення, зокрема програми ACCEL EDA (фірми ACCEL Technologies, Inc.) а також P-CAD (фірми Protel International). Необхідно зазначити, що програма P-CAD англійська, тому більшість команд приведено англійською мовою, тобто в такому вигляді, як представлено в програмі, тому що дослівний переклад не завжди відповідає загальноприйнятим поняттям. Це пов'язано з тим, що у розробників електронної апаратури і конструкторів печатних плат існує власна термінологія.

При розробці проекту нової машини головна задача полягає в створенні конструкції, що забезпечує параметри ЕОМ, записані в ТЗ, з урахуванням можливості виготовлення цієї конструкції в певних виробничих умовах, в можливо короткі терміни і при мінімальних затратах.

Конструювання повинно забезпечити:

- задану швидкодію (габарити ЕОМ впливають на швидкість її роботи);
- рівень перешкод менше допустимих;
- максимальну надійність при мінімальній вартості;
- термальні режими конструкції;
- спроможність конструкції протидіяти зовнішнім впливу. Вихідними даними для конструктора є електричні схеми (функціональні або принципові) і ТЗ.

Етап конструювання полягає в розбитті схеми ЕОМ на вузли різних рівня складності і оформленні їх в виді складальних одиниць.

При проектуванні конструктивних вузлів як засобів механічного і електричного об'єднання вхідних елементів можна виділити наступні задачі:

- вибір просторової геометрії і компоновальної схеми;
- визначення геометричних розмірів типових складальних одиниць;
- розробка деталей і складальних одиниць в цілому.

При рішенні цих задач розглядаються питання мінімізації втрат швидкодії через кінцеву швидкість розповсюдження сигналів; забезпечення стійкості до перешкод, надійності і механічної міцності; визначаються засоби

відводу термальної енергії; засоби захисту від ЗВФ (механічних, кліматичних, різноманітного виду випромінювань); монтажна область конструктивного вузла (метричний простір розміщення елементів і їх міжконтактних сполучень – визначаються геометричні розміри, координати елементів і полів їхніх контактів).

Задача визначення вмісту конструктивних вузлів називається схемною компоновкою, тобто визначається оптимальна кількість модулів і розподіл схеми по них.

Мета схемної компоновки - забезпечити високу здатність до відновлення, уніфікувати функціональні вузли в межах однієї або декількох моделей ЕОМ, визначити найменшу змінну одиницю ТЕЗ – змінна складальна одиниця, логічно завершена схемно, незалежність електричних перевірок.

Конструювання вузла завершується розробкою його топології і монтажної області конструктивного вузла, розміщуються елементи і зв'язки між ними. Природно, з урахуванням швидкодії, стійкості до перешкод, термального режиму, надійності, особливостей конкретної технології.

В цьому посібнику приведені рекомендації та поради по створенню бібліотек елементів, кресленню електричних схем і проектуванню печатних плат засобами програми P-CAD. Особливу увагу приділено системам позначень металізованих отворів, контактних площадок і посадкових місць різних елементів, типових компонентних модулів і стандартних форматок, які відповідають вимогам ДСТ. В прикладах використовується вітчизняна елементна база.

Автори посібника ставили задачу дати студентам базові знання в галузі конструювання ЕОМ, зокрема з нових підходів до конструювання печатних плат, приведена методологія і рекомендації до конструктивно-технологічної побудови печатних плат.

Посібник орієнтований на студентів інженерних спеціальностей, розробників радіоелектронних пристроїв різних ступенів складності, інженерів-системотехніків, конструкторів печатних плат, технологів .

Навчальний посібник складається з тринадцяти глав і одинадцяти додатків.

Завершується посібник списком літератури, яка використовувалася при написанні, яка стане в пригоді всім тим, хто ще навчається, і тим, хто вже працює в цій галузі.

РОЗДІЛ 1

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ДОСЛІДНО-КОНСТРУКТОРСЬКУ РОБОТУ

Розробка ЕОМ - складний комплекс теоретичних, схемотехнічних, проектно-конструкторських, технологічних і виробничих робіт, що приводять в результаті до випуску машини, яка відповідає заданим тактико-технічним вимогам. Послідовність етапів розробки ЕОМ і стадії випуску конструкторської документації визначаються державними стандартами ЄСКД, технологічної документації - ЄСТД, програмної документації - ЄСПД.

Процес розробки виробу складається з двох етапів:

- 1 етап - науково-дослідна розробка (НДР);
- 2 етап - дослідно-конструкторська розробка (ДКР).

На етапі НДР виконується попередня аналітична і розрахункова перевірка виробу. Результатом НДР буде науково-технічний звіт, в якому знаходяться висновки про нові принципи побудови виробу, науково обґрунтований підхід до їх реалізації, аналіз проведених досліджень.

В основі дослідно-конструкторської розробки лежать результати фундаментальних та пошукових досліджень, результати НДР, аналіз інформаційних і патентних матеріалів, найновіших досягнень і перспектив розвитку вітчизняної і зарубіжної науки та техніки; досліді аналогічних попередніх розробок, виходячи з умов забезпечення найбільш ефективного їх застосування. Дослідно-конструкторська розробка закінчується випуском повного комплексу конструкторсько-технологічної документації на виріб, виготовленням і випробовуванням його дослідного зразка (чи дослідної партії виробів).

Стадії розробки конструкторської документації в процесі проведення ДКР встановлені ГОСТ 2.103-68 на вироби всіх галузей промисловості, в тому числі й на ЕОМ.

1. **Технічне завдання.** Технічне завдання розробляється замовником виробу (при необхідності - разом з розробником). Технічне завдання є основним вихідним документом для розробки виробу. Технічне завдання встановлює основне призначення, тактико-технічні, техніко-економічні вимоги до виробу; стадії розробки конструкторської документації, її склад, порядок здачі та приймання результатів розробки. При необхідності в ТЗ можуть бути також вимоги до підготовки серійного виробництва.

В розділах ТЗ задаються умови експлуатації, зберігання, транспортування, основні структурні, програмні та інші технічні характеристики (форма й точність представлення інформації, швидкість її перетворення, об'єм і швидкодія запам'ятовуючих пристроїв, максимальна споживана потужність тощо). В конструкторських вимогах вказується маса, габарити, вимоги до елементної бази, технологічності конструкції, до типорозмірів, рівня уніфікації, ергономіки й технічній естетиці, техніці безпеки тощо.

Не дозволяється включати до ТЗ вимоги, які суперечать вимогам стандартів і нормативних документів органів, що здійснюють нагляд за безпекою, охороною здоров'я і природи.

Технічне завдання розробляють і затверджують в порядку, встановленому замовником і розробником. При виконанні ДКР зі згоди замовника і розробника в ТЗ можуть бути внесені зміни й доповнення. Технічне завдання виконується відповідно ГОСТ 15.001-88.

2. **Технічна пропозиція.** На даній стадії ДКР розробляються конструкторські документи, в яких знаходяться технічні і техніко-економічні обґрунтування доцільності розробки документації нового виробу на основі аналізу ТЗ замовника і різних варіантів можливої побудови виробу, порівняльної оцінки технічних рішень з врахуванням конструктивних і експлуатаційних особливостей розроблюваного та існуючих виробів, а також патентних матеріалів.

Технічна пропозиція після погодження та затвердження у встановленому порядку є основою для розробки ескізного чи навіть технічного проекту. Об'єм робіт встановлюється за ГОСТ 2.118-73.

3. **Ескізний проект.** На стадії ескізного проекту проробляються принципові конструктивні рішення, що дають загальне уявлення про будову і принцип роботи виробу, а також дані, які визначають призначення, основні параметри і габаритні розміри розроблюваного виробу.

Ескізний проект після погодження та затвердження у встановленому порядку є основою для перевірки технічного проекту чи робочої конструкторської документації. Об'єм робіт встановлюється за ГОСТ 2.119-73.

4. **Технічний проект.** Розробляються конструкторські документи, в яких знаходяться остаточні технічні рішення, що дають повне уявлення про будову розроблюваного виробу і вихідні дані для розробки робочої документації.

Технічний проект після погодження та затвердження у встановленому порядку є основою для розробки робочої конструкторської документації. Об'єм робіт встановлюється за ГОСТ 2.120-73.

5. **Розробка робочої документації.** На цій стадії ДКР виконуються такі роботи:

- розробка конструкторської документації на виготовлення і випробовування дослідного зразка виробу, засобів технологічного оснащення, нестандартного обладнання;
- повне комплектування розробленої документації;
- необхідні електричні та розрахунки на потужність;
- складання переліку продукції, що підлягає вхідному контролю, розробка методики їх перевірки;
- складання проекту технічних умов на виріб;
- розробка технологічної документації;
- виготовлення дослідного зразка, попередні випробовування дослідного зразка;
- корегування конструкторської документації за результатами виготовлення і попередніх випробовувань дослідного зразка з наданням документам літери "О";

- приймальні випробовування дослідного зразка і корекція конструкторської документації за результатами приймальних випробовувань з наданням документам літери "О₁".

Оцінку виконаної ДКР і прийняття рішення про виробництво та використання нового виробу проводить приймальна комісія, за результатами роботи якої складається акт встановленої форми. Акт вміщує:

- 1) відповідність розробленого виробу заданим в ТЗ вимогам і рекомендації про його виробництво;
- 2) результати оцінки технічного рівня розробленого виробу;
- 3) рекомендації про виготовлення установочної серії;
- 4) зауваження і пропозиції по доопрацюванню.

Акт приймальної комісії затверджує її голова. Затвердження акту приймальної комісії означає закінчення ДКР, закінчення дії технічного завдання, погодження представлених нормативно-технічних та експлуатаційних документів, а також дозвіл на виробництво чи використання нового виробу.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета - формування в студентів творчих та практичних навичок по складанню технічного завдання на виконання дослідно-конструкторської роботи вузла, приладу, блоку чи іншої складової частини ЕОМ.

ДОМАШНЯ ПІДГОТОВКА

З метою більш ефективного та творчого використання часу, відведеного в учбовому процесі на лабораторну роботу, необхідно провести домашню підготовку до виконання роботи. При цьому необхідно:

- вивчити опис лабораторної роботи;
- підготуватись до роботи з використанням рекомендованої літератури;
- ознайомитись із зразками технічного завдання на дослідно-конструкторську роботу, які є на кафедрі;
- повторити матеріал лекції з викладенням основних етапів проектування та виробництва ЕОМ;
- дати відповіді на контрольні запитання.

Завдання

Виконувати лабораторну роботу необхідно в такій послідовності:

1. Отримати в викладача технічний опис і інструкцію по експлуатації на прилад, технічне завдання на розробку якого необхідно скласти.
2. Отримати в викладача інформацію про замовника і того, хто виконуватиме дану ДКР.
3. Старанно вивчити технічний опис і інструкцію по експлуатації приладу.
4. Виписати експлуатаційні характеристики приладу, вимоги по ергономіці та технічній естетиці, вимоги по упаковці, транспортуванню і зберіганню приладу.

5. Виходячи з експлуатаційних характеристик приладу скласти технічне завдання на ДКР по його розробці.
6. Самостійно визначити термін виконання певних етапів і стадій виконання робіт.
7. Написати звіт про виконану роботу за встановленою формою, додавши до звіту складене технічне завдання на ДКР (зразок ТЗ подається у Додатку).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке ЄСКД, ЄСТД?
2. Послідовність виконання науково-дослідної розробки.
3. Основні стадії дослідно-конструкторської розробки.
4. Роль технічного завдання в проведенні дослідно-конструкторської розробки.
5. Чим закінчується дослідно-конструкторська розробка?
6. Зміст розділів технічного завдання на дослідно-конструкторську розробку.
7. Чи можна корегувати затверджене технічне завдання на дослідно-конструкторську розробку?

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Мета;
3. Завдання;
4. Короткі теоретичні відомості;
5. Результати виконання лабораторної роботи;
6. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА/ В.Т.Белинский, В.П.Гондюл, А.Б.Грозин и др.— К.:Высш. Шк.,1992. — 494с.
2. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем: Учебник для вузов по специальности "Электронно-вычислительные машины" и "Конструирование и производство ЭВА". — М.:Высш. Шк., 1986. — 512с.
3. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА:Справочник. — 2-е изд./ Под ред. Э.Т. Романычевой. — М.:Радио и связь, 1989
4. Савельев А.Я., Овчинников В.А. Конструирование ЭВМ и систем:Учебник для вузов. — М.:Высш. шк., 1989. — 280с.
5. ГОСТ 2.118-73
6. ГОСТ 2.119-73
7. ГОСТ 2.120-73
8. ГОСТ 2.124-85

РОЗДІЛ 2

ВИВЧЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ І КОНСТРУКТИВНОЇ ПОБУДОВИ НУЛЬОВОГО РІВНЯ ІС

Елементною базою сучасних ЕОМ є мікросхеми. Інтегральною мікросхемою (ІС) є ряд елементів, який має електричні міжз'єднання.

ІС - виріб, який має велику щільність розташування елементів і (чи) компонентів, що еквівалентні елементам звичайної схеми.

Елемент - частина ІС, що реалізує функцію будь-якого електрорадіоелемента (ЕРЕ), наприклад, транзистори, резистори і т.ін., яка виконана неподільно від кристала та не може бути виділена як самостійний виріб.

Компонент - частина ІС, що реалізує функцію будь-якого ЕРЕ. Компонент можливо виділити як самостійний (комплектуючий) виріб та виділити від ІС.

За функціональною ознакою ІС поділяють на аналогові та цифрові, класифікація подана у таблиці 2.1.

Аналогові ІС застосовують для перетворення та обробки сигналів, які змінюються за законом неперервної функції (схеми порівняння, підсилювачі, фільтри, генератори і т.ін.).

Цифрові ІС застосовують для перетворення та обробки сигналів, які змінюються за законом дискретної, наприклад двійкової, функції (схеми цифрових пристроїв, обчислювальних засобів, тригерів, логічних елементів і т.ін.).

Логічні ІС виконують операції кон'юнкції (І), диз'юнкції (ЧИ), інверсії (НІ) та більш складні логічні операції.

Складність ІС характеризують ступенем інтеграції, тобто кількістю в ІС:
 $K = \lg N$,

де K - коефіцієнт ступеня інтеграції, це ціле (або заокруглене до цілого) число; N - число елементів інтегральної мікросхеми.

В залежності від числа компонентів та елементів, а також технології виготовлення розрізняють малі (МІС), середні (СІС), великі (ВІС) та надвеликі (НВІС). Наприклад, ВІС по біполярної технології містить ≥ 500 елементів, а за МОП- технологією ≥ 1000 .

Показник ступеню інтеграції особливо важливий для цифрових ІС. Чим меншим є елемент, тим вище його швидкодія.

За конструктивно-технологічним виконанням (перша цифра в позначенні мікросхеми) ІС поділяють на 3 групи:

- напівпровідникові (цифри 1,5,6, та 7-безкорпусні військові);
- гібридні (цифри 2,4,8);

- плівкові, вакуумні, керамічні (цифра 3).

У мікросхем широкого застосування перша буква в позначенні ІС - К; експортних - Е; безкорпусних побутових - Б.

Мікросборка - мікроелектронний виріб, що виконує певну функцію перетворення та обробки сигналів, складений з елементів та компонентів на загальній підложці. Характеризується малим обсягом випуску та великою номенклатурою.

Корпуси ІС служать для захисту мікросхем від кліматичних та механічних впливів.

По формі корпусу та розташування виводів корпуси ІС поділяють на 6 типів, які відрізняють числом виводів та розташуванням їх відносно площини основи. Найбільш поширені корпуси типу 2 (DIP), 3 - круглі (TO), 4 - (FP), 5 - мікрокорпуси (кристалоутримувачі), 1 (SIP).

Матеріали корпусів – пластмаса, кераміка, полімер, скло, металокераміка, металополімер. Позначення матеріалу та типу корпусу подається такими літерами:

- А – пластмасовий типу 4;
- Е – металополімерний типу 2;
- И – склокерамічний типу 4;
- М – металокерамічний мікрокорпус типу 2;
- Н – керамічний мікрокорпус;
- С – склокерамічний типу 2;
- Р – пластмасовий типу 2;
- Ф – пластмасовий мікрокорпус.

Безкорпусні мікросхеми в кінці позначення мають через дефіс цифру, яка вказує на конструктивне виконання виводів:

- 1 – з гнучкими виводами;
- 2 – зі стрічковими (павучковими);
- 3 – з жорсткими;
- 4 – на загальній пластині нерозділені;
- 5 – розділені (наклеєні на плівку);
- 6 – з контактними площадками без виводів (кристал).

Таблиця 2.1. – Класифікація і система позначень ІС

Підгрупа і вид ІС	Позначення
Генератори: - гармонічних сигналів - прямокутних сигналів - сигналів, що змінюються лінійно - сигналів спеціальної форми шуму - інші	ГС ГГ ГЛ ГМ ГП
Комутатори і ключі: - струму - напруги - інші	КТ КН КП
Логічні елементи:	

Підгрупа і вид ІС	Позначення
<ul style="list-style-type: none"> - І - ЧИ - НІ - І-ЧИ - І-НІ - ЧИ-НІ - І-НІ/ЧИ-НІ - І-ЧИ-НІ - І-ЧИ-НІ/І-ЧИ - ЧИ-НІ/ЧИ - розширювачі - інші 	ЛИ ЛЛ ЛН ЛС ЛА ЛЕ ЛБ ЛР ЛК ЛМ ЛД ЛП
Детектори: <ul style="list-style-type: none"> - амплітудні - імпульсні - частотні - фазові - інші 	ДА ДИ ДС ДФ ДП
Багатофункціональні схеми: <ul style="list-style-type: none"> - аналогові - комбіновані - цифрові - базові матричні кристали - інші 	ХА ХК ХЛ ХМ ХП
Модулятори: <ul style="list-style-type: none"> - амплітудні - частотні - фазові - імпульсні - інші 	МА МС МФ МИ МП
Фільтри: <ul style="list-style-type: none"> - верхніх частот - нижніх частот - полосові - режекторні - інші 	ФБ ФН ФЕ ФР ФП
Підсилювачі: <ul style="list-style-type: none"> - високої частоти - проміжкової частоти - низької частоти - широкополосні - імпульсних сигналів - повторювачі - зчитування і відтворення - індикації - постійного струму - операційні - диференціальні - інші 	УВ УР УН УК УИ УЕ УЛ УМ УТ УД УС УП
Формувачі: <ul style="list-style-type: none"> - імпульсів прямокутної форми - імпульсів спеціальної форми - адресних струмів - розрядних струмів - інші 	АГ АФ АА АР АП
Схеми фоточутливі з зарядовим зв'язком: <ul style="list-style-type: none"> - матричні - матриці лінійні - інші 	ЦМ ЦЛ ЦП
Схеми ЗУ: <ul style="list-style-type: none"> - матриці оперативних ЗУ - матриці постійних ЗУ - оперативні ЗУ - постійні ЗУ з можливістю однократного програмування - постійні ЗУ (масочні) 	РМ РВ РУ РТ РЕ

Підгрупа і вид ІС	Позначення
- ЗУ на ЦМД	РЦ
Набори елементів: - діодів - транзисторів - резисторів - конденсаторів - комбіновані - функціональні - інші	НД НТ НР НЕ НК НФ НП
Схеми цифрових пристроїв: - регістри - суматори - напівсуматори - лічильники - шифратори - дешифратори - комбіновані - арифметично-логічні пристрої - інші	ИР ИМ ИЛ ИЕ ИВ ИД ИК ИА ИП
Перетворювачі сигналів: - частоти - тривалості - напруги (струму) - потужності - рівня (узгоджувачі) - аналого-цифрові - цифро-аналогові - синтезатори частоти - ділильники частоти аналогові - множувачі частоти аналогові - код-код - інші	ПС ПД ПН ПМ ПУ ПА ПВ ПЛ ПК ПЕ ПР ПП
Схеми джерел вторинного живлення: - випрямлячі - перетворювачі - стабілізатори напруги неперервні - стабілізатори струму - стабілізатори напруги імпульсні - схеми управління імпульсними стабілізаторами напруги - схеми джерел вторинного живлення - інші	ЕВ ЕМ ЕН ЕТ ЕК ЕУ ЕС ЕП
Схеми затримки: - пасивні - активні - інші	БМ БР БП
Схеми ЗУ: - постійні ЗУ з можливістю багатократного електричного перепрограмування - постійні ЗУ з ультрафіолетовим стиранням і електричним записом інформації - асоціативні ЗУ - інші	РР РФ РА РП
Схеми порівняння: - амплітудні (рівня сигналу) - часові - частотні - компаратори напруги - інші	СА СВ СС СК СП
Схеми обчислювальних засобів: - мікро-ЕВМ - мікропроцесори - мікропроцесорні секції - схеми мікропрограмного управління - функціональні розширювачі - схеми синхронізації - схеми управління перериванням - схеми управління вводом-виводом (схеми інтерфейсу)	ВЕ ВМ ВС ВУ ВР ВБ ВН ВВ

Підгрупа і вид ІС	Позначення
<ul style="list-style-type: none"> - схеми управління пам'яттю - функціональні перетворювачі інформації - схеми спряження з магістраллю - часозадаючі схеми - мікрокалькулятори - контролери - комбіновані схеми - спеціалізовані схеми - інші 	ВТ ВФ ВА ВИ ВХ ВГ ВК ВЖ ВП
Трігери: <ul style="list-style-type: none"> - типу J (універсальний) - типу RS (з роздільним запуском) - типу D (з затримкою) - типу T (лічильні) - динамічні - Шмідта - комбіновані (типів DT, RST і т.п.) - інші 	ТВ ТР ТМ ТТ ТД ТЛ ТК ТП

Таблиця 2.2. – Основні технологічні характеристики ІМС

Характеристики	Плівкові ІМС		Гібридні ІМС		Напівпровідникові цифроаналогові ІМС	
	товсто-плівкові s=1...30 мкм	тонко-плівкові s=0.01..1 мкм	тонко-плівкові	багато-кристальні	біполярні	на МОП структурах
1	2	3	4	5	6	7
Матеріал підложки	Алюмо-оксидна кераміка	Скло, рідше кераміка	Скло, рідше кераміка	Скло, кераміка, поліамідні плівки, гефасит і т.п.	Монокристал кремнію, рідко кристал сапфіра, шпінелі	
Товщина підложки s, мм	0,3..1,0	0,2..0,5	0,2..0,5	0,2..1,0	1,0..0,6	
Розмір підложки b·l, мм	Від 10х10 до 75х75	Від 10х10 до 50х50	Максимальні 50х50	Максимальні 80х80	Від 1х1 при малому ступені інтеграції; до 8х8 при надвисокій	
Товщина провідника s, мкм	15..25	0,5..1(5)	Геометрія визначається технологією виготовлення ІС		0,1..1,0	
Ширина провідника b, мм	0,15..1,5	0,1..1	Те саме		0,001..0,005	
Спосіб виготовлення пасивних ЕРЕ (R, C і L)	R і C звичайно отримують по плівковій технології; L-рідко; R, C і L монтують в вигляді дискретних мініатюрних елементів				R в вигляді напівпровідникових резисторних доріжок, C в вигляді конденсаторів з закритим шаром	R і C в вигляді МОП-структур
Спосіб виготовлення активних ЕРЕ	Встановлення безкорпусних діодів і транзисторів (в гібридних ІС встановлення підложок плівкових ІС і кристалів напівпровідникових ІС)				Біполярні польові МОП транзистори одержані по планарно- епітаксiальній технології на кремнієвій підложці	

Характеристики	Плівкові ІМС		Гібридні ІМС		Напівпровідникові цифроаналогові ІМС	
	товсто-плівкові $s=1...30$ мкм	тонко-плівкові $s=0.01..1$ мкм	тонко-плівкові	багато-кристалні	біполярні	на МОП структурах
1	2	3	4	5	6	7
Спосіб обробки (підгонки) підложки і з'єднання	Електронно-літографія, обробка мікропорошком	Електронно-літографія, лазерна технологія	З'єднання елементів з підложкою паянням, зварюванням, термокомпресією, склеюванням і т.д.		Фотографія, рентгенопроменева літографія, електронолітографія	
Досягнута ступінь інтеграції	Мала		Від малої до середньої	Від малої до надвисокої	Від малої до надвисокої	Від середньої до надвисокої
Ступінь інтеграції за ГОСТ 17021-88	1,2		1,2	1...>4	2...>4	3...>4
Час розробки і виготовлення	Від декількох тижнів до декількох місяців	Декілька	Декілька	Від декількох днів до декількох місяців	Стандартні ІС-декілька днів, замовлені ІС-декілька років	
Об'єм партії	1...1000	більше 1000	більше 1000	1...1000	Стандартні ІС-будь-якої; замовлені ІС-більше 10000	
Надійність	Висока		Від середньої до високої	Середня	Дуже висока	

Таблиця 2.3 – Основні електричні характеристики ІС

Характеристика	Ступінь інтеграції			
	мала (MIC)	середня (CIC)	велика (BIC)	над велика (NBIC)
Число вентилів на кристал	менш 10	менш 10	більш 100	
Число транзисторів на ІС	5...100	50...1000	50...10 000	більш 500
Число елементів на ІС, менш	10...100	1000	10 000	100 000
Ступінь універсальності	Стандартні ІС	ІС виготовленні за допомогою шаблону		Замовлені ІС
Ступінь інтеграції	MIC, CIC (BIC)	BIC, CBIC		CIC, BIC, CBIC
Мінімальний об'єм економічно виправданої партії ІС	1...100	10...1000 (і більше)		100..10000
Група ІС (таблиця 2.3)	Плівкові ІС	Гібридні ІС		Напівпровідникові (монолітні) ІС
Виконувані функції і призначення (таблиця 2.3)	Аналогові (лінійні) біполярні: підсилювачі всіх типів, побутові електронні прилади (радіо- і телеприймачі і ін.); на МОП-структурах: вимірювальні підсилювачі на польових МОП-транзисторах (мало поширені)		Цифрові ІС біполярні: ТЛЛ і напівпровідникові запам'ятовуючі пристрої (дуже поширені); на МОП-структурах: напівпровідникові запам'ятовуючі пристрої і мікро-ЕОМ (дуже поширені)	
Допустима температура оточуючого середовища, області застосування	Від 0 до 70°C; побутова апаратура	Від -25 до 80°C; промислове обладнання	Від -55 до 125°C; апаратура військового призначення, авіаційне і космічне обладнання	Інші допустимі температури, області застосування обговорюються особливо

Характеристика	Ступінь інтеграції			
	мала (MIC)	середня (CIC)	велика (BIC)	над велика (NBIC)
Основна форма	Прямокутний паралелепіпед	Циліндр	Безкорпусне виконання	
Варіанти	FIP, SIP, DIP, QIP і ін.	TO-5, TO-8, TO-18, TO-78	Пасівірований кристал	
Крок між выводами	1,25 або 2,5 мм	По дугам кола Ø5 мм	0,15..0,2 мм на кристалі	
Число виводів переважно в особливих випадках	FP: з двох або чотирьох боків		на двох, трьох або чотирьох боках	
	14, 16, 20, 24, 28, 40, 64	8, 10, 12	Різне	
	до 12, 18, 22, 36, 42, 48	4, 6, 16	Різне	
Матеріал корпусу	Звичайно пластмаса, кераміка і метал-скло. Комбінації метала і скла. FP: метал-скло і ін.		Глазурь для пасивації	

Таблиця 2.4 – Класифікація цифрових ІС

Основний принцип роботи	Скорочене позначення, назва	Рік розробки	Типові характеристики одного випрямляча		Площа випрямляча, мкм ²	Число технологічних кроків для		Приклади	Примітки
			час затримання переключення, нс	споживана потужність, мВт		маскування	дифузії		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
БІПОЛЯРНІ ІС									
Принцип насичення	ДТЛ-діодно-транзистор-на логіка	1962	До 500	60				K108; K109; K121; K128; K156; K194; K202; K215; K216; K217; K218; K221; K240; K511	Спочатку мали вид гібридних, далі монолітних ІС
той же	Р(Е)ТЛ-транзистор-на логіка з (резистивно-емісійним) резистивним зв'язком	1963	до 200	до 10				K114; K201; K205; K210; K211; K231	
той же	НСТЛ-транзисторна логіка з безпосереднім зв'язком	1963 1966	до 30 до20	до 70 2..12				K115	Проста конструкція, висока чутливість до перешкод, перша монолітна ІС
той же	І ² Л-інтегральна інжекційна логіка	1975 1976 1980	35 20 10	0,085 0,05 0,01	31	4..5	2..3	K541; KP582; KP584	Проста конструкція, і для NBIC, велика швидкодія
Принцип переключення струму	ТЛЛ-транзисторно-транзистор-на логіка	1963	10	10	340	7	4	K130; K131; K133; K134; K136; K155; K158; K185; K230; K243; KP559; K596; K599	Найбільш поширені, універсальні, дешеві
той же	ЕСЛ (ТЛЕС)-емітерно-пов'язана логіка (транзисторна логіка з емітерними зв'язками)	1967 1974	2 0,7	30 43			7..8	K100; K137; K138; K187 K223; K229; K500; K570; K1500; KM193; KP193	Найбільш швидкодіючі ІС, дорожчі ТТЛ, дуже поширені
ІС НА МОП СТРУКТУРАХ									
Статичний режим	Одноканальні структури: р-МОП (метал-окисел-напівпровідник з каналом р-типу)	1970	200	0,1	68	4..5	1	KP501	Перші одноканальні структури, перешкодостійкі

Основний принцип роботи	Скорочене позначення, назва	Рік розробки	Типові характеристики одного випрямляча		Площа випрямляча, мкм ²	Число технологічних кроків для		Приклади	Примітки
			час затримання переключення, нс	споживана потужність, мВт		маскування	дифузії		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
той же	п-МОП (метал-окисел-напівпро-відник з каналом п-типу)	1973	100	0,1	36	5..7	1..3	K132; K565; KP505; K568; K573; KM1609; KP1611; K1624; KC1626; K1801; K1809	Домінуючі IC на МОП-структурах. Сумісні з TTL
той же	МНОП (метал-ніт-рит-окисел-напівпро-відник)	1975						KP558; K1601	Для електрично програмованих ПЗУ
той же	Комплементарні структури: КМОП (комплементарна МОП-структура)	1973	30	1,0	320	6..7	3	K176; K564; KP188; K537; K561; KM581; KP587; KP588; KP590; KM1603; KC1626; KP1561	Для схем на ВІС з автономним методом живлення, наприклад для ЗП
Динамічний режим	Динамічні схеми (дво-, чотирьох-або шести-фазні)						9		Для динамічних ЗП з довільною вибіркою
Перетворення зарядів	ПЗС-прилади з зарядовим зв'язком	1975	Менш 20 МГц	Менш 20 мкВТ на біт	60 на біт				Для ЗП, фільтрів, датчиків (обробка зображень)

Таблиця 2.5 – TTL схеми (U споживання +5В, перевищення корисного сигналу над сигналом перешкоди 1В, коефіцієнт розгалуження по виходу 10, три варіанти виконання виводів)

Назва	Рік розробки	Максимальна робоча частота, МГц	Типові характеристики одного випрямляча		Ступінь інтеграції	Число транзисторів IC однієї серії	Приклади			Примітки
			Час затримання переключення, нс	Споживана потужність, мВт			Температурний діапазон	СНД	Інші країни	
Стандартні	1965	125	10	10	MIC CIC (BIC)	Більш 200	1 2 3	K155 K133	X74nnn X84nnn X54nnn	Широко розповсюджені, мають велику швидкодію, відносно дешеві
Швидкодіючі	1967	125	6	22	MIC CIC	Більш 20	1 2 3	K131 K130	X74Hnn X84Hnn X54Hnn	Швидкодія вища, ніж у стандартних TTL IC, при більшій споживаній потужності
Малопотужні	1968	3	30	1	MIC CIC	30	1 2 3	K158 K136 —	X74Lnn X54Lnn —	Споживана потужність менш, ніж у TTL IC на локальноперіодичних структурах
На польових транзисторах з бар'єром Шоттки	1970	125	3	19	MIC CIC BIC (HBIC)	Більш 30	1 2 3	K531 K530	X74Snnn X X54Snnn	Дуже велика швидкодія, використовуються для МП IC, відносно дороги
Малопотужні і на польових транзисторах з бар'єром Шоттки	1972 1975	5	10 5	2 2		Більш 100	1 2 3	K555 —	X74LSnnn X54LSnnn	Широко розповсюджені, часто замінюють їм подібні стандартні TTL IC

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета – вивчити класифікаційні ознаки ІС; особливості напівпровідникових і гібридних ІС.

ДОМАШНЯ ПІДГОТОВКА

1. Вивчити опис лабораторної роботи і рекомендовану літературу.
2. Відповісти на контрольні запитання.
3. Підготувати бланк звіту по лабораторній роботі, який повинен вміщувати: назву та мету роботи (таблиця 2.6), тлумачення 9 ІМС, опис зарубіжного аналогу.

Таблиця 2.6 – Ознаки, за якими класифікуються ІС

Класифікаційні ознаки ІС	Умовні позначення ІС	
	№1	№2
Серія ІС		
Технологія виготовлення		
Вид оброблюваного сигналу		
Виконувані функції і призначення (таблиця 2.2)		
Тип логіки		
Тип корпусу (с.102-104 [1])		
Матеріал корпусу ІС (таблиця 3.13 [1])		
Кількість виводів		
Габаритні розміри ІС,мм		
Допустима температура оточуючого середовища, область застосування		

Приклад – Ознаки, за якими класифікуються ІС

Класифікаційні ознаки ІС	Умовні позначення ІС	
	К176УН7	№2
Серія ІС	176	
Технологія виготовлення	Напівпровідникова	
Вид оброблюваного сигналу	Аналоговий	
Виконувані функції і призначення (таблиця 2.2)	Підсилювач напруги телесигналів	
Тип логіки	КМДП	
Тип корпусу (с.102-104 [1])	201.14-1	
Матеріал корпусу ІС (таблиця 3.13 [1])	Пластмаса	
Кількість виводів	14	
Габаритні розміри ІС,мм	19.5 x 6.5	
Допустима температура оточуючого середовища, область застосування	-45...+70 °С Побутова	

ЗАВДАННЯ

1. Дешифрувати умовні позначення заданих ІС (таблиця 2.7).
2. Визначити для однієї ІС (відміченої в завданні) зарубіжний аналог.
3. Користуючись рекомендованою літературою заповнити для двох ІС таблицю 2.6.
4. Виконати звіт по роботі, який містить таблицю 2.6. і розтлумачення ІС, що вказані в завданні.

Таблиця 2.7 – Варіанти завдання

Варіант		Варіант		Варіант	
1	K142EH8Б K142EH10 K142EP1Б KP140УД5Б K140УД13 KP140УД608 K1408УД1 KP514УД2Б KP544УД1Б K533УД1В	4	K590KH12 K590KH9 K590KH8 K590KH1 K543KH1 K547KP1 K190KT2 K190KT1	7	K555TM8 K531TB11 K555IP9 K555IE8 K531KP15 K555PE4 K511LI11 K176ID2 K1561AG1 K501IE19
2	KP140УД17 K154УД1 KM551УД1 K1407УД1 KP1401УД2Б K521CA1 K521CA4 KP597CA1 KM597CA2 K1121CA1	5	K572PB1A KP572PA1Б K572PB5A K1107PB1 K1108PA2E KP1105ПП1A K1108PA2E K113PB1B K112611B1 K594PA1	8	K561PY4 K561TP2 100LM101 K500JL110 K1500KM181 100JL210 155PY2 KM132PY9Б 500PY410 KP565PY6Д
3	K140MA1 KP525PC2 KM525PC3 K525PC2 K525KC1 KP1100CK2 KP1100CK3 K162KT1 K190KT2	6	K1118PJ2A KP198HT5 KP1533JA1 K555JA4 K531JE1 K555LP13 K531CP1 K155AG1 K555AP14 K155ID12	9	K1801PE1Ф 556PT4 KP558PP2Б K573PP22 KP558PP2 BK573PP22 KP1601PP1 KM1609PP2Б KC1626PФ12A K573PФ4A KM1556XJ8 KP556PT2

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Види технологій ІС.
2. Визначення компонентів і елементів.
3. Види виконань виводів безкорпусних мікросхем.
4. Види корпусів вітчизняних та зарубіжних ІС.
5. Позначення ІС.
6. Визначення ступеня інтеграції.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Мета;
3. Завдання;
4. Короткі теоретичні відомості;
5. Результати виконання лабораторної роботи;
6. Висновок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев Е.П., Сенин К.В. Интегральные микросхемы производства СССР и их зарубежные аналоги: Справочник.- М.:Радио и связь, 1990.- 352 с.
2. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем: Учебник для вузов по специальности "Электронно-вычислительные машины" и "Конструирование и производство ЭВА".– М.:Высш.шк.,1986.– 512 с.
3. Справочник разработчика и конструктора РЭА, книга 1, Масленников М.Ю. и др.
4. Справочник разработчика и конструктора РЭА, книга 2, Масленников М.Ю. и др.
5. Зарубежные полупроводниковые приборы, интегральные аналоги /Сост. А.К. Мальцев. – Минск: Полымя, 1995. – 269 с.

РОЗДІЛ 3

З'ЄДНАННЯ ПРИЛАДІВ. ОСНОВНІ ПРАВИЛА ПРОСТАНОВКИ РОЗМІРІВ НА КРЕСЛЕННЯХ ДЛЯ ГВИНТОВИХ З'ЄДНАНЬ

1. Різьба по технологічним причинам не може бути виконана на всю довжину гвинта або нарізана на всю глибину "глухого" отвору. По можливості отвори під різьбу потрібно робити наскрізними.
2. Глибину загвинчування або довжину згвинчування для сталевих деталей рекомендується робити не менше одного діаметра $1...1,25\varnothing$ різьби, а для алюмінієвих і пластмасових - два-три діаметри.
3. Різьба повинна нарізатися тільки на ділянці більшої довжини згвинчування на 10...20%.

Три групи згвинчування:

S - короткі,

N - нормальні,

L - довгі.

Для одержання посадок з зазором є 5 основних відхилень для зовнішньої різьби: d, e, f, g, h та 4 відхилення для внутрішньої - E, F, G, H.

Основні відхилення для зовнішньої різьби визначають верхні відхилення, а для внутрішньої - нижні відхилення діаметрів. Друге граничне відхилення залежить від ступеня точності різьби (для зовнішньої 3-9 /9 найгрубіша/, а для внутрішньої 4-8).

Для полегшення вибору допуску задано умову клас точності різьби:

точний - для отворів зовнішньої різьби деталей,

середній - для різьби загального застосування,

грубий - для глухих отворів і поверхонь.

Таблиця 3.1.

Ступінь точності різьби	4-5	6-7	8-9
Параметр шорсткості Ra, мкм	0.8-1.6	1.6	3.2

4. В з'єднувальних деталях різьба нарізається тільки в одній деталі, інакше деталі не будуть стягуватися (стискуватися) гвинтом.
5. В гвинтових з'єднаннях деталі притискаються одна до одної голівкою гвинта, і завжди повинна бути можливість збільшити зусилля притиску за рахунок додаткового оберту гвинта.
6. В умовних позначеннях метричної різьби вказують букву М, номінальний діаметр ($\varnothing=12$ мм), хід (тільки для багатовиткових різьб, $P_n=2$ мм), крок (тільки дрібний $P=1$ мм), букви LH - тільки для лівої різьби, поле допуску(6H), довжину згвинчування (нормальна довжина згвинчування N не встановлюється, $l=30$ мм):

M12 - 6H;
M12x1 - 6H;
M12x2(P1) LH-6H-30.

ДЛЯ ШТИФТОВИХ ФІКСУЮЧИХ З'ЄДНАНЬ

1. Довжина з'єднання штифта з деталлю повинна бути не менш одного діаметру штифта.
2. Довжину отвору під штифт не бажано робити більш двох діаметрів штифта.
3. Отвори під штифт повинні бути наскрізні.

Розрізняють конструкторські, технологічні і вимірювальні бази. В загальному випадку ці бази не співпадають

1. Конструкторською базою називається поверхня деталей, по якій вона контактує з поверхнею інших деталей в складальній одиниці, вузлі, приладі.
2. Технологічною базою називається поверхня заготовки, по якій вона встановлюється на поверхню затискного пристрою станка, відносно якої за допомогою вказаних розмірів визначається положення інструмента, що оброблює.
3. Вимірювальною базою називається поверхня деталі або заготовки, по якій вона встановлюється на поверхню вимірювального приладу для визначення правильного розміщення відносно неї за заданими розмірами поверхні, що перевіряється.

ПРАВИЛА НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ НА КРЕСЛЕННЯ

Правила нанесення розмірів на креслення визначаються ГОСТ 2.307-68, у відповідності з яким всі розміри поділяються на формоутворюючі (які відносяться до окремих поверхонь деталей) і координуючі (які визначають розміщення поверхонь у одній і тій ж деталі).

Останні поділяються на спряжені і неспряжені. Спряженими називаються розміри деталі, які входять в розмірний ланцюг складальної одиниці і виявляють безпосередній вплив на точність і надійність її функціонування. Неспряженими називаються розміри, які відносяться до вільних поверхонь деталей (і не впливають на роботу приладу).

1. Для врахування взаємодії деталі з іншими деталями складальні розміри необхідно проставляти від конструкторських баз, забезпечуючи при цьому прямий зв'язок між основними і допоміжними поверхнями деталі.
2. Застосовують три основні методи нанесення розмірів:
 - а. **координатний:** всі розміри проставляють від однієї конструкторської бази. Цей метод забезпечує найточніші розміри усіх елементів деталі від бази;

- б. **ланцюговий**: всі розміри проставляють послідовно (ланцюгом). Цей метод дозволяє забезпечити високу точність в розміщенні кожного наступного елемента відносно попереднього;
- с. **комбінований**: розміри задаються від декількох баз, а саме застосовуються поєднання координатного і ланцюгового методів. Дозволяє забезпечити підвищення точності виготовлення відповідальних розмірів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета - вивчити правила конструювання з'єднань за допомогою гвинтів і фіксуючих штифтів. На основі цього аналізу виконати (розробити) синтез одного-двох видів з'єднань або дати можливі варіанти з'єднань. Вивчити і набути навиків визначення конструкторських баз і нанесення конструкторських розмірів на деталях і складальних одиницях.

ЗАВДАННЯ

1. Ознайомитися з основними теоретичними відомостями:
 - а. про гвинтові з'єднання;
 - б. про фіксуючі штифти;
 - с. про призначення конструкторських, технологічних і вимірювальних баз.
2. Ознайомитися з тестовими задачами застосування гвинтових з'єднань (рисунок 3.1).
3. Проаналізувати всі дев'ять варіантів конструкцій і вказати допущені помилки.
4. Розробити правильні варіанти гвинтових з'єднань.
5. Ознайомитися з тестовими задачами застосування штифтових з'єднань (рисунок 3.2, 3.3).
6. Проаналізувати всі одинадцять варіантів конструкцій штифтових з'єднань і вказати допущені помилки.
7. Розробити правильні варіанти штифтових з'єднань.
8. Ознайомитися з основними правилами, що до нанесення розмірів, координатним, ланцюговим і комбінованим методами.
9. Вибрати конструкторські бази на деталях і проставити розміри.

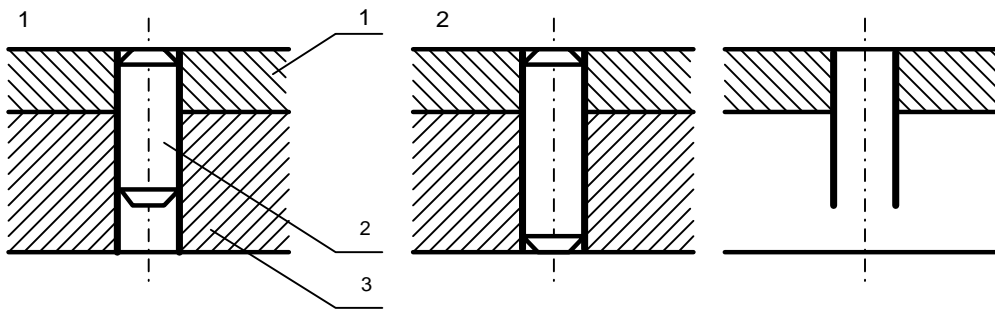


Рисунок 3.2. Варіанти штифтових з'єднань.
Знайти вірний варіант із 6 з'єднань. Пояснити помилки конструктора в невірних варіантах

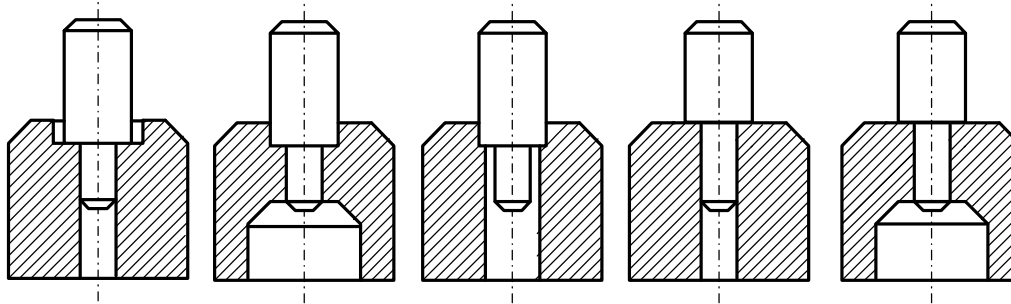


Рисунок 3.3. Варіанти фіксуючих штифтових з'єднань.
Знайти вірний варіант конструкції. Пояснити помилки

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Типи гвинтів і гвинтових з'єднань. Особливості їх застосування і конструювання. Основні правила вибору довжини і діаметра гвинтів.
2. Типи штифтів і з'єднань за допомогою штифтів. Основні правила установки штифтів.
3. Види кріпильних деталей.
4. Недоліки і переваги конструкцій установки штифтів, показаних на рис. 3.2, 3.3.
5. Які види баз застосовуються при розробці конструкторської документації?
6. Що таке конструкторська база?
7. Що таке технологічна база?
8. Що таке вимірювальна база?
9. Що таке формоутворюючі і координуючі розміри?
10. Сутність координатного методу поставлення розмірів.
11. Сутність ланцюгового методу поставлення розмірів.
12. Сутність комбінованого методу поставлення розмірів.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Мета;
3. Завдання;
4. Короткі теоретичні відомості;
5. Результати виконання лабораторної роботи;
6. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Красковский Е.Я. и др. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем.- М.:Высш.шк.,1991.- 490 с.
2. Левин И.Я. Справочник конструктора точных приборов. - М.:Машиностроение, 1967.- 720 с.
3. Общетехнический справочник /Е.А.Скороходов, В.П.Законников, А.Б.Пакнис и др. 4-е изд.- М.:Машиностроение, 1990.- 496 с.
4. Тищенко О.Ф. и др. Элементы приборных устройств.- Ч.1,2.- М.:Высш.шк.,1978.1980.
5. Явленский К.И. Справочник конструктора точного приборостроения. Л.:Машиностроение, 1989.- 792 с.

РОЗДІЛ 4

ОСНОВНІ ПРАВИЛА ПРОСТАНОВКИ ВИДІВ ПОСАДОК

Посадки поділяються на три види: посадки з зазором ($\varnothing \text{ отв} > \varnothing \text{ валу}$), посадки з натягом ($\varnothing \text{ отв} < \varnothing \text{ валу}$), перехідні посадки ($\varnothing \text{ отв} < \varnothing \text{ валу}$).

ГОСТ 25670-83 встановлює обмежувальний відбір полів допусків для валів і отворів спряжених і неспряжених деталей для діаметрів 1...500 мм.

В 1975 році затверджено єдиний для всіх країн стандарт допусків і основних відхилень, які були названі квалітетами точності.

Квалітети такі: 0,1; 0; 1...17. В числівнику вказані квалітети точності в системі отвору, в знаменнику - в системі валу. В приладобудуванні квалітети 0,1; 0; 1...5 - для еталонів, калібрів, кінцевих мір; 6..12 - для спряжених розмірів; 13...17 - для довільних розмірів.

Розміщення поля допуску відносно нульової лінії (номінального розміру) позначають великими латинськими літерами - розміщення полів допусків отворів, малими - валів. Поля допусків, що примикають до нульової лінії полів допусків основного отвору і основного валу позначають H і h.

- поля від a(A) до h(H) утворюють посадки з зазором;
- j, js, k, m, n в разі з H - перехідні посадки;
- від r до z в сполученні з H - натяги.

Відповідні розглянутим полям допусків отворів (A, B, C...) разом з полем допуску основного валу h дають ті ж посадки, але в системі валу.

Граничні відхилення мінімальних розмірів на кресленнях вказують одним із способів вказаних на рисунку 4.1.

Граничні відхилення розмірів деталей, які зображені на кресленні в з'єднанні, вказують в вигляді дробу (посадка): в числівнику для отвору, в знаменнику – для валу.

На складальному кресленні можуть приводитися окремі відхилення тільки однієї із спряжених деталей. Наприклад, задають граничні відхилення посадкових місць валів і отворів в корпусах, спряжених з підшипниками (рисунки 4.1.,а)

Граничні відхилення низької точності (від 12 квалітету і грубіше), що повторюються на кресленнях багато разів, після номінальних розмірів можна не наносити, а вказати в технічних вимогах:

На кресленні позначається розмір з його квалітетом допуску.

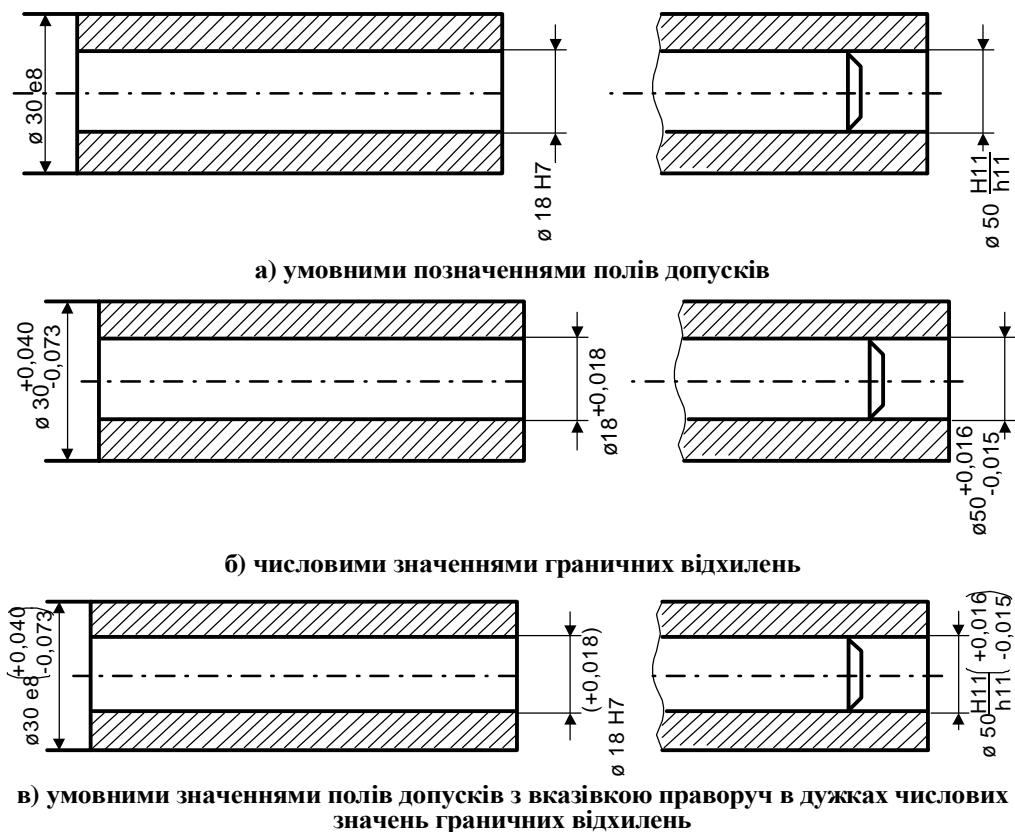


Рисунок 4.1.

Рекомендовані типи посадок в системі валу і системі отвору в залежності від призначення приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

№ n/n	Характер	Рекомендовані посадки	
		В системі отвору	В системі валу
З зазором			
1	Повільне переміщення і повороти деталей Точні	H7 H7 H8 H9 H8 ----; ----; ----; ----; ---- h6 g6 h8 h9 h7 H11 H12 ----; ----; h11 h12	H7 H8 ----; ---- h6 h8 H9 H11 H12 ----; ----; ---- h9 h11 h12
	Грубі		
2	Обертання валів в опорах ковзання із змащуванням з'єднання, в яких потрібний відносно великий зазор	H7 H7 H8 H9 H8 H11 H11 ----; ----; ----; ----; ----; ----; ---- f7 e7 e8 d9 d9 c11 c11 H11 H11 H12 H7 ----; ----; ----; ---- d11 b11 b12 e8	F8 F9 F8 D11 F9 ----; ----; ----; ----; ---- h8 h9 h6 h12 h8
Перехідні			
3	Нерухомі з'єднання з використанням фіксуючих пристроїв, що розбираються для огляду, ремонту, заміни деталей і т. п.	H6 H6 H5 H6 H7 H7 H7 ----; ----; ----; ----; ----; ----; ---- k5 js5 m5 n5 js6 k6 m6 H7 ---- h6	JS6 K6 M6 N6 Js7 K7 ----; ----; ----; ----; ----; ----; ---- h6 h5 n5 n5 h6 h6 N7 ----; h6
З натягами			
4	Нерухомі з'єднання	H6 H6 H7 H7 H7 H7 ----; ----; ----; ----; ----; ---- p5 z5 p6 z6 s6 n7	P6 P7 R7 S7 T7 U7 ----; ----; ----; ----; ---- h5 h6 h6 n6 n6 h7

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета – вивчити і отримати навички встановлення видів посадок як в системі валу, так і в системі отвору. На основі цього розробити одну, дві складальні одиниці з вказівкою виду посадок.

ДОМАШНЯ ПІДГОТОВКА

При підготовці до виконання лабораторної роботи необхідно вивчити:

- види посадок по ГОСТ 25670-83 та квалітети по ГОСТ 25346-82;
- вибір посадок і граничних відхилень розмірів на кресленнях.

Для виконання лабораторної роботи студенту видають кілька креслень збірних одиниць і деталей, і на їх основі студенти назначають посадку і граничні відхилення розмірів на кресленнях з'єднань і деталей.

ЗАВДАННЯ

1. Ознайомитися з основними теоретичними відомостями про види посадок і граничних відхилень розмірів.
2. Ознайомитися з основними правилами позначення і постановки видів посадок на кресленнях.
3. Ознайомитися з складальним кресленням і його специфікацією.
4. Розробити креслення на одну-дві збірки і деталі з вказівкою видів посадок, їх позначень.
5. Занести в таблицю види посадок і позначення, які застосовуються.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Види посадок.
2. Охарактеризувати систему валу і систему отворів.
3. Як позначаються поля допусків в системах отвору і валу?
4. Які посадки рекомендуються для застосування в нерухомих з'єднаннях?
5. Які посадки рекомендуються для валів, що обертаються в опорах ковзання?
6. Що називається основним відхиленням?

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Мета;
3. Завдання;
4. Короткі теоретичні відомості;
5. Результати виконання лабораторної роботи;
6. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Общетехнический справочник /Е.А.Скороходов, В.П.Законников, А.Б.Пакнис и др. 4-е изд.- М.:Машиностроение, 1990.-496 с.
2. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА /В.Т.Белинский, В.П.Гондюл, А.Б.Грозин и др. -К.Вища шк., 1993.-494 с.
3. Явлинский К.Н. Справочник конструктора точного приборостроения. Л.: Машиностроение, 1989.- 792 с.
4. ГОСТ 2.309-73
5. ГОСТ 25346-82
6. ГОСТ 25670-83

РОЗДІЛ 5

НАЛАГОДЖЕННЯ СХЕМНОГО РЕДАКТОРА І РЕДАКТОРА ПЕЧАТНИХ ПЛАТ, ОЗНАЙОМЛЕННЯ ІЗ СТРУКТУРОЮ СИСТЕМИ P-CAD

Система P-CAD призначена для проектування багатoshарових печатних плат (ПП) обчислювальних і радіоелектронних пристроїв. До складу P-CAD входять чотири основні модулі – P-CAD Schematic, P-CAD PCB, P-CAD Library Executive, P-CAD Autorouters і ряд інших допоміжних програм (рисунк 5.1).

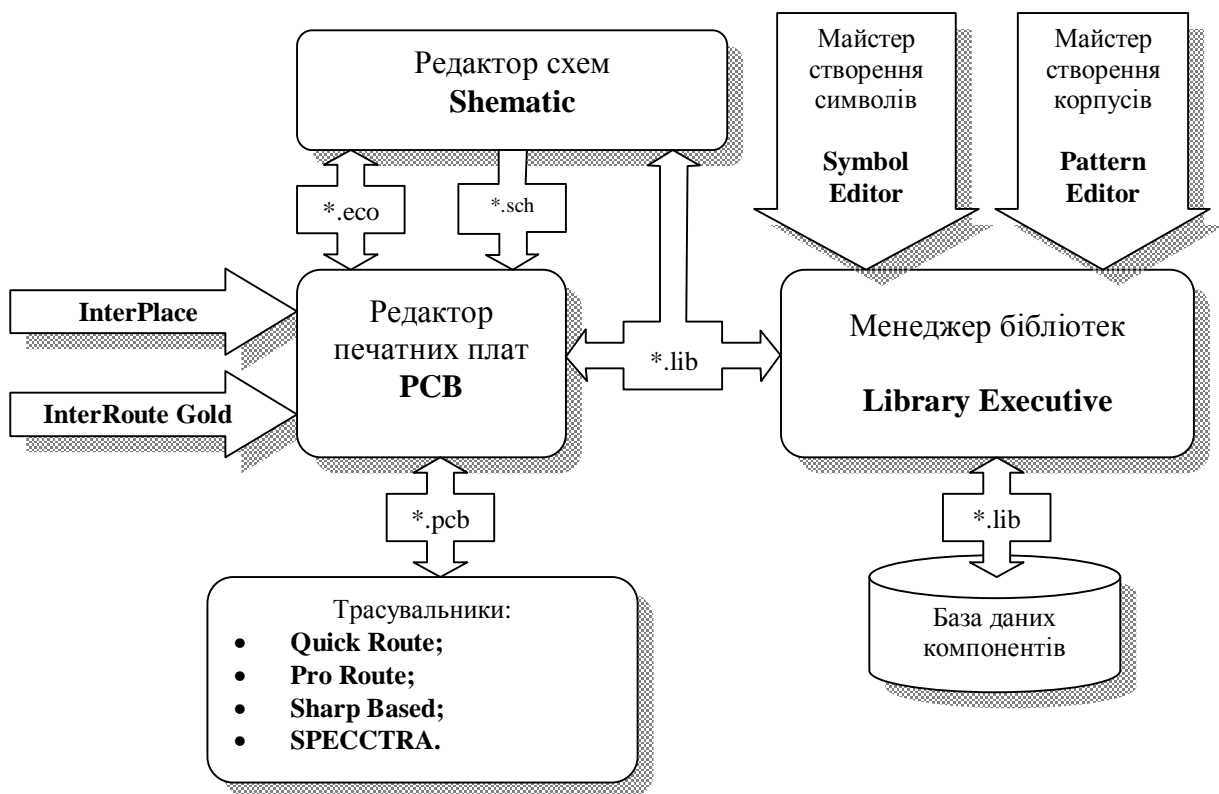


Рисунок 5.1. Структура системи проектування P-CAD

P-CAD Schematic і P-CAD PCB – відповідно графічні редактори принципів електричних схем і ПП. Редактори мають систему спливаючих меню в стилі Windows, а найбільш часто вживаним командам назначені піктограми. В зарубіжних цифрових ІМС що поставляються разом з системою бібліотек є три варіанти графіки: Normal – нормальний (в стандарті США), DeMorgan – позначення логічних функцій, IEEE – в стандарті Інституту інженерів по електротехніці (найближчий до російських стандартів).

Редактор P-CAD PCB може запускатися автономно і дозволяє розмістити модулі на вибраному монтажно-комутаційному полі і проводити ручне, напівавтоматичне і автоматичне трасування провідників. Якщо P-CAD PCB викликається з редактора P-CAD Schematic, то автоматично складається список

з'єднань схеми і на полі ПП переносяться зображення корпусів компонентів з вказівкою ліній електричних з'єднань між їх виводами. Ця операція називається упаковкою схеми на печатну плату. Потім викреслюється контур ПП, на ньому розміщуються компоненти і, нарешті, проводиться трасування провідників.

Застосування шрифтів True Type дозволяє використовувати на схемі і ПП написи на російській мові.

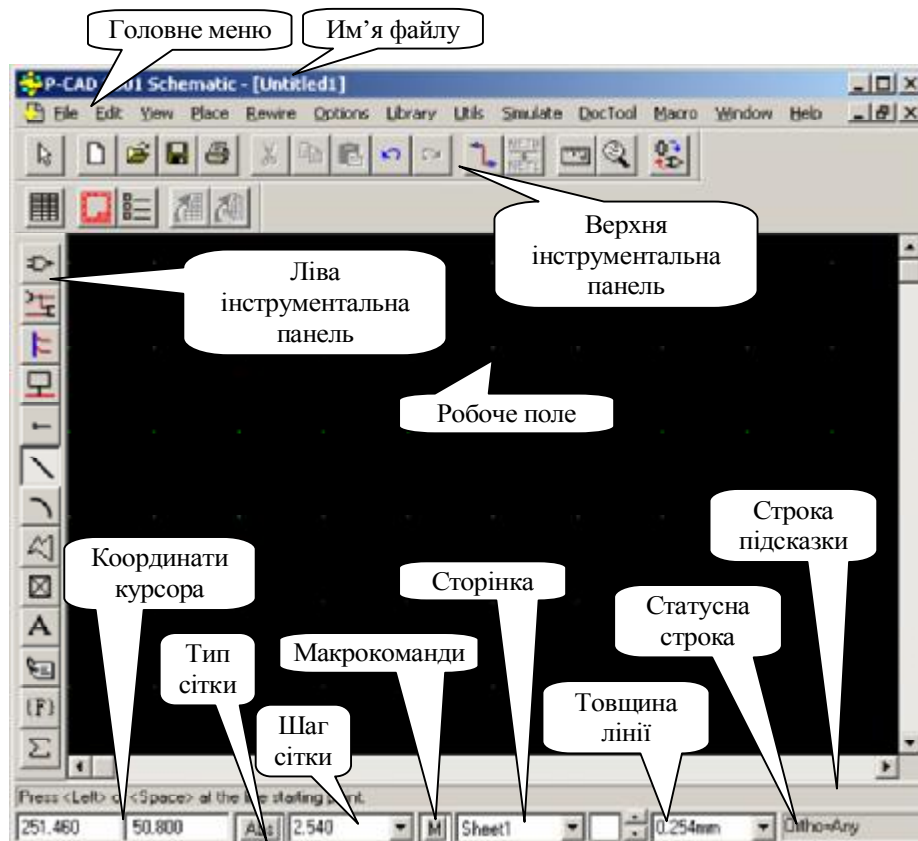


Рисунок 5.2. Робочий екран P-CAD Schematic

Автотрасувальники викликаються з управляючої оболонки P-CAD PCB, де і проводиться настройка стратегії трасування. Інформацію про особливості трасування окремих ланцюгів можна за допомогою стандартних атрибутів введених на етапах створення принципової схеми або ПП. Перший трасувальник QuickRoute відноситься до трасувальників лабіринтового типу і призначений для трасування найпростіших ПП. Другий автоматичний трасувальник PRO Route трасує ПП з числом сигнальних шарів до 32. Трасувальник Shape-Based Autorouter – безсіткова програма автотрасування ПП. Програма призначена для автоматичної розводки багатошарової печатної плати з високою густиною розміщення елементів. Ефективна при поверхневому монтажі корпусів елементів, виконаних в різних системах координат. Є можливість розміщення провідників під різними кутами на різних шарах плати, оптимізації їх довжини і числа перехідних отворів.

Document Toolbox - додаткова опція P-CAD PCB і P-CAD Schematic для розміщення на кресленнях схем або ПП різних діаграм і таблиць, складання різних списків і звітів, які динамічно обновлюються, таблиць даних для

свердлення отворів про структуру плати, технологічної і облікової інформації, розміщення на кресленнях схем списків з'єднань, виводів підключення живлення і іншої текстової інформації. Програма призначена для розширення можливостей випуску технічної документації без використання креслярських програм типу AutoCAD. Document Toolbox дозволяє автоматизувати створення конструкторської документації необхідної для виробництва проєктованих ПП.

SPECCTRA – програма ручного, напівавтоматичного і автоматичного розміщення компонентів і трасування провідників. Трасує ПП великої складності з числом шарів до 256. В програмі використовується так звана безсіткова Shape-Based – технологія трасування. За рахунок цього підвищується ефективність трасування ПП з високою густиною розміщення компонентів а також забезпечується трасування одного і того ж ланцюга трасами різної ширини. Програма SPECCTRA має модуль AutoPlace, призначений для автоматичного розміщення компонентів на ПП. Виклик програми проводиться автономно з середовища Windows або з програми P-CAD PCB.

P-CAD Library Executive – менеджер бібліотек. Інтегровані бібліотеки P-CAD містять як графічну інформацію про символи і типові корпуси компонентів, так і текстову інформацію (число секцій в корпусі компонента, номери і імена виводів коди логічної еквівалентності висновків і т.д.). Програма має вбудовані модулі: Symbol Editor – для створення і редагування символів компонентів і Pattern Editor – для створення і редагування посадочного місця і корпусу компонента. Упаковка вентилів компонента, ведення і контроль бібліотек здійснюються модулем Library Executive. Модуль має засоби перегляду бібліотечних файлів, пошуку компонентів, символів і корпусів компонентів по всіх можливих атрибутах. Допоміжні утиліти, створюючи інтерфейс DBX (Data Base Exchange), зокрема, проводять перенумерацію компонентів, створюють звіти в необхідному форматі, автоматично створюють компоненти висновки яких розташовані на колі або утворюють масив, розраховують паразитні параметри ПП і т.п.

НАСТРОЙКА СХЕМНОГО РЕДАКТОРА

Горизонтальна панель інструментів містить піктограми системних команд, а вертикальна панель – команди розміщення об'єктів на робочому полі екрану. В поле робочого вікна розташовують символи принципових схем і власне схеми складені з символів, електричних з'єднань, шин і т.п. Другий рядок знизу на екрані – рядок повідомлень. Самий нижній рядок – рядок станів.

Система P-CAD допускає роботу в двох системах вимірювання – дюймової і метричної. За умовчанням в системі як одиниці вимірювання встановлені mils (тисячна частина дюйма). Крім того, в P-CAD, на відміну від багатьох інших графічних редакторів, в настройках системи визначається розмір робочої області.

Вибір і установка системи одиниць вимірювання і розмірів креслення виконується вибором команди Options/Configure (рисунок 5.3).

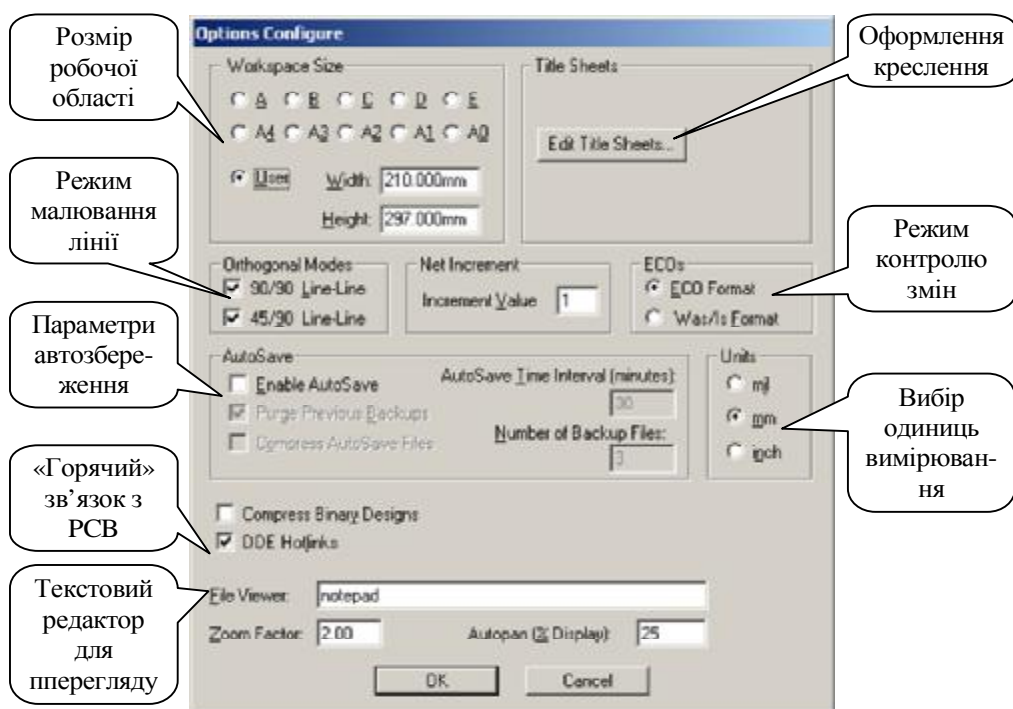


Рисунок 5.3. Вікно команди Options/Configure

Використовувати формати A0-A4 і A-E не рекомендується тому що це приведе до установки європейського і американського формату креслення відповідно, з горизонтальним розташуванням креслення. Кнопка **Edit Title Sheets** (оформлення креслення) дозволяє встановити стилі оформлення креслень схеми. Оскільки європейські і українські стандарти розрізняються, використання системних шаблонів оформлення неприйнятне. Створення і підключення форматок, відповідних українським стандартам буде розглянутий в наступній лабораторній роботі.

Для полегшення роботи всі елементи схеми на робочому полі прив'язуються до вузлів спеціальної сітки. Параметри сітки (відстань між вузлами, вид сітки, її тип) встановлюються у вікні, що викликається по команді **Options/Grids** (рисунок 5.4).

У вікні *Grid Spacing* (крок сітки) можна встановити крок сітки (без вказівки одиниць вимірювання). Після натиснення кнопки **Add**, нове значення з'явиться у вікні *Grids*.

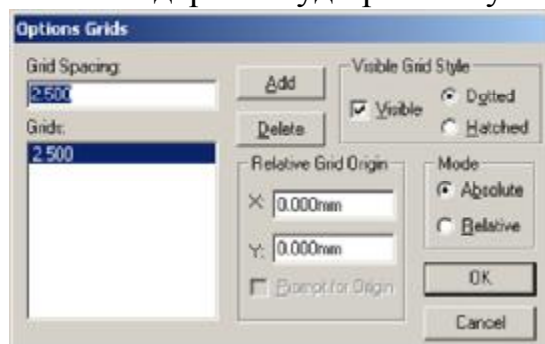


Рисунок 5.4. Вікно команди Options/Grids

Для задання параметрів текстових написів на схемах в P-CAD використовується поняття стилю. Стилем визначається тип шрифту, розмір букв, зображення, набір символів. За умовчанням в систему вбудовано декілька службових стилів для позначення текстових атрибутів типових елементів (рисунок 5.5,а). Шрифти вбудовані в систему не відповідають ГОСТу, тому бажано відредагувати існуючі і при необхідності додати нові (шрифти Default і DefaultTtf не редагуються).

Додати новий стиль (рисунок 5.5) можна, вибравши команду **Options/Text Style** і у вікні, що з'явилося, натиснути кнопку **Add**, так само в цьому вікні можна відредагувати стиль (**Properties**), перейменувати (**Rename**) і видалити (**Delete**) (рисунок 5.5,а). Розмір шрифту можна задати двома способами: вказавши його у вікні *Шрифт* або задавши його у вікні *Text Size Properties* в полі *Size*.

Для створення стилю відповідному ГОСТу, достатньо вибрати шрифт *GOST type A(B)* і задати йому необхідний розмір і зображення (рисунок 5.5,г), заздалегідь у вікні *Text Style Properties* необхідно виставити *Display – True TypeFont* і включити *Allow True Type* (рисунок 5.5,в).

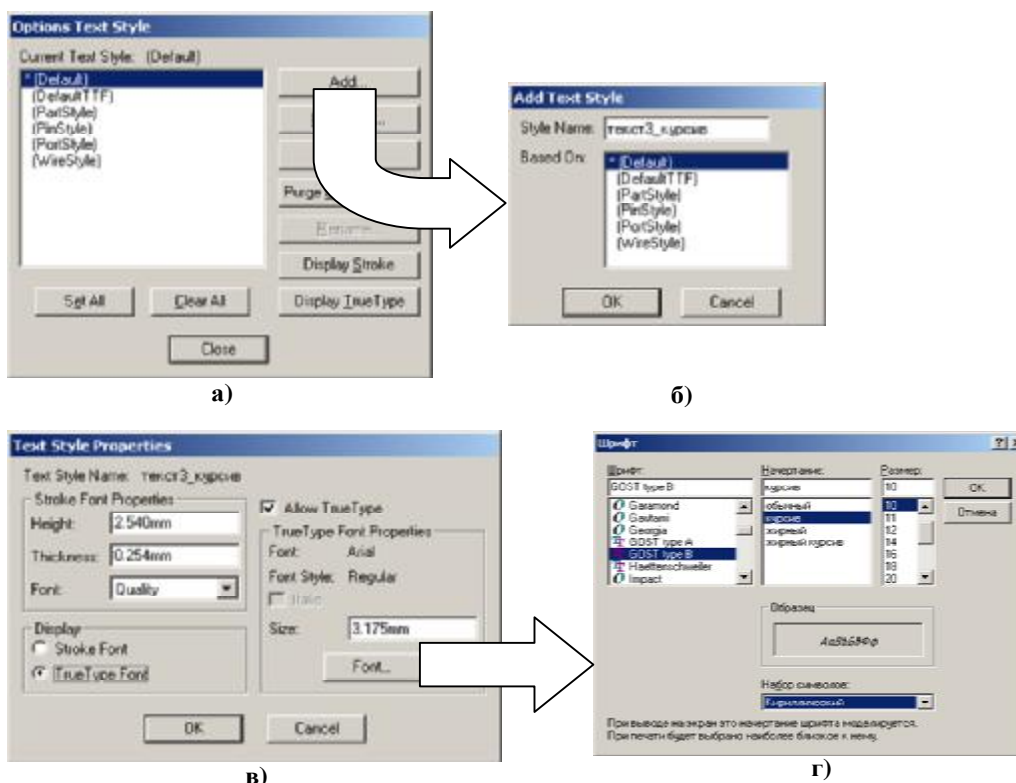


Рисунок 5.5. Додавання та встановлення параметрів нового стилю

За допомогою наступних команд можна виконати додаткову настройку редактора схем:

- **Options/Current Line** – задання нової ширини лінії;
- **Options/Current Wire** – задання нової ширини провідника;
- **Options/Display** – настройка параметрів відображення;
- **Options/Preferences** – настройка клавіатури і миші.

Основна частина настройок редактора схем з меню **Options** зберігається системою автоматично і при подальшій роботі вони завантажуються автоматично. Інші настройки, наприклад, знов введені поля, кроки сітки, стилі тексту зберігаються тільки в поточному проекті і в подальших проектах повинні бути введені наново. Тому рекомендується зберігати деякий набір порожніх проектів (без схем і плат) як шаблони.

НАСТРОЙКА РЕДАКТОРА ПЕЧАТНОЇ ПЛАТИ

Редактор печатної плати системи P-CAD може бути запущений з меню «Пуск» Windows або з схемного редактора Schematic. Для цього достатньо активізувати в схемному редакторі команду *Utils/P-CAD PCB*. Побудований редактор печатної плати також як і редактор схем – відмінність лише в об'єктах, з якими він працює. Тому на інструментальних панелях з'явилися нові кнопки, а в меню нові команди (рисунок 5.6).

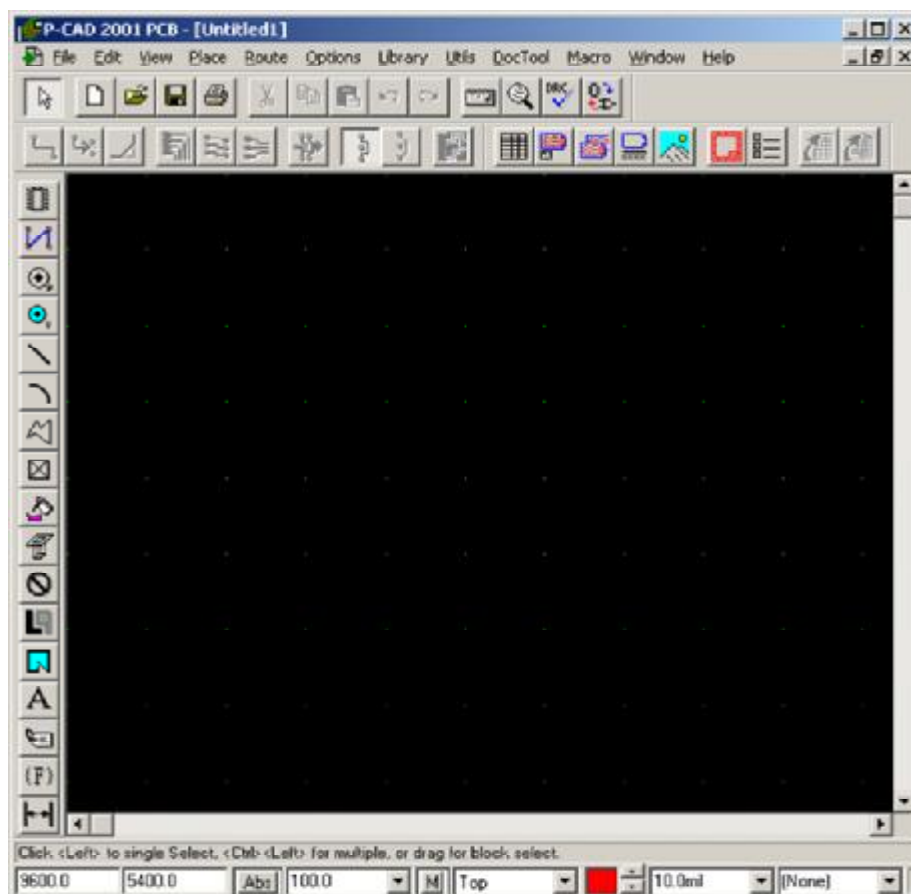


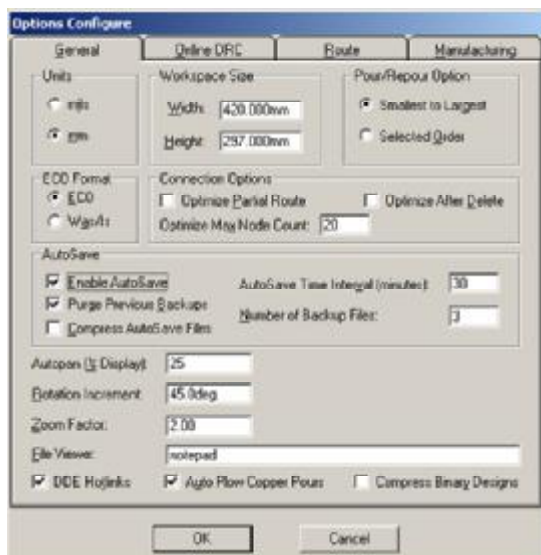
Рисунок 5.6. Робочий екран P-CAD PCB

Настройка конфігурації графічного редактора P-CAD PCB багато в чому подібна настройці графічного редактора Schematic, детально описаної раніше, тому далі ми звернемо увагу тільки на основні моменти, необхідні для роботи.

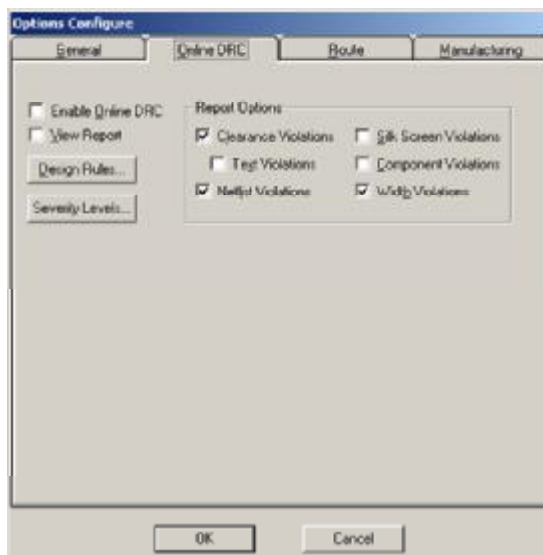
Установка загальних параметрів проекту виконується у вікні, що викликається командою **Options/Configure**.

У вікні **Options Configure** в закладці *General* (рисунок 5.7,а) в рамці *Units* можна вибрати систему одиниць, в рамці *Workspace Size* задати розміри робочої зони (повинні бути більші розмірів проектованої печатної плати).

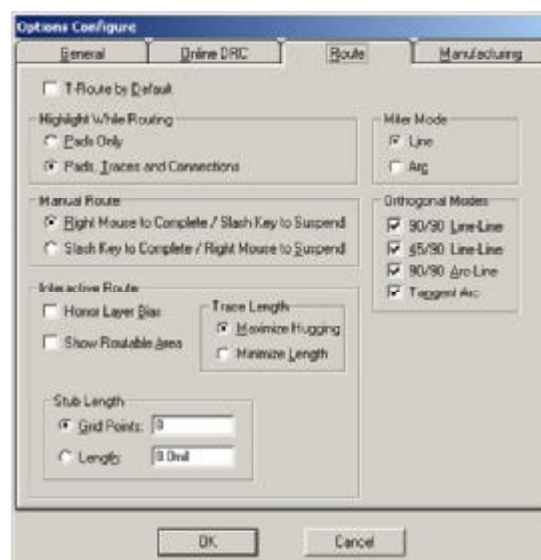
Закладка *Online DRC* (рисунок 5.7,б) дозволяє настроїти в системі, при прокладці провідників, контроль за дотриманням технологічних норм (зазорів, ширини провідників і т.д.).



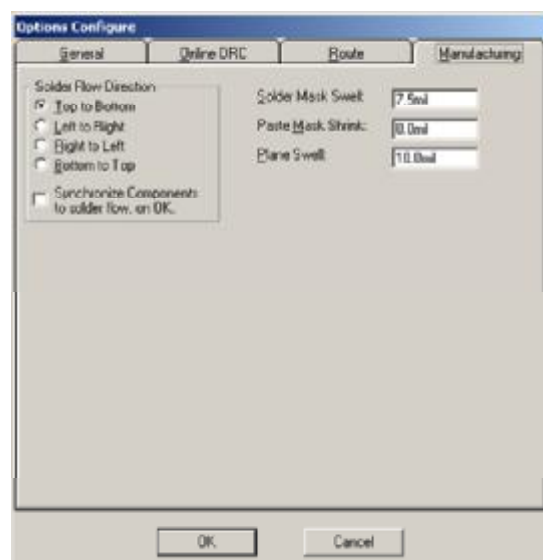
а) загальні параметри



б) параметри перевірки технологічних обмежень



в) параметри трасування



г) виробничі обмеження

Рисунок 5.7. Вікна команди Options/Configure редактора печатних плат PCB

Закладка *Route* (рисунок 5.7,в) відповідає за глобальні правила ручного і інтерактивного трасування для всього проекту. Так установка прапорця *T-Route Default* включає режим Т-подібної розкладки провідників як основний. В цьому випадку відгалуження траси можуть бути в довільних місцях.

На закладці *Manufacturing* (рисунок 5.7,г) задаються параметри, що використовуються при виробництві печатної плати. Так група прапорців *Solder Flow Direction* дозволяє вказати, в якому напрямі потік припою перетинає плату.

В графічному редакторі PCB системи PCAD на відміну від схемного редактора прийнята пошарова (групова) організація елементів зображення. Для наочності можна припустити, що кожна група елементів зображення (шар) малюється на прозорій плівці, які потім збираються в пакет, формуючи цільне

зображення. На одному шарі малюються провідники на верхній стороні печатної плати, на іншому – на нижній, на третьому – межі печатної плати і т.д. Всього в системі можливо 99 шарів. Частина шарів є системними (обов'язковими), інші можуть бути додані користувачем. Установка конфігурації шарів є однією з найважливіших операцій. За умовчанням в системі встановлюється конфігурація для двосторонньої печатної плати. Назва і призначення шарів, заданих в системі за умовчанням, приведена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Назва і призначення шарів, заданих в системі за умовчанням

Шар	Призначення
Top	Провідники на верхній стороні ПП (сторона компонентів)
Top Assy	Атрибути на верхній стороні ПП
Top Silk	Шовкографія на верхній стороні ПП
Top Paste	Графіка паяння на верхній стороні ПП
Top Mask	Графіка маски паяння на верхній стороні ПП
Bottom	Провідники на нижній стороні ПП
Bottom Assy	Атрибути на нижній стороні ПП
Bottom Silk	Шовкографія на нижній стороні ПП
Bottom Paste	Графіка паяння на нижній стороні ПП
Bottom Mask	Графіка маски паяння на нижній стороні ПП
Board	Межі печатної плати

Для настройки шарів необхідно виконати команду **Option/Layers**. На закладці **Layers** (рисунок 5.8) відображається поточна конфігурація шарів і інструменти для додавання і модифікації шарів. У вікні із списком *Current Layer* показано ім'я поточного шару, тобто шар на якому проводиться робота.

В рамці *Type* задається тип нового шару. Можливі три варіанти:

- **Signal** - шар розводки сигнальних провідників;
- **Plane** - шар металізації для підключення живлення;
- **Non Signal** - шар не несучий інформації про електричні ланцюги (графіка корпусів, тексти, розміри і т.д.).

Настройка сітки і параметрів тексту проводиться аналогічно з схемним редактором.

Як і в редакторі схем в редакторі печатної плати існує безліч додаткових команд настройки системи:

- **Options/Display** – настройка параметрів відображення;
- **Options/Preferences** – настройка клавіатури і миші.
- **Options/Current Line** – задання нової ширини лінії;
- **Options/Current Keepout** – установка поточних параметрів бар'єрів трасування;
- **Options/Current Radius** – згладжування кутів полігонів;
- **Options/Pad Style** – створення стеків, контактних майданчиків і перехідних отворів.

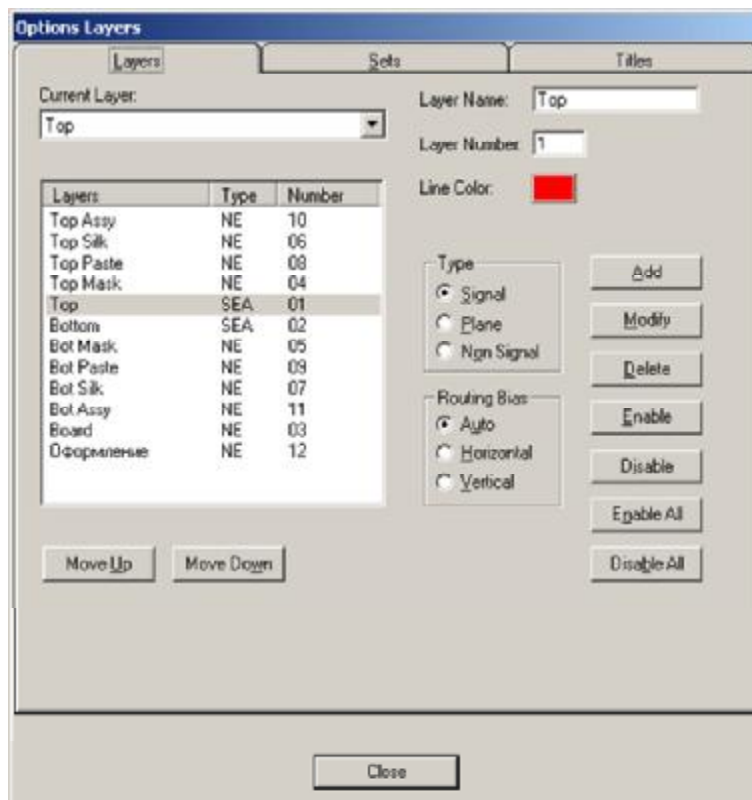


Рисунок 5.8. Встановлення конфігурації шарів

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета – отримати загальну інформацію про систему проектування P-CAD. Сформувані навички по настройці і конфігуруванню схемного редактора і редактора печатних плат. Підготувати шаблони для виконання подальших лабораторних робіт.

ЗАВДАННЯ

1. Вивчити теоретичні відомості до лабораторної роботи;
2. Відконфігурувати редактор схем згідно варіанту (таблиця 1.2);
3. Зберегти відконфігурований проект в шаблон з ім'ям Прізвище.sch;
4. Відконфігурувати редактор печатної плати згідно варіанту (таблиця 1.3);
5. Додайте новий шар з такими параметрами:
 - a. Layer Name – Оформлення;
 - b. Layer Number – 12;
 - c. Типі – Non signal.
6. Зберегти відконфігурований проект в шаблон з ім'ям *Прізвище.pcb*;
7. Результати роботи показати викладачу і підготувати звіт по лабораторній роботі (додаток Б).

Таблиця 5.2 – Варіанти завдань для конфігурування схемного редактора

Найменування	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вибір та встановлення системи одиниць вимірювання розмірів креслення										
Workspace size	210×297	420×297	297×420	594×420	420×594	841×594	594×841	1189×841	841×1189	210×297
AutoSave ($\frac{\text{інтервал в хвилинах}}{\text{число резервних копій}}$)	30/3	20/2	40/4	30/4	20/3	40/2	30/2	20/4	40/3	30/1
Units	Mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
File Viewer	Word	Notepad	Word	Notepad	Word	Notepad	Word	Notepad	Word	Notepad
Установка параметрів сітки										
Grid Spacing	2.5; 1; 5	2.5; 0.5; 1	2.5; 0.1; 2	2.5; 0.5; 5	2.5; 0.5; 2	2.5; 0.1; 5	2.5; 0.1; 0.5	2.5; 5; 10	2.5; 5; 2	2.5; 2; 10
Створення та редагування стилів тексту										
Style Name	Об_2.5	Кур_3	Жирн_3.5	Об_4	Кур_2.5	Жирн_3	Об_3.5	Кур_4	Жирн_2.5	Кур_3
Шрифт	GOST type A	GOST type B	GOST type A	GOST type B	GOST type A	GOST type B	GOST type A	GOST type B	GOST type A	GOST type B
Зображення	звичайний	курсив	жирний	звичайний	курсив	жирний	звичайний	курсив	жирний	курсив
Размер (мм)	2.5	3	3.5	4	2.5	3	3.5	4	2.5	3
Набір символів	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.

- - вся решта параметрів згідно рисункам 5.3-5.5

Таблиця 5.3 – Варіанти завдань для конфігурування редактора ПП

Найменування	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вибір та встановлення системи одиниць вимірювання та розмірів разводки										
Workspace size	210×297	420×297	297×420	210×297	420×297	297×420	210×297	420×297	297×420	210×297
AutoSave ($\frac{\text{інтервал в хвилинах}}{\text{число резервних копій}}$)	30/3	20/2	40/4	30/4	20/3	40/2	30/2	20/4	40/3	30/1
Units	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mm	mm	mm
Правила ручного та інтерактивного трасування										
T-Route Default	вкл.	вкл.	вкл.	вкл.	вкл.	вкл.	Вкл.	вкл.	вкл.	вкл.
Установка параметрів сітки										
Grid Spacing	2.5; 1; 5	2.5; 0.5; 1	2.5; 0.1; 2	2.5; 0.5; 5	2.5; 0.5; 2	2.5; 0.1; 5	2.5; 0.1; 0.5	2.5; 5; 10	2.5; 5; 2	2.5; 2; 10
Створення і редагування стилів тексту										
Style Name	Об_2.5	Кур_3	Жирн_3.5	Об_4	Кур_2.5	Жирн_3	Об_3.5	Кур_4	Жирн_2.5	Кур_3
Шрифт	GOST type A	GOST type B	GOST type A	GOST type B	GOST type A	GOST type B	GOST type A	GOST type B	GOST type A	GOST type B
Зображення	звичайний	курсив	жирний	звичайний	курсив	жирний	звичайний	курсив	жирний	курсив
Розмір (мм)	2.5	3	3.5	4	2.5	3	3.5	4	2.5	3
Набір символів	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.	Кирил.

* - вся решта параметрів згідно згідно рисункам 5.7-5.8

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Призначення і структура системи проектування P-CAD?
2. Які редактори вбудовані в P-CAD і яке їх призначення?
3. Що таке автотрасувальники, які вбудовані в P-CAD і чим вони відрізняються?
4. Як перейти від американської системи вимірювання до європейської в редакторі схем і редакторі ПП?
5. Як задати розміри креслення в редакторі схем і редакторі ПП?
6. Навіщо задавати декілька кроків сітки?
7. Які шрифти і чому краще використовувати при створенні стилю?
8. В якому з редакторів схема виконується в різних шарах?
9. Як додати новий шар?
10. Навіщо бажано зберігати порожні шаблони для редактора схем і редактора ПП?

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Мета;
3. Завдання;
4. Короткі теоретичні відомості;
5. Результати виконання лабораторної роботи;
6. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лопаткин А.В. Проектирование печатных плат в системе P-CAD. Учебное пособие для практических занятий. – БХВ-Петербург, 2006. – 555 стр.;
2. Уваров А.С. P-CAD. Проектирование и конструирование электронных устройств. Издат.:Диалог-МИФИ, 2004.-760 стр.
3. Стешенко В.Б. P-CAD. Технология проектирования печатных плат.– БХВ-Петербург, 2003. – 350 стр.

РОЗДІЛ 6

СТВОРЕННЯ КУТОВОГО ШТАМПУ КРЕСЛЕННЯ І ФОРМАТОК

ГОСТ 2.301-68 «ЕСКД. Форматі встановлює основні і додаткові формати листів креслень», схем і інших конструкторських документів передбачених ГОСТ 2.102-68.

Позначення і розміри основних форматів приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Позначення формату	A0	A1	A2	A3	A4
Розміри сторін формату, мм	841×1189	591×841	420×594	297×420	210×297
Граничні відхилення, мм	±3,0		±2,0		

При виборі форматів необхідно враховувати об'єм і складність проектного виробу, ступінь деталізації даних, обумовлену призначенням схеми; умови збереження й обертання схем; можливість внесення змін; особливості і можливості техніки виконання, репродуціювання і мікрофільмування технічної документації, а також можливості опрацювання схем засобами електронної обчислювальної техніки. Обраний формат повинен забезпечувати компактне виконання схеми без порушення її наочності і зручності користування. При виконанні схеми на декількох листах доцільно мати однаковий формат усіх листів.

Кожний конструкторський документ повинен мати основний напис, що містить загальні відомості про зображені об'єкти.

Форми, розміри, змісти, порядок заповнення основних написів і додаткових граф до них у конструкторських документах установлює ГОСТ 2.104-68 «ЕСКД. Основні написи» у частині розміщення основного напису, поділи поля схеми на зони й оформлення поля для підшивки.

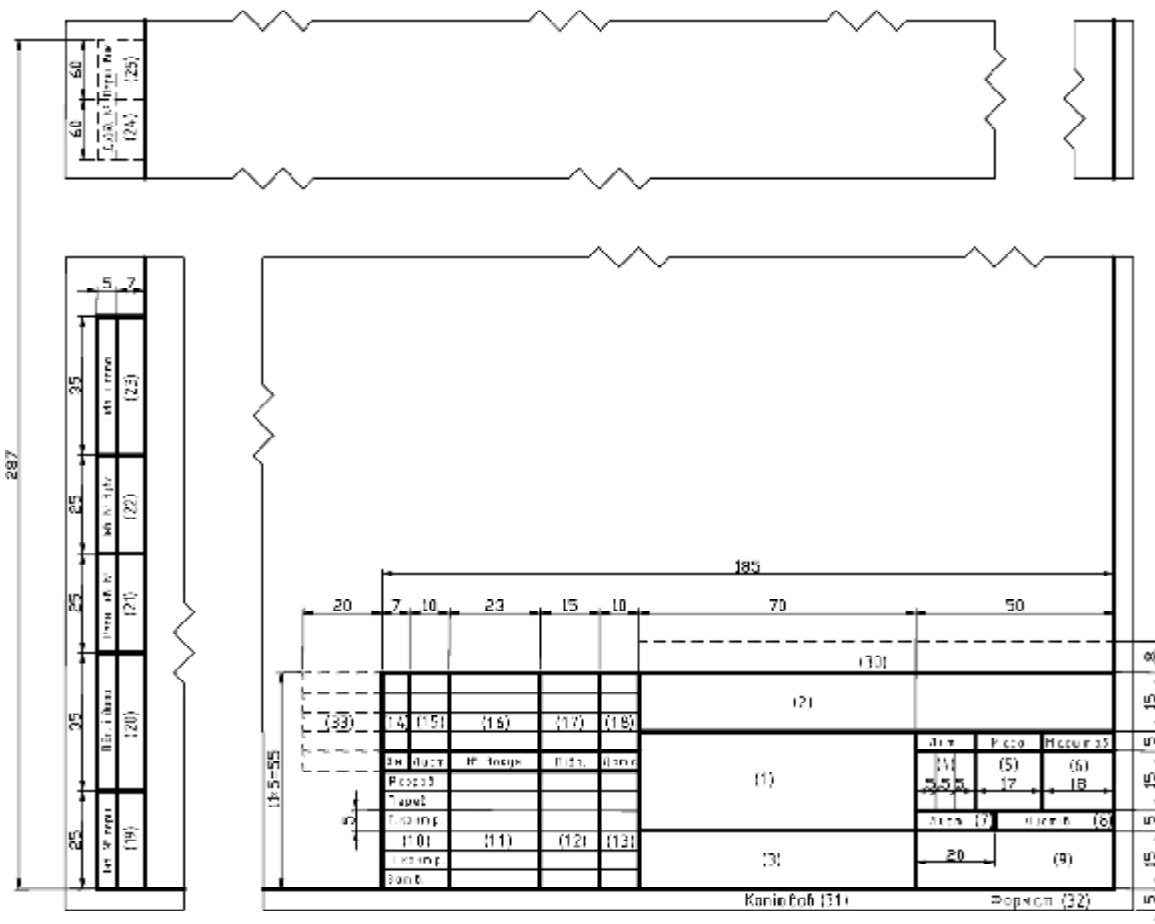
Для креслень і схем передбачені основний напис, додаткові графи до неї, а також розміри рамок на кресленнях і схемах за формою 1 ГОСТ 2.104-60 (рисунок 6.1).

Для текстових конструкторських документів першого і заголовного листа (наприклад, відомості технічного проекту, пояснювальної записки, технічних умов, інструкції і т.п.) передбачений основний напис і додаткові графи до неї за формою 2 (рисунок 6.2).

Для наступних листів креслень і схем припускається застосовувати форму 2а (рисунок 6.3).

У графах основного напису і додаткових графах (номера граф на формах показані в дужках) указують:

- графа 1 - найменування виробу; відповідно до ГОСТ 2.109-73 «ЕСКД. Основні вимоги до креслень» найменування повинно бути стислим і записуватися в називному падежі однини; на першому місці



граф 2 - позначення документа по ГОСТ 2. 201-80;
граф 3 - позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на кресленнях деталей);
граф 4 - літера, привласнене даному документу по ГОСТ 2. 103-68; графу заповнюють послідовно, починаючи з крайньої лівої клітини;
граф 5 - маса виробу по ГОСТ 2.109-73; граф 6 - масштаб по ГОСТ 2. 302-68 і ГОСТ 2. 109-73;

графу 7 - порядковий номер листа (на документах, що складаються з одного листа, графу не заповнюють);

The drawing shows a detailed layout of a document form. It includes a left margin with a width of 30 units. The main body of the form is divided into several sections. The top section is a large rectangular area. Below it is a section with a width of 195 units, divided into columns of widths 7, 10, 23, 15, 10, 14, 53, and 53. The bottom section is a table with 4 rows and 4 columns. The rows are labeled: 'Ім' (Name), 'П' (Position), 'П' (Position), and 'В' (Signature). The columns are labeled: 'Ім' (Name), 'П' (Position), 'П' (Position), and 'В' (Signature). The table contains the following data:

Ім	П	П	В
Ім	П	П	В
Ім	П	П	В
Ім	П	П	В

The drawing also includes various dimensions and labels for the form fields, such as '297', '60', '120', '121', '122', '123', '124', '125', '126', '127', '128', '129', '130', '131', '132', '133', '134', '135', '136', '137', '138', '139', '140', '141', '142', '143', '144', '145', '146', '147', '148', '149', '150', '151', '152', '153', '154', '155', '156', '157', '158', '159', '160', '161', '162', '163', '164', '165', '166', '167', '168', '169', '170', '171', '172', '173', '174', '175', '176', '177', '178', '179', '180', '181', '182', '183', '184', '185', '186', '187', '188', '189', '190', '191', '192', '193', '194', '195', '196', '197', '198', '199', '200', '201', '202', '203', '204', '205', '206', '207', '208', '209', '210', '211', '212', '213', '214', '215', '216', '217', '218', '219', '220', '221', '222', '223', '224', '225', '226', '227', '228', '229', '230', '231', '232', '233', '234', '235', '236', '237', '238', '239', '240', '241', '242', '243', '244', '245', '246', '247', '248', '249', '250', '251', '252', '253', '254', '255', '256', '257', '258', '259', '260', '261', '262', '263', '264', '265', '266', '267', '268', '269', '270', '271', '272', '273', '274', '275', '276', '277', '278', '279', '280', '281', '282', '283', '284', '285', '286', '287', '288', '289', '290', '291', '292', '293', '294', '295', '296', '297', '298', '299', '300', '301', '302', '303', '304', '305', '306', '307', '308', '309', '310', '311', '312', '313', '314', '315', '316', '317', '318', '319', '320', '321', '322', '323', '324', '325', '326', '327', '328', '329', '330', '331', '332', '333', '334', '335', '336', '337', '338', '339', '340', '341', '342', '343', '344', '345', '346', '347', '348', '349', '350', '351', '352', '353', '354', '355', '356', '357', '358', '359', '360', '361', '362', '363', '364', '365', '366', '367', '368', '369', '370', '371', '372', '373', '374', '375', '376', '377', '378', '379', '380', '381', '382', '383', '384', '385', '386', '387', '388', '389', '390', '391', '392', '393', '394', '395', '396', '397', '398', '399', '400', '401', '402', '403', '404', '405', '406', '407', '408', '409', '410', '411', '412', '413', '414', '415', '416', '417', '418', '419', '420', '421', '422', '423', '424', '425', '426', '427', '428', '429', '430', '431', '432', '433', '434', '435', '436', '437', '438', '439', '440', '441', '442', '443', '444', '445', '446', '447', '448', '449', '450', '451', '452', '453', '454', '455', '456', '457', '458', '459', '460', '461', '462', '463', '464', '465', '466', '467', '468', '469', '470', '471', '472', '473', '474', '475', '476', '477', '478', '479', '480', '481', '482', '483', '484', '485', '486', '487', '488', '489', '490', '491', '492', '493', '494', '495', '496', '497', '498', '499', '500', '501', '502', '503', '504', '505', '506', '507', '508', '509', '510', '511', '512', '513', '514', '515', '516', '517', '518', '519', '520', '521', '522', '523', '524', '525', '526', '527', '528', '529', '530', '531', '532', '533', '534', '535', '536', '537', '538', '539', '540', '541', '542', '543', '544', '545', '546', '547', '548', '549', '550', '551', '552', '553', '554', '555', '556', '557', '558', '559', '560', '561', '562', '563', '564', '565', '566', '567', '568', '569', '570', '571', '572', '573', '574', '575', '576', '577', '578', '579', '580', '581', '582', '583', '584', '585', '586', '587', '588', '589', '590', '591', '592', '593', '594', '595', '596', '597', '598', '599', '600', '601', '602', '603', '604', '605', '606', '607', '608', '609', '610', '611', '612', '613', '614', '615', '616', '617', '618', '619', '620', '621', '622', '623', '624', '625', '626', '627', '628', '629', '630', '631', '632', '633', '634', '635', '636', '637', '638', '639', '640', '641', '642', '643', '644', '645', '646', '647', '648', '649', '650', '651', '652', '653', '654', '655', '656', '657', '658', '659', '660', '661', '662', '663', '664', '665', '666', '667', '668', '669', '670', '671', '672', '673', '674', '675', '676', '677', '678', '679', '680', '681', '682', '683', '684', '685', '686', '687', '688', '689', '690', '691', '692', '693', '694', '695', '696', '697', '698', '699', '700', '701', '702', '703', '704', '705', '706', '707', '708', '709', '710', '711', '712', '713', '714', '715', '716', '717', '718', '719', '720', '721', '722', '723', '724', '725', '726', '727', '728', '729', '730', '731', '732', '733', '734', '735', '736', '737', '738', '739', '740', '741', '742', '743', '744', '745', '746', '747', '748', '749', '750', '751', '752', '753', '754', '755', '756', '757', '758', '759', '760', '761', '762', '763', '764', '765', '766', '767', '768', '769', '770', '771', '772', '773', '774', '775', '776', '777', '778', '779', '780', '781', '782', '783', '784', '785', '786', '787', '788', '789', '790', '791', '792', '793', '794', '795', '796', '797', '798', '799', '800', '801', '802', '803', '804', '805', '806', '807', '808', '809', '810', '811', '812', '813', '814', '815', '816', '817', '818', '819', '820', '821', '822', '823', '824', '825', '826', '827', '828', '829', '830', '831', '832', '833', '834', '835', '836', '837', '838', '839', '840', '841', '842', '843', '844', '845', '846', '847', '848', '849', '850', '851', '852', '853', '854', '855', '856', '857', '858', '859', '860', '861', '862', '863', '864', '865', '866', '867', '868', '869', '870', '871', '872', '873', '874', '875', '876', '877', '878', '879', '880', '881', '882', '883', '884', '885', '886', '887', '888', '889', '890', '891', '892', '893', '894', '895', '896', '897', '898', '899', '900', '901', '902', '903', '904', '905', '906', '907', '908', '909', '910', '911', '912', '913', '914', '915', '916', '917', '918', '919', '920', '921', '922', '923', '924', '925', '926', '927', '928', '929', '930', '931', '932', '933', '934', '935', '936', '937', '938', '939', '940', '941', '942', '943', '944', '945', '946', '947', '948', '949', '950', '951', '952', '953', '954', '955', '956', '957', '958', '959', '960', '961', '962', '963', '964', '965', '966', '967', '968', '969', '970', '971', '972', '973', '974', '975', '976', '977', '978', '979', '980', '981', '982', '983', '984', '985', '986', '987', '988', '989', '990', '991', '992', '993', '994', '995', '996', '997', '998', '999', '1000'.

Рисунок 6.2. Форма 2

- графу 8 - загальна кількість листів документа, (графу заповнюють тільки на першому листі);
- графу 9 - найменування або розпізнавальний індекс підприємства, що випускає документ (графу не заповнюють, якщо розпізнавальний індекс міститься в позначенні документа);
- графу 10 - характер роботи, виконуваний особою, що підписує документ (вільний рядок графи 10 заповнюють по розсуду розроблювача, наприклад, "Начальник відділу", "Розрахував");
- графу 11 - прізвища осіб, що підписують документ;
- графу 12 - підписи осіб, прізвища яких указані в графі 11 (підписи осіб, що розробили даний документ і відповідальних за нормоконтроль, є обов'язковими) ;

Графи, зображені на формах штриховою лінією, уводять при необхідності. Графи 3, 5, 6 на схемах не заповнюються. При використанні для наступних листів креслень і схем форми 1 графі 1, 3, 4, 5, 6, 9 не заповнюються.

Основні написи виконують суцільними основними і суцільними тонкими лініями по ГОСТ 2. 303-68 “ЕСКД. Лінії”. Розташовують основні написи у правому нижньому куті конструкторських документів. На рисунку 4.4 показані варіанти розташування основного напису і додаткових граф на різноманітних форматах. Формат А4 розташовується тільки вертикально - основний напис внизу листа (рисунок 6.4, в). Формати більше А4 можуть бути розташовані як горизонтально, так і вертикально: основний напис може бути нанесено як уздовж довгої (рисунок 6.4, б), так і уздовж короткої (рисунок 6.4, а) сторони листа.

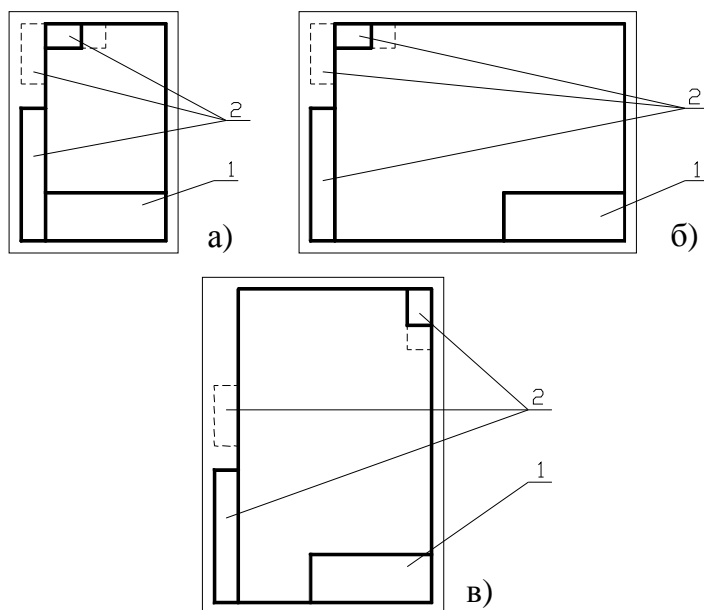


Рисунок 6.4.

Рамку, що обмежує поле схеми, наносять суцільною основною лінією на відстані 5 мм від межі формату зверху, справа і знизу; зліва залишають поле шириною 20 мм для підшивки схем.

Оскільки основні написи креслень, що поставляються з системою, не відповідають ЄСКД, створимо основний напис (штамп) формою 1 ГОСТ 2.104-68, яку потім використовуватимемо для оформлення проектів.

СТВОРЕННЯ ГРАФІКИ КУТОВОГО ШТАМПУ КРЕСЛЕННЯ


Для викреслювання рамки достатньо скористатися командою **Place/Line** (аналог кнопка  на лівій інструментальній панелі), встановити відносну (Relative) сітку з початком координат в крапці (20, 5), для формату А4, і кроком сітки 5 мм, як показано на рисунку 6.5.



Рисунок 6.5. Встановлення параметрів сітки

Вибір товщини лінії виконується в статусному рядку. Для викреслювання суцільної товстої лінії слід вибрати *Thick*, а для тонкої – *Thin*. Промальовування ліній можна виконувати двома способами: клацанням миші указуючи початок і кінець лінії і другий спосіб більш точний і надійний – через клавіатуру. Наприклад для викреслювання рамки штампу (рисунок 6.6) необхідно ввести таку послідовність команд:

- →J→0→TAB→0→ENTER→ J→0→TAB→55→ENTER→
J→185→TAB→55→ENTER→ J→185→TAB→0→ENTER→
J→0→TAB→0→ENTER→ESC

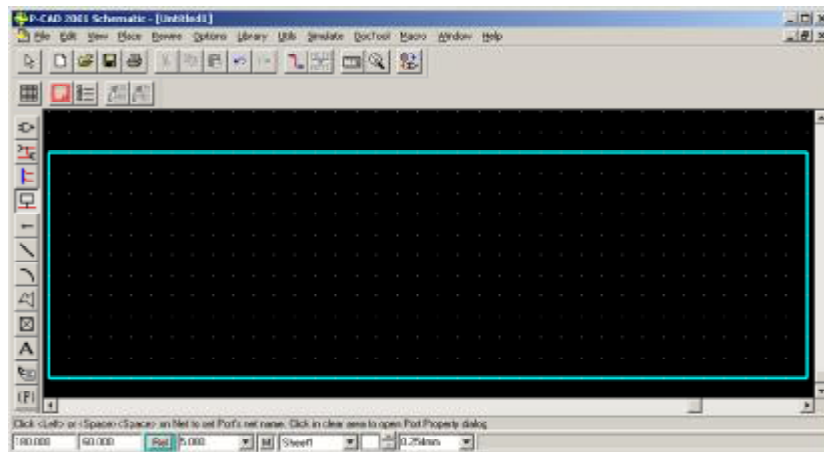


Рисунок 6.6. Зовнішня рамка основного надпису

Аналогічно промальовується решта ліній, головне не забувати перемикає товщину лінії і при необхідності міняти крок сітки (рисунок 6.7).

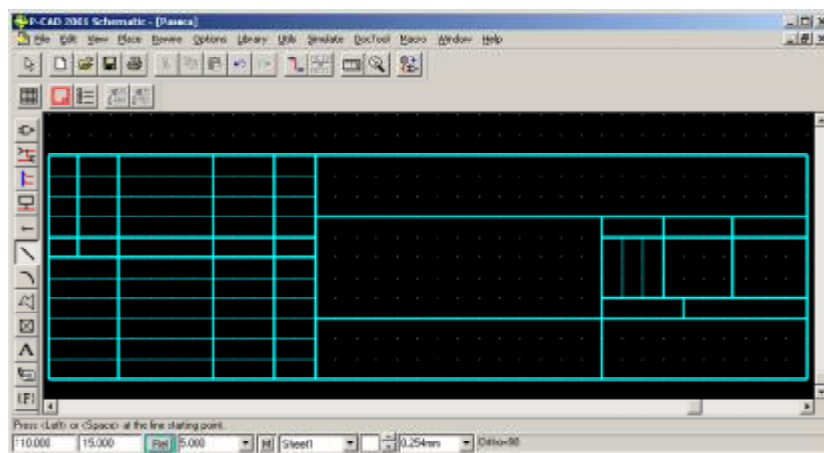


Рисунок 6.7. Графіка кутового штампа креслення

СТВОРЕННЯ ТЕКСТОВИХ НАПИСІВ

Відповідно до діючих правил в штампі креслення повинні бути присутні текстові написи, які вказують призначення окремих граф.


Введення тексту виконується за допомогою команди **Place/Text** (аналог кнопка **A** на лівій інструментальній панелі). Клацанням миші потрібно вказати нижній лівий кут напису і в вікні (Place Text) ввести потрібний текст, і

натискувати кнопку **Place**. Для правильного розміщення тексту слід пам'ятати про наступне:

- крок сітки максимум 0,5 мм;
- вирівнювання (Justification), як на рисунку 6.8;
- Шрифт – GOST type B, зображення – курсив, розмір – 3,5 мм або 10 пп.



Рисунок 6.8. Встановлення параметрів тексту

Слід пам'ятати, що текст можна копіювати, редагувати і переміщати. Для отримання доступу до цих команд необхідно перейти в режим вибору натисненням клавіші **S** (аналог кнопка  на верхній інструментальній панелі). Результат заповнених текстових написів див. на рисунку 2.9.

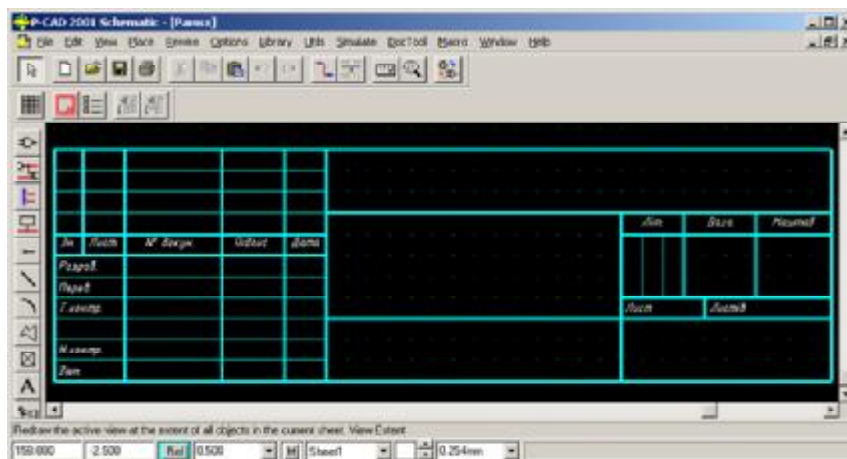


Рисунок 6.9. Штмп з текстовими надписами

ПОЛЯ І РОБОТА З НИМИ

В системі P-CAD введено поняття поля – текстового об'єкту, пов'язаного з проектом, значення якого може бути встановлено вручну або автоматично і винесено на схему або креслення печатної плати. Поля зручно використовувати для оформлення основних написів креслень при створенні форматок. Список полів проекту можна проглянути, доповнити або змінити їх значення, використовуючи команду **File/Design Info**.

Список полів, визначених в системі P-CAD за умовчанням і їх можливе використання при оформленні креслень приведені в таблиці 6.2. В цій таблиці напівжирним шрифтом виділені назви полів, які можуть бути використані для оформлення креслень за українськими стандартами.

Таблиця 6.2. Системні поля

Назва	
Approved	Схвалив (можна помістити в графу <i>Затв.</i>)
Author	Автор (можна помістити в графу <i>Розроб.</i>)
Checked	Перевірів (можна помістити в графу <i>Перев.</i>)
Company Name	Назва компанії
Current Date	Поточна дата.
Current Time	Поточний час.
Date	Дата
Drawing Number	Номер креслення (<i>Децимальний номер</i>)
Drawn	Креслив
Engineer	Інженер (можна помістити в графу <i>Т.контр.</i>)
Filename	Ім'я файлу
Modified Date	Дата зміни
Note	Замітки
Number Sheets	Кількість листів (помістити в графу <i>Листів</i>)
Revision	Версія
Revision Note	Замітки до версії
Sheet Name	Ім'я листа
Sheet Number	Номер листа (помістити в графу <i>Лист</i>)
Time	Час
Title	Назва проекту

Оскільки не всі графи основного напису креслення закриваються системними полями можна розширити список полів. В основному меню вибравши команду **File/Design Info**, у вікні, що з'явилося, вибравши закладку *Field* і натискаючи кнопку **Add**. Потім на панелі **Field Properties** (рисунок 6.10) у вікні *Name* потрібно надрукувати **Н. Конт.**, а вікно *Value* залишити порожнім. Аналогічним чином можна ввести в проект будь-яку кількість додаткових полів.

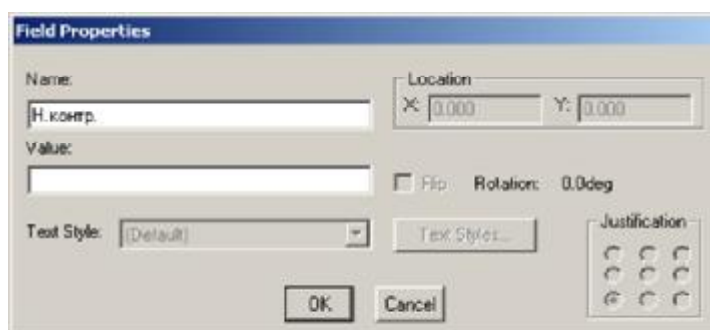


Рисунок 6.10. Задання імені нового поля

Для розміщення полів в штампі креслення слід вибрати в основному меню команду **Place/Field** (аналог кнопка **{F}** на верхній інструментальній панелі), клацанням миші вказати нижній лівий кут поля і у вікні **Place Field**, що з'явилося, вибрати із списку назву потрібного поля, наприклад, «Author». Вся решта полів розміщується, як показано на рисунку 6.11. Якщо значення поля (*Value*) не порожнє, то відобразатиметься воно, в іншому випадку з'явитися назва поля у фігурних дужках, наприклад **{DATE}**. Після розташування поля можлива зміна його властивостей, таких як вирівнювання (*Justification*) і стиль тексту, для цього просто виконаєте подвійне клацання лівою кнопкою миші.

					{Drawing Number}			
Зм.	Лист	№ докум.	Відом.	Дата	{Title}	Лист	Знач.	Назва
Розроб.	{Author}			{Date}				
Перев.	{Checked By}							
Листов.	{Listened}					Лист 1	Листов 1	
Назнач.	{Assigned}							
Зам.	{Approved By}							

Рисунок 6.11. Розміщення полів в комірках основного напису

Залишилося накреслити межі креслення і рамку для верхнього десятичного номера і зберегти форматку (рисунок 6.12).

					{Drawing Number}			
Зм.	Лист	№ докум.	Відом.	Дата	{Title}	Лист	Знач.	Назва
Розроб.	{Author}			{Date}				
Перев.	{Checked By}							
Листов.	{Listened}					Лист 1	Листов 1	
Назнач.	{Assigned}							
Зам.	{Approved By}							

Рисунок 6.12. Рамка та основний надпис (форма 1) формату А4

ПІДКЛЮЧЕННЯ ФОРМАТКИ КРЕСЛЕННЯ ДО ПРОЕКТУ

За умовчанням файл запишеться з розширенням "SCH", тоді як файли форматок повинні мати розширення "TTL" (від слова Title). Достатньо просто змінити розширення файлу.

Тепер створюємо новий проект. Активізувати команду **Option/Configure** і в рамці *Title Sheets* панелі **Option Configure** натискувати кнопку **Edit Title Sheets**. На панелі (рисунок 6.13) **Options Sheets**, що з'явилася, в закладці *Title* натиснути кнопку **Select**.

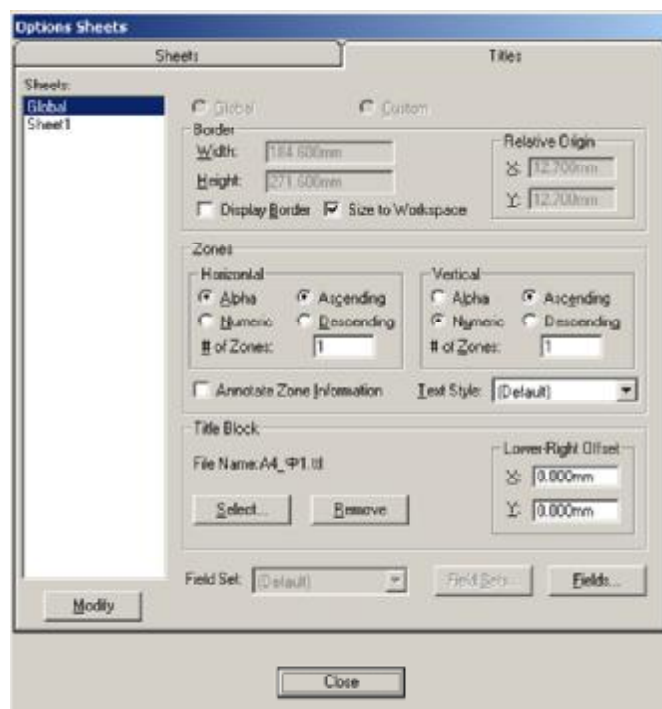


Рисунок 6.13. Панель Options Sheets

За допомогою стандартного діалогу Windows знаходимо і відкриваємо на диску файл *.ttl, створений раніше. На панелі **Options Sheets** (рисунок 6.13) натискаєте спочатку кнопку **Modify**, а потім кнопку **Close**. Закрийте панель **Option Configure**. На робочому полі повинна з'явитися форматка креслення.

Для завершення штампу необхідно заповнити всі значення полів, що використовуються, і відредагувати формат і зображення деяких полів (для цього можливо доведеться створити нові стилі тексту) (рисунок 6.14). Для цього потрібно вибрати в основному меню команду **File/Design Info** і відкрити закладку **Field** панелі **Design Info**.

					ЧДТУ.000003.012			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стереопідсилювач			
Разраб.	Рудяков			12.07				
Пров.	Мельник							
Т.контр.	Метеля							
Н.контр.	Колесніков							
Утв.	Акіншин							

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета – на прикладі створення кутових штампів і форматок креслень вивчити прийоми роботи з лініями, текстами і полями.

ЗАВДАННЯ

1. Вивчити теоретичні відомості до лабораторної роботи;
2. Створити форматку – *форма 1* з текстовими написами і полями відповідно до варіанту (таблиця 6.3). Збережіть файл з ім'ям *Прізвище_Ф1.ttl*;
3. Створити форматку – *форма 2а* з текстовими написами і полями відповідно до варіанту (таблиця 6.3). Збережіть файл з ім'ям *Прізвище_Ф2а.ttl*;
4. Вставити форматку в новий проект, заповнити поля і результат показати викладачу;
5. Підготувати звіт по лабораторній роботі (додаток В).
- 6.

Таблиця 6.3. Варіанти завдань для створення форматок

Найменування	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Workspace size	210×297	420×297	297×420	594×420	420×594	841×594	594×841	1189×841	841×1189	210×297
Початок координат	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Позначення виробів і конструкторських документів;
2. Які існують формати і основні написи на кресленнях?
3. На яких кресленнях креслиться форма 2а?
4. За допомогою якої команди викреслюються лінії?

5. Для чого потрібно встановлювати відносну сітку і виставляти початок координат?
6. Яких два основні типи ліній вбудовано в P-CAD?
7. Напишіть послідовність команд для викреслювання квадрата із стороною 20 і центром в крапці з координатами (50,80)?
8. Як вставити текст і які операції над ним можна проводити?
9. Що таке поле, де зручно застосовувати поля?
10. Що таке форматка і як її підключити?
11. Яке розширення має форматка?

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Завдання;
3. Короткі теоретичні відомості;
4. Результати виконання лабораторної роботи;
5. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лопаткин А.В. Проектирование печатных плат в системе P-CAD. Учебное пособие для практических занятий. – БХВ-Петербург, 2006. – 555 стр.;
2. Уваров А.С. P-CAD. Проектирование и конструирование электронных устройств. Издат.:Диалог-МИФИ, 2004.-760 стр.
3. Стешенко В.Б. P-CAD. Технология проектирования печатных плат.– БХВ-Петербург, 2003. – 350 стр.

РОЗДІЛ 7

СТВОРЕННЯ КОМПОНЕНТІВ

Умовне графічне зображення (УГО) є засобом передачі інформації про функцію і будівлю схем. За допомогою УГО передається інформація про функціональні властивості елементів і пристроїв.

Для забезпечення однаковості УГО, а також для простоти їхньої побудови варто застосовувати основні фігури (рисунок 7.1). Під основною фігурою розуміється така геометрична форма, що за допомогою допоміжних елементів уможлиблює визначення пропорцій графічних символів і являє собою сітку ліній, що містить прості геометричні елементи. Прості геометричні елементи основної фігури – квадрати, окружності, трикутники, прямі лінії – повинні бути зв'язані між собою не тільки геометрично, але і математичними співвідношеннями.

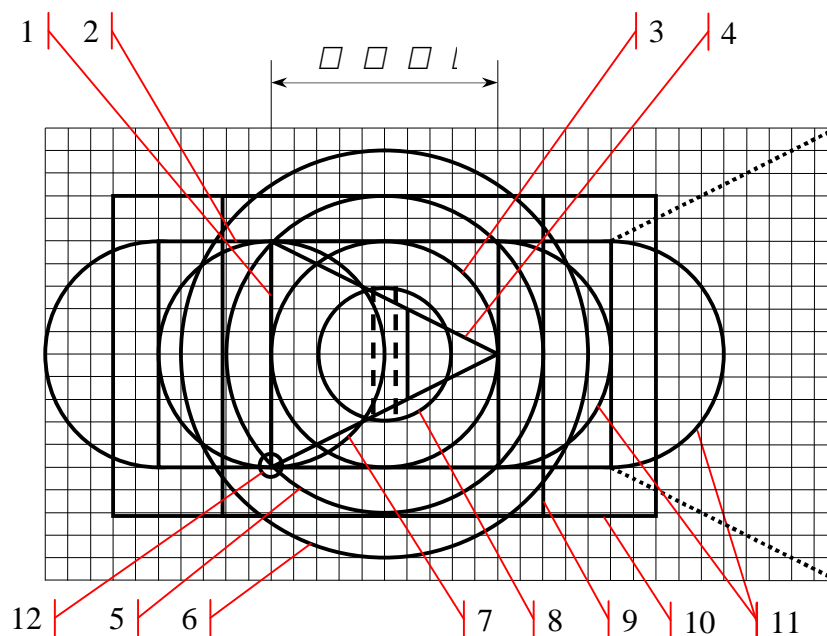


Рисунок 7.1. Основна фігура В:

1 – основний квадрат з довгої сторони, прийнятої за модуль; 2 – основний прямокутник з довгої сторони, 1×2 модулі; 3 – основна окружність діаметром, рівним модулю; 4 – рівнобедрений трикутник, з підставою і висотою рівним модулю; 5 – описана окружність діаметром, рівним 1,4 модулі; 6 – додаткова окружність діаметром, рівним 1,8 модуля; 7 – додаткова окружність діаметром, рівним модулю; 8 – додаткова окружність діаметром, рівним 0,6 модуля; 9 – додатковий квадрат з довгої сторони, рівної 1,4 модулі; 10 – додатковий прямокутник з довгої сторін, рівної 1,4×2,4 модулі; 11 додаткові півкола для створення овальних форм; 12 – точка початку координат

Таблиця 7.1. Ряд розмірів модулів основної фігури

5	7	10	14	20	28	40
---	---	----	----	----	----	----

Для виконання УГО, як правило, застосовують лінії однієї товщини. Товщина лінії УГО і розмір напису, що входять до складу позначення, встановлюється в залежності від модуля основної фігури. Товщину лінії вибирають з ряду 1/28, 1/20, 1/14 модуля основної фігури відповідно до таблиці 7.2.

Таблиця 7.2. Співвідношення модуля основної фігури з товщиною лінії

Модуль, мм	Відношення товщини до модуля	Товщина лінії, мм
5	1/20	0,25
7		0,35
10		
14	1/28	0,50
20		0,70

При розробці УГО для схем електричних принципів використовується **основна фігура В**. Якщо при розробці УГО недостатньо простих геометричних елементів основної фігури, виконаних суцільною лінією, використовують додаткові елементи, виконані пунктирною лінією усередині чи поза основним квадратом. Вона застосовується, наприклад, для позначення конденсатора, п'єзоелектричного елемента, гучномовця, кінескопа і т.д. Модуль **основного квадрата фігури В** складає 10 частин. Розмір модуля в міліметрах вибирають з ряду, приведенного в таблиці 7.1.

Варто пам'ятати, що для кожного елемента повинне бути відповідне УГО і контактна площадка, так у системі P-CAD бібліотеки компонентів є інтегрованими, тобто в одній бібліотеці міститься УГО, що міститься на схему (символ), графіка корпусу, що міститься на друковану плату і текстовий опис упакування символу (чи набору символів) у корпус. Слід зазначити, що не всі бібліотечні компоненти мають усі три складові, наприклад, символ «землі» не має корпусу, оскільки використовується тільки в електричній схемі. Створення компонента зручно розділити на три стадії, для яких використовуються різні інструменти:

- створення УГО (символу) для електричної схеми;
- створення графіки посадкового місця і корпусу;
- упакування компонента в корпус і розміщення його в бібліотеці.

Для створення символу і корпусу зручно використовувати спеціалізовані програми: редактор символів (**Symbol Editor**) і редактор корпусів (**Pattern Editor**). Для створення власне компонента і ведення бібліотек використовується програма диспетчер бібліотек (**Library Executive**). Не буде перебільшенням сказати, що сукупність **Symbol Editor, Pattern Editor і Library Executive** утворить самодостатню Бібліотечну Операційну Систему (БОС).

У програмі **Library Executive** існує можливість об'єднання бібліотек системи в групи, що істотно полегшує роботу з ними. Для цього використовується спеціальне вікно **Source Browser**. Це вікно з'являється автоматично при запуску БОС чи по команді **View/Source Browser**. Після установки системи в списку *Sources* є присутнім всего одна група –

DEFAULT_LIBRARY_SET – група за замовчуванням. Її неможливо видалити чи перейменувати.



а) додавання нової групи

б) додавання бібліотек у групу

Рисунок 7.2. Вікно Source Browser

Спочатку у вікні **Source Browser** можна тільки створювати нові чи групи додати бібліотеки до групи – DEFAULT_LIBRARY_SET рисунок 7.2.

Бібліотеки з елементами для проекту умовно не існує, тому першим етапом, потрібно створити бібліотеку компонентів, де будуть зберігатися всі елементи проекту; для цього з меню програми **Library Executive** виконується команда **Library/New**, і у вікні, що відкрилося, указується місце розташування й ім'я нової бібліотеки.


СТВОРЕННЯ СИМВОЛУ КОМПОНЕНТА

Для створення і редагування символів у P-CAD створений спеціальний редактор символів Symbol Editor, що викликається з меню програми **Library Executive** командами **Symbol/New** для створення нового чи символу **Symbol/Open** для редагування існуючого.

По суті, Редактор символів є спрощеним схемним редактором, тому його налаштування не повинне викликати утруднення, тому коротко перелічимо основні моменти, які потрібно виконати обов'язково:

- установити метричну систему виміру (**Options/Configure**);
- вибрати формат робочої зони – A4 (**Options/Configure**);
- додати чотири кроки сітки (**Options/Grids**):
 - 0.25;
 - 0.5;
 - 1.0;
 - 2.5;
 - 5.0;
- додати стилі тексту, що підтримують кирилицю (**Options/Text Style**).

Розглянемо роботу зі створенню компонентів із самого розповсюдженого елемента резистора з потужністю розсіювання 0,25 Вт:

2. У меню **Place** виберіть команду **Pin** (аналог - кнопка ) і клацніть лівою кнопкою миші на робочому полі. У вікні, що з'явився, **Place Pin** (рисунок 7.3) у рамці

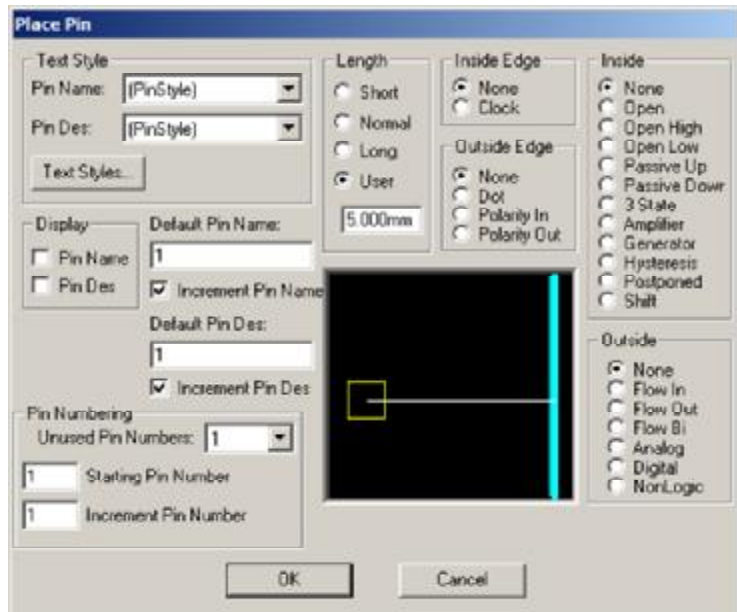



Рисунок 7.3. Встановлення параметрів

- Length* установите прапорець *User* і задайте довжину виводу рівної 5 мм, як показано на рисунку 3.3. У рамці *Display* скиньте обидва прапорці, оскільки ні ім'я виводу (*Pin Name*), ні його позиційне позначення (*Pin Des*) не потрібні в даному випадку. У вікні **Default Pin Name** (ім'я виводу за замовчуванням) і вікні **Default Pin Des** поставте по одиниці і натисніть кнопку ОК. Натисніть ліву кнопку миші і не відпускаючи лівої кнопки миші, переміщайте вивід до середини лівої сторони прямокутника і відпустите кнопку;
3. Натисніть ліву кнопку миші і не відпускаючи лівої кнопки миші, переміщайте вивід до правої сторони прямокутника (при цьому можна керувати обертанням висновку за допомогою кнопок ***R*** і ***F***) і відпустите кнопку (рисунк 7.5, б);
4. Якщо ви усе проробили правильно то контакти будуть автоматично пронумеровані від 1 до 2. У противному випадку активізуйте команду **Utils/Renumber**. На панелі **Utils Renumber** у рамці *Type* установите прапорець *Pin Number* і натисніть кнопку ОК. Послідовно в потрібному порядку прокладайте лівою кнопкою миші на контактах, так щоб вони змінювали колір;

Обов'язковим атрибутом для будь-якого символу (навіть символу «землі») з погляду системи є позиційне позначення (Ref Des). Для резистора з числа системних атрибутів, крім того, потрібно задати номінал (Value) і тип (Type). Ці параметри не завжди відображаються на схемах, але можуть бути використані для створення переліків елементів.

5. У меню виберіть команду **Place/Attribute** (аналог кнопка ). На панелі **Place Attribute** (рисунк 7.4) у вікні *Attribute Category* вибирається категорія *Component*, що б обмежити список, що переглядається. У вікні *Name* вибираємо *RefDes*, клацаючи по ньому лівою кнопкою миші. Інші

параметри встановлюємо як на рисунку 7.4. Аналогічно додаємо *Type* і *Value* (бажано, щоб ці параметри не були видні на кресленні. Для цього переходимо в режим редагування, два рази клацаємо на потрібному параметрі і з пункту *Visible* забираємо галочку);

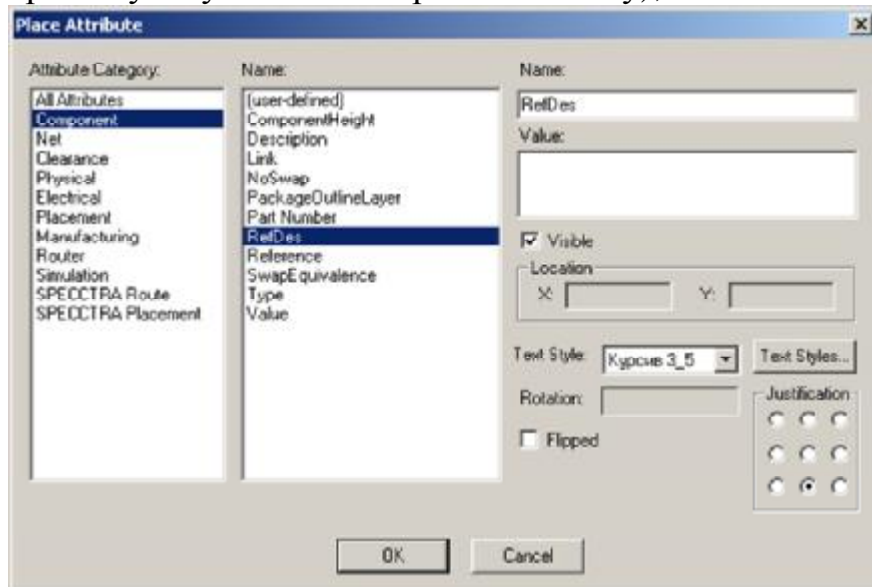


Рисунок 7.4. Вибір атрибутів і встановлення їхніх параметрів

Останнім обов'язковим елементом є точка прив'язки, за яку елемент буде перетаскуватися на схемі і яка завжди попадає у вузол сітки. Розміщується вона, як правило, в одному з виводів.

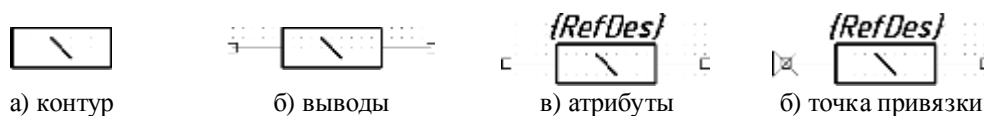



Рисунок 7.5. Построение УГО резистора с рассеиваемой мощностью 0,25 Вт

6. Активізуйте в меню команду **Place/Ref Point** (чи натисніть на кнопку ).
- Клацніть лівою кнопкою миші по закінченню лівого виводу;

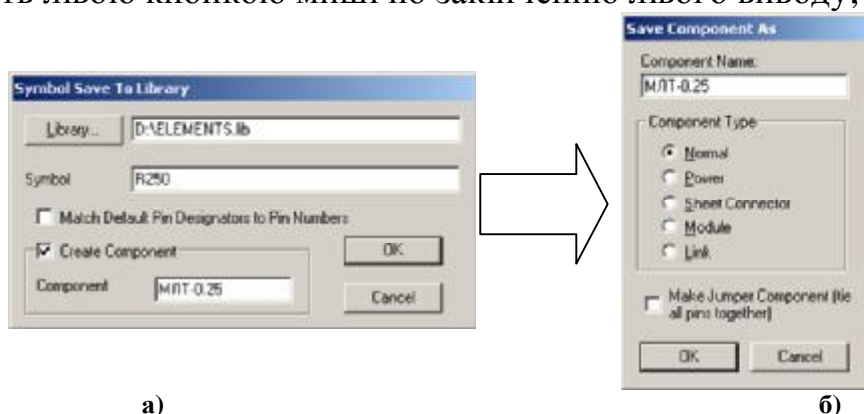


Рисунок 7.6. Створення збереження компонента в бібліотеці

Заключним етапом є приміщення створеного символу в одну з бібліотек. Активізуйте в меню команду **Symbol/Save As**. На панелі **Symbol Save To Library** у вікні введення *Symbol* наберіть назву УГО (наприклад R250). Установите прапорець *Create Component*, що дозволяє створення компонента

(не тільки символу) у бібліотеці і назва компонента (наприклад МЛТ-0.25). У вікні *Library* якості бібліотеки для розміщення виберіть *Свою бібліотеку* (рисунок 7.6, а).

Таблиця 3.3. Типи компонентів

Назва	Використання
Normal	Найбільш загальний тип компонента. Це, наприклад, діоди і резистори. Цей тип компонентів відображається в списку ланцюгів і звіті про компоненти.
Power	Спеціальний тип компонента, використовуваний тільки в схемах як інструмент підключення до джерела харчування. Цей компонент не відображається в списку ланцюгів і переліку компонентів. Ланцюг, до якого він підключений автоматично одержує його ім'я, наприклад, GND, +5V, VCC і т.д.
Sheet Connector	Компонент для вказівки перехресних посилань на схемах. Цей тип компонента використовується, щоб указати на яких сторінках (чи в яких зонах креслення) є продовження ланцюга. Не відображається в списку чи ланцюгів переліку компонентів.
Module	Використовується в ієрархічних проектах для вказівки зв'язків з іншими чи компонентами модулями, щоб представити інший лист електричної схеми в проекті (еквівалентну схему) у виді «чорної шухляди».
Link	Використовується в ієрархічних проектах на листі еквівалентної схеми, для збереження зв'язку між модулем і його еквівалентною схемою

СТВОРЕННЯ КОРПУСА КОМПОНЕНТА

Для створення корпусу (посадкового місця) компонента зручно використовувати спеціальний *Редактор корпусів* (Pattern Editor), що має додаткові інструменти, які полегшують роботу. Для запуску редактора в меню програми **Library Executive** активізуйте команду **Pattern/New**. За замовчуванням завантажується *Майстер*, їм зручно користатися для створення посадкового місця під мікросхему.

Попередньо потрібно підготувати монтажні контактні площадки, для цього потрібно активізувати команду **Options/Pad Style**. У вікні, що відкрилося, натиснути кнопку *Copy*, потім дивлячись на рисунок 7.7 створити нові стилі контактних площадок.

Розміри і конфігурацію кріпильних, конструктивно технологічних отворів варто вибирати за ГОСТ 11284-75 «Отвори наскрізні під кріпильні деталі». Діаметри монтажних і перехідних металізованих і неметалізованих отворів приведені в таблиці 3.4.

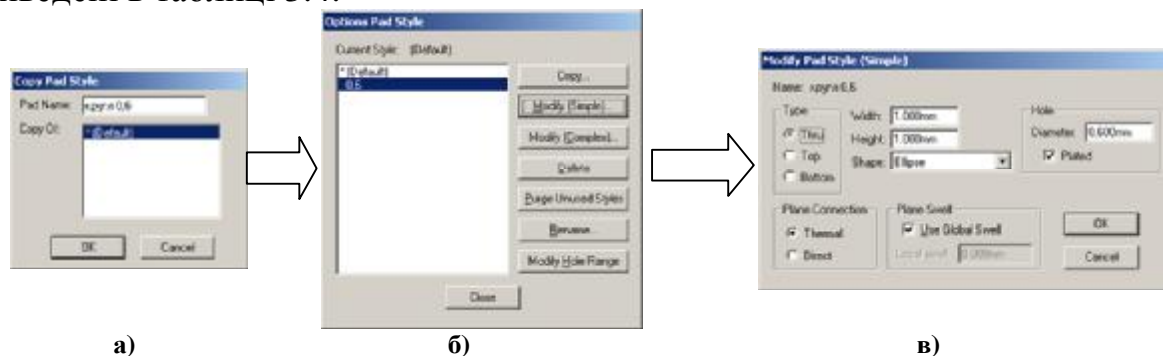


Рисунок 7.7. Створення нового стилю контактної площадки

Допускається за ГОСТ 10317-79 «Плати друковані. Основні розміри» використання діаметрів монтажних перехідних і неметалізованих отворів з

ряду: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 2; 2,1; 2,2; 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8; 3 мм.

Етапи створення місця посадки під елемент аналогічні створенню символу компонента (єдина відмінність, що все креслення потрібно виконувати в шарі Top Silk):

1. Налогоджується редактор, так само як і редактор печатних плат (див. л.р. №2);
2. Прорисовується габаритний розмір корпусу;
3. Проставляються отвори під виводи елемента;
4. Проставляються атрибути місця посадки (Ref Des, Value, Type);
5. Указується точка прив'язки (рисунок 7.8);
6. Зберігається місце посадки елемента у своїй бібліотеці (без створення компонента).



Рисунок 7.8. Посадкове місце резистора МЛТ із потужністю, що розсіюється, 0,25 Вт

Докладніше розглянемо створення корпусу типу DIP за допомогою майстра:

1. У меню активізуйте команду **Pattern/Pattern Wizard** (аналог кнопка).
2. У вікні Майстра (рисунок 7.9) зі списку, що *розкривається*, *Pattern Type* виберіть тип корпуса DIP.
3. У вікні *Number of Pads Down* укажіть загальну кількість виводів у корпусі – 14;
4. У вікні *Pad to Pad Spacing (On Center)* укажіть відстань між центрами сусідніх контактних площадок – 2,5 мм;
5. У вікні *Pattern Width* укажіть відстань між центрами контактних площадок з різних сторін корпусу – 7,5 мм;
6. У вікні *Pad 1 Position* укажіть номер першого (ключового) виводу, а у вікні *Pad Style (Pad 1)* виберіть стиль контактної площадки для нього. Як правило, у корпусів зі штирьовими виводами контактна площадка для першого виводу робиться квадратною;

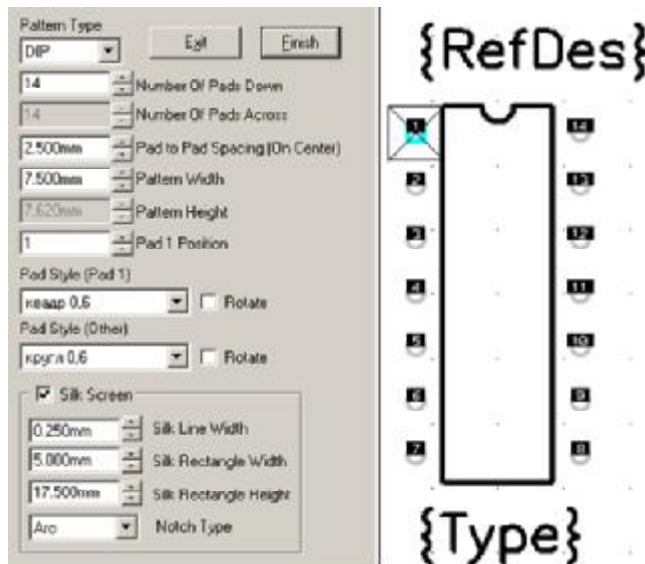


Рисунок 7.9. Створення корпусу за допомогою Майстра

7. У вікні *Pad Style (Others)* виберіть стиль контактних площадок для інших виводів. У даному випадку це круглі контактні площадки.
8. У групі *Silk Screen* установлюються параметри графіки корпусу:
 - a. *Silk Line Width* – ширина ліній, використовуваних для малювання;
 - b. *Silk Rectangle Width* – ширина прямокутника, що зображує корпус (між центрами ліній);
 - c. *Silk Rectangle Height* – висота прямокутника, що зображує корпус (між центрами ліній);
 - d. *Notch Type* – тип мітки. Для корпусів із дворядним розташуванням висновків можливі наступні типи міток, що визначають положення першого виводу – *None* (немає мітки), *Arc* (дуга), *Square* (квадрат) і *Triangle* (трикутник).
9. Установивши всі параметри, як показано на рисунку 3.9, натисніть кнопку **Finish** для завершення роботи Майстра;
10. Залишилося тільки зберегти корпус, наприклад з ім'ям DIP14.

СТВОРЕННЯ КОМПОНЕНТА В LIBRARY EXECUTIVE

Після створення символу і корпусу, необхідно об'єднати всі складові частини в єдине ціле – компонент. Для цієї мети використовується менеджер бібліотек чи Операційна бібліотечна система. Використовуючи створений на попередніх етапах корпус і символ, створимо новий бібліотечний компонент – резистор МЛТ 0,25.

Коли зберігали УГО резистора, ми вже створили компонент. Тепер його тільки потрібно відредагувати. Клацніть лівою кнопкою миші на позначці «+», розташованій ліворуч від імені вашої бібліотеки в **Library Executive**. І відкрийте також усі розділи.

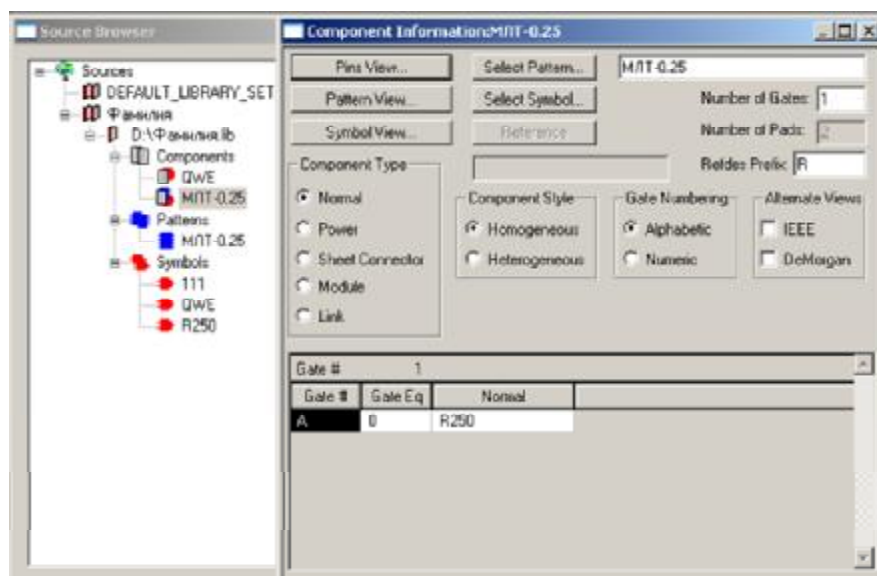






Рисунок 7.10. Вікно з інформацією про компонент

Зверніть увагу, що перед кожним елементом бібліотеки стоїть відповідний знак, що дозволяє зрозуміти його приналежність. Для символів

(*Symbols*) це знак , для корпусів (*Patterns*)- . Для компонентів використовується два знаки: знак , якщо компонент не упакований у корпус і знак  для компонентів, що мають корпуси.

Виберете компонент і активізуєте команду **View/Component Info**. З'явиться головне вікно з інформацією про компонент (рисунок 7.10). Натисніть у цьому вікні кнопку **Select Pattern**, щоб вибрати корпус для компонента. У вікні, що з'явилося, **Library Browse** (рисунок 7.11) виберіть зі списку потрібний корпус для компонента. У даному випадку – це створений у попередньому підрозділі корпус резистора.

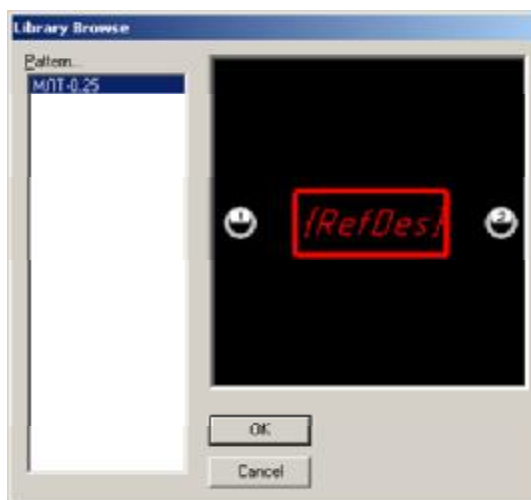


Рисунок 7.11. Вибір корпусу

У вікні *Refdes Prefix* (рисунок 7.10) укажіть префікс для позиційного позначення компонента на схемі і платі. Для резисторів це **R** (таблиця 7.4).

Таблиця 7.4. Буквенні коди видів елементів

Основне позначення	Найменування елемента	Додаткове позначення	Найменування пристрою
A	Пристрій	AA	Регулятор струму
		AK	Блок реле
		AKB	Електронний пристрій
		BA	Гучномовці
		BF	Телефон
B	Перетворювачі	BK	Датчик тепловий
		BL	Фотоелемент
		BM	Мікрофон
		BS	Звукознімач
З	Конденсатори	CB	Батарея конденсаторів силова
		CG	Блок конденсаторів зарядний
D	Мікросхеми, мікрозборки	DA	Інтегральна схема аналогова
		DD	Інтегральна схема цифрова
E	Елементи різні	EK	Теплоелектронагрівач
		EL	Лампа освітлювальна
F	Розрядники, запобіжники, пристрої захисні	FA	Дискретний елемент захисту по струму миттєвої дії
		FR	Те ж миттєвої дії
		FP	Те ж інерційної дії
		FU	Запобіжник плавкий
		FV	Розрядник
G	Генератори, джерела живлення	GB	Батарея акумуляторна
		GC	Синхронний компенсатор
		GE	Збудник генератора
H	Пристрої індикаційні і сигнальні	HA	Прилад звукової сигналізації
		HG	Індикатор
		HL	Прилад світлової сигналізації
		HLA	Табло сигнальне
		HLG	Лампа сигнальна із зеленою лінзою
		HLR	Лампа сигнальна з червоною лінзою

Основне позначення	Найменування елемента	Додаткове позначення	Найменування пристрою
ДО	Реле, контактори, пускачі	HLW	Лампа сигнальна з білою лінзою
		HV	Індикатори іонні і напівпровідникові
		HO	Реле струмове
		KH	Реле вказівне
		KK	Реле електротеплове
		KM	Контактор, магнітний пускач
		KT	Реле часу
		KV	Реле напруги
		KCC	Реле команди включення
L	Дроселі, катушки індуктивності	KCT	Реле команди відключення
		KL	Реле проміжне
		LL	Дросель люмінесцентного освітлення
		MA	Електродвигуни
		PA	Амперметр
		PC	Лічильник імпульсів
		PF	Частотомір
		PI	Лічильник активної енергії
		PK	Лічильник реактивної енергії
M	Двигуни	PR	Омметр
		PT	Вимірник часу дії, годинник
		PV	Вольтметр
		PW	Ватметр
		Q	Вимикачі і роз'єднувачі
		QF	Вимикач автоматичний
		RK	Терморезистор
		RP	Потенціометр
		RS	Шунт вимірювальний
P	Прилади вимірювальні	RU	Варістор
		RR	Реостат
		SA	Вимикач і перемикач
		SB	Вимикач кнопковий
		SF	Вимикач автоматичний
		TA	Трансформатор струму
		TV	Трансформатор напруги
		UB	Модулятор
		UR	Демодулятор
Q	Вимикачі і роз'єднувачі	UG	Блок живлення
		UF	Перетворювач частоти
		VD	Діод, стабілітрон
		VL	Прилад електровакуумний
		VT	Транзистор
		VS	Тиристор
		XA	Токос'ємник
		X3	Штир
		XS	Кубло
R	Резистори	XW	З'єднувач височастотний
		YA	Електромагніт
		YAB	Замок електромагнітний
S	Прилади полупровідні, вакуумні		
T	З'єднувачі контактні		
U	Перетворювачі		
V	Прилади комутації в ланцюгах управління і сигналізації		
X	Трансформатори, автотрансформат.		
Y	Перетворювачі частоти		

Для складних мікросхем допустимо розбиття на секції для цього у вікні *Number Gates* вкажіть кількість секцій в компоненті. Після чого натискуйте кнопку **Pins View** для введення інформації об цекольовці корпуси і властивостях секцій і висновків. Відредагуйте таблицю, наприклад для мікросхеми **155ЛА3** таблиця виглядатиме як на рисунку 3.12.

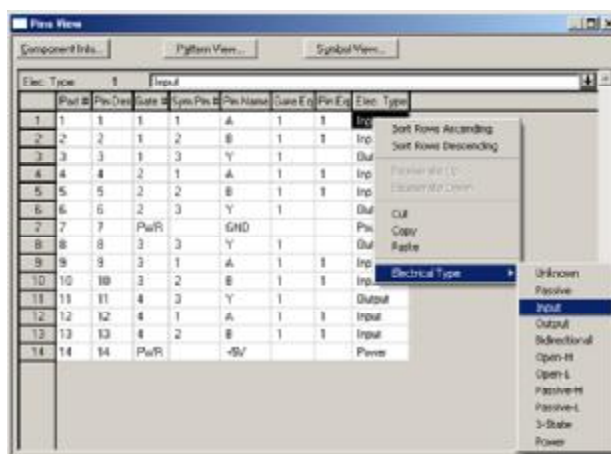


Рисунок 7.12. Таблиця з інформацією о різноманітності компонентів

В першому стовпці цієї таблиці **Pads#** розташовуються номери контактних площадок, в другому – **Pin Des** – вказівники виводів. Ця інформація переноситься автоматично з даних корпусу. В третьому стовпці – **GATE #** – указується номер секції, до якої відноситься вивід. В стовпці **Sym Pin #** указуються номери виводів символу для кожної секції, а в стовпці **Sym Name** – їх імена. Ця інформація заноситься при створенні символу. В стовпці **Gate Eq** указується код еквівалентності секції. Оскільки в даному компоненті всі секції однакові, всі вони мають однаковий код рівний одиниці. В стовпці **Pin Eq** указується код еквівалентності виводів усередині секції. В даному випадку кожна секція має два еквівалентні входи. Для вказівки типу виводу в стовпці **Elec. Type** (електричний тип) клацніть в потрібній графі цього стовпця правою кнопкою миші і виберіть в спливаючому меню пункт *Electrical Type*, що містить список типів виводів. Тут можливі наступні варіанти:

- Unknown – невідомий тип виводів;
- Passive – вивід пасивного компоненту;
- Input – вхідний вивід;
- Output – вихідний вивід;
- Bidirectional – двонаправлений вивід (вхід і вихід);
- Open-H – вивід секції з відкритим емітером;
- Open-L – вивід секції з відкритим колектором;
- Passive-H – вивід пасивного компоненту з високим рівнем;
- Passive-L – вивід пасивного компоненту з низьким рівнем;
- 3-State – вивід логічних мікросхем з трьома можливими станами: низький рівень, високий рівень і високоімпедансний стан;
- Power – вивід живлення. Підключається до джерела живлення або «землі».

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета – створення і ведення бібліотек елементів, як важливого етапу впровадження й освоєння системи P-CAD. Освоєння основ роботи з трьома прикладними програмами створення компонента: Library Executive (диспетчер бібліотек), Symbol Editor (редактор символів) і Pattern Editor (редактор корпусів).

ЗАВДАННЯ

1. Вивчити теоретичні відомості до лабораторної роботи;
2. В диспетчері бібліотек (**Library Executive**) створити групу під своїм *Прізвищем*;
3. В групі Прізвище підключити, заздалегідь створивши, бібліотеку з ім'ям *Фамилия.lib*;
4. Налаштувати редактора символів;
5. Створити УГО елементів згідно варіанту і зберегти його в бібліотеці *Фамилия.lib* (таблиця 7.5, додатки Г-Е);
6. Налаштувати редактора корпусів;
7. Створити корпуси для елементів згідно варіанту і зберегти його в бібліотеці *Прізвище.lib* (таблиця 7.5, додатки Г-Е);
8. За допомогою диспетчера бібліотек (Library Executive) створити компоненти в бібліотеці *Прізвище.lib* (таблиця 7.5, додатки Г-Е);
9. Підготувати звіт по лабораторній роботі (додаток Ж).

Таблиця 7.5. Порядкові номери компонентів для виконання лабораторної роботи згідно варіанту

	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Порядкові номери елементів	2	1	3	1	1	8	1	17	15	1
	10	18	7	8	5	9	19	20	20	4
	12	22	11	15	13	16	39	25	21	6
	20	23	18	20	17	17	40	26	22	14
	21	24	20	37	20	27	44	43	23	15
	28	25	21	48	41	42	47	47	32	19
	31	31	22	50	43	43	49	52	47	20
	45	33	25	59	47	47	50	54	50	34
	46	47	29	63	50	48	59	58	51	38
	47	48	30		59	55	62	59	52	47
	50	50	35		63	59		63	57	48
	53	56	36			62			59	52
	58	59	47			63				54
	59		50							59
	61		58							62
	63		59							63
			61							
			63							

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Функції і призначення умовно графічних позначень;
2. Що таке основна фігура і з чого вона складається?
3. Як залежить товщина лінії УГО від модуля основної фігури?
4. На які три основні стадії розбивається створення компоненту?
5. Які програми використовуються для створення компоненту, посадочного місця під корпус і символу?
6. Що таке БОС?
7. Як створити нову бібліотеку?
8. Що робить команда Place/Pin?
9. Як повернути елемент на кресленні?
10. Як перенумерувати контакти символу і корпусу?
11. Що таке атрибут і як він ставиться?
12. Як створити новий формат отвору?
13. Чим відрізняється створення символу від створення корпусу?
14. Що таке буквений код елемента схеми?
15. Як створюються мікросхеми складені з декількох секцій?
16. Назвіть основні типи виводів в системі P-CAD за електричними характеристиками.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Завдання;
3. Короткі теоретичні відомості;
4. Результати виконання лабораторної роботи;
5. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лопаткин А.В. Проектирование печатных плат в системе P-CAD. Учебное пособие для практических занятий. – БХВ-Петербург, 2006. – 555 стр.;
2. Уваров А.С. P-CAD. Проектирование и конструирование электронных устройств. Издат.:Диалог-МИФИ, 2004.-760 стр.
3. Стешенко В.Б. P-CAD. Технология проектирования печатных плат.– БХВ-Петербург, 2003. – 350 стр.
4. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 325 с.;
5. Масленников М.Ю., Соболев Е.А., Соколов Г.В. и др. Справочник разработчика и конструктора РЭА. Элементная база;
6. Мукосеев В.В., Сидоров И.Н., Маркировка и обозначение радиоэлементов. Системы цветовой и буквенно-цифровой маркировки отечественных и зарубежных радиоэлектронных элементов. Справочник. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 352 с.

РОЗДІЛ 8

ВВЕДЕННЯ СХЕМИ ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ

Принципова схема є найбільш повною електричною схемою виробу, на якій зображуються всі електричні елементи і пристрої, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих електричних процесів, усі зв'язки між ними, а також елементи підключення (роз'єми, зажими), якими закінчуються вхідні і вихідні ланцюги. На схемі можуть бути зображені сполучні і монтажні елементи, встановлювані у виробі по конструктивних розуміннях.

Електричні елементи на схемі зображують умовними графічними позначеннями, накреслення і розмір яких встановлені в стандартах ЕСКД (див. лабораторну роботу №3). Елементи, використовувані у виробі частково, допускається зображувати не цілком, а тільки використовувані частини.

До складу схеми, крім зображення, входять написи, що характеризують вхідні і вихідні ланцюги, позиційні позначення елементів і перелік елементів.

Усім зображеним на схемі елементам і пристроям привласнюються умовні буквено-цифрові позиційні позначення відповідно до ГОСТ 2.710-81.

Позиційні позначення елементам (пристроєм) привласнюють у межах виробу. Порядкові номери елементам (пристроєм) починаючи з одиниці, привласнюють у межах групи елементів (пристроїв) з однаковим буквеним позиційним позначенням однієї чи групи одного типу відповідно до послідовності їхнього розташування на схемі зверху вниз у напрямку ліворуч праворуч, наприклад $R1, R2, \dots, C1, C2 \dots$. Букви і цифри позиційного позначення виконують креслярським шрифтом одного розміру. Позиційні позначення проставляють на схемі поруч з умовними графічними позначеннями елементів і пристроїв із правої сторони чи над ними.

Позначення пристрою вказують зверху чи праворуч від зображення (рисунок 8.1, а). При рознесеному способі зображення позиційні позначення проставляють біля кожної складової частини (рисунок 8.1, б).

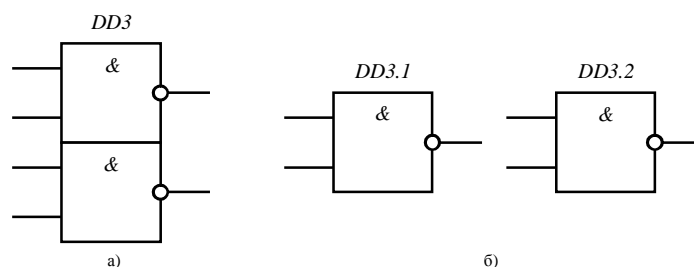


Рисунок 8.1.

Дані про елементи і пристрої, зображених на схемі виробу, записують у перелік елементів. Допускаються всі зведення про елементи поміщати поруч з їхнім зображенням на вільному полі схеми. Зв'язок між умовними графічними зображеннями і переліком елементів здійснюється через позиційні позначення.

Перелік поміщають на першому листі схеми чи виконують у виді самостійного документа на листі формату А4 з основним написом для текстових документів за формою 2 чи 2а ГОСТ 2.104-68. Перелік елементів оформляють у виді таблиці (рисунок 8.2) і заповнюють зверху вниз. У графах переліку вказують наступні дані:

Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітка

Рисунок 8.2.

- у графі «Поз. позначення» - позиційне позначення елемента, пристрою чи функціональної групи;
- у графі «Найменування» - найменування елемента (пристрою) відповідно до документа, на підставі якого він застосований, і позначення цього документа (основний конструкторський документ, державний стандарт, технічні умови); для функціональної групи – найменування;
- у графі «Кіл.» - кількість однакових елементів;
- у графі «Примітка» - технічні дані елемента (пристрою), що не містяться в його найменуванні.

При розміщенні переліку елементів на першому листі схеми його розташовують над основним написом на відстані не менш 12 мм від її. Продовження переліку поміщають ліворуч від основного напису, повторюючи голівку таблиці.

Перелік елементів записують у специфікацію після схеми, до якої він випущений.

На схемі зображують рознімання, клеми й інші елементи, який закінчуються вхідні і вихідні ланцюги, і вказують характеристики вхідних і вихідних ланцюгів виробу (величину напруги, силу струму, частоту і т.д.), а також параметри, що підлягають виміру на контрольних контактах, гніздах. При неможливості цих указівок рекомендується вказувати найменування ланцюгів чи контрольованих величин.

При виконанні принципової схеми на декількох аркушах повинні дотримуватися наступні вимоги:

- нумерація позиційних позначень елементів повинна бути наскрізний у межах виробу (установки);
- перелік елементів повинний бути загальним;
- при повторному зображенні окремих елементів на інших аркушах схеми варто зберігати позиційні позначення, привласнені їм на одному з аркушів схеми.

Поз. 003.01.1	Найменування	Кол.	Примітка					
	КОНДЕНСАТОРИ							
C1...C3,C7	КМ6А-Н50-10нФ±10%	4						
C4	К71-6-4 7нФ±10%	1						
C5	К71-6-36нФ±10%	1						
C6,C9,C11	КМ6А-Н50-10нФ±10%	3						
C8	КМ6А-Н50-100нФ±10%	1						
C10	КМ6А-Н50-4 7нФ±10%	1						
	МИКРОСХЕМИ							
DA1	КХА05В	1						
DA2	КУН03В	1						
	ИНДУКТИВНІСТЬ							
L1	6 0мкГД-1ТЗ0 0,8-діаметр=4	1						
	РЕЗИСТОРИ							
R1	МЛТ-0,12 5-51 кОм±10%	1						
R2	МЛТ-0,12 5-4 70 Ом±10%	1						
R3	МЛТ-0,12 5-100 Ом±10%	1						
R4	МЛТ-0,12 5-82 Ом±10%	1						
R5	МЛТ-0,12 5-1,5 кОм±10%	1						
R6	МЛТ-0,12 5-3 6 кОм±10%	1						
R17,R8	СТЗ-3 85±10%	2						
R9	МЛТ-0,12 5-2,7 кОм	1						
R10	МЛТ-0,12 5-10 Ом	1						
	КОМЮТАТОРИ							
SA1	Т1	1						
	ДІОДИ							
VD1	КВ109В	1						
	ТРАНЗИСТОРИ							
VT1	КТЗ6В	1						
ЧДТУ.0067.001 ЕЗ								
Зм.	Арх.	На докум.	Підпис	Дата	Назва роботи	Літ.	Арх.	Архів
Розроб.								
Перевір.								
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.						Організація		

СТВОРЕННЯ БАГАТОСТОРІНКОВОГО ПРОЕКТУ

Відразу ж розглянемо, як створити багатосторінковий проект, у якому схема принципова електрична буде розміщатися на декількох аркушах формату А4.

Запустите редактор схем і завантажте в нього шаблон **Прізвище.sch**, створений у першій лабораторній роботі. Командою **File/Save**

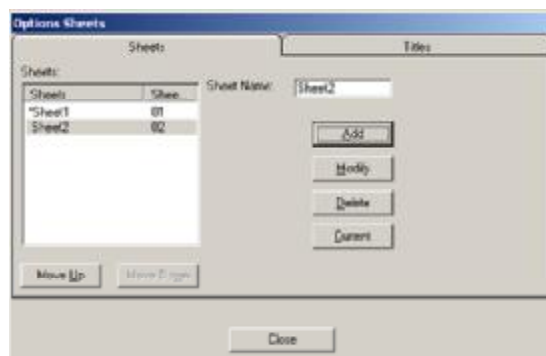


Рисунок 8.4. Додавання другої сторінки в проект

As... відразу ж збережете новий проект з ім'ям схеми згідно варіанта.

Активізуйте команду **Option/Configure**. На панелі **Option Configure** у рамці *Title Sheets* натисніть кнопку **Edit Title Sheets**. На панелі **Option Sheets** (рисунок 8.4) відкрийте закладку *Sheets* і у вікні *Sheet Name* наберіть Sheet2. Натисніть кнопку Add. Нове ім'я з'явиться у вікні *Sheets*. Призначення інших кнопок на цій сторінці приведено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1.

Кнопка	Використання
Modify	Натискання на цю кнопку дозволяє змінити ім'я обраної сторінки
Delete	Дозволяє видалити обрану станицю, якщо вона порожня і не поточна
Current	Робить обрану сторінку поточною, тобто відображуваною на екрані. Ознака поточної сторінки - зірочка перед її ім'ям
Move Up Move Down	Ці кнопки дозволяють змінювати порядок сторінок у списку, переміщаючи обрану сторінку чи нагору вниз за списком

Оформимо сторінки форматками відповідно до ЕСКД. Для цього на панелі **Options Sheets** перейдіть у закладку **Titles**. Тепер можна вибрати сторінку (Global, Sheet1, Sheet2), установити прапорець *Custom* і натиснути кнопку **Select**. Після чого за допомогою стандартного діалогу Windows можна знайти і відкрити форматку створену в другій лабораторній роботі. Варто пам'ятати, що потрібно натискати кнопку **Modify**, щоб внесені зміни набрали сили (рисунок 8.5). Вибравши форматку для *Global* можна установити стиль оформлення за замовчуванням. Він буде дійсний для всіх сторінок, для яких не встановлений інший стиль.

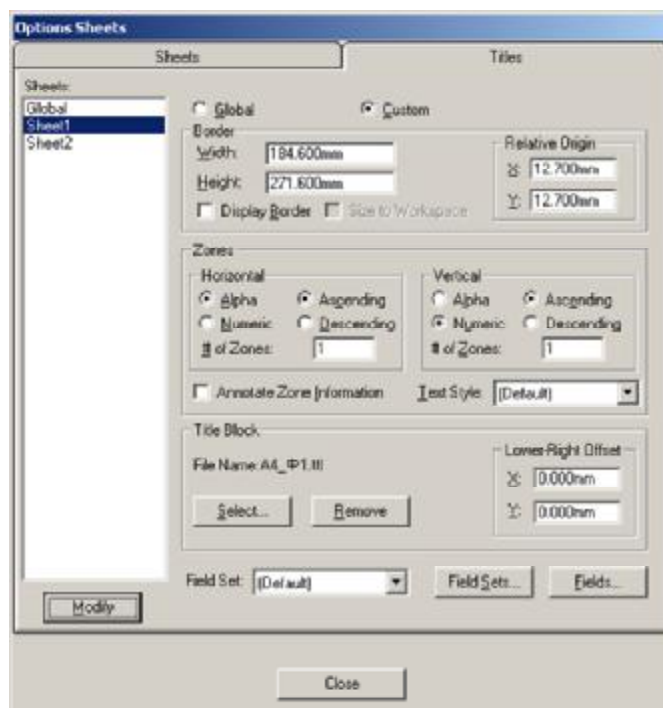


Рисунок 8.5. Оформлення проекту форматками

Тепер необхідно заповнити основні написи. Робота з закладкою **Field** панелі **Design Info** була докладно розглянута в лабораторній роботі №6.

Переключення між сторінками можна виконувати в статусному рядку в нижній частині екрана (рисунки 8.6.).



Рисунок 8.6. Перемикання сторінок

ПІДКЛЮЧЕННЯ БІБЛІОТЕК


Виберіть у меню команду **Library/Setup**. На панелі, що з'явилася, **Library Setup** натисніть кнопку **Add** (рисунки 8.7.).

Знайдіть бібліотеку, створену в лабораторній роботі №3 і клацніть по імені файлу **Прізвище.lib** і натисніть кнопку **Відкрити**. На панелі **Library Setup** у вікні *Open Libraries* з'явиться назва знову підключеної бібліотеки (рисунки 8.7.).



Рисунок 8.7. Підключення бібліотек до проекту

ВВЕДЕННЯ І РОЗМІЩЕННЯ СИМВОЛІВ БІБЛІОТЕЧНИХ КОМПОНЕНТІВ НА СХЕМІ

Для розміщення символів скористайтесь командою **Place/Part** (кнопка  на інструментальній панелі) і клацніть лівою кнопкою миші по полю креслення.

На панелі **Place Part**, що відкрилася (рисунки 8.8) виберіть у вікні *Library* зі списку свою бібліотеку і натисніть кнопку **Browse** для відображення в окремому вікні графіки обраного компонента.

У вікні списку компонентів *Name Component* знайдіть ім'я цікавлячого вас елемента (наприклад транзистора) і клацніть по ньому лівою кнопкою миші.

У вікні *RefDes* можна задати початкове значення для позиційного позначення, а у вікні *Value* указати його номінал. Натисніть кнопку **ОК** для завершення вибору.

На поле креслення натисніть ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, перемістите елемент до місця розміщення на кресленні. Для обертання компонента використовуйте клавішу **R**. Відпустіть ліву кнопку миші.

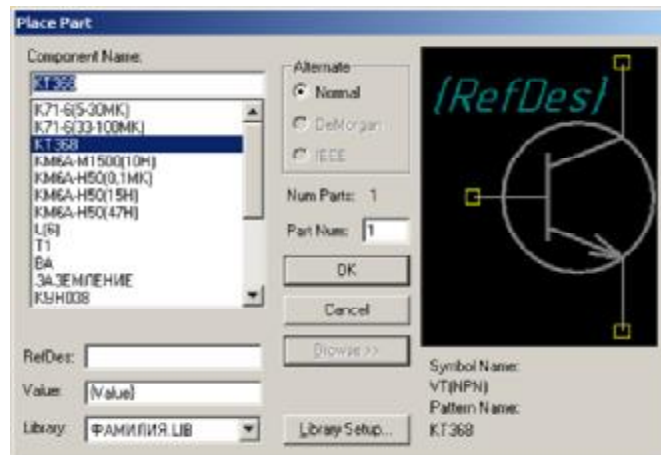



Рисунок 8.8. Вибір елементу з бібліотеки

Для закінчення введення клацніть правою кнопкою миші. Тепер потрібно відредагувати взаємне положення елементів на схемі, розташування і значення їхніх атрибутів. Для виділення не усього компонента, а його окремих атрибутів необхідно натиснути клавішу **SHIFT** і, не відпускаючи її, клацнути по атрибуті лівою кнопкою миші.

Переміщення і редагування властивостей виділеного атрибута виробляється також як елемента в цілому. Для обертання виділеного атрибута також використовується клавіша **R**.

ВВЕДЕННЯ ЛІНІЙ ГРУПОВОГО ЗВ'ЯЗКУ (ШИН)

Для полегшення роботи з кресленням на схемах часто використовують лінії групового зв'язку (шини). Оскільки в системі P-CAD провідники, підведені до цих ліній, здобувають потрібний вид автоматично, лінії групового зв'язку необхідно розташовувати на кресленні перед з'єднанням елементів проводами.

Щоб розмістити шину на кресленні, виберіть команду **Place/Bus** чи натисніть на кнопку  на інструментальній панелі. Укажіть курсором початок лінії і натисніть ліву кнопку миші. Не відпускаючи її перетягнете курсор у закінчення шини. Відпустите ліву кнопку миші (рисунок 8.9).

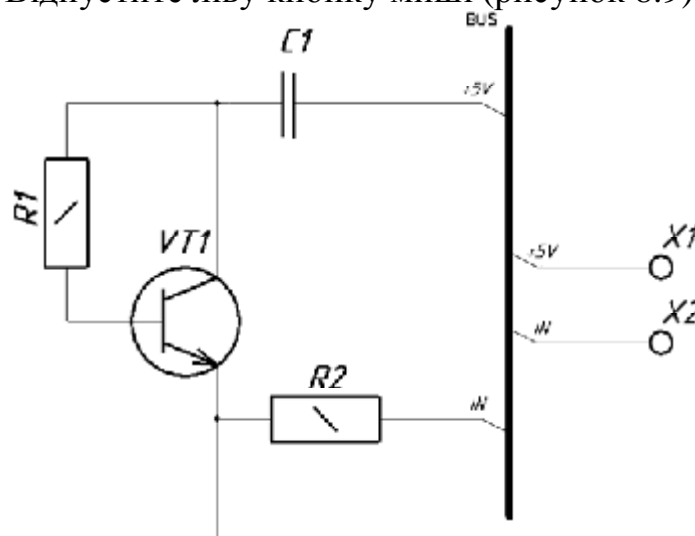



Рисунок 8.9. Приклад схеми

З'ЄДНАННЯ ВИВОДІВ КОМПОНЕНТІВ ПРОВІДНИКАМИ

Для з'єднання УГО провідниками і підключення їх до шин виберіть у меню команду **Place/Wire** чи натисніть на кнопку  на інструментальній панелі.

За допомогою клавіші **Q** бажано установити ортогональний режим малювання ліній.

Провідник потрібно починати будувати з жовтого квадратика на кінці УГО. Проклавши провідник до наступного жовтого квадратика чи до шини можна завершити побудову цього провідника правим щигликом миші (рисунок 8.9).

ВИВІД СХЕМИ НА ПРИНТЕР

Створена схема може бути виведена на який-небудь друкувальний пристрій (принтер чи плоттер), підключений до комп'ютера. Також для неї можуть бути автоматично сгенеровані різноманітні текстові файли звітів.

Для цього активізуйте команду **File/Print Setup** і установите потрібні параметри принтера.

Ввійдіть у команду **File/Print**. На панелі **File Print** (рисунок 8.10) натисніть на кнопку **Set All** для вибору всіх сторінок проекту перерахованих у вікні *Sheets*. Натисніть на кнопку **Print Options**, щоб указати перелік об'єктів креслення, виведених на печать і їхні властивості. З'явиться панель **Print Options**, показана на рисунку 8.11. За замовчуванням всі об'єкти виконуються чорним кольором, а колір тла обраний білим.



Рисунок 8.10. Панель *File Print*

Щоб надрукувати креслення з рамкою на панелі **File Print** натисніть на кнопку **Page Setup...** для установки параметрів сторінки. На панелі **Page Setup** клацніть по імені сторінки (Sheet 1) вікні *Sheets* для його виділення. І установите прапорець *Title* для друкування рамки і штампа креслення.

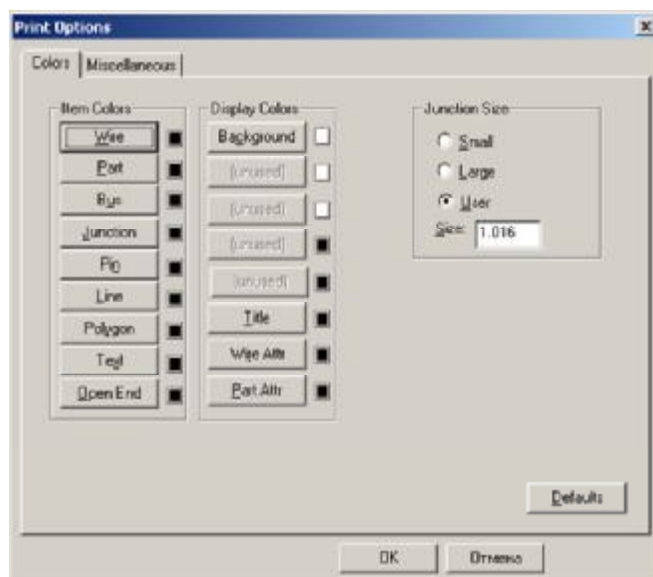


Рисунок 8.11 Налаштування параметрів об'єктів при друці

Щоб попередньо переглянути розташування креслень на листі, на панелі **File Print** натисніть кнопку **Print Preview**.

Вивід зображення на принтер здійснюється при натисканні кнопки **Generate Printouts** (рисунок 8.10).

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета - на прикладі освоїти прийоми розміщення на схемі УГО компонентів, провідників, шин і т.д. Навчитися створювати багатосторінкову схему, на основі раніше створених шаблонів, форматів і компонентів.

ЗАВДАННЯ

1. Вивчити теоретичні відомості до лабораторної роботи;
2. Створити багатосторінковий проект із двох сторінок, використовуючи шаблон *Прізвище.sch* (Лабораторна робота №2), де перша сторінка A4 з формою 1, а друга сторінка A4 з формою 2а;
3. На першій сторінці виконати креслення схеми принципової згідно варіанта (додаток 3);
4. На другій сторінці оформити перелік елементів до виконаної схеми.
5. Підготувати звіт по лабораторній роботі (додаток І).

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як позначаються на схемі електричні елементи?
2. Що таке схема електрична принципова?
3. Для чого потрібні позиційні позначення елементів?
4. Коли використовують рознесений спосіб зображення елементів?
5. Для чого потрібний, де і як розміщують перелік елементів?

6. Які вимоги повинні дотримуватися при виконанні схеми на декількох аркушах?
7. Що таке багатосторінковий проект і для чого він потрібний?
8. Як додати форматку до всіх аркушів проекту одночасно?
9. Як підключити бібліотеку?
10. Як перемістити і розгорнути позиційне позначення в умовному графічному позначенні елемента?
11. Що таке шина і як її розмістити на кресленні?
12. Як переключитися до ортогонального режиму малювання провідників?
13. Як вивести на печатку креслення з форматкой?
14. Як вивести на печатку тільки шини і провідники?

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Завдання;
3. Короткі теоретичні зведення;
4. Результати виконання лабораторної роботи;
5. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лопаткин А.В. Проектирование печатных плат в системе P-CAD. Учебное пособие для практических занятий. – Нижний Новгород, НГТУ, 2002. – 190 стр.;
2. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 325 с.:ил.;
3. Уваров А., P-CAD, ACCEL EDA. Конструирование печатных плат. Учебный курс.-СПб.:Питер,2001.-320с.:ил.

РОЗДІЛ 9

РОБОТА З РЕДАКТОРОМ ПЕЧАТНИХ ПЛАТ, АВТОМАТИЧНЕ ТРАСУВАННЯ

Згідно ГОСТ 2.417-78 розміри на кресленні ПП указують одним з наступних способів:

1. відповідно до вимог ГОСТ 2.307-68;
2. нанесенням координатної сітки в прямокутній системі координат (рисунок 9.1);
3. нанесенням координатної сітки в полярній системі координат;
4. комбінованим способом, за допомогою розмірних і виносних ліній і координатної сітки в прямокутній або полярній системі координат.

При завданні розмірів нанесенням координатної сітки всі лінії сітки повинні нумеруватися. Допускається виділяти на кресленні окремі лінії координатної сітки, що чергуються через певні інтервали, або їх зовсім не наносити. При цьому на кресленні слід поміщати вказівки типу: «Лінії координатної сітки нанесені через одну».

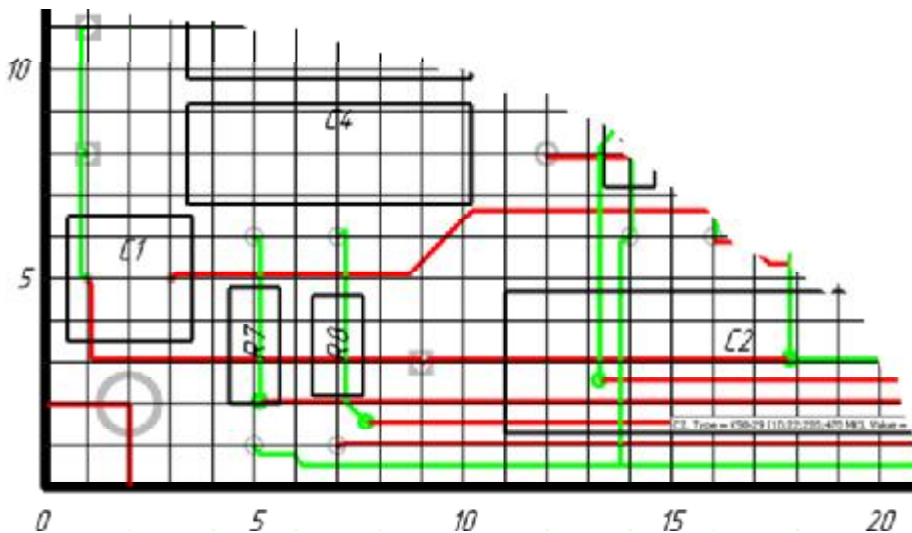


Рисунок 9.1. Координатна сітка в прямокутній системі координат

Координатну сітку слід наносити на кресленні ПП на все поле креслення, або на частину поверхні ПП, або ризиками по периметру печатної плати.

Основний крок координатної сітки повинен бути 2,5 мм. При використуванні кроку координатної сітки менш основного, слід застосовувати крок, рівний 1,25; 0,625 мм. Крок координатної сітки 0,625 не розповсюджується на приєднувальні розміри будь-яких навісних елементів, встановлюваних на печатну плату. Розмір кожної сторони печатної плати повинен бути кратним:

- 2,5 при довжині 100 мм;
- 5 при довжині 350 мм;
- 10 при довжині 350 мм;

Максимальний розмір будь-якої із сторін повинен бути не більше 470 мм

Співвідношення лінійних розмірів печатної плати повинне бути не більше 3:1. Допуски на лінійні розміри сторін вибирають згідно ГОСТ 25346-82 «ЕСКД. Загальні положення, ряди допусків і основних відхилень» і ГОСТ 25347-82 «ЕСКД. Поля допусків і посадки», що рекомендуються.



За нуль в прямокутній системі координат на головному вигляді ПП приймають (рисунок 9.1):

- центр крайнього лівого нижнього отвору;
- лівий нижній кут печатної плати;
- ліву нижню крапку, утворену лініями побудови.

Для круглих ПП за нуль в прямокутній системі координат приймається центр печатної плати.

Центри всіх отворів на печатній платі, включаючи кріпильні, повинні розташовуватися у вузлах координатної сітки. Центри отворів, призначених під висновки, багатовивідних навісних елементів (мікросхеми, реле, роз'єми і т.д.) розташовуються відповідно до розмірів, вказаних в нормативній документації на ці елементи. Центр отвору, прийнятого за основний, повинен розташовуватися в кутку сітки; решту отворів для цього елемента слід по можливості розташовувати на вертикальних або горизонтальних лініях координатної сітки.

ЗАВДАННЯ КОНТУРА ПЕЧАТНОЇ ПЛАТИ

Проектування печатної плати прийнято починати з отрисовки її контура в контексті загальної збірки. Контур малюється за допомогою команд **Place/Line** (аналог кнопка  на панелі інструментів) і **Place/Arc** (аналог кнопка  на панелі інструментів). В рядку стану, як поточний, слід вибрати із списку, що розкривається, шар «Board». Для зручності, натискуючи клавішу «**O**», можна встановити режим малювання *Ortho*=45, який дає можливість малювати ліній під кутом 45 градусів. Приклад відмальованого контура, наведений на рисунку 9.2.

Для багатьох програм автоматичного трасування дуже важливо, щоб контур, що обмежує поле трасування не мав розривів. З цієї точки зору переривання команд малювання, зміна кроку сітки з використанням некратних значень не рекомендується!



Рисунок 9.2. Плата для проекту

УПАКОВКА З'ЄДНАНЬ НА ПЕЧАТНУ ПЛАТУ

Додайте бібліотеку, яка використовуватиметься при упакуванні елементів на печатній платі, і перемістите її вгору списку. Створіть за допомогою команди **Utils/Generate Netlist** (в схемному редакторі) список ланцюгів, схеми електричної принципової, що розробляється, у форматі **Tango** (рисунок 9.3.).

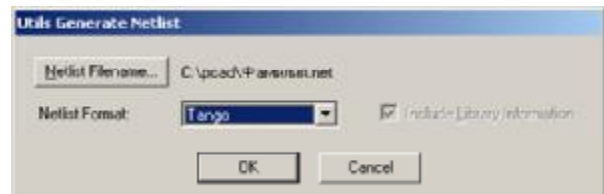


Рисунок 9.3. Вікно створення переліка ланцюгів

Завантажте в редактора печатної плати список ланцюгів і компонентів за допомогою команди **Utils/Load Netlist**, вибравши раніше створений файл і встановивши параметри як на рисунку 9.4.

Оскільки в системі P-CAD можливі різні варіанти завантаження списку ланцюгів, розглянемо призначення решти кнопок, вікон і прапорців на панелі **Utils Load Netlist** (рисунок 9.4).

В графі *Netlist Format* із списку вибирається формат завантажуваного списку ланцюгів.

Якщо завантажувється файл у форматі P-CAD ALT, то за допомогою кнопки **Xref Filename** відкривається файл перехресних посилань (xrf-файл), що встановлює відповідність між конструктивними і схемотехнічними бібліотеками ранніх версій P-CADa.

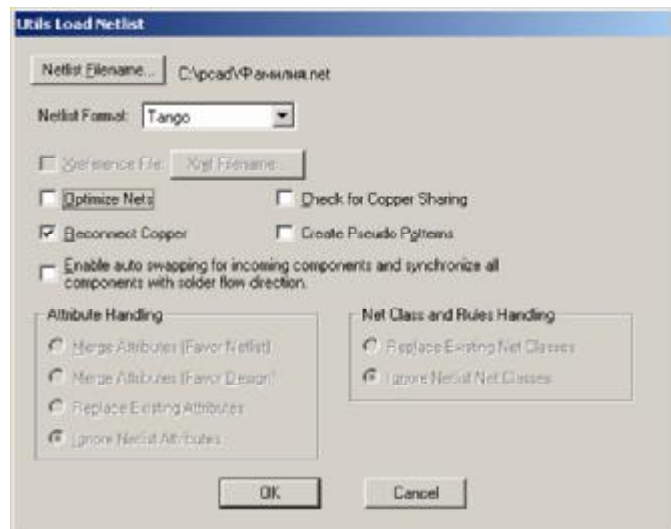


Рисунок 9.4. Завантаження списку ланцюгів

Установка прапорця *Create Pseudo Pattern* дозволяє системі створювати уявні посадочні місця (корпуси) для тих елементів, які їх не мають.

Прапорцем *Optimize Nets* включається автоматична оптимізація ланцюгів шляхом перестановки логічно еквівалентних секцій і виводів. Краще подібну оптимізацію проводити після розстановки компонентів, а не при завантаженні.

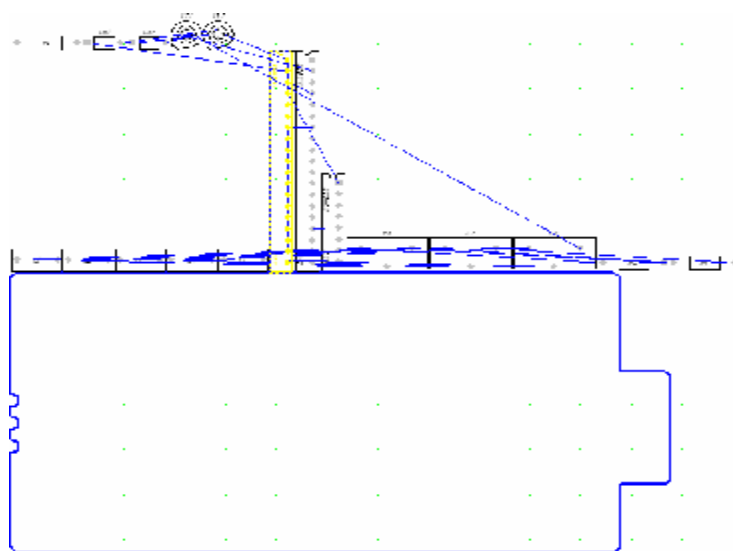


Рисунок 9.5. Проект після завантаження списку ланцюгів

Прапорець *Reconnect Copper* може використовуватися для заборони підключення ділянок металізації, які вже є на платі, до ланцюгів завантажуваної схеми. При цьому завантаження списку ланцюгів проводиться значно швидше, а наявні металізовані ділянки конвертуються в «вільні», не асоційовані з якими-небудь ланцюгами.

Установка прапорця *Check for Copper Sharing* включає перевірку плати із заздалегідь розміщеними компонентами і попередньою розводкою частини ланцюгів.

Якщо завантажувється список ланцюгів у форматі ACCEL ASCII, доступні ще чотири параметри для обробки атрибутів:


- **Merge Attributes (Favor Netlist)** Злиття атрибутів списку ланцюгів з атрибутами проекту при пріоритеті атрибутів із списку;
 - **Merge Attributes (Favor Design)** Злиття атрибутів списку ланцюгів з атрибутами проекту при пріоритеті атрибутів з проекту;
 - **Replace Existing Attributes** Заміна атрибутів проекту атрибутами із списку;
 - **Ignore Netlist Attributes** Ігнорування атрибутів списку ланцюгів.
- І два параметри для передачі правил і класів ланцюгів:
- **Replace Existing Net Classes** Заміна існуючих в проекті класів ланцюгів;
 - **Ignore Net Classes** Ігнорування визначення класів із списку.

РОЗМІЩЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НА ПЕЧАТНІЙ ПЛАТІ

При обробці списку ланцюгів вказані в ньому конструктиви компонентів вибираються з бібліотек і розміщуються системою в робочій області редактора

печатної плати довільним чином. Як правило, вони групуються по типах (рисунок 9.5). При цьому відображаються електричні зв'язки між їх виводами.

Далі розробнику необхідно уручну розмістити компоненти усередині контура печатної плати. Система P-CAD не має засобів для автоматичної компоновки, але має декілька інструментів для полегшення цієї роботи. Познайомимося з ними ближче.

Перш ніж почати працювати з об'єктом або групою об'єктів, необхідно їх вибрати. Вибір здійснюється в режимі Select (активізована команда **Edit/Select** або натискуєте клавішу  на інструментальній панелі). Одиночний компонент вибирається клацанням лівої кнопки миші по його контуру (або подвійним натисненням клавіші **ПРОБЕЛ**). При цьому він змінює свій колір. Так, наприклад, на рисунку 5.5 для роботи вибрана мікросхема. Вона виділена жовтим кольором. Вибір групи суміжних компонентів проводиться шляхом виділення їх вікном при натиснутій лівій кнопці миші. Несуміжні елементи виділяються клацаннями лівої кнопки миші при натиснутій клавіші **CTRL**.

Дуже часто вимагається проводити роботу не зі всіма, а тільки з певними елементами. Наприклад, необхідно в шарі Board у всіх ліній шириною 0.25 мм збільшити ширину до 0.75 мм. Настроїти режим вибору можна, використовуючи команду **Options/Selection Mask**. Панель, яка з'являється після активізації даної команди, містить дві однотипні закладки (рисунок 9.6). Одна з них дозволяє настроїти фільтр групового вибору (*Block Selection*), друга – фільтр вибору одиночних об'єктів (*Single Selection*). В обох випадках вибрані елементи відмічаються прапорцями в рамці *Items* (рисунок 9.6). Кнопки **Set All** і **Clear All** в цій групі дозволяють встановити або скинути прапорці для всіх елементів, відповідно.

Для деяких об'єктів, наприклад, дуг (Arc), ліній (Line) і ін. можна задати додаткові параметри, при яких ці об'єкти вибиратимуться. Так, наприклад, можна вказати товщину ліній. У таких елементах прапорець має не два (сброшен/установлен), а три стани. В третьому стані (встановлений прапорець в затіненій рамці) стають доступними однойменні кнопки, розташовані поряд з прапорцями і відкривають панелі з властивостями відповідних об'єктів. При цьому доступні не всі властивості об'єктів, а лише ті, які можуть бути

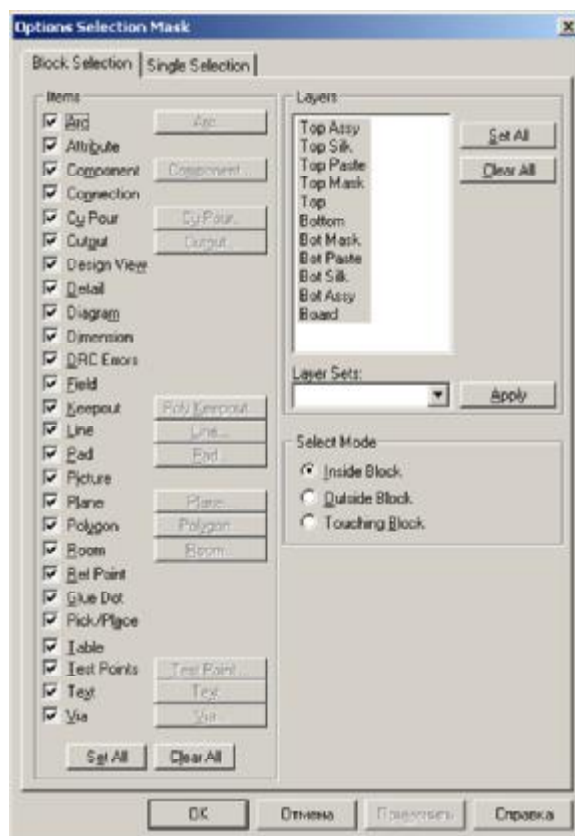


Рисунок 9.6. Панель Options

загальними для групи елементів. Наприклад, для ліній можна задати тільки товщину і відзначити ознаку фіксації (прапорець Fixed).

У вікні *Select Mode* вибирається режим виділення: **Inside Block** – усередині вікна (вибираються елементи повністю лежачі всередині вікна виділення); **Outside Block** – зовні вікна (вибираються елементи повністю лежачі зовні вікна виділення); **Touching Block** – торкання блоку (вибираються елементи лежачі всередині вікна виділення і що стосуються або перетинаються його межами).

В рамці *Layers* можна відзначити ті шари, на яких лежать об'єкти, що вас цікавлять. Кнопку **Set All** зручно використовувати, коли необхідно вибрати велику кількість шарів, а кнопку **Clear All** навпаки, коли необхідно вибрати малу кількість шарів. Можна виділити наперед певну групу шарів, вибравши її ім'я у вікні із списком *Layers Sets* і натискуючи кнопку **Apply**.

Закладка Single Selection панелі **Options Selection Mask** відрізняється від закладки Block Selection наявністю прапорця *Current Layer Only* в рамці *Layers*, установка якого дозволяє вибрати тільки ті об'єкти, які лежать в поточному шарі. Також на цій закладці замість вікна *Select Mode* розташовано вікно *Single Select Mode*, що містить дві взаємовиключні кнопки:

- **Cycle-Picking** – циклічний перебір;
- **Popup Dialog** – спливаючий діалог.

В режимі **Cycle-Picking** послідовні натиснення лівої кнопки миші (або подвійні натиснення клавіші пропуск) приводять до циклічного перебору об'єктів, що перекриваються, в місці розташування курсора.

В режимі **Popup Dialog** натиснення лівої кнопки миші приводить до появи додаткової панелі із списком об'єктів, що перекриваються (рисунок 9.7). Переміщаючи покажчик, клацанням лівої кнопки миші можна вибрати із списку потрібний об'єкт.

Type	Layer	Net	Information
Pattern	Top		VT1, Type = KT368, Value = {Value}
Pattern	Top		VT2, Type = KT368, Value = {Value}
Connection	Multi	GND	VT1-4 to VT2-4

Рисунок 9.7. Список об'єктів, що перекриваються


На додатковій панелі в стовпці *Type* приводиться інформація про тип об'єкту, в стовпці *Layer* – про шар в якому він знаходиться, в стовпці *Net* – про ланцюг з яким він зв'язаний, а також інша корисна інформація в стовпці *Information* (ширина ліній, типи компонентів і їх позиційні позначення і т.д.). При необхідності розміри додаткової панелі і ширина стовпців можуть бути легко змінений переміщенням їх меж.

Type	Layer	Net	Information
<input checked="" type="checkbox"/> Pattern	Top		VT1, Type = KT368, Value = {Value}
<input type="checkbox"/> Pattern	Top		VT2, Type = KT368, Value = {Value}
<input checked="" type="checkbox"/> Connection	Multi	GND	VT1-4 to VT2-4

Рисунок 9.8. Вибір декількох об'єктів із списку

Клацання лівої кнопки миші в місці перекриття декількох об'єктів при натисненій клавіші **CTRL**, дозволяє вибрати із списку і виділити декілька об'єктів. На додатковій панелі, що з'являється при цьому, із списком, вибрані об'єкти наголошуються прапорцями в стовпці *Type* (рисунок 9.8).

Натиснення кнопки в лівому

верхньому кутку панелі із списком дозволяє відмовитися від вибору об'єктів, а кнопка  підтверджує вибір. В обох випадках додаткова панель закривається.

За наявності виділених об'єктів (одного або декількох) клацання правою кнопкою миші в будь-якому місці робочого поля викликає появу випадаючого контекстного меню (рисунок 9.9). Склад команд цього меню істотно залежить від вибраних об'єктів. Зокрема, використовуючи команди цього меню можна переглянути і відредагувати властивості об'єкту (Properties...), скопіювати об'єкт в буфер (Copy), отримати масив копій об'єкту (Copy Matrix...), вирізувати об'єкт (Cut), видалити (Delete), «розсіпати» його на складові елементи (Explode), відредагувати складові частини компоненту (Alter), підсвітити об'єкт (Highlight) або зняти з нього підсвічування (Unhighlight), підсвітити ланцюги, підключені до об'єкту (Highlight Attached Nets) або зняти підсвічування з цих ланцюгів (Unhighlight Attached Nets), вирівняти об'єкти по сітці, вертикалі або горизонталі (Align), вказати точку прив'язки для об'єкту або групи об'єктів, щодо якої вони можуть бути вирівняні (Selection Point).

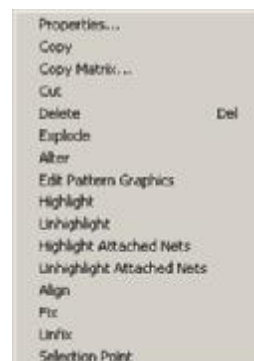


Рисунок 9.9. Випадаюче контекстне меню

Обертання виділеного компоненту здійснюється при натисненні на клавішу з буквою **R**. При цьому компонент повертається на кут 90 градусів проти годинникової стрілки.

Якщо натискувати на клавішу **R** при натисненій клавіші **SHIFT**, компонент повертатиметься на кут, заданий в настройках системи при виконанні команди **Options/Configure** (графа **Rotation Increment** на закладці **General** панелі **Options Configure**).

Зверніть увагу, що при перетягуванні одиночного компоненту курсор завжди розташовується в одному і тому ж місці щодо графіки корпусу компоненту, а саме, там де розташована так звана опорна крапка (reference point). У виділеного компоненту опорна крапка зображається у вигляді невеликого квадрата з діагоналями. Обертання компоненту також проводиться щодо опорної крапки. Положення опорної крапки задається при створенні компоненту і не може бути змінений. Як правило, вона розташовується в одному з його виводів. Разом з тим в деяких випадках може бути потрібно обертання компоненту, наприклад, щодо його центру або якої-небудь іншої крапки на печатній платі. В цьому випадку слід скористатися так званим покажчиком (або крапкою) виділення (Selection Point). Задати положення покажчика виділення можна по команді **Selection Point** контекстного меню (рисунок 9.9).

Дуже корисним може виявитися, переміщення збереженого в міліметрах символу або посадочного майданчика, якщо після відкриття на редагування з Library Executive цей же символ відкривається в дюймовій сітці, або просто їх переміщення по кресленню з прив'язкою до певної точки об'єкту.

Якщо бачимо, що символ не потрапляє в сітку. Вибираємо всі компонент об'єкта обхватом. Після того, як все підсвітиться, не тягнемо все за допомогою миші (це не працює), а тиснемо праву кнопку миші і в контекстному меню вибираємо останню опцію **Selection Point**. Зверніть увагу, що в рядку стану в нижній частині вікна з'явилася підказка: *Press or to drag selection reference point*. Тиснемо пропуск – з'являється значок точки захоплення. При переміщенні покажчика миші він продовжує потрапляти в "криві вузли" сітки, але при наведенні на об'єкт **Reference Point**, чіпляється саме за нього, незалежно від установок сітки, причому, міняє вигляд. Піймавши крапку **Reference Point** робимо клацання лівою кнопкою миші на ній – він міняє колір. Тепер за нього можна тягнути і перемістити всі об'єкти у вузли поточної сітки. Якщо задано декілька сіток, то їх можна міняти під час перетягування, послідовно натискаючи клавішу **G**. Цей метод працює і в редакторі схем, і в редакторі плат.

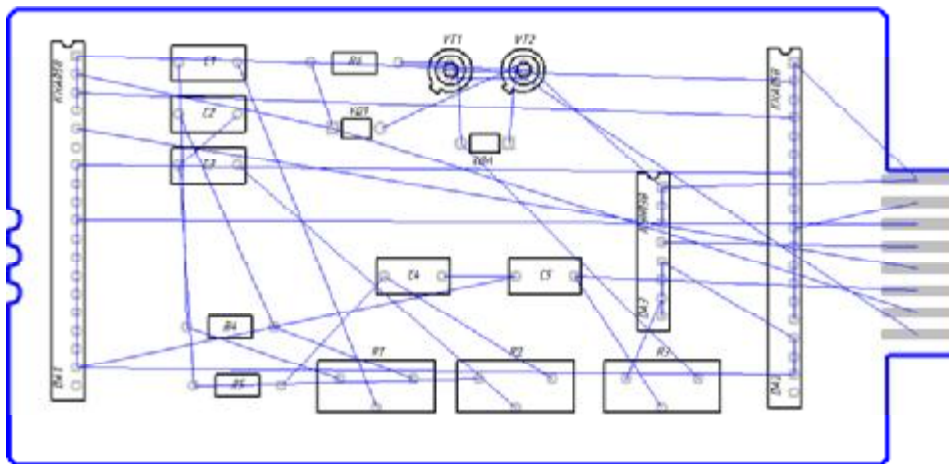


Рисунок 9.10. Примір розміщення елементів на платі

РЕДАГУВАННЯ І ПРОГЛЯДАННЯ АТРИБУТІВ КОМПОНЕНТІВ

При компоновці печатної плати практично завжди виникає необхідність в редагуванні атрибутів компонентів, наприклад, таких як тип або позиційне позначення. Часто вимагається змінити їх місцезположення, орієнтацію, приховати або навпаки, візуалізувати. Отримати доступ до атрибутів виділеного компоненту, можна використовуючи команду **Properties** з випадаючого меню.

В графі Ref Des (рисунок 9.11) можна змінити позиційне позначення компоненту. Видимість атрибута визначається наявністю або відсутністю прапорця *Visibility*. У вікні із списком *Text Style* вибирається стиль тексту для атрибута. В групі *Location* (місцезположення) указуються координати X і Y опорної точки компоненту, кут його повороту (Rotation), ознака установки компоненту на нижній стороні печатної плати (прапорець *Flipped*). Встановивши прапорець *Fixed* (зафіксувати), можна зафіксувати компонент, щоб оберегти його від випадкового переміщення при групових операціях.

Цікаво, що при установці компоненту на верхній стороні плати координати його опорної крапки на даній закладці недоступні, а при установці на нижній стороні їх можна змінювати.

У вікнах *Glue Dot Locations* і *Pick & Place Locations* відображаються координати точок приклейки і крапок для автоматичної установки компоненту. В графі *Value* вказується номінальне значення місткості, індуктивності або опору. В графі *Type* відображається тип компоненту.



Рисунок 9.11. Редагування властивостей компонента

АВТОМАТИЧНЕ ТРАСУВАННЯ ПЕЧАТНОЇ ПЛАТИ

Програми автоматичного трасування запускаються з основного меню редактора печатної плати PCB командою **Route/Autorouters**. На панелі, що з'являється при цьому, **Route Autorouters** у вікні із списком Autorouter можна вибрати одного з системних трасувальників. Розглянемо їх роботу на прикладі автотрасувальника QuickRoute.

Залежно від вибору вид панелі **Route Autorouters** дещо міняється. Для випадку вибору трасувальника **QuickRoute**, панель має вигляд представлений на рисунку 9.12.



Рисунок 9.12. Панель Route Automters для QuickRoute

У верхній частині панелі розташовані кнопки, що дозволяють вибрати або вказати файл стратегії (**Strategy File**), файл для запису результатів трасування (**Output PCB File**) і файл протоколу трасування (**Output Log File**).

Кнопка **Load** дозволяє завантажити оновлений файл стратегії, а кнопка **Save** зберегти внесені в стратегію трасування зміни. Натиснення на кнопку **Set Base** відновлює параметри стратегії задані в системі за умовчанням. Кнопка **Start** запускає процес автотрасування. Кнопка **Restart** використовується для

запуску перерваного із яких-небудь причин процесу трасування. Кнопка **Close** закриває панель **Route Autorouters**.

Кнопки в нижній частині панелі **Layers** і **Via Style** викликають стандартні панелі редактора печатної плати для завдання шарів і їх властивостей і процедуру створення стеків перехідних отворів. Кнопка **Net Attributes** дозволяє перейти до завдання і редагування атрибутів ланцюгів.

Завдання стратегії трасування в даному випадку включає вибір кроку координатної сітки, завдання ширини провідників за умовчанням і вибір проходів трасування.

Крок координатної сітки вибирається у вікні із списком **Routing Grid** в нижній частині панелі з наступного набору значень: 25 mil; 20 mil; 16,7-16,6-16,7 mil (нерегулярна сітка); 12,5 mil; 10 mil. Інші кроки сітки (у тому числі і метричні) недопустимі.

У вікні **Line Width** задається ширина провідників, для яких не задані атрибути **AUTOROUTEWIDE** і **WIDTH**. Мінімально можлива ширина провідника рівна 0,1 mil (0,01 мм). Ширина провідника не може перевищувати половину кроку координатної сітки, наприклад, для кроку 25 mil максимально можлива ширина провідника буде дорівнювати 12 mil (автоматично відстежується системою).

Кнопка **Passes** відкриває меню структури трасування **Pass Selection** (рисунок 9.13).

Тут вибираються типи проходів трасування, виконуваних в наступному порядку:

- **Wide Line Routing** – розводка всіх широких ланцюгів, що мають атрибути **AUTOROUTEWIDE** і **WIDTH** (ширина) перед виконанням інших проходів. На цьому етапі прокладаються тільки горизонтальні і вертикальні траси. Похилі широкі траси необхідно заздалегідь прокласти уручну. В літературі рекомендується починати трасування з включення тільки цього режиму. Після його закінчення нерозведені «широкі ланцюги» дорозводяться уручну і процес автоматичного трасування запускається знову;
- **Horizontal** – виконання найпростіших з'єднань по горизонталі на будь-якому шарі без використання перехідних отворів і з мінімальними відхиленнями від прямих ліній;
- **Vertical** – виконання найпростіших з'єднань по вертикалі на будь-якому шарі без використання перехідних отворів і з мінімальними відхиленнями від прямих ліній;
- **'L' Routes (1 via)** – формування перетину двох провідників і одного перехідного отвору, що має форму букви L. Провідники розташовуються на двох активних шарах і мають ортогональну орієнтацію (один горизонтальний - другий вертикальний). Провідники розміщуються на відстані не більше 100 mil зовні прямокутника, вершини якого

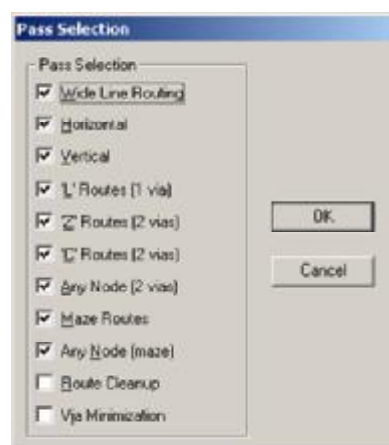


Рисунок 9.13. Вибір проходів трасування

знаходяться у виводах, що сполучаються. Не дивлячись на те, що цей вид з'єднання заданий за умовчанням, він не формуватиметься якщо на яких-небудь двох шарах не встановлений режим взаємно перпендикулярного розташування провідників (на одному вертикальне, на іншому – горизонтальне);

- **'Z' Routes (2 vias)** – формування перетину трьох провідників з двома перехідними отворами, має форму букви Z. Провідники розташовуються на двох активних шарах і мають ортогональну орієнтацію (горизонтальну і вертикальну). Буква Z може мати будь-яку орієнтацію. Провідники розміщуються на відстані не більше 100 mil зовні прямокутника, вершини якого знаходяться у виводах, що сполучаються. Не дивлячись на те, що цей вид з'єднання заданий за умовчанням, він не формуватиметься якщо на яких-небудь двох шарах не встановлений режим взаємно перпендикулярного розташування провідників (на одному вертикальне, на іншому – горизонтальне);
- **'C' Routes (2 vias)** - формування перетину трьох провідників з двома перехідними отворами, має форму букви С. Провідники розташовуються на двох активних шарах і мають ортогональну орієнтацію (горизонтальну і вертикальну). Буква С може мати будь-яку орієнтацію. Трасування типу С більш гнучке, ніж трасування типу L і Z, оскільки провідники можуть розміщуватися на відстані більше 100 mil зовні прямокутника, вершини якого знаходяться у виводах, що сполучаються. Будь-які доступні шари можуть використовуватися в цьому типі трасування. Не дивлячись на те, що цей вид з'єднання заданий за умовчанням, він не формуватиметься якщо на яких-небудь двох шарах не встановлений режим взаємно перпендикулярного розташування провідників (на одному вертикальне, на іншому – горизонтальне);
- **Any Node (2 vias)** – для досягнення найбільшого числа з'єднань в даному проході аналізується кожний вузол ланцюга і робиться спроба з'єднати будь-які вузли в ланцюзі з використанням не більше двох перехідних отворів. Попередні проходи використовували тільки оптимальні з'єднання по критерію мінімальної довжини;

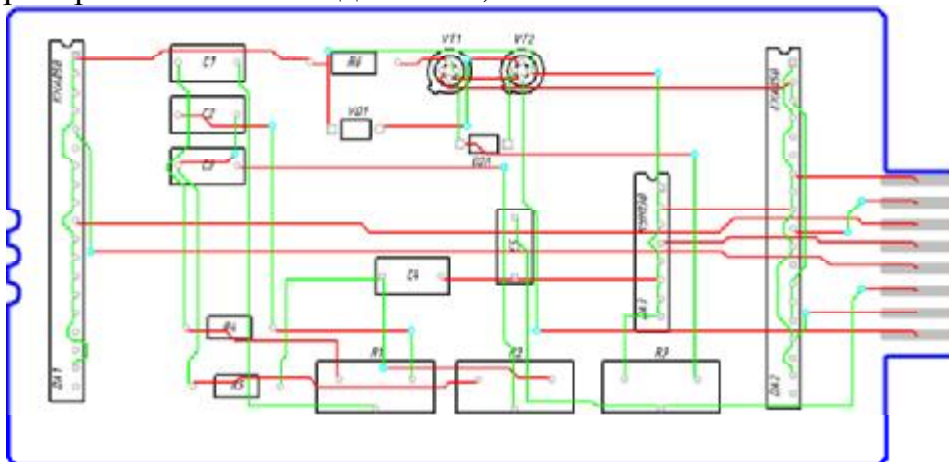


Рисунок 9.14. Разводка печатної плати

- **Maze** – трасування типу «лабіринт», здатна знайти шлях для оптимальної прокладки провідника, якщо це фізично можливо. Заснована на прив'язці провідників до вузлів сітки. Максимальне число перехідних отворів в кожному ланцюзі призначають за допомогою атрибута MAXVIAS (за умовчанням – 10). Якщо лабіринтове трасування заблокує розводку ряду ланцюгів, то поступають таким чином: 1) вимикають алгоритм Maze і за допомогою QuickRoute розводять платню; 2) розводять частину провідників уручну в редакторі печатної плати; 3) завершують трасування за допомогою QuickRoute, включивши алгоритм Maze;
- **Any Node (Maze)** – цей прохід також використовує лабіринтове трасування, але для досягнення найбільшого числа з'єднань провідники можуть прокладатися необов'язково оптимальним чином;
- **Route Cleanup** – цей прохід включається для поліпшення зовнішнього вигляду печатної плати і її технологічності. При цьому проході частина ланцюгів переразводиться наново для випрямлення провідників і зменшення загальної довжини;
- **Via Minimization** – мінімізація кількості перехідних отворів.

Рекомендується останні два проходи виконувати спільно і лише після завершення трасування всіх з'єднань (рисунк 9.14).

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета – на прикладі освоїти прийоми роботи з редактором печатних плат системи P-CAD. Навчитися укомплектовувати елементи на друкарській платі і розводити провідники за допомогою штатних автотрасувальників, що поставляються у складі P-CAD.

ЗАВДАННЯ

1. Вивчити теоретичні відомості до лабораторної роботи;
2. Створити список ланцюгів (Прізвище.net) на основі схеми Прізвище.sch (Лабораторна робота №8);
3. Використовуючи список ланцюгів упакувати елементи на печатну плату, формат якої вказаний у додатку К;
4. Розвести печатну плату з оптимізацією провідників і перехідних отворів, використовуючи автотрасувальник QuickRoute;
5. Підготувати звіт по лабораторній роботі (додаток Л).

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Якими способами указують розміри на кресленні печатної плати?
2. Що таке координатна сітка і для чого вона наноситься на креслення печатної плати?
3. Для чого потрібні перехідні отвори і де повинні розташовуватися їх центри?
4. Як і для чого відмальовується контур печатної плати?
5. Які існують варіанти завантаження списку ланцюгів?
6. Як редагується розташування і орієнтація посадочних місць компонентів?
7. Що таке список об'єктів, що перекриваються?
8. Як повернути об'єкт на 20°?
9. Що таке покажчик виділення і в яких ситуаціях його доводиться використовувати?
10. Чи можливо відредагувати посадочне місце безпосередньо з редактора печатної плати?
11. Які ви знаєте автотрасувальники вбудовані в P-CAD?
12. В чому перевага QuickRoute перед іншими автотрасувальниками?
13. Які проходи трасування виконуються за другий прохід і чому?

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Завдання;
3. Короткі теоретичні відомості;
4. Результати виконання лабораторної роботи;
5. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лопаткин А.В. Проектирование печатных плат в системе P-CAD. Учебное пособие для практических занятий. – Нижний Новгород, НГТУ, 2002. – 190 стр.;
2. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 325 с.
3. Уваров А., P-CAD, ACCEL EDA. Конструирование печатных плат. Учебный курс.-СПб.:Питер,2001.-320с.:ил.

РОЗДІЛ 10

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ БЛОКІВ І ПРИСТРОЇВ ЕОМ

У зв'язку із збільшеною складністю, а також через високі вимоги, що пред'являються до роботи ЕОМ, велика увага в процесі розробки, виготовлення і експлуатації машин уділяється підвищенню надійності - однієї з основних проблем, що стоять перед конструкторами і розробниками ЕОМ. Основним шляхом підвищення надійності ЕОМ є підвищення надійності кожного її елемента.

Визначення показників надійності - один з найскладніших етапів проектування складальних одиниць, модулів і ЕОМ в цілому.

Дана Лабораторна робота містить методику розрахунку кількісних показників, що використовуються при прогнозуванні надійності, при розрахунку комплекту запасних частин і обладнань (ЗІП), а також при організації технічного обслуговування технічних засобів ЕОМ. Методика визначає послідовність етапів розрахунку, якими необхідно керуватися при оцінці (прогнозуванні) надійності ЕОМ на стадіях ескізного і технічного проектування шляхом розрахунку по інтенсивності відмов функціональних і конструктивних частин ЕОМ.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ. РОЗРАХУНКОВІ ФОРМУЛИ

Надійність ЕОМ або її окремих блоків і вузлів - це можливість обчислювальної машини (і її елементів) виконувати протягом необхідного часу задані функції за певних умов використання, технічного обслуговування, ремонту, зберігання і транспортування (ГОСТ 27.002-89).

Надійність - це комплексна властивість і залежно від призначення ЕОМ і умов її експлуатації вона може включати чотири складових: безвідмовність, ремонтпригодність, зберігаємість і довговічність.

Безвідмовність - властивість ЕОМ, що полягає в пристосованості до попередження і виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень і усунень їх наслідків шляхом проведення ремонту і техобслуговування.

Сохрняємість - властивість ЕОМ безперервно зберігати справний і працездатний стан протягом зберігання і після нього і (або) при транспортуванні.

Довговічність - властивість ЕОМ зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі.

Подія, що полягає в частковій або повній втраті працездатності ЕОМ і що приводить до невиконання або неправильного виконання тестів і задач називають *відмовою* (ГОСТ 16325-76). Відмови по своєму характеру ділять на раптові (різка, стрибкоподібна зміна параметра) і поступові (зміна параметрів до виходу за норму).

Збій - самоусуваема відмова, що виникає в результаті тимчасово діючих причин.

Інтенсивність відмов характеризується відношенням числа елементів, що відмовили, в одиницю часу до числа виробів, що продовжують залишатися справними до початку даного проміжку часу, тобто

$$I = \frac{m}{N \cdot t}, \quad (10.1)$$

де m - число виробів, що відмовили за час t ;

N - число справних виробів.

Інтенсивність відмов пристрою рівна сумі інтенсивностей відмов елементів, що становлять пристрій

$$I = \sum_{i=1}^m I_i \cdot C_i, \quad (10.2)$$

де C_i - кількість елементів i -го типу, вхідного пристрою;

I_i - інтенсивність відмов елементів i -го типу.

Відзначимо три тимчасові інтервали на приведеному графіку:

1. від 0 до t_1 - час прироблення (підвищене число відмов за рахунок технологічних дефектів); протягом цього проміжку часу на підприємстві здійснюється технологічне тренування (прогін) виробу, а на об'єкті наладка, юстирування, досвідчена експлуатація виробу;
2. від t_1 до t_2 - час нормальної роботи (інтенсивність відмов постійна);
3. від t_2 до ∞ - час старіння і фізичного зносу деталей і вузлів ЕОМ.

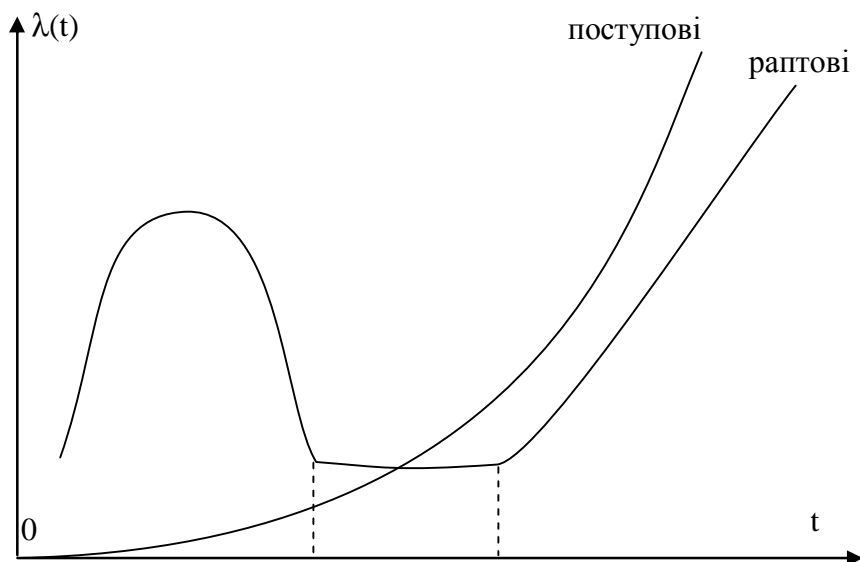


Рисунок 10.1 Залежність інтенсивності відмов від часу

Розрахунок надійності апаратури проводять для періоду нормальної експлуатації, якому відповідає експоненціальний закон густини розподілу напрацювання повністю:

$$f(t) = I \cdot e^{-I \cdot t} \quad (10.3)$$

Вірогідність безвідмовної роботи ЕОМ (тобто вірогідність того, що не буде відмови в межах заданого напрацювання) залежить від інтенсивності відмов і описується:

а) для раптових відмов по експоненціальному закону

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t} \quad (10.4a)$$

б) для поступових відмов по нормальному закону (Гауса)

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot p \cdot s}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(t-T_{cp})^2}{2 \cdot s^2}} dt, \quad (10.4б)$$

де s^2 - дисперсія середнього напрацювання повністю,
 T_{cp} - середній час безвідмовної роботи.

Для режимів зберігання і транспортування вірогідність невиникнення відмов і середній час напрацювання повністю визначають аналогічно, замінюючи напрацювання тривалістю зберігання до відмови.

Середній час між сусідніми відмовами або напрацювання на відмову дорівнює:

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda} \quad (10.5)$$

При виникненні відмов працездатність пристрою відновлюється шляхом ремонту (усунення несправності). Час відновлення T_e - величина випадкова і розподілена по експоненціальному закону.

Середній час відновлення T_e :

$$T_e = \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{m} \quad (10.6)$$

де t_i - час, необхідний на виявлення і усунення і-го відмови;
 m - число відмов.

Коефіцієнт готовності K_e - це вірогідність того, що ЕОМ опиниться в працездатному стані у будь-який момент часу, окрім періодів, в які її використання не планується:

$$K_e = \frac{T}{T + T_e} \quad (10.7)$$

де T - загальний час справної роботи за період експлуатації;
 T_e - час відновлення за цей же період.

Коефіцієнт технічного використання:

$$K_{тн} = \frac{T}{T + T_e + T_n} \quad (10.8)$$

де T - час перебування ЕОМ в працездатному стані;
 T_n - час профілактики, ч;
 T_e - час відновлення (ремонт), ч.

Розрахунок надійності елементів, вузлів і ЕОМ в цілому проводиться для експоненціального закону розподілу відмов в часі (розрахунки для

нормального закону або закону Вейбулла /вживаного для визначення надійності електромеханічних елементів/ значно складніші).

Пропонована методика дозволяє визначити кількісні показники надійності з метою уточнення:

- вибору найнадійніших варіантів функціональних елементів, вузлів, блоків і пристроїв;
- вибору варіантів найнадійніших конструктивних модулів для однієї моделі ЕОМ (ТЕЗ, панелей, стійкий, рам, пультів, тумб);
- оцінки кількісних показників надійності;
- визначення складу і кількості ЗІП.

Нормування (визначення) кількісних показників надійності функціональних частин ЕОМ (пристроїв, блоків, вузлів, елементів) проводиться послідовно в 5 етапів: модель (1) - пристрій (2) - блок (3) - вузол (4) - функціональний елемент (5).

Як показник безвідмовності ЕОМ, чисельне значення якого підлягає розподілу між складовими частинами, приймається напрацювання на відмову.

Як показники надійності (безвідмовності) засобів обчислювальної техніки, чисельні значення яких підлягають встановленню при нормуванні, приймаються: напрацювання на відмову - для пристроїв, модулів, електронних і електромеханічних блоків або вузлів, ТЕЗ; інтенсивність відмов - для комплектуючих виробів (ІМС, ЕРЕ).

МЕТОДИКА ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ БЕЗ РЕЗЕРВУВАННЯ

Початкові дані для розрахунку показників надійності типових конструкцій ЕОМ:

- принципова схема з вказівкою типу деталей, що входять в неї;
- режими роботи всіх деталей (електричні, кліматичні і механічні);
- значення інтенсивності відмов всіх типів деталей при фактичних і номінальних режимах;
- значення середнього часу безвідмовної роботи;
- дисперсія для елементів, схильних поступовим відмовам.

Для типових конструкцій різного рівня розраховують наступні показники:

- інтенсивність відмов для типового елемента заміни;
- інтенсивність відмов і напрацювання на відмову для панелі (блоку);
- інтенсивність відмов, напрацювання на відмову і середній час відновлення для рами, стійкі.

Сумарна інтенсивність відмов типовій конструкції

$$I = \sum_{i=1}^N I_i \cdot n_i, \quad (10.9)$$

де N - число типів елементів;

I_i і n_i - інтенсивність відмов і кількість елементів i -го типу.

Напрацювання на відмову пристрою

$$T_o = \frac{1}{I} \quad (10.10)$$

Інтенсивність відмов комплектуючих елементів, є їх початковою характеристикою надійності, залежить від режиму роботи і ступеня тяжкості таких зовнішніх дій, як температура, тепловий удар, вогкість, вібрації, лінійні прискорення, удари, радіація і т.п., можна записати:

$$K = K_E \cdot K_e \cdot K_T \dots, \quad (10.11)$$

де коефіцієнт електричного навантаження

K_E - визначається по таблиці 10.3;

K_e - коефіцієнт тимчасового навантаження;

K_m - поправочний коефіцієнт, що враховує режими роботи і умови експлуатації.

Для обліку впливу режиму роботи на інтенсивність відмов електрорадіоелементів вводять коефіцієнт навантаження:

$$K_{\text{э}} = \frac{H_{\text{раб}}}{H_{\text{ном}}}, \quad (10.12)$$

рівний відношенню навантаження в робочому режимі до навантаження в номінальному режимі.

Коефіцієнт навантаження для транзисторів:

$$K_{\text{э1.мр}} = \frac{P_{\text{к.раб}}}{P_{\text{к.ном}}} \quad K_{\text{э2.мр}} = \frac{U_{\text{к.э.раб}}}{U_{\text{к.э.ном}}} \quad (10.13)$$

Коефіцієнт навантаження для резисторів:

$$K_{\text{э.р.}} = \frac{P_{\text{раб}}}{P_{\text{ном}}} \quad (10.14)$$

Коефіцієнт навантаження для конденсаторів:

$$K_{\text{э.к.}} = \frac{U_{\text{раб}}}{U_{\text{ном}}} \quad (10.15)$$

Коефіцієнти навантаження для діодів:

$$K_{\text{э2д}} = \frac{U_{\text{обр.раб.}}}{U_{\text{обр.ном.}}} \quad K_{\text{э1д}} = \frac{I_{\text{нр.раб.}}}{I_{\text{нр.ном.}}} \quad (10.16)$$

Коефіцієнти навантаження для трансформаторів:

$$K_{\text{э.тр.}} = \frac{J_{\text{i.раб.}}}{J_{\text{i.ном.}}} \quad (10.17)$$

де J_i - густина струму в i -ій обмотці.

Залежність відносної інтенсивності відмов від умов роботи для транзисторів, резисторів, конденсаторів, діодів та трансформаторів наведена на рисунку 10.2.

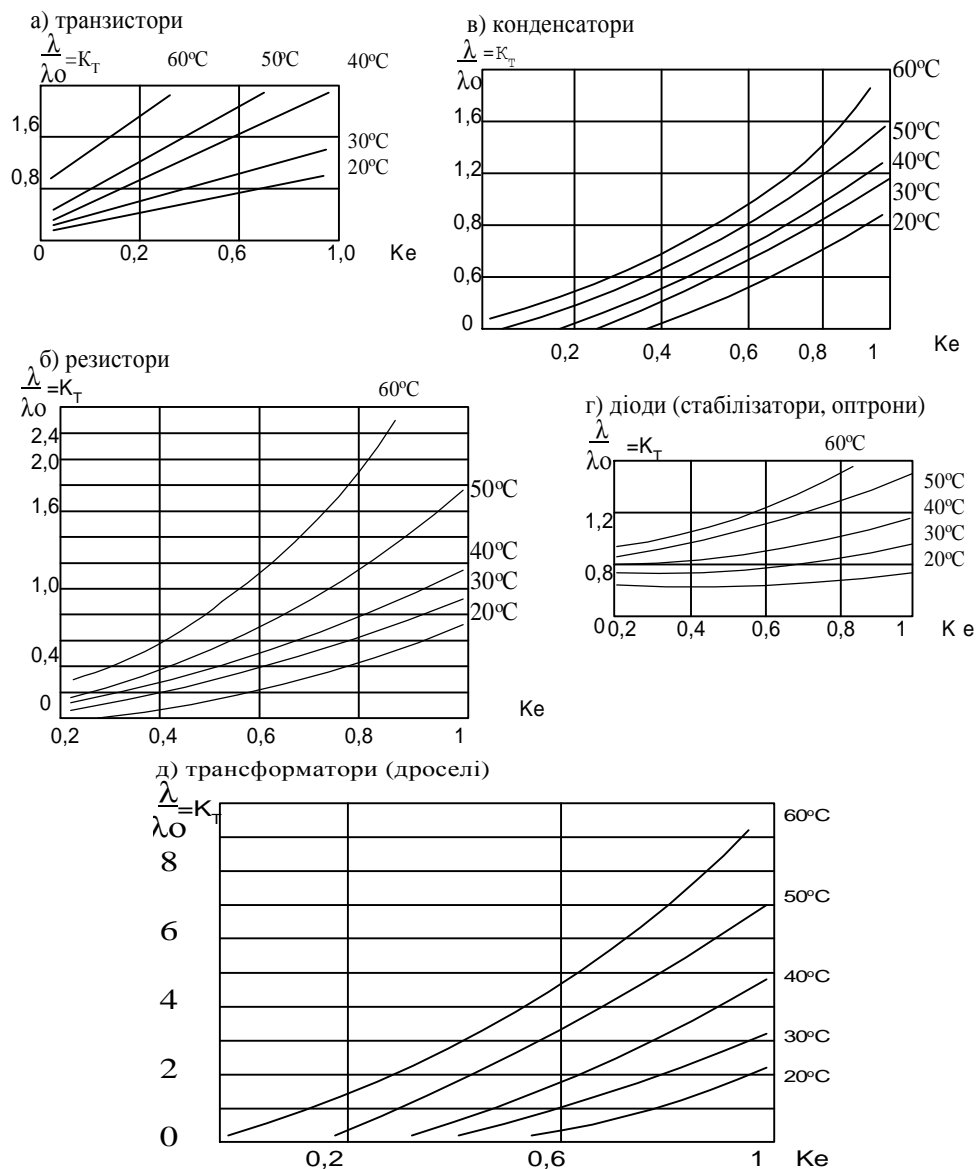


Рисунок 10.2 Залежність відносної інтенсивності ЕРЕ від умов роботи

Відносна інтенсивність відмов ІС мінятиметься залежно від коефіцієнта навантаження і температури.

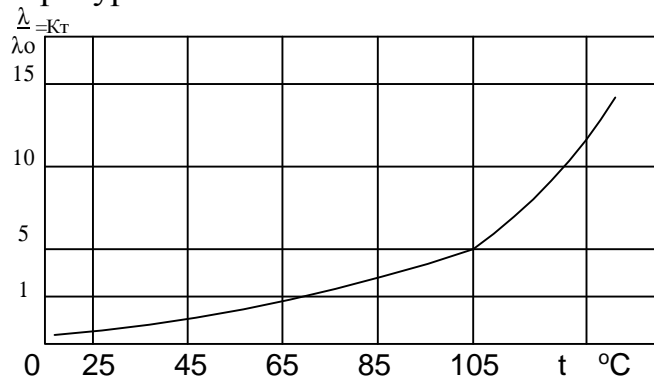


Рисунок 10.3. Залежність відносної інтенсивності відмов інтегральних схем від температури

Тепловий режим інтегральних схем значно впливає на їх інтенсивність відмов. Залежність відносної інтенсивності відмов ІС при їх експлуатації від температури, тобто поправочного коефіцієнта по температурі. Для обліку

режиму роботи інтегральної мікросхеми вводять коефіцієнт, що оцінює відповідно до тимчасової діаграми дію на неї сигналів верхнього і нижнього рівнів по відношенню до номінального режиму (K_{uc}).

На початкових етапах проектування вплив зовнішніх дій на інтенсивність відмов для ЕОМ різного призначення можна враховувати за допомогою інтегрального поправочного коефіцієнта:

$$K_T = \frac{I}{I_o}, \quad (10.18)$$

де $I_{про}$ - інтенсивність відмов елементів за нормальних умов роботи (температура середовища $t_o = (25 \pm 10)^\circ\text{C}$, атмосферний тиск 760 ± 30 мм рт.ст.; відносна вологість $(65 \pm 15)\%$).

РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ТИПОВОГО ЕЛЕМЕНТА ЗАМІНИ

Типовий елемент заміни (ТЕЗ) - конструктивна одиниця, що служить для електричного об'єднання інтегральних схем і електричних компонентів. Визначають інтенсивність відмов ТЕЗ по формулі:

$$I = \sum_{i=1}^p k_i \cdot I_i \cdot n_i + \sum_{j=1}^m k_j \cdot I_j \cdot n_j + \sum_{k=1}^R I_k \cdot n_k, \quad (10.19)$$

де I_i - інтенсивність відмов елементів і-го типу (ЕРЕ або спецелементи);

I_j - інтенсивність відмов елементів j-го типу (інтегральні схеми);

I_k - інтенсивність відмов елементів конструкції ТЕЗ (паяння, зварка, накрутка, металізовані отвори, друкарські провідники, печатна платня в цілому);

K_i, K_j - коефіцієнти, що враховують відмінність в інтенсивностях відмов елементів і-го і j-го типів відповідно при дії на них електричних навантажень верхнього або нижнього рівнів, змінних відповідно до тимчасової діаграми ТЕЗ; n_i, n_j, n_k - кількість елементів і-го, j-го і k-го типу, соответственно; n, m, R - кількість типів елементів в ТЕЗ.

РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ПАНЕЛІ (БЛОКУ).

Визначають інтенсивність відмов панелі по формулі:

$$I = \sum_{i=1}^p I_{mэз} \cdot N_i + \sum_{j=1}^m I_j \cdot n_i + \sum_{k=1}^n I_i \cdot n_i, \quad (10.20)$$

де $I_{mэз}$ - інтенсивність відмов ТЕЗ, годину;

N_i - кількість однотипних ТЕЗ, шт.;

$I_{до}$ - інтенсивність відмов елементів конструкції панелі (печатна платня в цілому, роз'їм для з'єднання з ТЕЗ, паяння, накрутка, металізований отвір, каркас панелі);

n_i - кількість елементів конструкції;

I_i - інтенсивність відмов елементів і-го типу, встановлюваних на панелі (в блоці).

Визначають напрацювання на відмову панелі:

$$T_o = \frac{1}{I_n} \quad (10.21)$$

Вірогідність безвідмовної роботи пристрою для раптових відмов для випадку навантаженого резерву із загальним резервуванням всього пристрою в цілому без відновлення пристрою, що відмовив, визначимо з формули (10.4а):

$$P(t) = e^{-1 \cdot t} \quad (10.22)$$

де t - час випробувань на безвідмовність.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета - навчитися розраховувати основні показники надійності, проводити вибір найнадійніших конструктивних модулів ЕОМ, оцінювати кількісні показники надійності.

ЗАВДАННЯ

1. Отримати завдання у викладача і по заданому варіанту виконати розрахунки кількісних показників надійності для ТЕЗ в наступній послідовності:
2. Коефіцієнти, режими роботи компонентів, що враховують, До (коефіцієнти навантаження) в даній роботі прийняти згідно таблиці 10.3. Коефіцієнт тимчасового K_e навантаження ТЕЗ прийняти $K_e=1$.
3. По заданій для кожного варіанту температурі в таблиці 10.2 і по графіках визначити поправочні коефіцієнти K_m для резисторів, конденсаторів, діодів, стабілітронів, транзисторів, трансформаторів, дроселів - для інтегральних мікросхем. Заповнити таблицю 6.1.
4. Визначити інтенсивності відмов елементів з урахуванням коефіцієнтів K_e , K_e і K_m .
5. Знайти інтенсивність відмов ТЕЗ.
6. По заданому варіанту і по формулах (10.21), (10.4а) виконати розрахунки показників надійності T_o і $P(t)$ для ТЕЗ.
7. Величину вірогідності безвідмовної роботи розрахувати із заданого часу випробувань на безвідмовність (t).
8. За наявними початковими даними, а також, користуючись таблицею 10.1 і таблицею 10.3, розрахувати вірогідність безвідмовної роботи $P(t)$ для мінімальної, середньої і максимальної інтенсивності відмов з кроком t годинника протягом середнього часу, напрацювання на відмову. Розрахунок проводиться за допомогою програми RELIABLE.EXE. По отриманих результатах побудувати графік $P(t)_{max}$, $P(t)_{sr}$, $P(t)_{min}$.
9. Розрахункові значення показників надійності порівняти з показниками, встановлених технічним завданням. Дати аналіз отриманих

результатів. Зробити висновки про необхідність підвищення надійності і запропонувати шляхи її рішення, керуючись даними таблиці 10.4 і способами запропонованими в [1] /використовування більш надійних елементів, низкоінтенсивні (по відмовах) способи монтажу, структурне резервування (поелементне, послідовне і паралельне)/.

10..Оформить звіт по роботі.

Таблиця 10.1. Початкові дані для розрахунку надійності ТЕЗ

Найменування елементів	Температурний коефіцієнт $K_T = \lambda/\lambda_0$	Кількість елементів в ТЕЗ, Ni, шт						
Варіанти завдань		1;6	2;7	3;8	4;9	5;10	Ni	$Ni \cdot \lambda_{sr} \cdot 10^{-6}$, ч-1
Інтегральні мікросхеми		40	62	53	28	15		
Транзистори		2	3	3	2	8		
Діоди		2	3	3	2	6		
Оптопара	—	2	3	3	2	—		
Стабілітрони		3	4	5	2	—		
Резистори		22	21	18	12	20		
Конденсатори		11	18	12	10	15		
З'єднувачі	—	4	4	4	4	2		
Дроселі		2	3	4	5	4		
Трансформатор		1	2	3	4	2		
Паяння	—	Визначити кількість паянь по своїх електричних схемах						
Печатна платня (на 1 шар)	—	1	2	5	4	3		
Інші	—	3	4	4	3	3		

Таблиця 10.2. Початкові дані для розрахунку надійності панелі (блоку)

№ варіанта	Перепад температур ΔT_0 °З	Середній час напрацювання на відмову по ТЗ ТЕЗ (платня типового елемента заміни), ч	Час випробувань на безвідмовність t, ч	Розрахункові показники надійності $\lambda \cdot 10^{-6}$, ч-1; T_0 , ч; $P(t)$
1	20	10 000	200	
2	50		250	
3	30	15 000	300	
4	40		350	
5	20		400	
6	30	8 000	100	
7	20		150	
8	40		550	
9	40	5 000	50	
10	30		500	

Таблиця 10.3. Початкові дані для розрахунку вірогідності безвідмовної роботи

Елемент	Інтенсивність відмов $\lambda \cdot 10^{-6}$, ч-1			Коефіцієнт Наванта-ження, K_n
	λ_{\min}	$\lambda_{\text{ср}}$	λ_{\max}	
Амортизації	3,2	1,0	0,3	
Антенa (магнітна, телескопічна)	1,4	1,0	0,3	
Висновки високочастотні	4,2	2,6	1,1	
Вимикачі (на один контакт)	0,4	0,14	0,05	1,0
Випрямлячі	0,8	0,6	0,3	0,9
Гучномовці динамічні	10,0	3,0	1,0	0,3
Датчики (температури, вогкості ...)	6,4	3,3	1,5	
Діоди	1,4	0,2	0,02	0,6*
Дроселі	1,0	0,1	0,05	0,6*
Затиски (клеми)	0,001	0,0005	0,0003	0,8
Індикаторні прилади	0,4	0,1	0,07	0,9
Джерела живлення	300	5,0	0,3	1,2
Кабелі (дроти) на 1 погонний метр	0,17	0,02	0,002	1,0
Катушки індуктивності	1,0	0,2	0,01	0,8
Конденсатори	3,0	0,6	0,006	0,7*
Контакти (на один, герконы, сенсори)	0,4	0,25	0,1	0,8
Корпус (шасі, панель)	2,0	0,6	0,03	1,0
Лампочки розжарювання (підсвічування)	1,5	0,5	0,02	0,8
Мікросхеми	1,5	0,1	0,05	*
Муфти електромагнітні	0,9	0,6	0,45	
Оптопари (оптотрони)	0,8	0,01	0,004	0,7
Паяння сполучне	0,04	0,001	0,0002	1,0
Перемикачі (на одну кнопку), тумблери, кнопки	5,0	0,1	0,05	0,5
Платня печатна (на один шар)	1,5	0,1	0,05	1,0
Потенціометри	12,5	3,0	0,7	
Запобіжник плавкий	0,8	0,5	0,3	0,2
Інші	9,6	1,0	0,2	0,5
Резистори	2,2	0,2	0,004	0,6*
Реле електромагнітні (на 1 контакт)	0,5	0,2	0,02	1,1
Розетки (кубла) сполучні	0,3	0,1	0,05	1,0
Світлодіоди (фотоелементи)	0,1	0,08	0,05	0,85
З'єднання гнучкі	1,3	0,7	0,03	
З'єднання жорсткі	0,05	0,02	0,01	
З'єднання механічні	2,0	0,02	0,01	1,0
З'єднання накруткою	0,005	0,0001	0,0001	1,0
З'єднання шарнірні	4,0	2,4	0,8	
Стабілітрони	0,9	0,5	0,2	0,6*
Тиристори	0,6	0,2	0,1	0,9
Трансформатори	7,0	0,2	0,07	0,6*
Транзистори	4,5	0,4	0,2	0,8*
Штепсельні роз'єми для друкарського монтажу	0,7	0,17	0,03	0,5
Електродвигуни	7,5	0,62	0,15	0,6
Елементи кріпильні і монтажні	0,4	0,02	0,01	

* - визначити K_m для заданого варіанту температури в таблиці 10.2.

Таблиця 10.4. Вірогідність безвідмовної роботи електричних схем залежно від категорій відмов і норм їх інтенсивності

Категорії відмов	Орієнтовочні норми інтенсивності відмов $\lambda \cdot 10^{-6}$, ч-1	Вірогідність безвідмовної роботи Р% при часі роботи, ч				
		100	500	1000	5000	10000
З незначним збитком	50÷200	99,5÷98,0	97,5÷90,5	95÷82	78÷37	90÷61
Із значним збитком	10÷50	99,9÷99,5	99,5÷97,5	99÷95	95÷78	90÷60
Відмови, що приводять до аварії	0,4÷1	99,99÷99,999	—	99,99÷99,9	—	99,9÷99

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Сформулюйте поняття інтенсивності відмов для пристрою.
2. В яких одиницях вимірюється інтенсивність відмов?
3. Чим є напрацювання на відмову?
4. Поняття збою, напрацювання на збій.
5. Використовуючи графік залежності інтенсивності відмов виробу від часу, дайте визначення трьох характерних тимчасових інтервалів.
6. Технологічне тренування вузлів і блоків ЕОМ, її призначення, порядок проведення. Методи оцінки часу технологічного прогону.
7. Ремонтпригодність ЕОМ. Технічні характеристики ремонтпригодности.
8. Технічне обслуговування вузлів і блоків ЕОМ, його призначення, порядок проведення.
9. ЗІП, його призначення, використання в процесі експлуатації.
10. З чого складається час відновлення пристрою?
11. Як визначається вірогідність безвідмовної роботи?
12. Які експлуатаційні показники ЕОМ характеризують коефіцієнт готовності, коефіцієнт технічного використання?
13. Методи підвищення надійності.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Мета;
3. Завдання;
4. Короткі теоретичні відомості;
5. Результати виконання лабораторної роботи;
6. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Майоров С.А. и др. Электронные вычислительные машины (справочник по конструированию) под ред. Майорова С.А. М.: Сов.радио, 1975.- 504с.
2. Савельев А.Я.Овчинников В.А. Конструирование ЭВМ и систем: Учебник для вузов по спец. "Вычислительные машины, комплексы, сети и системы", М.: Высш.шк., 1989.- 312с.
3. Милосердин Ю.В. и др. Расчет и конструирование механизмов приборов и установок: 2-е изд.,перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985.- 408с.; ил.
4. Ушаков Н.Н. Технология производства ЭВМ: Учеб. для студ. вузов по спец. "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети".- 3-е изд., перераб. и доп.- М.:Выс.шк., 1991.- 416с.; ил.
5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи конструктивно-технологічної побудови ЕОМ" для студентів спеціальностей 6.091500 "Спеціалізовані комп'ютерні системи" і "Системне програмування"/ Укл.: Грачов А. О., Мельник А.А., Колесніков К. В., Рудаков К. С. – Черкаси: ІСУЕП, 2002.
6. ГОСТ 27.002.-83. Надежность в технике. Термины.
7. ОСТ 4 ГО.012.217. ЕС ЭВМ. Методика расчета надежности.

РОЗДІЛ 11

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ БЛОКІВ ЕОМ

Через практичну неможливість не тільки рішення, але і складання повної системи рівнянь теплообмена доводиться процеси, що відбуваються в блоці ЕОМ схематизувати, приймаючи ряд спрощуючих передумов. Виходячи з такої моделі розрахунок теплового режиму блоку ЕОМ полягає у визначенні за електричними, конструктивними даними і параметрами навколишнього середовища температур нагрітої зони, поверхонь елементів, повітря, корпусу і т.п.

Вибір типу охолодження проводиться за даним перегрівом ΔT і питомим тепловим навантаженням (потужністю розсіювання) q_k за графіком (рисунок 11.1).

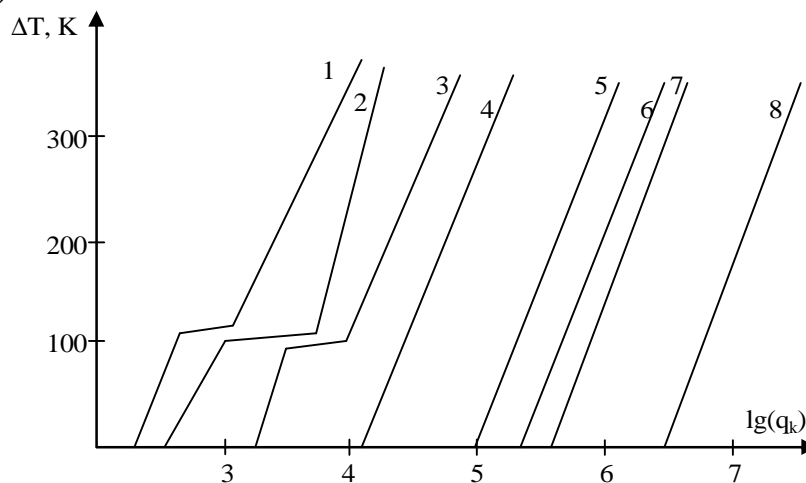


Рисунок 11.1. Види охолодження

ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ БЛОКУ В ГЕРМЕТИЧНОМУ КОРПУСІ

Визначальними параметрами для розрахунку є питомі потужності розсіювання блоку приладу в цілому і нагрітої зони q_k і q_z відповідно:

$$q_k = \frac{P_o}{S_R}; \quad q_z = \frac{P_z}{S_z}, \quad (11.1)$$

де P_o - розсіювана потужність;

S_k - площа поверхні корпусу блоку ЕОМ

$$S_k = 2 \cdot (L1 \cdot L2 + L3 \cdot (L1 + L2)), \quad (11.2)$$

де $L1, L2, L3$ - відповідно довжина, ширина, висота підстави блоку ЕОМ;

S_z - умовна величина поверхні нагрітої зони

$$S_z = 2 \cdot (L1 \cdot L2 + L3 \cdot K_z \cdot (L1 + L2)), \quad (11.3)$$

де K_z - коефіцієнт заповнення об'єма.

В загальному випадку, перегрів корпусу герметичного блоку ЕОМ, що працює в нормальних кліматичних умовах, відносно навколишнього середовища визначається залежністю

$$V1 = 0,1472 \cdot q_k - 0,2962 \cdot 10^{-3} \cdot q_k^2 + 0,3127 \cdot 10^{-6} \cdot q_k^3, \quad (11.4)$$

де q_k - питома потужність, Вт/м². Перегрів нагрітої зони визначається аналогічною залежністю:

$$V_1 = 0,1390 \cdot q_3 - 0,1223 \cdot 10^{-3} \cdot q_3^2 + 0,0698 \cdot 10^{-6} \cdot q_3^3, \quad (11.5)$$

Зміна атмосферного тиску зовні корпусу впливає на перегрів корпусу блоку ЕОМ щодо температури навколишнього повітря, а усередині корпусу - на перегрів нагрітої зони щодо температури корпусу блоку ЕОМ. Виходячи з цього, перегрів нагрітої зони, в загальному випадку, визначається як

$$V_3 = V_1 \cdot K_{H1} + (V_2 - V_1) \cdot K_{H2}, \quad (11.6)$$

де перший доданок є перегрів корпусу $V_k = V_1 \cdot K_{H1}$;

Коефіцієнт K_{H1} визначається тиском повітря зовні блоку ЕОМ:

$$K_{H1} = 0,82 + \frac{1}{0,925 + 4,6 \cdot 10^{-5} \cdot H_1}, \quad (11.7)$$

а K_{H2} залежить від тиску середовища усередині блоку ЕОМ:

$$K_{H2} = 0,80 + \frac{1}{1,25 + 3,8 \cdot 10^{-6} \cdot H_2}, \quad (11.8)$$

де H_1 і H_2 - атмосферне тиск, МПа, зовні і усередині блоку ЕОМ відповідно.

За отриманими даними визначають перегрів повітря в блоці (приладі)

$$\theta_b = 0,5 \cdot (\theta_k + \theta_z), \quad (11.9)$$

середню температуру повітря в блоці (приладі): $T_b = q_b + T_c$, температуру корпусу блоку (приладу): $T_k = q_{do} + T_c$, і температуру нагрітої зони: $T_z = q_z + T_c$, де T_c - температура навколишнього середовища.

ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ БЛОКУ В ПЕРФОРОВАНОМУ КОРПУСІ

Наявність перфораційних отворів враховується коефіцієнтом, залежним від відносної площі перфораційних отворів, $K_n = S_n / (L_1 \cdot L_2)$, де S_n - сумарна площа перфораційних отворів.

За наслідками експериментальних досліджень встановлена залежність $K_n = 0,29 + 1 / (1,41 + 4,95 \cdot P)$, справедлива в діапазоні значень $0 \leq P \leq 0,8$.

Виходячи з цього визначається перегрів корпусу блоку $q_{do} = 0,93 \cdot K_{H1} \cdot K_n$, перегрів нагрітої зони

$$q_z = 0,93 \cdot K_n \cdot (V_1 \cdot K_{H1} + \frac{V_2}{0,93 - V_1} \cdot K_{H1}), \quad (11.10)$$

і середній перегрів повітря в блоці: $q_b = 0,6 \cdot q_z$.

ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ БЛОКУ З ПРИМУСОВОЮ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ

Розрахунок режиму блоку проводять виходячи з наступної моделі блоку ЕОМ : корпус блоку має форму паралелепіпеда, в протилежних гранях якого є пристрої для підведення і відведення повітря. Усередині корпусу розташовано або шасі, яке ділить блок на два відсіки, або n касет, які ділять блок на $n+1$ відсіків. Деталі можуть мати різну форму і розміри і розміщуватися на шасі (платі) хаотично.

Кондуктивні стоки тепла відсутні, а блок ЕОМ працює в наступних умовах:

- температура навколишнього середовища $-60...+60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура охолоджуючого повітря на вході в блок $-20...+60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- коефіцієнт заповнення блоку $0,1...0,85$;
- потужність, розсіювана в блоці $5...800\text{ Вт}$
- масова витрата охолоджуючого повітря, G $0,003...0,25\text{ кг/с}$;
- перетин блоку, перпендикулярний до напрямку обдува $0,020...0,750\text{ м}^2$;
- довжина блоку у напрямі обдува $0,1...0,8\text{ м}$.

Виходячи з припущення, що електрорадіоеlementи рівномірно заповнюють об'єм блоку, а середня температура повітря усередині блоку рівна середньоарифметичному значенню температури повітря на вході і виході блоку, для визначення перегріву нагрітої зони примусово вентильованих блоків використовується співвідношення

$$q_3 = 5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{P_0}{G} + M1 \cdot M2 \cdot M3 \cdot M4, \quad (11.11)$$

де G - масова витрата охолоджуючого повітря;

$M1$ - коефіцієнт, що враховує величину масової витрати повітря

$$M1 = \frac{10^{-3}}{\sqrt{G}}, \quad (11.12)$$

$M2$ - коефіцієнт, що враховує величину площі поперечного до напрямку обдува перетину блоку

$$M2 = (L1 \cdot L2)^{-0,406}, \quad (11.13)$$

$M3$ - коефіцієнт, що враховує довжину блоку у напрямі обдува

$$M3 = L3^{-1,059}, \quad (11.14)$$

$M4$ - коефіцієнт, що враховує заповнення блоку

$$M4 = K_3^{-0,42} \cdot \sqrt{1 - \sqrt[3]{K^2}}. \quad (11.15)$$

Вираз $(5 \cdot 10^{-4} \cdot (P_0/G))$ є середнім перегрівом охолоджуючого повітря в блоці.

ВИКОРИСТОВУВАННЯ І РОЗРАХУНОК РАДІАТОРІВ

Таблиця 11.1. Конструктивні параметри голчато-штирьових радіаторів

Номери позицій радіаторів рисунок 11.5, 11.6	Розміри, мм		
	h	S _ш	d
1	32	7	2.5
2	20	7	2
3	15	7	2
4	12.5	7	2.5
5	32	9	2.5
6	20	9	2
7	15	9	2
8	12.5	9	2

Таблиця 11.2. Конструктивні параметри ребристих радіаторів

Номери позицій радіаторів рисунок 11.7, 11.8	Розміри, мм			
	h	S _ш	δ _l	L1=L2
1	32	10	1	40
2	32	10	1	80
3	20	10	1	40
4	20	10	1	80
5	12.5	10	1	40
6	12.5	10	1	80

Перегрів напівпровідникових приладів можна зменшити шляхом збільшення теплоотдающей поверхні, тобто установки приладу на радіатор. Для систем повітряного охолодження широко використовують наступні типи радіаторів: пластинчаті, ребристі, голчато-штирьові, типу "краб", жалюзійні, петельно-дротяні.

Початковими даними при проектуванні або виборі радіатора є: гранична температура робочої області приладу t_p ; розсіювана приладом потужність P ; температура навколишнього середовища t_o ; внутрішній тепловий опір приладу між робочою областю і корпусом $R_{\text{вн}}$; тепловий опір контакту між приладом і радіатором R_k . Методика розрахунку наступна.

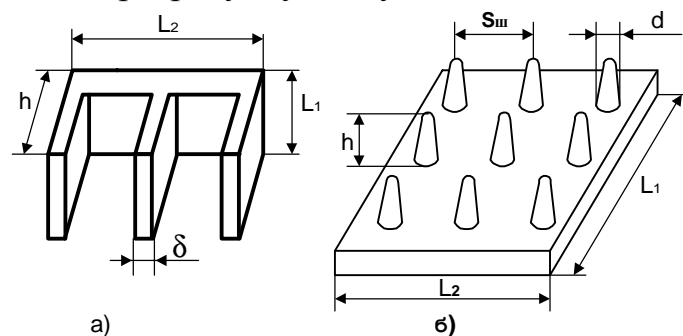


Рисунок 11.2 Радіатори повітряного охолодження:
а) ребристі; б) голчато-штирьові.

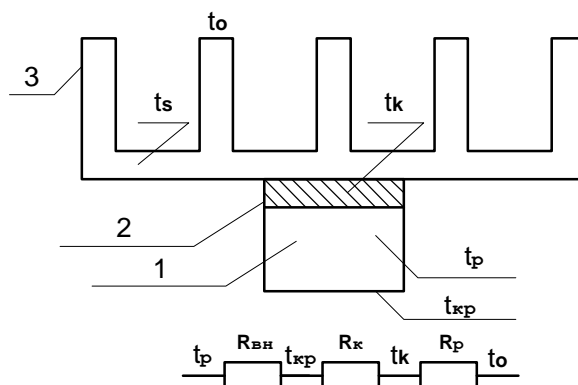


Рисунок 11.3 Теплова модель приладу з радіатором.
1 — прилад; 2 — область теплового контакту; 3 — радіатор.

1. Визначаємо перегрів місця кріплення приладу з радіатором

$$\Delta t_K = t_K - t_O = (t_P - t_O) - P \cdot (R_{вн} + R_K), \quad (11.16)$$

де $R_K = (2 \cdot 10^{-4}) / S_K$; S_K - площа контактної поверхні.

2. Визначаємо в першому наближенні середній перегрів основи радіатора.

$$\Delta t_{sO} = t_s - t_O \approx 0,83 \cdot (t_K - t_O), \quad (11.17)$$

3. Вибираємо тип радіатора. Ця процедура є емпіричною і припускає знання порівняльної ефективності різних типів радіаторів.

В першому наближенні вибрати тип радіатора і умови теплообміну можна за допомогою графіків (рисунок 11.4).

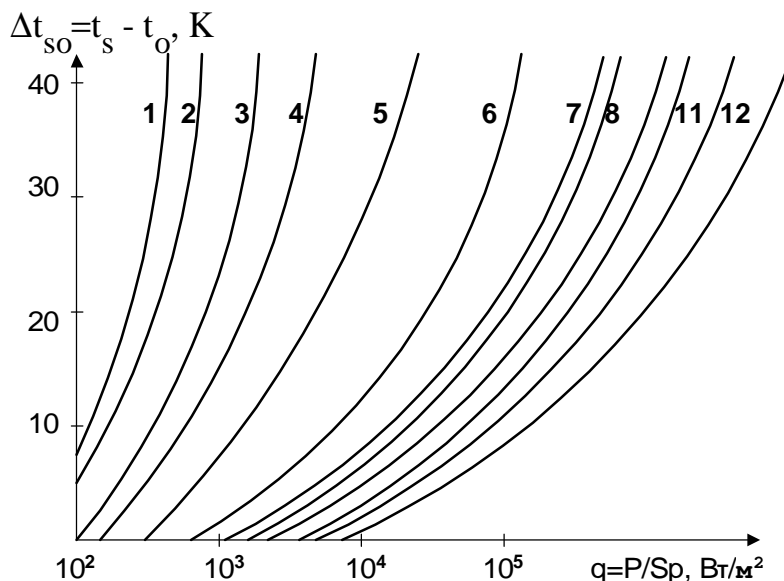


Рисунок 11.4 Графіки вибору типу радіатора:
при вільній конвекції – ребристі (1-4); голчато-штирьові (1-5);
при вимушеній конвекції – ребристі (6-8); голчато-штирьові (11-12).

Тут передбачається, що питома потужність розсіювання $q = P/S_p$ задана і точка перетину параметрів Δt_s і q указує область, якій відповідає певний тип радіатора і умови охолодження (S_p - площа підстави радіатора).

4. Визначаємо коефіцієнт ефективної тепловіддачі радіатора.

ГОЛЧАТО-ШТИРЬОВІ РАДІАТОРИ

Графіки залежності коефіцієнта ефективної тепловіддачі голчато-штирьових радіаторів приведені на рисунку 11.5, а їх конструктивні параметри - в таблиці 11.1.

В умовах вимушеного повітряного охолодження коефіцієнт ефективної тепловіддачі цих радіаторів вибирається в залежності від швидкості потоку повітря v з графіку на рисунку 11.6.

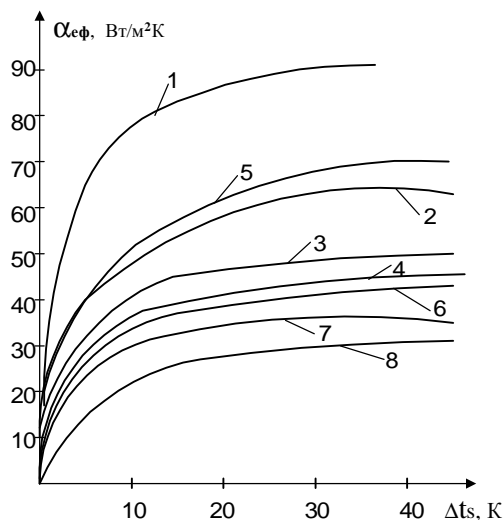


Рисунок 11.5 Коефіцієнт ефективної тепловіддачі голчато-штирьових радіаторів в умовах вільної конвекції

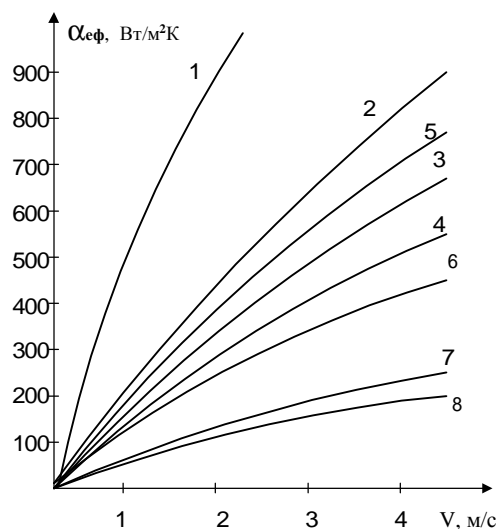


Рисунок 11.6 Коефіцієнт ефективної тепловіддачі голчато-штирьових радіаторів в умовах вимушеного охолодження

РЕБРИСТІ РАДІАТОРИ

Графіки залежності коефіцієнту ефективної тепловіддачі ребристих радіаторів в умовах вільного та вимушеного охолодження представлені на рисунку 11.7 та 11.8. Конструктивні параметри ребристих радіаторів приведені в таблиці 11.2.

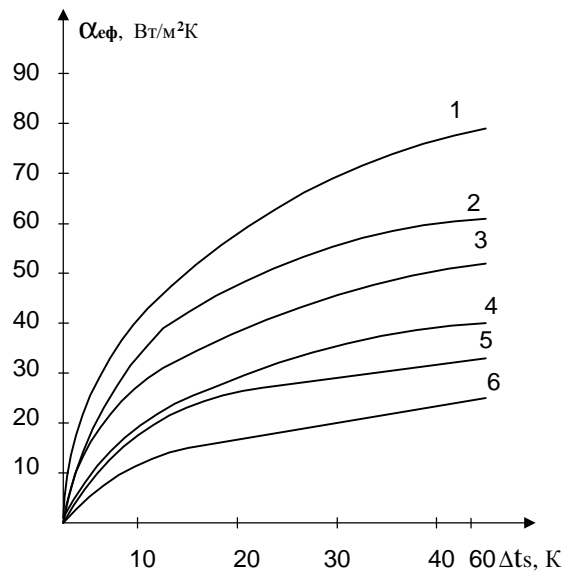


Рисунок 11.7 Коефіцієнт ефективної тепловіддачі ребристих радіаторів в умовах вільної конвекції

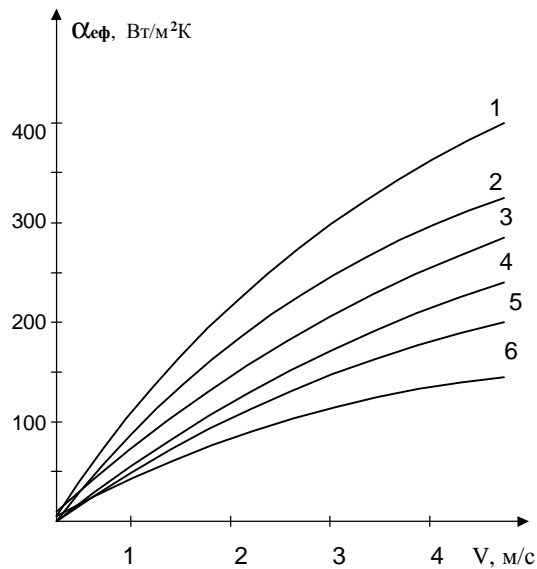


Рисунок 11.8 Коефіцієнт ефективної тепловіддачі ребристих радіаторів в умовах вимушеного охолодження

5. Знаходимо площу основи радіатора

$$S_p = L_1 \cdot L_2 = \frac{P}{a_{эф} \cdot (t_s - t_0)} \quad (11.18)$$

6. Визначимо середній перегрів основи радіатора в другому наближенні

$$\Delta T_{S_0} = \frac{\Delta t_k \cdot \frac{S_k}{S_p}}{\left(\frac{sh \left(p \cdot \sqrt{\frac{S_k}{S_p}} \right) \cdot ch^2 \left(\frac{p}{2} \right)}{p - ch \left(p \cdot \sqrt{\frac{S_k}{S_p}} \right) + 1} \right)^2}, \quad (11.19)$$

$$\text{де } p = \sqrt{B \cdot \left(1,5 - \frac{sh(2 \cdot \sqrt{B})}{2 \cdot \sqrt{B}} + 1 \right)^{-1}}, \quad B = a_{ef} \cdot \frac{S_p}{I_p \cdot d_p},$$

I_p – коефіцієнт теплопровідності матеріалу радіатора;

d_p – товщина основи радіатора;

$$sh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2}, \quad ch = \frac{e^x + e^{-x}}{2}.$$

7. Уточнюємо площу основи радіатора

$$S_{p.o} = \frac{P}{a_{ef} \cdot \Delta T_{so}} \quad (11.20)$$

ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ РАДІАТОРА

Розрахувати параметри голчато-штирьового радіатора для транзистора КТ913-А, що працює при температурі навколишнього середовища 60°C в умовах природного повітряного охолодження. Розсіювана потужність транзистора 3,2 Вт, внутрішній тепловий опір $R_{gn}=10 \text{ K/Wt}$, максимально допустима температура р-п переходу $t_{p-n}=150^\circ\text{C}$. Площа контакту транзистора з радіатором $S_k=65,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$.

1. Прийmemo робочу температуру р-п переходу $t_p=140^\circ\text{C}$ і визначимо допустимий перегрів контакту транзистора з радіатором:

$$t_K - t_p = (140 - 60) - 3,2 \cdot (10 + 2,210 \cdot 10^{-4} - \frac{4}{65,510 \cdot 10^{-6}}) = 37,25 \text{ K}$$

2. Визначимо середній перегрів основи радіатора

$$t_s - t_0 = 0,83 \cdot 37,25 = 30,92 \text{ K}$$

3. 3. Виберемо голчато-штирьовий радіатор з параметрами $h=15 \text{ мм}$; $S_{ш}=7 \text{ мм}$; $d=2 \text{ мм}$.

4. Знаходимо коефіцієнт ефективної тепловіддачі вибраного радіатора при $\Delta T_s=31 \text{ K}$:

$$a_{ef} = 47 \left(\frac{Bt}{\text{м}^2} \cdot K \right)$$

5. Визначимо середній перегрів основи радіатора в другому наближенні. При цьому виберемо як матеріал радіатора алюміній, у якого $I_p=208 \text{ Вт/мK}$, а товщину підстави $d_p=2 \text{ мм}$. Тоді, підставляючи дані в (*), одержуємо $\Delta T_{so}=34,1 \text{ K}$.

6. Уточнюємо площу основи радіатора

$$S_{p.o} = \frac{32}{47 \cdot 34,1} = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета - навчитися розраховувати теплові режими блоків ЕОМ в різних умовах експлуатації: в герметичному корпусі, в перфорованому корпусі, з

примусовою вентиляцією. Розраховувати і вибирати радіатори повітряного охолодження елементів.

ЗАВДАННЯ

1. Згідно отриманому у викладача варіанту (стовпці таблиці) вибрати з таблиці 11.3. початкові дані.

Таблиця 11.3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Споживана потужність, Вт	160	180	200	140	120	100	80	70	60	50
Довжина блоку, мм	200	180	200	140	200	180	160	200	180	160
Ширина блоку, мм	350	180	160	140	180	160	140	160	140	200
Висота блоку, мм	200	40	60	50	100	80	60	70	50	100
Коефіцієнт заповнення блоку за об'ємом	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,32	0,34	0,28	0,26	0,25
Площа перфорованих отворів, мм ²	120	140	150	160	120	100	90	80	70	80
Кількість отворів	20	22	24	20	18	16	20	18	16	20
Тиск повітря, МПа	0,10	0,11	0,12	0,13	0,1	0,09	0,08	0,07	0,10	0,11
Кількість типів теплонагружених елементів	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3
Температура навколишнього середовища °С	18	15	19	20	22	24	26	28	25	23
Масова витрата повітря, кг/с	0,01	0,015	0,02	0,01	0,008	0,01	0,015	0,012	0,01	0,015

2. Для всіх теплонагружених елементів блоку розрахувати необхідні площі поверхонь елементів; потужності, розсіювані елементами і т.д.
3. Виконати програму розрахунку теплового режиму блоку:
 - а. в герметичному корпусі з природною вентиляцією;
 - б. в перфорованому корпусі з природною вентиляцією;
 - с. з примусовою вентиляцією.
4. Виконати розрахунок радіатора згідно варіанту. Початкові дані в таблиці 11.4.

Таблиця 11.4

Дані про елементи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип радіатора	р	п	р	п	р	п	р	п	р	п
Тип транзистора	КТ-930А	КТ-931А	КТ-933А	КТ-927А	КТ-921А	КТ-922В	КТ-935Б	КТ-919В	КТ-919А	КТ-914А
Розсіювана потужність Р, Вт	2	1,5	2,5	4	2,5	1	2	1,25	3	1,75
Внутрішній тепловий опір R _{вн} °С/Вт	0,2	0,8	20	1,5	6	3	10	40	12	16
Площа контакту транзистора з радіатором S, м ² ·10 ⁻⁶	70	60,5	70,5	65,6	75,5	65,5	70,5	70	60	65,5
Температура навколишнього середовища °С	60	70	65	55	70	60	75	60	65	70
Максимально допустима температура р-	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Дані про елементи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n переходу t_{p-n} °C										
Робоча температура р-п переходу t_p °C	130	140	135	128	142	138	145	135	138	140
Товщина підстави радіатора, мм	2	3	2,5	3	3	2,5	1,5	2	2,5	3

Примітки: 1) як матеріал радіатора вибрати алюміній ($\lambda=208$ Вт/мК)
2) вважати, що транзистори працюють в умовах природного повітряного охолодження
3) р - ребристий радіатор, і - голчато-штирьовий радіатор.

Таблиця 11.5. Дані по елементах до розрахунку тепла і вибропрочности

Найменування елемента	Кількість по варіантах, шт					Потужність Вт	Площа, мм ²	Маса, г
	1;6	2;7	3;8	4;9	5;10			
Мікросхема	2	3	4	3	2	2	80	2
Транзистор	—	4	2	—	3	10	20	1
Тиристор	3	2	2	—	4	8	120	10
Резистор	2	5	2	2	4	2	20	1
Трансформатор	—	—	2	3	—	12	140	80

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Види охолодження.
2. Визначення питомої теплової потужності розсіювання.
3. Визначення температури нагрітої зони і кожуха.
4. Вибір способу охолодження.
5. Тепловий опір, теплопровідність.
6. Кондуктивний, індуктивний, конвекційний стоки тепла.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Мета;
3. Завдання;
4. Короткі теоретичні відомості;
5. Результати виконання лабораторної роботи;
6. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Л.Н.Преснухин, В.А.Шахнов "Конструювання електронних обчислювальних машин і систем" М., 1986
2. А.Я.Савельев, В.А.Овчинников "Конструювання ЕОМ і систем" М., 1989
3. А.Я.Куземін "Конструювання і мікромініатюризація ЕОМ" М., 1985
4. 4.Е.М.Парфенов і ін. "Проектування конструкцій радіоелектронної апаратури" М., 1989.

РОЗДІЛ 12

РОЗРАХУНОК ПЕЧАТНИХ ПЛАТ НА ВІБРОМІЦНІСТЬ

В радіоелектронній і електронно-обчислювальній апаратурі плати використовуються для розміщення на них інтегральних мікросхем (ІС) і ЕРЕ різного виду і рівня, і їх комутації між собою, яка звичайно здійснюється з допомогою печатного монтажу. Як правило, плати – це конструктивно закінчений функціональний модуль, який називають іноді ячейкою. Каркасний варіант цього модуля застосовують при підвищених вимогах до віброміцності і вібростійкості, а також при використанні в модулі двох печатних плат і більше. В каркасних конструкціях плат основою є металева рама, форми і розміри якої залежать від конструкції модуля. Плату, на якій розміщують ІС і ЕРЕ, закріплюють на рамі гвинтами або заклепками. В безкаркасній конструкції основою є печатна плата (ПП).

По конструктивному оформленню, в залежності від розміщення на платі ІС і ЕРЕ, а також від виду електричного монтажу, ПП можуть бути односторонніми, двохсторонніми або багатошаровими. На лицьовій стороні двохсторонньої плати розміщуються ІС і ЕРЕ; на іншому боці можуть розміщуватися ІС з планарними виводами і виконується печатний монтаж. Багатошарові печатні плати (МПП) застосовують при підвищенні щільності компоновки ІС і неможливості виконання комутації на одному рівні.

Форму ПП вибирають, як правило, прямокутну з переважним співвідношенням сторін 1:1...1:2 при мінімальному розмірі сторін 100x100 мм і 2:3 при найбільшому розмірі сторін 240x360 мм. Товщину ПП вибирають із ряду 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм.

Для виготовлення ПП використовуються різні матеріали.

Вібрації - коливання з невеликою амплітудою (до 0,1 мм), які виникають за рахунок невірноваженості сил інерції і призводять до зниження довговічності та надійності ЕОМ.

Вплив вібрації залежить від частоти, тривалості і амплітуди коливань. Під впливом вібрації пласта поводить себе як пружня пластина, яка наражається на втомлене руйнування, особливо при резонансі. Таких відказів як обрив провідників, руйнування паяних з'єднань, порушення контактів у з'днувачах можна уникнути якщо частоти власних коливань плати та шасі будуть різними.

При розрахунку на віброміцність за розрахункову схему також приймається спрощена модель у вигляді прямокутної пластини з розмірами сторін $a \times b$ постійної товщини h з різними видами закріплення по контуру. При рівномірному навантаженні ПП по її поверхні ЕРЕ для всіх випадків закріплення по контуру її власна частота в Гц буде:

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot p} \cdot K_a \cdot \sqrt{\frac{D}{M}}, \quad (12.1)$$

Так для більшості:

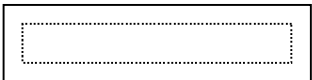

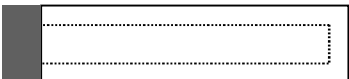

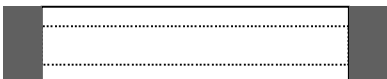

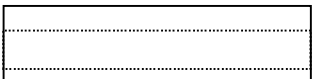



$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot p} \cdot \frac{K_a}{a^2} \cdot \sqrt{\frac{D}{M} \cdot a \cdot b}, \quad (12.2)$$

Значення коефіцієнта K_a обчислюється за формулою:

$$K_a = K \cdot \sqrt{a + \frac{b}{b^2} + \frac{g}{b^4}}, \quad (12.3)$$

де K, a, b, g вибираються в залежності від методу закріплення ПП за таблицею 12.1, в якій a, b - відповідно довжина та ширина плати.

Таблиця 12.1. Варіанти закріплення плат

№ варіанту	Ескіз заготовки	Коефіцієнти				a, mm	b, mm	h, mm
		k	α	β	γ			
1		9,87	1	2	1	200	130	1,5
2		9,87	1	2,33	2,44	140	100	1,0
3		15,42	1	0,95	0,41	223	110	1,5
4		9,87	1	2,57	5,14	240	120	1,0
5		22,37	1	0,48	0,19	300	200	1,5
6		22,37	1	0,61	1	250	150	1,2
7		9,87	0	0	1	240	90	1,3
8		9,87	1	0	0	300	100	1,0
9		3,52	1	0	0	280	140	1,5
10		15,42	0	0	1	223	142	2,0

Значення циліндричної жорсткості D визначають за формулою:

$$D = E \cdot \frac{h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)}, \quad (12.4)$$

де h - товщина ПП, мм,

E - модуль пружності матеріалу плати, МПа,

m - коефіцієнт Пуассона матеріалу ПП.

Тоді при частоті вібрації F_v та значенні перевантаження n амплітуда A коливань ПП в мм буде дорівнювати:

$$A = 250 \cdot \frac{n}{F_v^2} \quad (12.5)$$

Величина коефіцієнта динамічності, який показує у скільки разів амплітуда вимушених коливань ПП на частоті F відрізняється від амплітуди на частоті F_v , дорівнює:

$$K_d = \left(\left(1 - \left(\frac{F}{F_v} \right)^2 \right)^2 + \left(\frac{F}{F_v} \right)^2 \cdot e^2 \right)^{-1/2}, \quad (12.6)$$

де e - показник затухаючих коливань (для склотекстоліту при напругах, близьких до допустимих, приймається $e = 0.06$).

Динамічний прогин в геометричному центрі ПП в мм при її збудженні з частотою F :

$$d_d = K_d \cdot A, \quad (12.7)$$

Еквівалентна рівномірно розподілена по ПП динамічне навантаження, в Н/м² (Па):

$$P_d = \frac{d_d \cdot D}{C1 \cdot b^4}, \quad (12.8)$$

а максимальний розподілений згинальний момент, в Н, викликаний цим навантаженням:

$$M_{\max} = C2 \cdot P_d \cdot b^2 \quad (12.9)$$

Коефіцієнти $C1$, $C2$ залежать від методу закріплення ПП. При опиранні ПП по контуру для їх визначення використовують формули:

$$C1 = 0.00406 + 0.018 \cdot \lg\left(\frac{a}{b}\right) \quad (12.10)$$

$$C2 = 0.0479 + 0.18 \cdot \lg\left(\frac{a}{b}\right) \quad (12.11)$$

При затисненні пластини по контуру використовують формули:

$$C1 = 0.0012 + 0.041 \cdot \lg\left(\frac{a}{b}\right) \quad (12.12)$$

$$C2 = 0.0513 + 0.108 \cdot \lg\left(\frac{a}{b}\right) \quad (12.13)$$

Максимальне динамічне навантаження згину ПП, в МПа

$$S_{\max} = \frac{6 \cdot M_{\max}}{10^6 \cdot h^2} \quad (12.14)$$

Умова віброміцності ПП має вигляд:

$$S_{\max} = \frac{S-1}{[NS]}, \quad (12.15)$$

де $S-1$ - границя витривалості матеріалу ПП, МПа;
 NS - допустимий запас міцності.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета - набуття студентами навиків виконання розрахунків печатних плат (ПП) на віброміцність.

ЗАВДАННЯ

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями, необхідними для виконання роботи.
2. Визначити масу ЕРЕ (електрорадіоелементів) згідно таблиці 12.2.

Таблиця 12.2 Дані по елементах до розрахунку віброміцності

Найменування елемента	Кількість по варіантах, шт					Потужність, Вт	Площа, мм ²	Маса, г
	1;6	2;7	3;8	4;9	5;10			
Мікросхема	2	3	4	3	2	2	80	2
Транзистор	—	4	2	—	3	10	20	1
Тиристор	3	2	2	—	4	8	120	10
Резистор	2	5	2	2	4	2	20	1
Трансформатор	—	—	2	3	—	12	140	80

3. Вибрати метод закріплення ПП згідно варіанту із таблиці 12.1.
4. Виконати програму KONSTR.EXE (програма віброміцність).
5. Роздрукувати результати розрахунку.
6. Оформити звіт та підготувати відповіді з контрольних запитань.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Методи визначення віброміцності при коливальних та ударних навантаженнях.
2. Методи закріплення плати.
3. Як з'ясувати амплітуду коливань плати?
4. Як з'ясувати допустиме навантаження на згин для вибраного матеріалу?
5. Яким чином здійснюється віброізоляція? При яких умовах амортизація ефективна?
6. Охарактеризуйте поняття "віброміцності" та "вібростійкості".
7. Зовнішні механічні впливові фактори при транспортуванні.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Мета;
3. Завдання;
4. Короткі теоретичні відомості;
5. Результати виконання лабораторної роботи;
6. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Курсовое проектирование механизмов РЭС. /Под ред. Г.И.Рощина - М.; "Высшая школа", 1991. - 243с.
2. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование ЭВМ и систем: Учебник для ВУЗов по специальности "ЭВМ" - М., Высшая школа, 1986 - 312с.
3. Парфенов Е.М. и др. "Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры" М., 1989 - 274с.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи конструктивно-технологічної побудови ЕОМ" для студентів спеціальностей 6.091500 "Спеціалізовані комп'ютерні системи" і "Системне програмування"/ Укл.: Грачов А. О., Мельник А.А., Колесніков К. В., Рудаков К. С. — Черкаси: ІСУЕП, 2002.
5. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Основи конструктивно-технологічної побудови ЕОМ" для студентів спеціальності 6.091500 "Спеціалізовані комп'ютерні системи" і "Системне програмування"/ Укл.: Грачов А. О., Мельник А. А., Колесніков К. В., Рудаков К. С., - Черкаси, ІСУЕП, 2002.

РОЗДІЛ 13

ФОРМ-ФАКТОРИ СИСТЕМНИХ БЛОКІВ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА

Існує три основні форми фактора - це АТ, АТХ і ВТХ. На сьогоднішній день найпоширенішим є АТХ форм фактор. Кращі часи АТ уже давно пройшли - це морально застаріле рішення, а ВТХ тільки починає завойовувати ринок. Насправді ВТХ і АТХ є специфікаціями, що описують зв'язку корпус - системна плата. Вони визначають не тільки тип живлення, але й деякі елементи конструкції й взаємного розташування компонентів. Комплексно це називається форм фактором.

АТХ

Форм-Фактор АТХ припускає установку процесора в спеціальний слот (рисунок 13.1), який знаходиться уздовж довгої сторони плати, ближче до портів вводу-виводу. Напряга живлення процесора становить 12В, для посилення 12В-ої лінії на материнській платі передбачається наявність додаткового 12В гнізда (рисунок 13.8). Форм фактор АТХ підтримує до семи слотів розширення, таких як ISA, PCI, AGP і CNR.

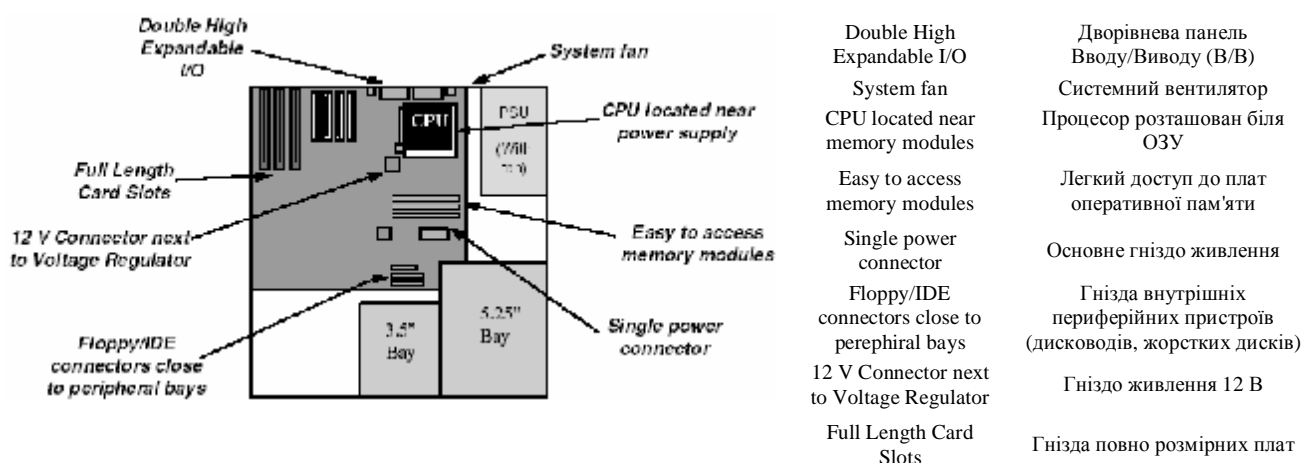


Рисунок 13.1. Основне шасі АТХ

Повний розмір АТХ плати становить 305x244 мм. Розташування кріпильних отворів, місць посадки гнізд плат розширення зазначені на малюнку 13.2

Форм-Фактор АТХ не передбачає специфікацію на дискові інтерфейси. Шасі передньої панелі, також розроблюються виробником корпусів індивідуально. Тільки інтерфейси задньої панелі мають специфікацію на розміри згідно стандарту АТХ (див. рисунок 13.3, 14,4)

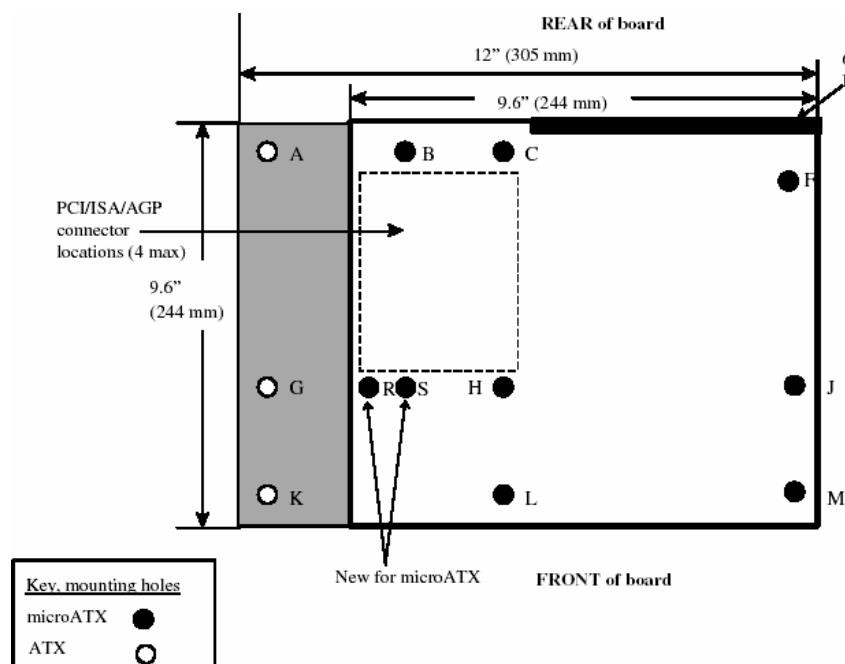


Рисунок 13.2. Розташування монтажних отворів на платах ATX і microATX

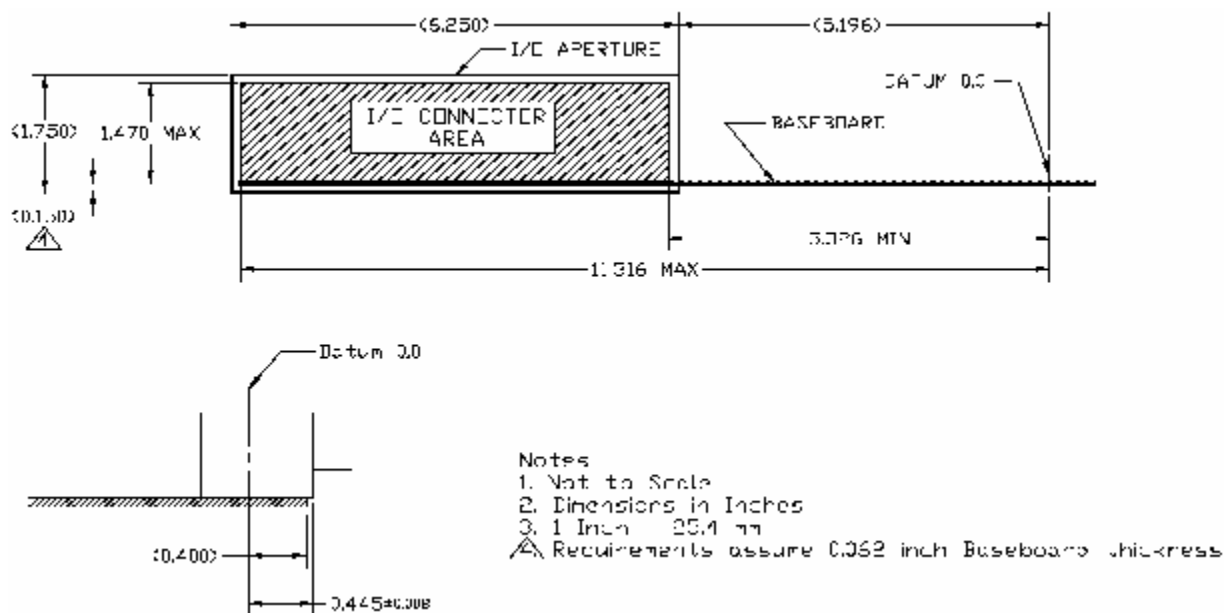


Рисунок 13.3. Рекомендовані габарити задньої панелі Вводу/Виводу материнської плати ATX

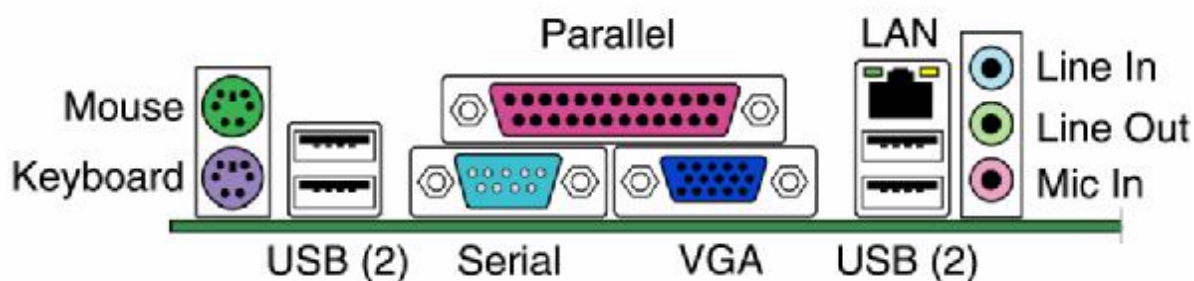


Рисунок 13.4. Приклад розширеної мультимедійної задньої панелі Вводу/Виводу

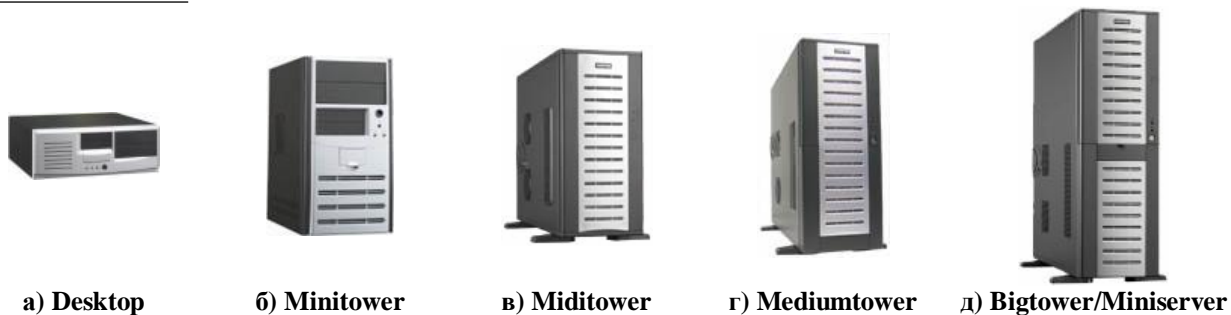
Приклади готових рішень материнських плат формату ATX наведені на рисунку 13.5.



а) SOLTEK BOX version б) ASUS A8N32-SLI Deluxe в) ASUS P5VDC-MX
Рисунок 13.5. Приклади материнських плат

Корпуса ATX мають два основних виконання - це desktop і tower. Другий відповідно ділиться на чотири групи: minitower, miditower, mediumtower, bigtower (рисунок 13.6). Більш докладно із шасі різних типів корпусів можна ознайомитися в [2]. Останнім часом з'явився новий вид, так званий Box. Цей тип корпусів застосовується для створення домашніх мультимедійних систем на основі персонального комп'ютера (рисунок 13.7 а). Деякі фірми пропонують спеціалізовані рішення, наприклад фірма Zalman випустила корпус на теплових трубках, де як пасивні радіатори виступає ребрений корпус системного блоку; вартість цієї моделі дорівнює 1000\$ (рисунок 13.7 б).

www.chieftec.ru



а) Desktop б) Minitower в) Miditower г) Mediumtower д) Bigtower/Miniserver
Рисунок 13.6. Стандартні рішення корпусів формату ATX



а) BOX б) Zalman
Рисунок 13.7. Нестандартні рішення корпусів формату ATX

Відповідно до специфікації ATX передбачено 5 гнізд живлення, у яких є лінії живлення (+12В, +5В, +3.3В, -12В), земля й керуючі лінії. Одні гнізда призначені для живлення периферійних пристроїв, інші для живлення материнської плати й процесора. Що характерно гнізда фізично не сумісні, що не дозволяє виконати неправильне підключення пристроїв (рисунок 13.8).

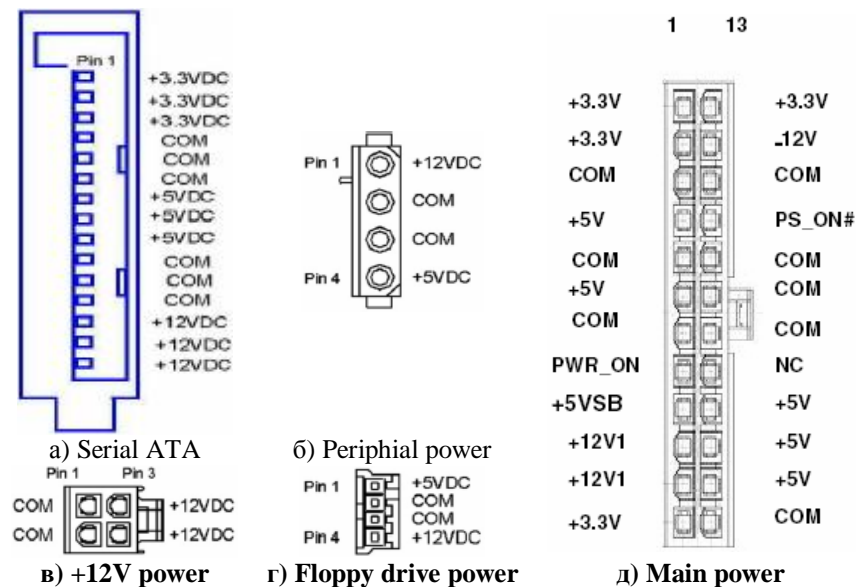


Рисунок 13.8. З'єднувачі стандарту ATX

Як ми вже змогли переконатися форм фактор ATX практично не має, яких-небудь твердих стандартів до конструктивного виконання. Всі параметри в більшій своїй частині носять рекомендаційний характер, за винятком монтажних отворів, розташування слотів розширення й задньої панелі портів Вводу/Виводу (1). Це можна віднести як до плюсів так і мінусам цього стандарту, оскільки дозволяє розроблювачам материнських плат і корпусів випускати безліч різних модифікацій, при цьому несумлінні фірми можуть випускати незакінчені непродумані рішення сильно ускладнюючи складання своїх виробів. Ще одним недоліком є, при зростаючому з кожним роком рівнем тепловиділення, непродумана система вентиляції корпуса, що й обумовило розробку, фірмою Intel, стандарту ВТХ.

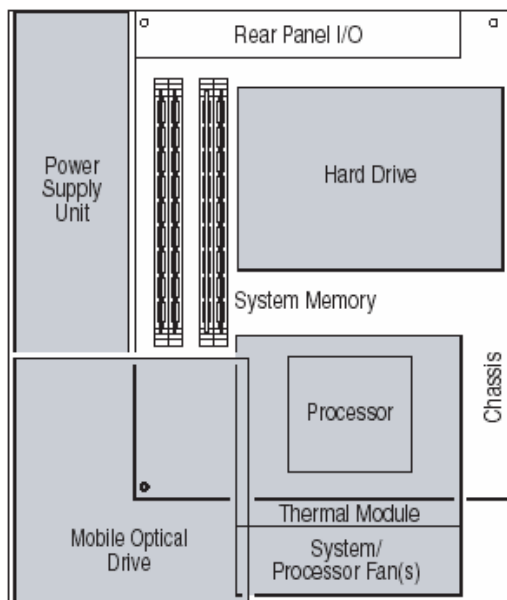
ВТХ

ВТХ - Balanced Technology Extended - посібник із системного проектування відповідно до розширеної збалансованої технології. ВТХ - це надобіддя форм фактор із широким спектром розмірів і профілів. Інженери фірми Intel при розробці нового форм фактора врахували всі недоліки АТХ, такі як збільшення габаритів, високий рівень шуму, неефективне керування повітряними потоками і т.д. Щоб упоратися з усіма цими недоліками була запропонована нова модель упакування компонентів у системний блок (рисунок 13.9). Дана специфікація охоплює, в обов'язковому порядку, не тільки

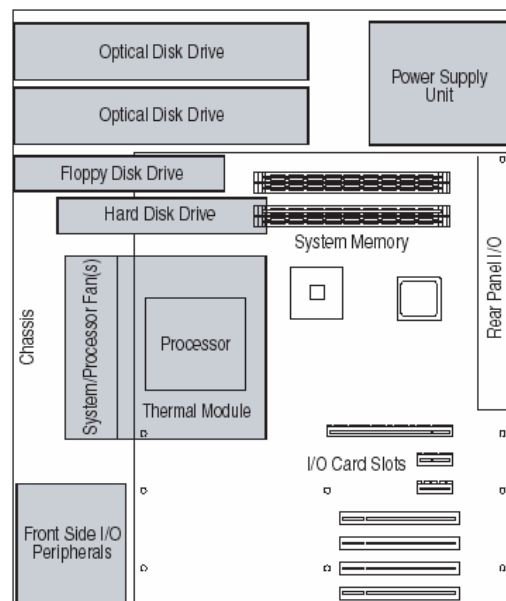
процесор і материнську плату, а в обов'язковому порядку усі компоненти системного блоку. Гнізда живлення взяті зі стандарту АТХ (рисунок 13.8).

Power Supply Unit	Блок живлення
System Memory	Системна пам'ять
Optical Disk Drive	Оптичний пристрій
Rear Panel I/O	Задня панель В/В
I/O Card on Riser	Панель підключення вертикальних ПП
Processor	Процесор
Termal Modelu	Радіатор
System/Processor Fan(s)	Вентилятор
I/O Card Slots	Плати розширення
Chassis	Корпус
Front Side I/O Pereipherals	Передня панель В/В
a) Desktop	

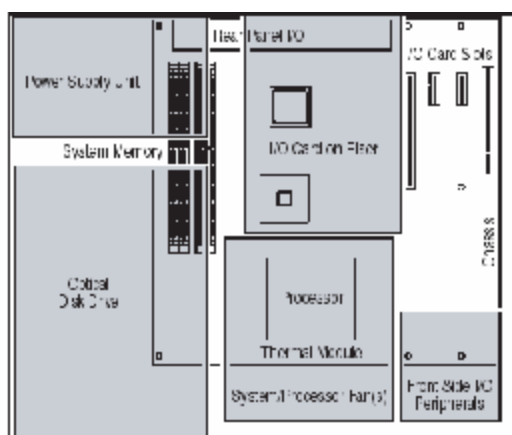
Power Supply Unit	Блок живлення
Module Optical Drive	Оптичний пристрій
Rear Panel I/O	Задня панель В/В
Hard Drive	Жорсткий диск
System Memory	Системна пам'ять
Processor	Процесор
Termal Modelu	Радіатор
System/Processor Fan(s)	Вентилятор
Chassis	Корпус



a) Small form factor



б) Expandable Tower



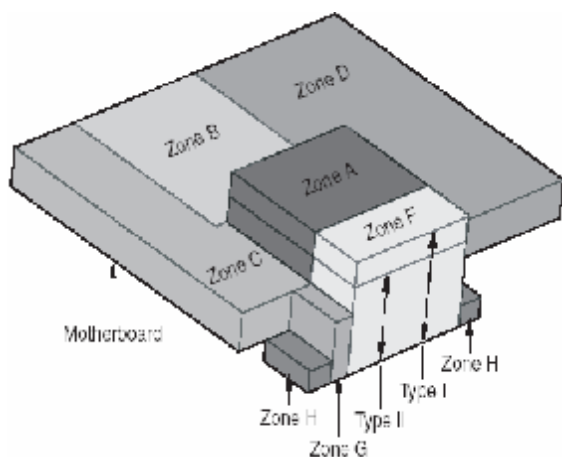
в) Desktop

Power Supply Unit
System Memory
Optical Disk Drive
Rear Panel I/O
I/O Card on Riser
Processor
Thermal Module
System/Processor Fan(s)
I/O Card Slots
Chassis
Front Side I/O Peripherals
Hard Disk Drive
Floppy Disk Drive

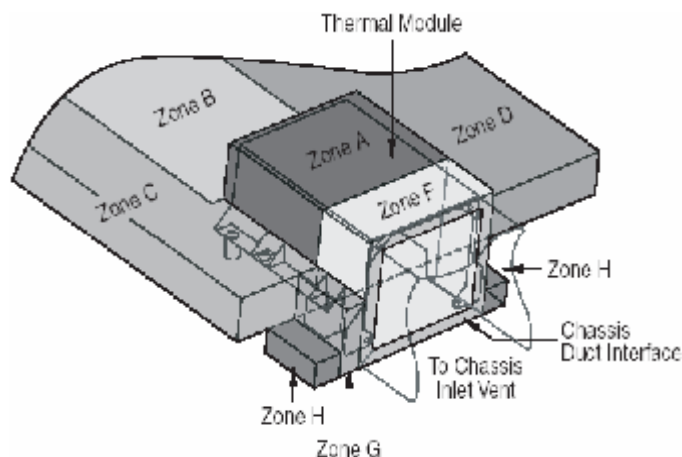
Блок живлення
Системна пам'ять
Оптичний пристрій
Задня панель В/В
Підключення вертикальних ПП
Процесор
Радіатор
Вентилятор
Плати розширення
Корпус
Передня панель В/В
Жорсткий диск
Дисковод

Рисунок 13.9. Три основні моделі упаковки компонентів форм фактора ВТХ

Вимоги до механічного кріплення розбиваються на дев'ять умовних зон (рисунок 13.10), що повинне ускладнити проектування й монтаж системного блоку. Зона С, В і D - це зона монтажу материнської плати (рисунок 13.10).



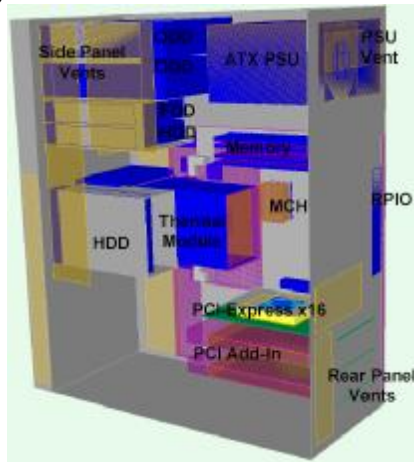
а) Шасі зони материнської плати



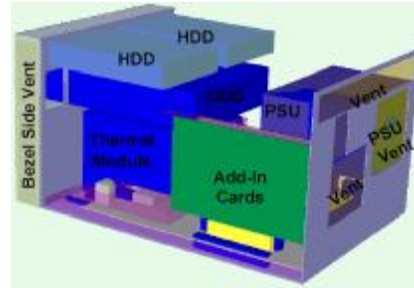
б) Шасі термозони

Рисунок 13.10. Об'ємні зони шасі форм фактора ВТХ

Дуже багато уваги при розробці форм фактора ВТХ було приділено відводу тепла із системного блоку, на малюнку 13.11 наведені дві моделі нагріву елементів для різних типів упакування, а на на малюнку 13.12 приклади корпусів.



а) Expandable Tower



б) Desktop

Рисунок 13.11. Модель термостуну елементів системного блоку ВТХ



а) microBTX Tower



б) BTX Desktop



в) BTX Desktop у розборі

Рисунок 13.12. Приклади корпусів ВТХ

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета - ознайомлення з внутрішньою структурою комп'ютера та проведення на практиці розборки та зборки комп'ютера.

ЗАВДАННЯ

1. Вивчити шасі системних блоків фірми Chietec за адресою www.chieftec.ru
2. Вивчити наочний матеріал по монтажу систем охолодження фірми Zalman на різні платформи (Охолодження_Reserator1Plus.swf)
3. Розібрати системний блок.
4. Ознайомитись з внутрішньою структурою комп'ютера.
5. Зібрати системний блок, під'єднати усі проводи від пристроїв вводу-виводу та інші з'єднувачі.
6. У звіті вказати недоліки та переваги системного блоку

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Наведіть приклади основних форм-факторів, і яка між ними різниця?
2. Який інструмент необхідний при розборці та зборці комп'ютера?
3. Який порядок розборки системного блоку?
4. Назвіть з яких елементів складається системний блок?
5. Який порядок зборки системного блоку?

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Титульна сторінка;
2. Позначка;
3. Завдання;
4. Короткі теоретичні відомості;
5. Результати виконання лабораторної роботи;
6. Висновок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. www.formfactors.org.
2. www.chieftec.ru
3. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия. 2-е изд. – СПб: Питер Ком, 2004. – 928 с.: ил.;
4. Скотт Мюллер. Модернизация и ремонт ПК, 15-е юбилейное издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1344 с.: ил. – Парал. тит. англ..

ДОДАТОК А

Титульний лист ТЗ на ДКР

ЗАТВЕРДЖУЮ

(Посада, П.І.П.)

(Підпис)

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
НА ДОСЛІДНО-КОНСТРУКТОРСЬКУ РОБОТУ**

(Найменування ДКР)

(Посада, П.І.П.)

(Підпис)

Продовження додатку А

1. Назва, шифр ОКР і основа для виконання ДКР _____

2. Виконавець (виконавці) ДКР _____

3. Замовник (замовники) розроблюваного виробу _____

4. Мета виконання ДКР _____

5. Найменування, призначення виробу _____

6. Склад виробу _____

7. Технічні вимоги _____

- 7.1. Умови експлуатації _____

- 7.2. Вимоги до транспортування і зберігання _____

8. Техніко-економічні вимоги _____

9. Вимоги до сировини, матеріалів, покупних виробів _____

10. Вимоги до консервації, упаковки і маркирування _____

Продовження додатку А

11.Вимоги до документації, яка розроблюється _____

12.Стадії та етапи ДКР (згідно табл.) _____

Таблиця

Порядок виконання ДКР

Стадії	Етапи робіт, зміст виконуваних робіт	Виконавець	Термін ви-конання	Чим закінчується робота
I				
II				
III				
IV				

13.Порядок прийому ДКР і матеріалів, представлені по закінченню дослідно-конструкторської роботи _____

ВИКОНАВЕЦЬ (студент)

УЗГОДЖЕНО (викладач)

ДОДАТОК Б

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ**

ЗВІТ

**З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №5
з дисципліни: «Конструювання ЕОМ»
на тему: «Налаштування схемного редактора і редактора печатних плат,
ознайомлення зі структурою системи P-CAD»**

**Перевірив:
ст. викладач
Рудаков К.С.**

**Виконав
студент, групи КС-14
Петренко В.М.**

Черкаси 2010

Мета – отримати загальну інформацію про систему проектування P-CAD. Сформувати навички по настройці і конфігуруванню схемного редактора і редактора печатних плат. Підготувати шаблони для виконання подальших лабораторних робіт.

ЗАВДАННЯ (ВАРІАНТ 4)

1. Вивчити теоретичні відомості до лабораторної роботи;
2. Відконфігурувати редактор схем згідно варіанту;
3. Зберегти відконфігурований проект в шаблон з ім'ям Прізвище.sch;
4. Відконфігурувати редактор печатних плат згідно варіанту;
5. Додайте новий шар з такими параметрами:
 - a. Layer Name – Оформлення;
 - b. Layer Number – 12;
 - c. Тип – Non signal.
6. Зберегти відконфігурований проект в шаблон з ім'ям Прізвище.pcb;

Конфігурування схемного редактора

Вибір і встановлення системи одиниць вимірювання і розмірів креслення				Установка параметрів сітки	Створення і редагування стилів тексту				
Workspa ce size	AutoSave (интервал в минутах число резервных копий)	Unit s	File Viewe r	Grid Spacing	Style Nam e	Шрифт	Зображен ня	Розмі р (мм)	Набір символі в
594Ч420	30/4	mm	Notepad	2.5; 0.5; 5	Об_4	GOST type В	звичайний	4	Кирил.

Конфігурування редактора ПП

Вибір і встановлення системи одиниць вимірювання і розмірів креслення			Правила ручного і інтерактивного трасування	Встановлення параметрів сітки	Створення і редагування стилів тексту				
Workspac e size	AutoSave (интервал в минутах число резервных копий)	Unit s	T-Route Default	Grid Spacing	Style Nam e	Шрифт	Зображен ня	Розмі р (мм)	Набір символів
210Ч297	30/4	mm	вкл.	2.5; 0.5; 5	Об_4	GOST type В	звичайний	4	Кирил.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Система P-CAD призначена для проектування багатошарової печатної плати (ПП) обчислювальних і радіоелектронних пристроїв. До складу P-CAD входять чотири основні модулі – P-CAD Schematic, P-CAD PCB, P-CAD Library Executive, P-CAD Autorouters і ряд інших допоміжних програм (малюнок 1.1).

P-CAD Schematic і P-CAD PCB – відповідно графічні редактори принципів електричних схем і ПП. Редактори мають системи спливаючих меню в стилі Windows, а часто найвживанішим командам призначені піктограми.

Редактор P-CAD PCB може запускатися автономно і дозволяє розмістити модулі на вибраному монтажно-комутаційному полі і проводити ручне,

Продовження додатку Б

напівавтоматичне і автоматичне трасування провідників. Якщо P-CAD PCB викликається з редактора P-CAD Schematic, то автоматично складається список з'єднань схеми і на полі ПП переносяться зображення корпусів компонентів з вказівкою ліній електричних з'єднань між їх виводами. Ця операція називається упаковкою схеми на печатну плату. Потім викреслюється контур ПП, на ньому розміщуються компоненти і, нарешті, проводиться трасування провідників.

Застосування шрифтів True Type дозволяє використовувати на схемі і ПП написи на російській мові.

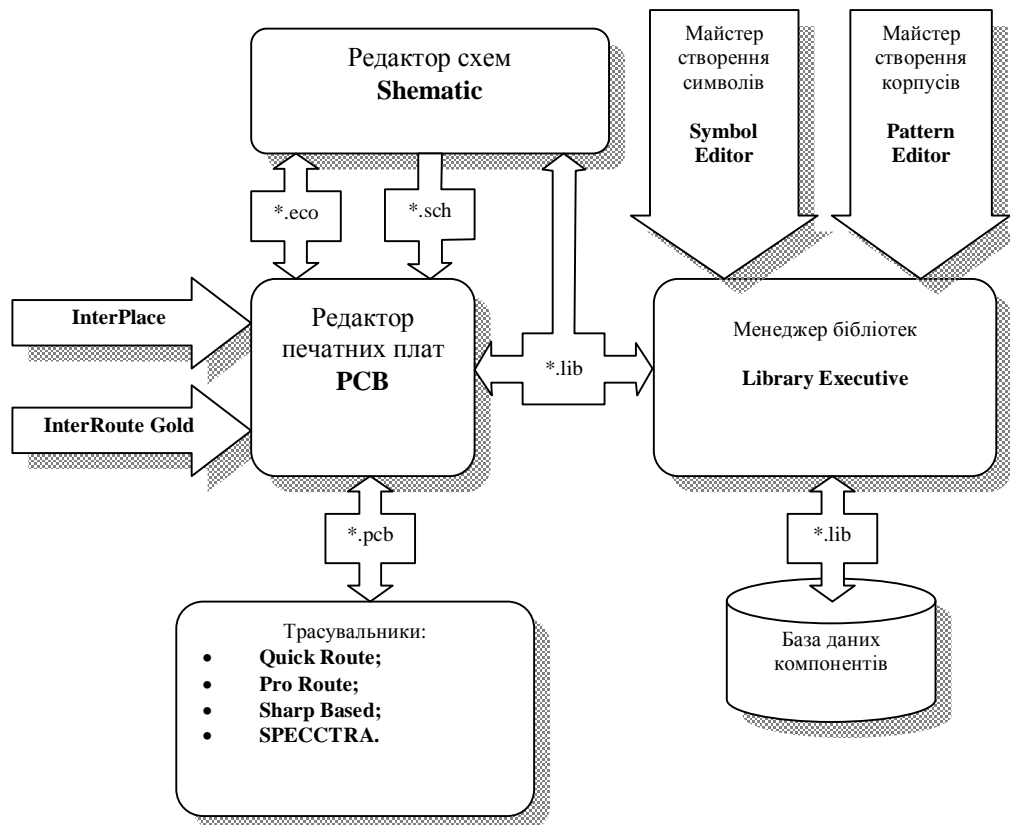
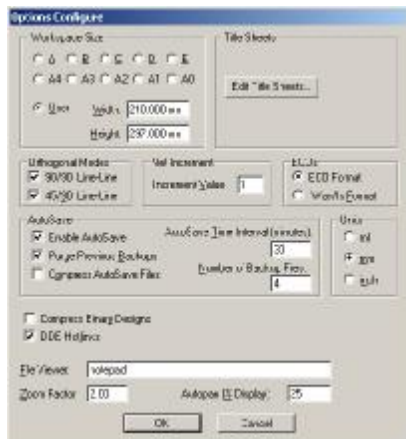


Рисунок 5.1. Структура системи проектування P-CAD

Автотрасувальники викликаються з управляючої оболонки P-CAD PCB, де і проводиться настройка стратегії трасування. Інформацію про особливості трасування окремих ланцюгів можна за допомогою стандартних атрибутів введених на етапах створення принципової схеми або ПП. Перший трасувальник QuickRoute відноситься до трасувальників лабіринтового типу і призначений для трасування найпростіших ПП. Другий автоматичний трасувальник PRO Route трасує ПП з числом сигнальних шарів до 32. Трасувальник Shape-Based Autorouter – безсіткова програма автотрасування ПП. Програма призначена для автоматичної розводки багатошарової печатної плати з високою густиною розміщення елементів. Ефективна при поверхневому монтажі корпусів елементів, виконаних в різних системах координат. Є можливість розміщення провідників під різними кутами на різних шарах плати, оптимізації їх довжини і числа перехідних отворів.

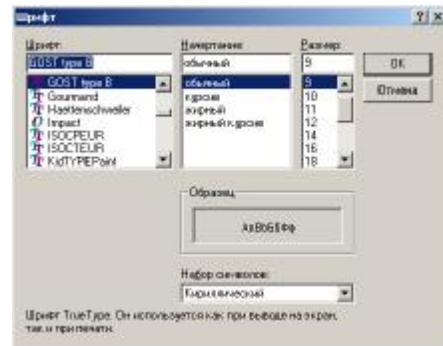
РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ



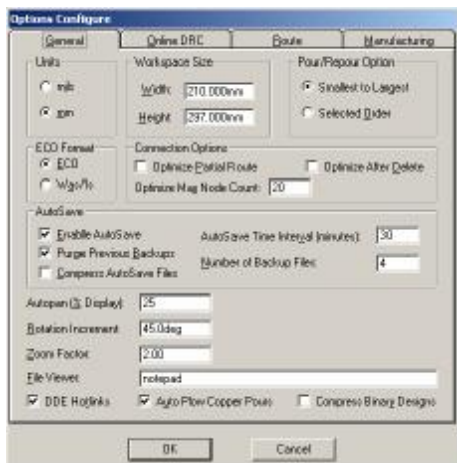
Вибір та встановлення системи одиниць виміру та розмірів креслення



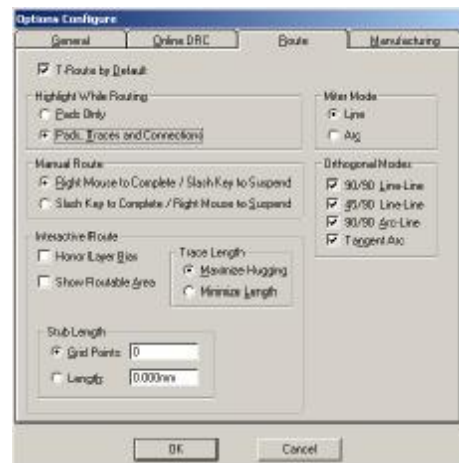
Встановлення параметрів сітки



Створення та редагування стилів тексту



Вибір та встановлення системи одиниць виміру і розмірів креслення



T-Route by Default



Новий шар

Висновок: виконавши лабораторну роботу я отримав загальну інформацію про систему проектування P-CAD. Відконфігурував схемний редактор і редактор печатної плати, а саме задав параметри робочої області, визначив крок сітки, створив текстовий стиль і додав шар в редакторі печатної плати. В результаті були підготовлені шаблони для виконання подальших лабораторних робіт.

ДОДАТОК В

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ**

ЗВІТ

**З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №6
з дисципліни: «Конструювання ЕОМ»
на тему: «Створення кутового штапу креслення і форматок»**

Перевірив:
ст. викладач
Рудаков К.С.

Виконав
студент, групи КС-14
Петренко В.М.

Черкаси 2010

Мета – на прикладі створення кутових штампів і форматок креслень вивчити прийоми роботи з лініями, текстами і полями.

Завдання (варіант 1)

1. Вивчити теоретичні відомості до лабораторної роботи;
2. Створити форматку – *форма 1* з текстовими написами і полями відповідно до варіанту. Збережіть файл з ім'ям *Прізвище_Ф1.ttl*;
3. Створити форматку – *форма 2а* з текстовими написами і полями відповідно до варіанту. Збережіть файл з ім'ям *Прізвище_Ф2а.ttl*;
4. Вставити форматку в новий проект, заповнити поля і результат показати викладачу.

Завдання для створення форматок

- Workspace size – 420×297;
- Початок координат – 20,5.

Короткі теоретичні відомості

ГОСТ 2.301-68 “ЕСКД. Формати” встановлює основні і додаткові формати листів креслень”, схем і інших конструкторських документів передбачених ГОСТ 2.102-68.

Позначення і розміри основних форматів приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Позначення формату	A0	A1	A2	A3	A4
Розміри сторін формату, мм	841×1189	591×841	420×594	297×420	210×297
Граничні відхилення, мм	±3,0		±2,0		

При виборі форматів необхідно враховувати об'єм і складність проєктованого виробу, ступінь деталізації даних, обумовлену призначенням схеми; умови збереження й обертання схем; можливість внесення змін; особливості і можливості техніки виконання, репродукування і мікрофільмування технічної документації, а також можливості опрацювання схем засобами електронної обчислювальної техніки. Обраний формат повинний забезпечувати компактне виконання схеми без порушення її наочності і зручності користування. При виконанні схеми на декількох листах доцільно мати однаковий формат усіх листів.

Кожній конструкторський документ повинний мати основний напис, що містить загальні відомості про зображені об'єкти.

Форми, розміри, змісти, порядок заповнення основних написів і додаткових граф до них у конструкторських документах установлює ГОСТ 2.104-68 «ЕСКД. Основні написи» у частині розміщення основного напису, поділи поля схеми на зони й оформлення поля для підшивки.

Для креслень і схем передбачені основний напис, додаткові графи до неї, а також розміри рамок на кресленнях і схемах за формою 1 ГОСТ 2.104-60.

Продовження додатку В

Для текстових конструкторських документів першого і заголовного листа (наприклад, відомості технічного проекту, пояснювальної записки, технічних умов, інструкції і т.п.) передбачений основний напис і додаткові граfi до неї за формою 2.

Основні написи виконують суцільними основними і суцільними тонкими лініями по ГОСТ 2. 303-68 “ЕСКД. Лінії”. Розташовують основні написи в правому нижньому куті конструкторських документів. Формат А4 розташовується тільки вертикально - основний напис внизу листа. Формати більші за А4 можуть бути розташовані як горизонтально, так і вертикально: основний напис може бути нанесено як уздовж довгої, так і уздовж короткої сторони листа.

Результати виконання лабораторної роботи

[illegible]

форма 1 с заповненими текстовими написами та полями

[illegible]

форма 2а с заповненими текстовими написами та полями

Висновок: на лабораторній роботі були вивчені прийоми роботи з лініями, текстами і полями, на прикладі створення кутових штампів і форматок креслень. Так само я отримав практику при виводі на друк креслень з системи P-CAD.

ДОДАТОК Г

Характеристики компонента

№ п/п	Компонент	Номинал	УГО (№ рис.)	Корпус (№ рис.)	Розміри корпусу, мм
Діоди і світлодіоди					
1.	АЛ307	-	1.28	1.61	
2.	КВ109В	-	1.30	1.59	
3.	КВ121Б	-	1.30	1.59	
4.	КД213	-	1.29	1.66	
5.	КД522Б	-	1.29	1.72	
6.	КС139	-	1.31	1.58	
7.	КС147А	-	1.31	1.58	
8.	КС156А	-	1.31	1.58	
9.	КЦ407	-	1.35	1.69	
Індуктивність					
10.	6 витків	ПЭЛ 0.8	1.14	1.60	$H = 5; D = 4$
11.	8 витків	ПЭЛ 0.4	1.14	1.60	$H = 3,5; D = 3,5$
Комутатори					
12.	Т1	-	1.20	1.55	
13.	КП-1	-	1.19	1.56	
Конденсатори					
14.	К50-29	47, 470, 1000 мкф	1.16	1.71	$L = 37; D = 8,5; d = 0,5$
15.	К50-29	10, 22, 47, 100 мкф	1.16	1.71	$L = 27; D = 6; d = 0,5$
16.	К50-29	10, 22, 220, 470 мкф	1.16	1.71	$L = 27; D = 8,5; d = 0,5$
17.	К50-29	1, 2.2, 4.7, 10, 22 мкф	1.16	1.71	$L = 17; D = 6; d = 0,5$
18.	КМ6А-М1500	1.6-3.3 нФ	1.15	1.67	$L = 7,5; B = 7,5; H = 6; A = 5$
19.	КМ6А-М1500	0.82-1.5 нФ	1.15	1.67	$L = 6,5; B = 6,5; H = 4,5; A = 3,5$
20.	КМ6А-Н50	47, 68, 100 нФ	1.15	1.67	$L = 9,5; B = 9,5; H = 6; A = 7,5$
21.	КМ6А-Н50	10, 15 нФ	1.15	1.67	$L = 6,5; B = 6,5; H = 4,5; A = 3,5$
22.	КМ6А-Н90	150, 220, 330 нФ	1.15	1.67	$L = 9,5; B = 9,5; H = 6; A = 7,5$
23.	КМ6А-Н90	470 нФ	1.15	1.67	$L = 12; B = 12; H = 6; A = 10$
24.	КМ6А-Н90	22, 33, 47 нФ	1.15	1.67	$L = 6,5; B = 6,5; H = 4,5; A = 3,5$
25.	КМ6А-М47	0,12-0,47 нФ	1.15	1.67	$L = 6,5; B = 6,5; H = 4,5; A = 3,5$
26.	КМ6А-М47	0.51-0.68 нФ	1.15	1.67	$L = 7,5; B = 7,5; H = 6; A = 5$
27.	КМ6А-М750	1,3-2 нФ	1.15	1.67	$L = 7,5; B = 7,5; H = 6; A = 5$
28.	ДО71-6	33-100 мкф	1.15	1.73	$L = 10; D = 5$
29.	ДО71-6	330-510 мкф	1.15	1.73	$L = 14; D = 5$
30.	ДО71-6	560-1000 мкф	1.15	1.73	$L = 14; D = 6$
31.	ДО71-6	5.1-30 мкф	1.15	1.73	$L = 10; D = 4$
Мікросхеми					
32.	LM1040	-	1.44	1.52	$N = 12$
33.	LM1800	-	1.37	1.52	$N = 8$
34.	LM7805	-	1.39	1.70	
35.	TDA2003	-	1.40	1.63	
36.	TDA7000	-	1.42	1.52	$N = 9$

№ п/п	Компонент	Номинал	УГО (№ рис.)	Корпус (№ рис.)	Розміри корпусу, мм
37.	UAA180	-	1.41	1.52	$N = 9$
38.	K155АГ1	-	1.45	1.52	$N = 7$
39.	K555ИД3	-	1.47	1.52	$N = 12$
40.	K555ЛА3	-	1.46	1.52	$N = 7$
41.	K561ИЕ10	-	1.50	1.52	$N = 8$
42.	K561ИЕ8	-	1.49	1.52	$N = 8$
43.	K561ЛА7	-	1.46	1.52	$N = 7$
44.	K572ПВ4	-	1.48	1.52	$N = 14$
45.	KУН038	-	1.38	1.51	$N = 8$
46.	KХА058	-	1.43	1.51	$N = 19$
Резистори					
47.	МЛТ-0,125	$1 \cdot 3 \cdot 10^6 \text{ Ом}$	1.23	1.57	$L = 6; D = 2,2; l = 20; d = 0,6$
48.	МЛТ-0,25	$1 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 10^6 \text{ Ом}$	1.23	1.57	$L = 7; D = 3; l = 20; d = 0,6$
49.	МЛТ-1	$1 \cdot 10 \cdot 10^6 \text{ Ом}$	1.23	1.57	$L = 13; D = 6,6; l = 25; d = 0,6$
50.	СПЗ-386	$150 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 10^6 \text{ Ом}$	1.26, 1.27	1.65	$L = 16,5; H = 15,5; l = 10; h = 7$
Транзистори					
51.	КП303	-	1.32	1.53	
52.	КТ315	-	1.33	1.62	
53.	КТ368	-	1.33	1.54	
54.	КТ829	-	1.33	1.64	
55.	КТ940	-	1.33	1.68	
Гнізда					
56.	6 контактів	-	1.22	1.74	
57.	8 контактів	-	1.22	1.75	
Загальні					
58.	Гучномовець	-	1.36	-	
59.	GND (маса)	-	1.18	-	
60.	Заземлення	-	1.17	-	
61.	Антенa	-	1.34	-	
62.	Контакт 1	-	1.21	-	
63.	Контакт 2	-	1.22	-	

Умовні графічні позначення елементів



Рисунок 1.14. Обмотка (керування)



Рисунок 1.15. Конденсатор постійної ємності (загальне позначення)



Рисунок 1.16. Конденсатор постійної ємності (поляризований)



Рисунок 1.11. Заземлення (загальне позначення)



Рисунок 1.18. Електричне з'єднання з корпусом (масою)

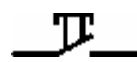


Рисунок 1.19. Контакт кнопкового комутаційного пристрою (замикаючий)



Рисунок 1.20. Контакт комутаційного пристрою (замикаючий)



Рисунок 1.21. Контакт контактного з'єднання (розбірного)



Рисунок 1.22. Контакт контактного з'єднання (розрізного)



Рисунок 1.23. Резистор постійний (0,125 Вт)

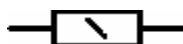


Рисунок 1.24. Резистор постійний (0,25 Вт)

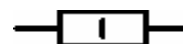


Рисунок 1.25. Резистор постійний (1 Вт)

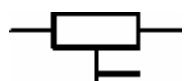


Рисунок 1.26. Резистор підстроювальний (загальне позначення)

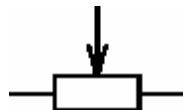


Рисунок 1.21. Резистор перемінний (загальне позначення)



Рисунок 1.28. Світлодіод



Рисунок 1.29. Діод (загальне позначення)



Рисунок 1.30. Діод (варикап)



Рисунок 1.31. Діод (стабілітрон)



Рисунок 1.32. Польовий транзистор (з каналом N-типу)



Рисунок 1.33. Транзистор (типу NPN з колектором, електричним з'єднанню з корпусом)



Рисунок 1.34. Загальне позначення антени (несиметричної)

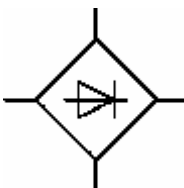


Рисунок 1.35. Діодний міст



Рисунок 1.36. Гучномовець (загальне позначення)

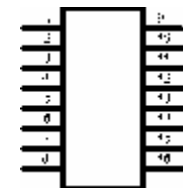


Рисунок 1.31. Аналогова мікросхема (LM1800)

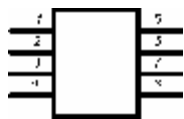


Рисунок 1.38. Аналогова мікросхема (КУН038)

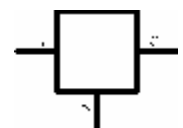


Рисунок 1.39. Аналогова мікросхема (LM7805)

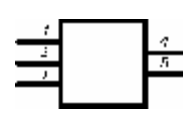


Рисунок 1.40. Аналогова мікросхема (TDA2003)

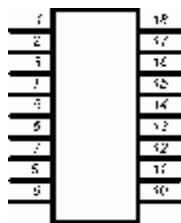


Рисунок 1.41. Аналогова мікросхема (UAA180)

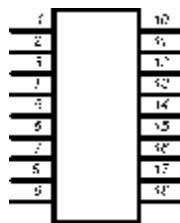


Рисунок 1.42. Аналогова мікросхема (TDA7000)

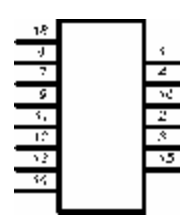


Рисунок 1.43. Аналогова мікросхема (KXA058)

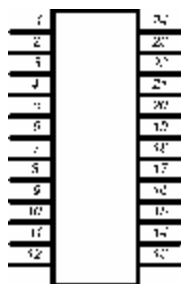


Рисунок 1.44. Аналогова мікросхема (LM1040)

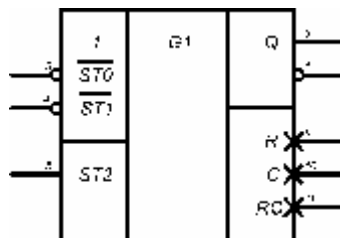


Рисунок 1.45. Цифрова мікросхема (K155AG1)



Рисунок 1.46. Цифрова мікросхема (K555JA3, K561JA7)

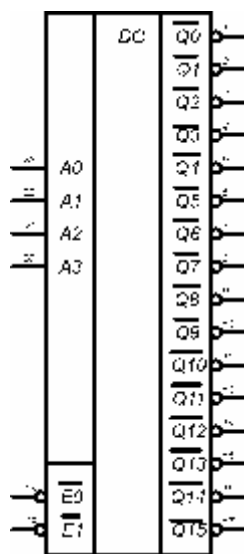


Рисунок 1.41. Цифрова мікросхема (K555ИД3)

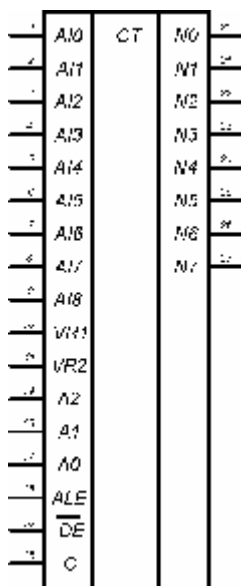


Рисунок 1.48. Цифрова мікросхема (K572ПВ4)

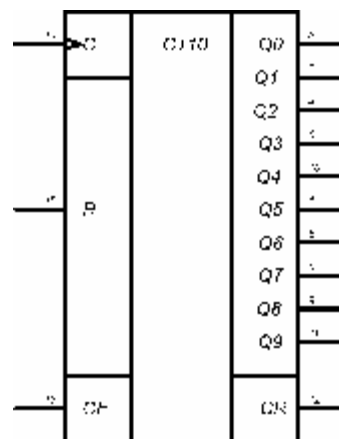


Рисунок 1.49. Цифрова мікросхема (K561ИЕ8)

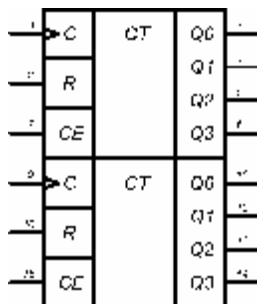


Рисунок 1.50. Цифрова мікросхема (K561ИЕ10)

Зовнішній вигляд елемента

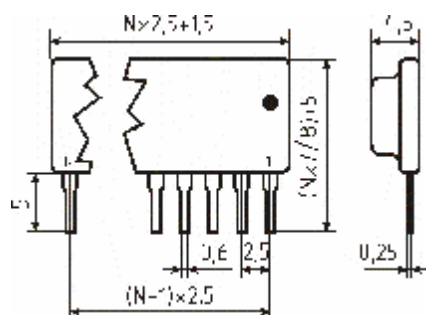


Рисунок 1.51 (KXA058, KUH038)

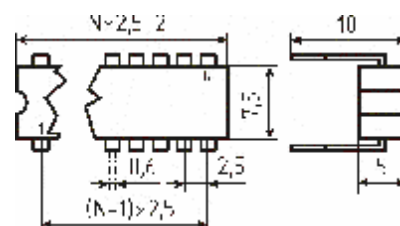


Рисунок 1.52 (DIP-корпус)

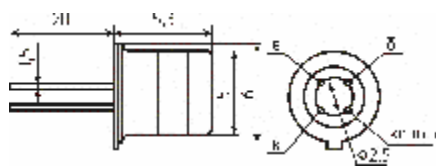


Рисунок 1.53 (KP303)

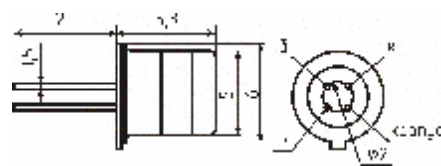


Рисунок 1.54 (KT368)

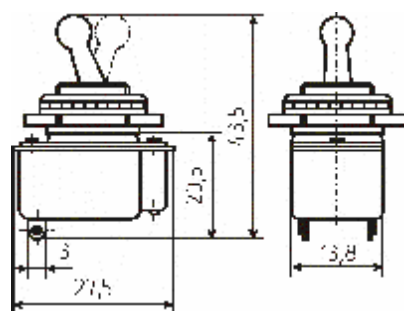


Рисунок 1.55 (T1)

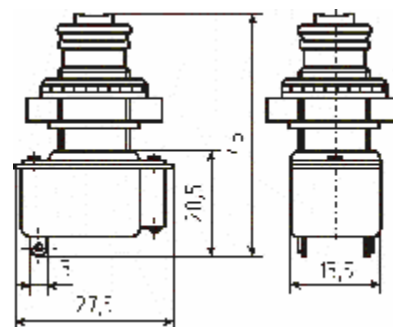


Рисунок 1.56 (KP-1)

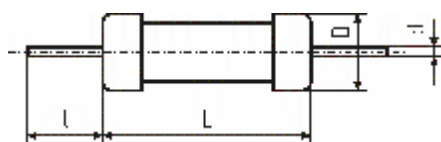


Рисунок 1.57

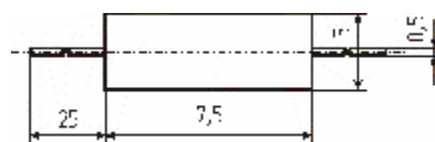


Рисунок 1.58 (KC147A, KC156A, KC139)

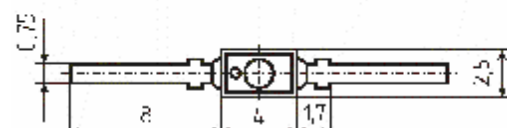


Рисунок 1.59 (KB109B, KB121B)

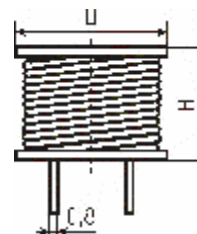


Рисунок 1.60

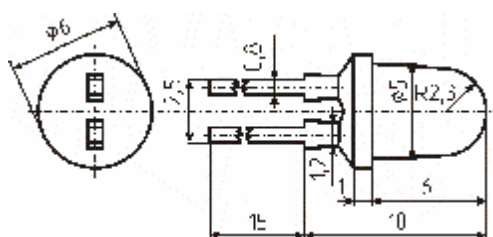


Рисунок 1.61

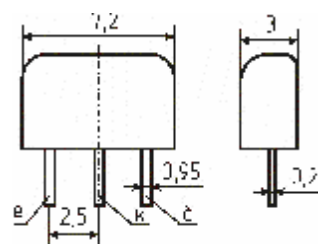


Рисунок 1.62 (КТ315)

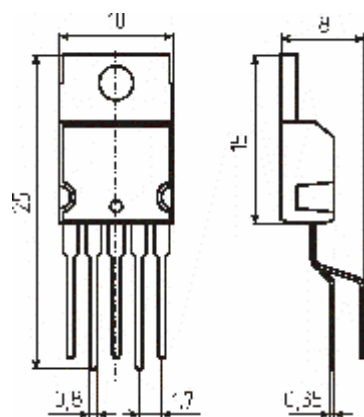


Рисунок 1.63 (TDA2003)

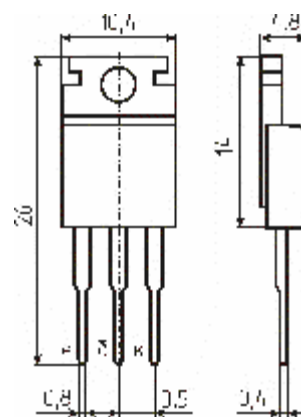


Рисунок 1.64 (КТ829)

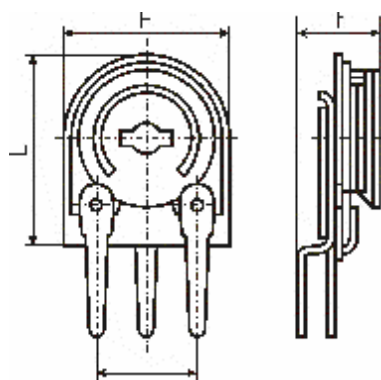


Рисунок 1.65 (СПЗ-386)

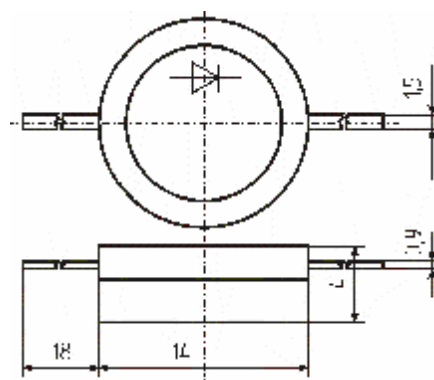


Рисунок 1.66 (КД213)

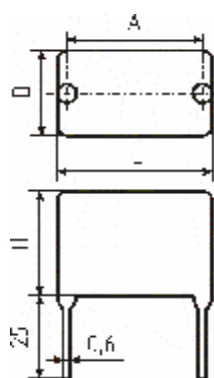


Рисунок 1.67 (KM6A)

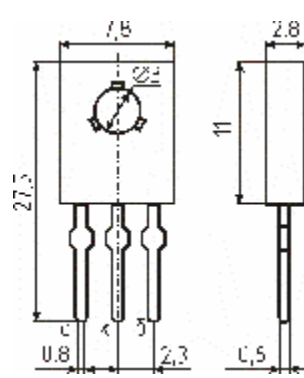


Рисунок 1.68 (КТ940)

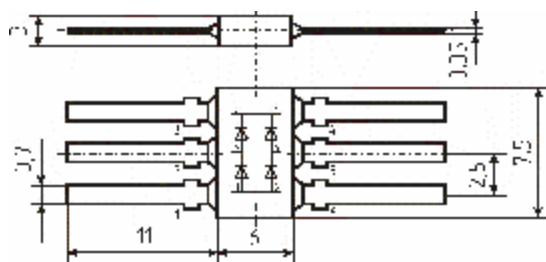


Рисунок 1.69 (КЦ407)

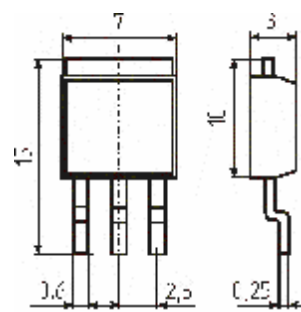


Рисунок 1.70 (LM7805)

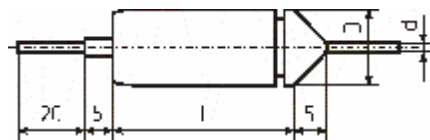


Рисунок 1.71 (К50-29)

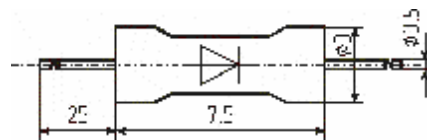


Рисунок 1.72 (КД522Б)

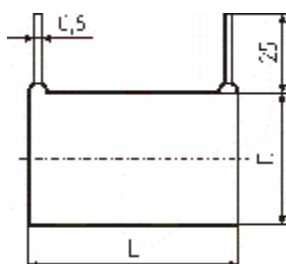


Рисунок 1.73 (К71-6)

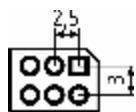


Рисунок 1.74

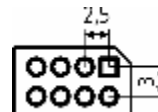


Рисунок 1.75

ДОДАТОК Ж

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ**

ЗВІТ

**З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №7
з дисципліни: «Конструювання ЕОМ»
на тему: «Створення компонентів»**

Перевірів:
ст. викладач
Рудаков К.С.

Виконав
студент, групи КС-14
Петренко В.М.

Черкаси 2010

Мета – створення і ведення бібліотек елементів, як важливого етапу впровадження й освоєння системи P-CAD. Освоєння основ роботи з трьома прикладними програмами створення компонента: Library Executive (диспетчер бібліотек), Symbol Editor (редактор символів) і Pattern Editor (редактор корпусів).

Завдання (варіант 3)

1. Вивчити теоретичні зведення до лабораторної роботи;
2. У диспетчері бібліотек (**Library Executive**) створити групу під своїм *Прізвищем*;
3. У групі *Прізвище* підключити, попередньо створивши, бібліотеку з ім'ям *Прізвище.lib*;
4. Налаштувати редактор символів;
5. Створити УГО елементів згідно варіанта і зберегти його в бібліотеці *Прізвище.lib*;
6. Налаштувати редактор корпусів;
7. Створити корпуса для елементів згідно варіанта і зберегти його в бібліотеці *Прізвище.lib*;
8. За допомогою диспетчера бібліотек (**Library Executive**) створити компоненти в бібліотеці *Прізвище.lib*;

Порядкові номери компонентів:

3; 7; 11; 18; 20; 21; 22; 25; 29; 30; 35; 36; 47; 50; 58; 59; 61; 63.

Короткі теоретичні зведення

Умовне графічне зображення (УГО) є засобом передачі інформації про функцію і будівлю схем. За допомогою УГО передається інформація про функціональні властивості елементів і пристроїв.

Для забезпечення однаковості УГО, а також для простоти їхньої побудови варто застосовувати основні фігури. Під основною фігурою розуміється така геометрична форма, що за допомогою допоміжних елементів уможливорює визначення пропорцій графічних символів і являє собою сітку ліній, що містить прості геометричні елементи. Прості геометричні елементи основної фігури – квадрати, окружності, трикутники, прямі лінії – повинні бути зв'язані між собою не тільки геометрично, але і математичними співвідношеннями.

Таблиця 1.1. Ряд розмірів модулів основної фігури

5	7	10	14	20	28	40
---	---	----	----	----	----	----

Для виконання УГО, як правило, застосовують лінії однієї товщини. Товщина лінії УГО і розмір напису, що входять до складу позначення, встановлюється в залежності від модуля основної фігури. Товщину лінії вибирають з ряду 1/28, 1/20, 1/14 модуля основної фігури відповідно до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Співвідношення модуля основної фігури з товщиною лінії

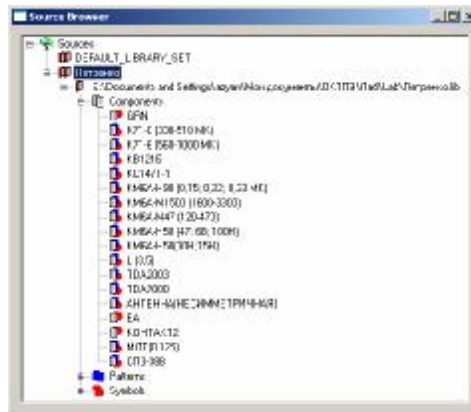
Модуль, мм	Відношення товщини до модуля	Товщина лінії, мм
5	1/20	0,25
7		0,35
10	1/28	
14		0,70
20		

При розробці УГО для схем електричних принципів використовується **основна фігура В**. Якщо при розробці УГО недостатньо простих геометричних елементів основної фігури, виконаних суцільною лінією, використовують додаткові елементи, виконані пунктирною лінією усередині чи поза основним квадратом. Вона застосовується, наприклад, для позначення конденсатора, п'єзоелектричного елемента, гучномовця, кінескопа і т.д. Модуль **основного квадрата фігури В** складає 10 частин. Розмір модуля в міліметрах вибирають з ряду, приведенного в таблиці 1.1.

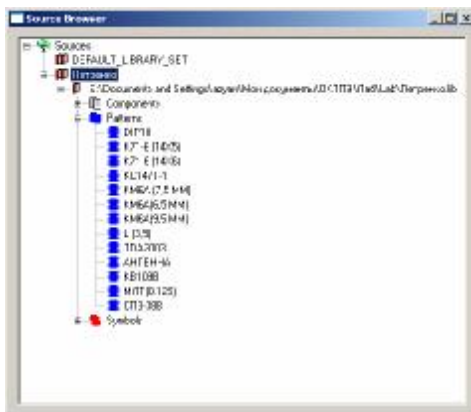
Варто пам'ятати, що для кожного елемента повинне бути відповідне УГО і контактна площадка, так у системі P-CAD бібліотеки компонентів є інтегрованими, тобто в одній бібліотеці міститься УГО, що міститься на схемі (символ), графіка корпусу, що міститься на друковану плату і текстовий опис упакування символу (чи набору символів) у корпус. Слід зазначити, що не всі бібліотечні компоненти мають усі три складові, наприклад, символ «землі» не має корпусу, оскільки використовується тільки в електричній схемі. Створення компонента зручно розділити на три стадії, для яких використовуються різні інструменти:

- створення УГО (символу) для електричної схеми;
- створення графіки посадкового місця і корпусу;
- упакування компонента в корпус і розміщення його в бібліотеці.

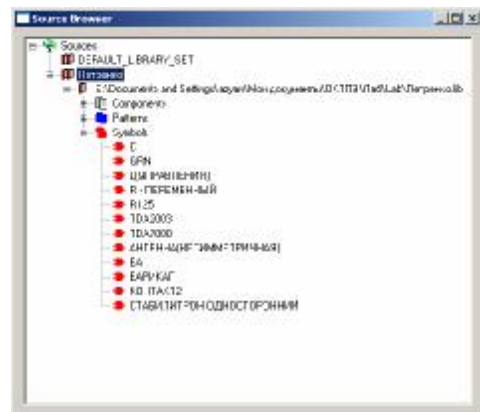
Результати виконання лабораторної роботи



Список компонентів



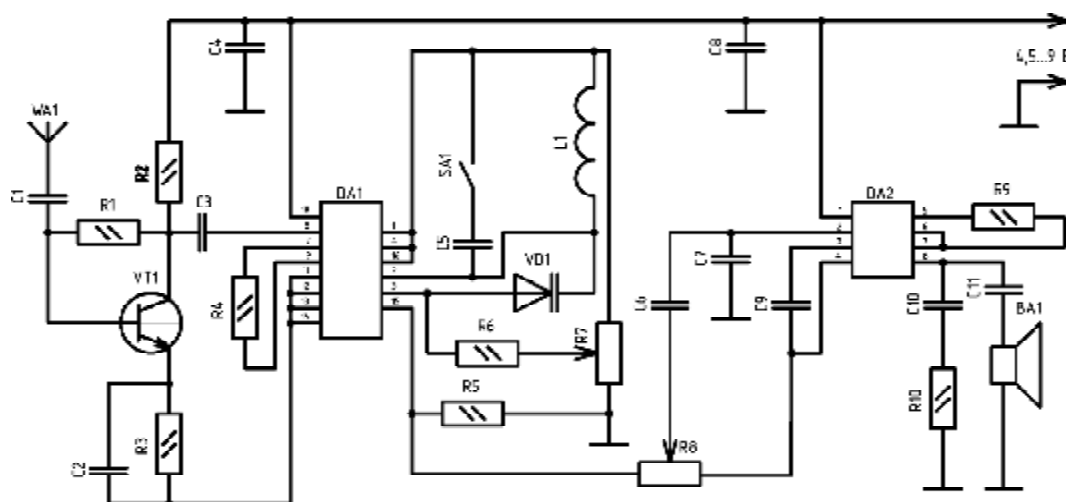
Список посадкових площадок електричних елементів



Список УГО електричних елементів

Висновок: на лабораторній роботі я одержав представлення про позначення радіоелементів на схемах електричних принципових і про їхні корпуси. Створив бібліотеку елементів. За допомогою прикладних програм – Library Executive (диспетчер бібліотек), Symbol Editor (редактор символів) і Pattern Editor (редактор корпусів) – створив місця посадок елементів на друкованій платі, УГО й об'єднав їх у компонент.

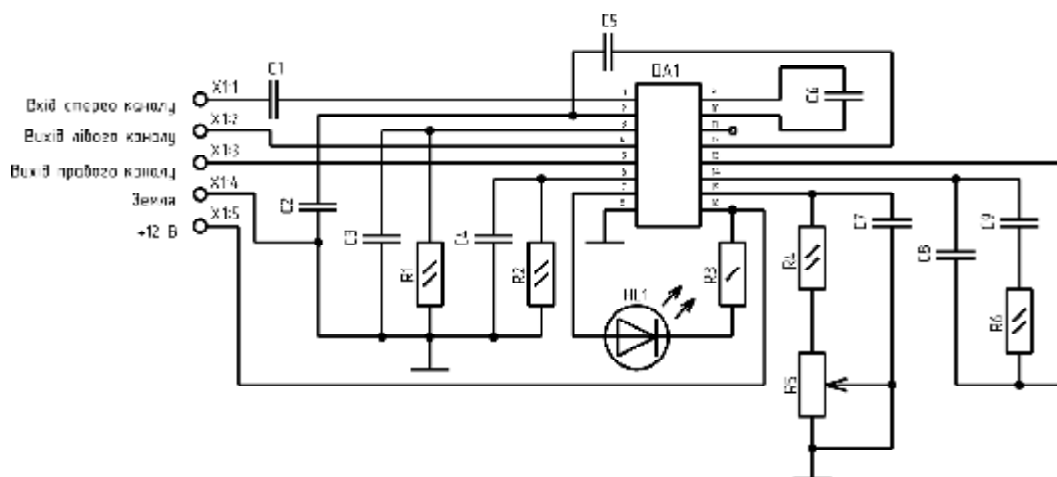
ДОДАТОК 3



C1,C2,C3,C7	КМ6А-Н50-10нФ±10%
C4	К71-6-47мкФ±10%
C5	К71-6-36мкФ±10%
C6,C9,C11	К71-6-22мкФ±10%
C8	КМ6А-Н50-100нФ±10%
C10	КМ6А-Н50-47нФ±10%
DA1	КХА058
DA2	КУН038
VD1	КВ109В
VT1	КТ368

R1	МЛТ-0,125-51 кОм±10%
R2	МЛТ-0,125-470 Ом±10%
R3	МЛТ-0,125-100 Ом±10%
R4	МЛТ-0,125-82 Ом±10%
R5	МЛТ-0,125-1,5 кОм±10%
R6	МЛТ-0,125-36 кОм±10%
R7R8	СП3-386±30%
R9	МЛТ-0,125-2,7 кОм
R10	МЛТ-0,125-10 Ом
L1	6 витков-ПЭЛ 0.8-φ4
SA1	Т1

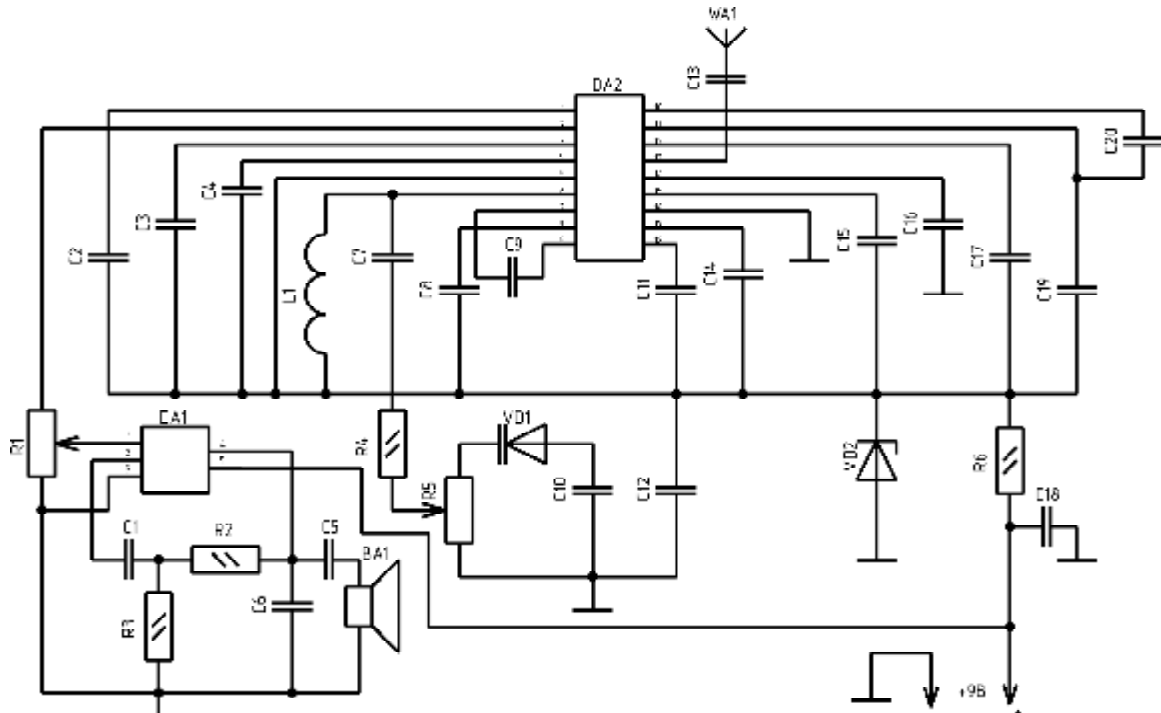
Варіант 1 (УКХ ЧМ приймач)



C1	К71-6-5 мкФ±10%
C2	КМ6А- М1500-2,5 нФ±10%
C3,C4	КМ6А-Н90-22 нФ±10%
C5	КМ6А-Н90-33 нФ±10%
C6	КМ6А-Н90-0,33 мкФ±10%
C7	КМ6А-М47-390 пФ±10%
C8	КМ6А-Н90-0,22 мкФ±10%
C9	КМ6А-Н90-0,47 мкФ±10%

DA1	LM1800
HL1	АЛ307
R1,R2	МЛТ-0,125-3,9 кОм±10%
R3	МЛТ-0,250-1 кОм±10%
R4	МЛТ-0,125-20 кОм±10%
R5	СП3-386±30%
R6	МЛТ-0,125-3,3 кОм±10%

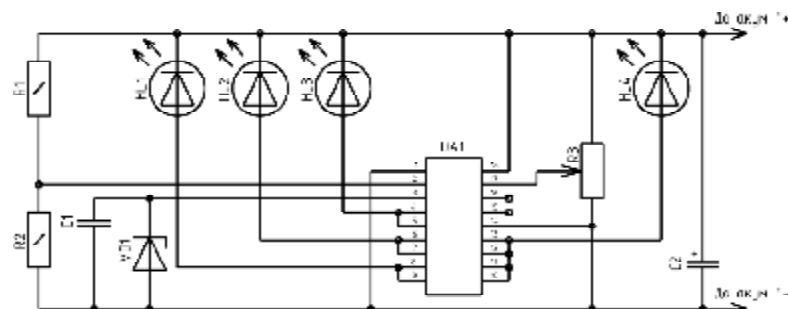
Варіант 2 (FM стереодекодувач)



C1	K71-6-470 мкФ±10%
C2,C3,C15,	
C16,C18	KM6A-H50-100 нФ±10%
C4,C10,C12	KM6A-H50-10 нФ±10%
C5	K71-6-1000 мкФ±10%
C6	KM6A-H90-0,22 мкФ±10%
C7,C11,C13	KM6A-M47-220 пФ±10%
C8	KM6A-M47-180 пФ±10%
C9,C19	KM6A-M1500-3,3 нФ±10%
C14,C20	KM6A-M47-330 пФ±10%
C17	KM6A-M47-150 пФ±10%

DA1	TDA2003
DA2	TDA7000
L1	8 витков-ПЭЛ 0.4-φ3,5
R1,R5	СПЗ-386±30%
R2	МЛТ-0,125-220 Ом±10%
R3	МЛТ-0,125-2,2 Ом±10%
R4	МЛТ-0,125-100 кОм±10%
R6	МЛТ-0,125-820 Ом±10%
VD1	КВ121Б
VD2	КС147А

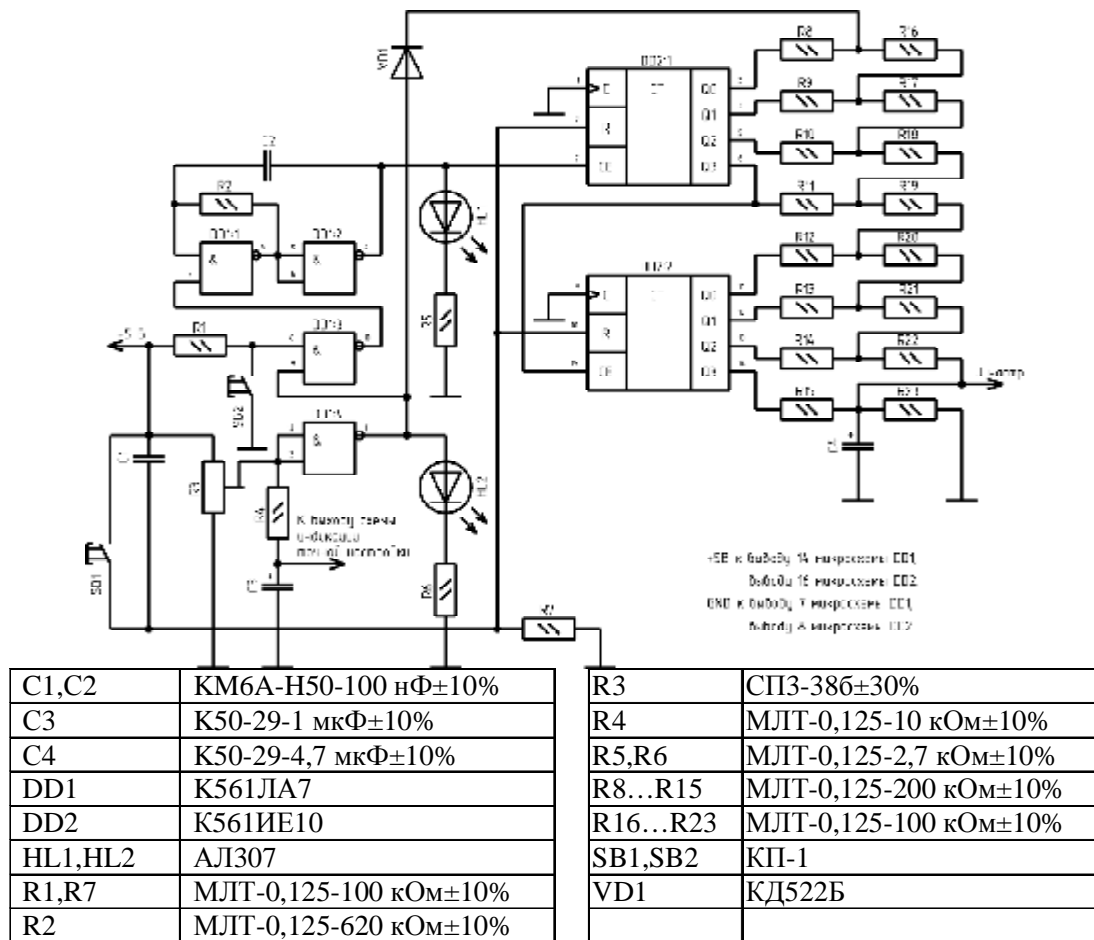
Варіант 3 (УКХ приймач)



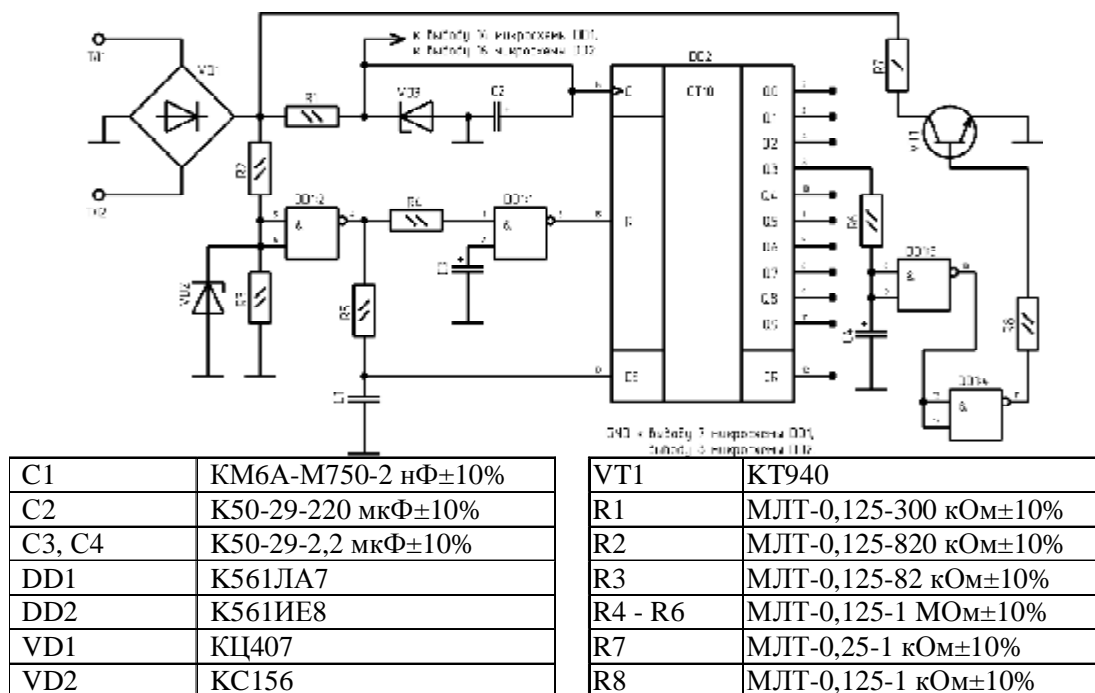
C1	KM6A-H50-68 нФ±10%
C2	K50-29-100 мкФ±10%
DA1	UAA180
HL1...HL4	АЛ307

VD1	КС156А
R1	МЛТ-0,25-1 МОм±10%
R2	МЛТ-0,25-18 кОм±10%
R3	СПЗ-386±30%

Варіант 4 (Індикатор напруги акумулятора в автомобілі)

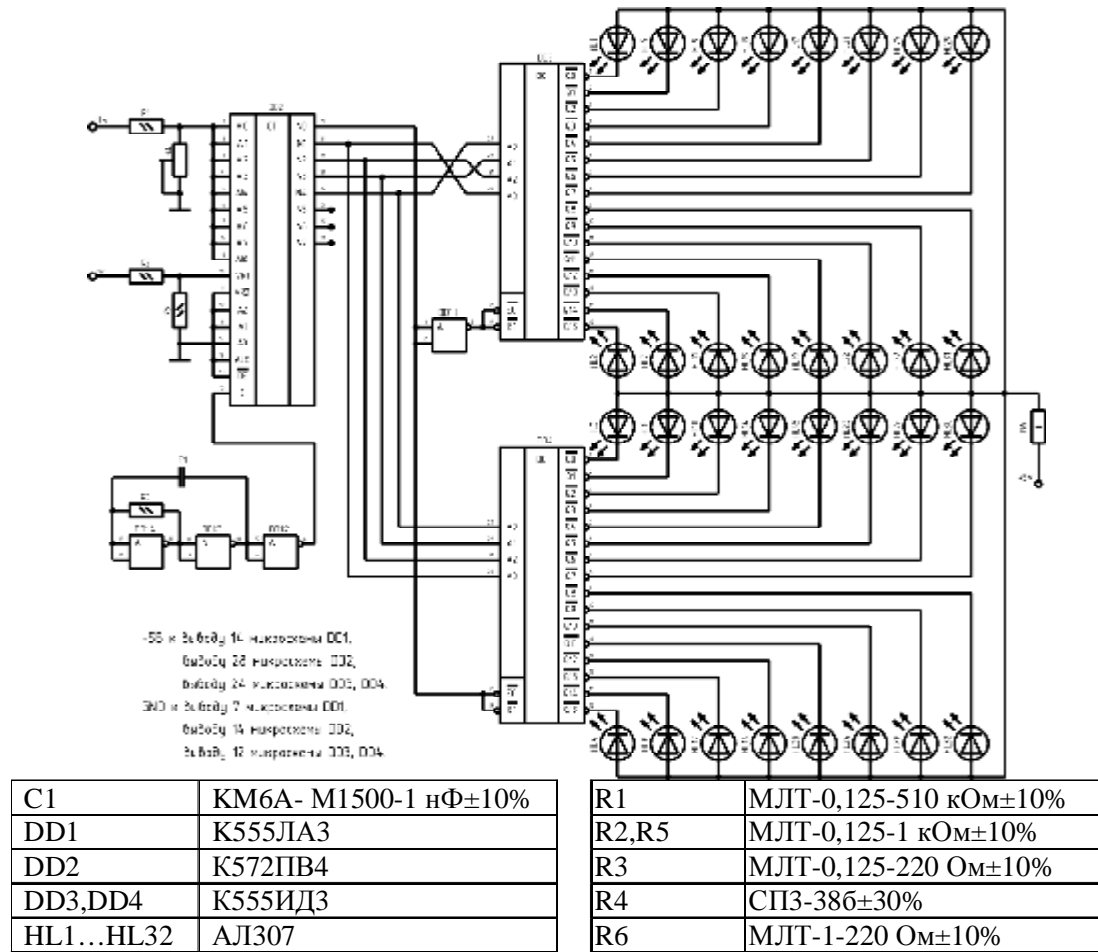


Варіант 5 (Автоматичний налаштувач FM-приймача)

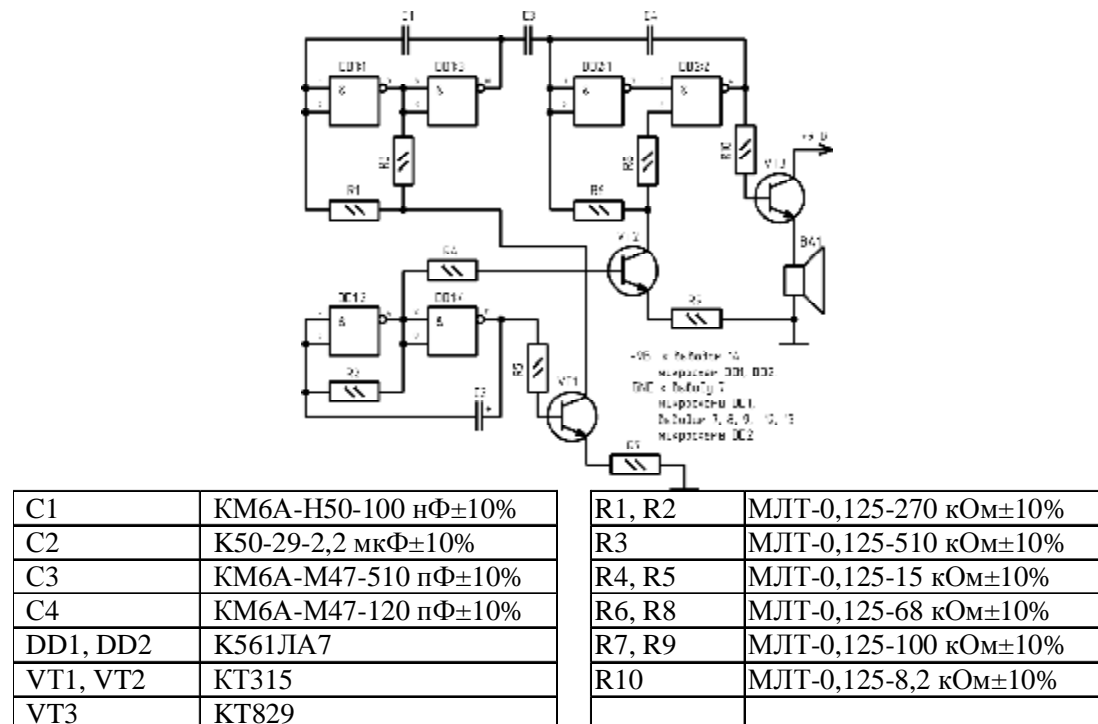


Варіант 6 (Блокувач міжнародних переговорів)

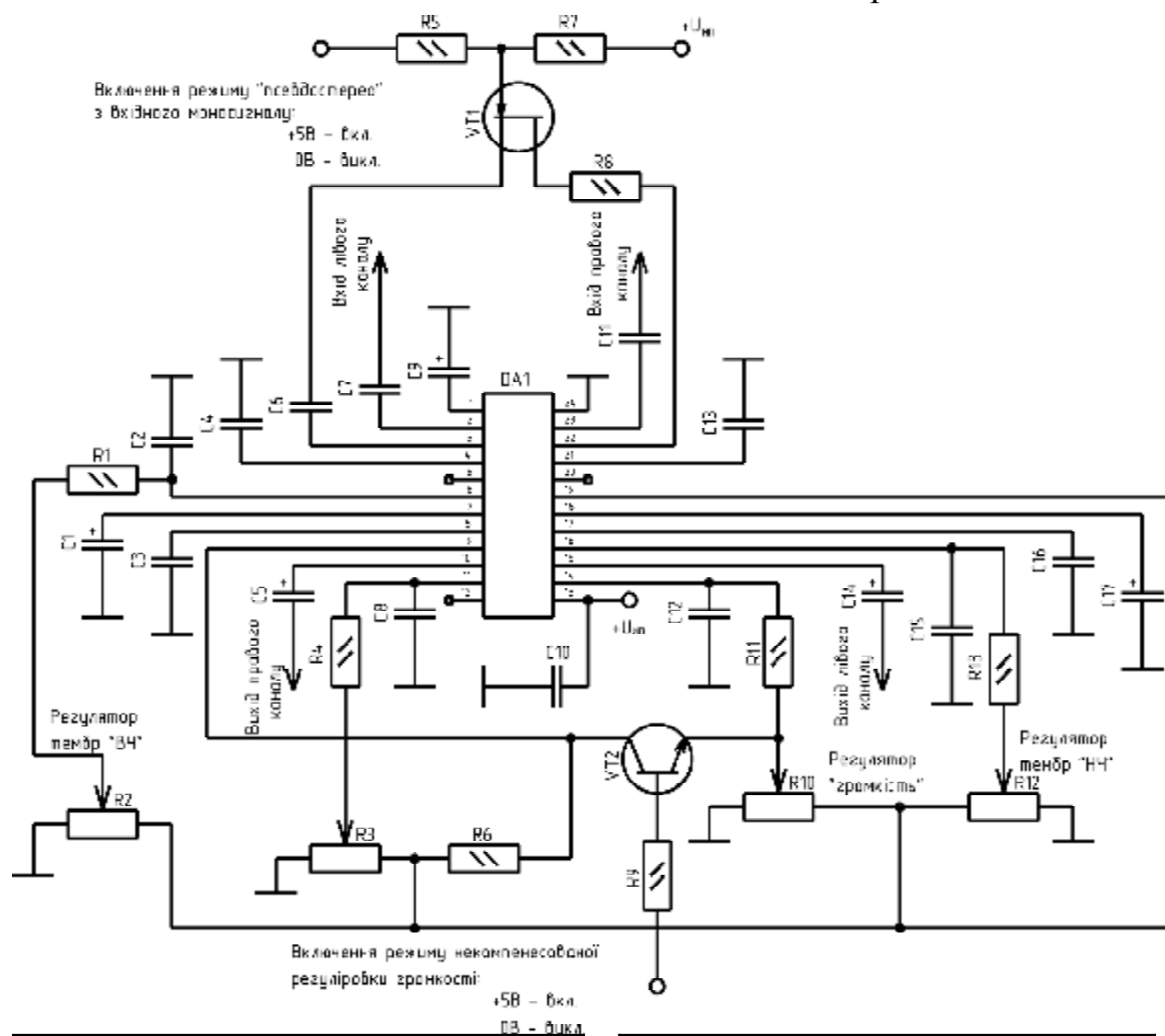
Продовження додатку 3



Варіант 7 (Цифровий індикатор рівня)



Варіант 8 (Ультрозвуковий генератор для відлякування гризунів)

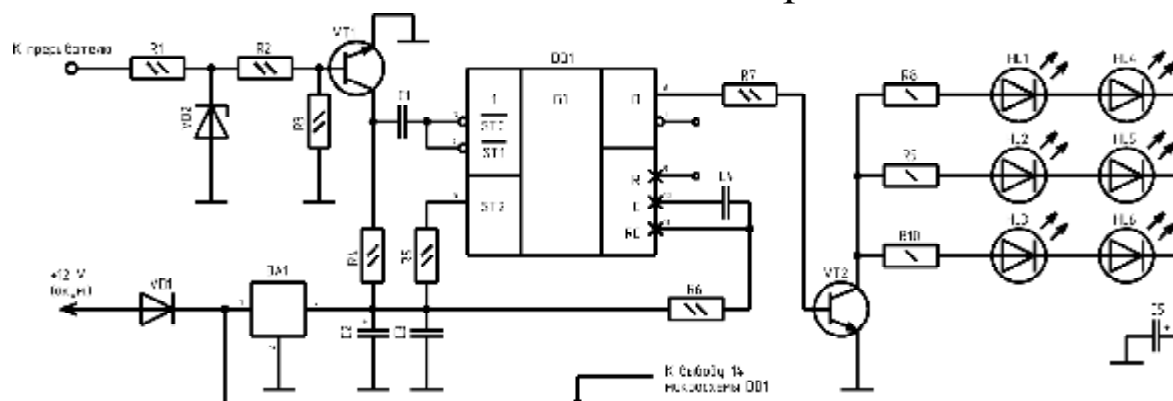


C1,C5,C14,	
C17	K50-29-10 мкФ±10%
C2,C3,C8,	
C12,C15,C16	KM6A-H90-0,22 мкФ±10%
C4,C10,C13	KM6A-H50-10 нФ±10%
C6	KM6A-H50-100 нФ±10%
C7,C11	KM6A-H90-0,47 мкФ±10%
C9	K50-29-47 мкФ±10%
DA1	LM1040

R1,R4,R11,	
R13	МЛТ-0,125-47кОм±10%
R2,R3,R10,	
R12	СПЗ-386±30%
R5	МЛТ-0,125-390кОм±10%
R6,R9	МЛТ-0,125-1000кОм±10%
R7	МЛТ-0,125-680кОм±10%
R8	МЛТ-0,125-4,7кОм±10%
VT1	КП303
VT2	КТ315

Варіант 9 (Універсальний двуканальний регулятор тембру, гучності та балансу)

Продовження додатку 3



C1	КМ6А-М1500-1 нФ±10%
C2	К50-29-10 мкФ±10%
C3, C4	КМ6А-Н50-100 нФ±10%
C5	К50-29-1000 мкФ±10%
DA1	LM7805
DD1	К155АГ1
HL1...HL6	АЛ307
VD1	КД213
VD2	КС139

R1	МЛТ-0,125-150 кОм±10%
R2, R5	МЛТ-0,125-1 кОм±10%
R3, R4	МЛТ-0,125-10 кОм±10%
R6	МЛТ-0,125-20 кОм±10%
R7	МЛТ-0,125-3 кОм±10%
R8...R10	МЛТ-0,25-30 Ом±10%
VT1	КТ315В
VT2	КТ829

Варіант 10 (Стробоскоп)

ДОДАТОК І

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

ЗВІТ

З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №8
з дисципліни: «Конструювання ЕОМ»
на тему: «Введення схеми електричної принципової »

Перевірив:
ст. викладач
Рудаков К.С.

Виконав
студент групи КС-14
Петренко В.М.

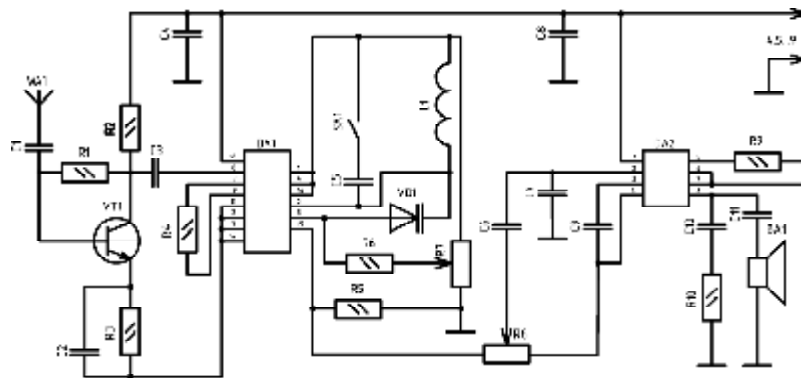
Черкаси 2010

Продовження додатку І

Мета – на прикладі освоїти прийоми розміщення на схемі УГО компонентів, провідників, шин і т.д. Навчитися створювати багатосторінкову схему, на основі раніше створених шаблонів, форматок і компонентів.

Завдання (варіант 1)

1. Вивчити теоретичні відомості до лабораторної роботи;
2. Створити багатосторінковий проект із двох сторінок, використовуючи шаблон *Прізвище.sch* (Лабораторна робота №2), де перша сторінка А4 з формою 1, а друга сторінка А4 з формою 2а;
3. На першій сторінці виконати креслення схеми принципової згідно варіанта;
4. На другій сторінці оформити перелік елементів до виконаної схеми.



C1,C2,C3,C7	КМ6А-Н50-10нФ±10%	R1	МЛТ-0,125-51 кОм±10%
C4	К71-6-47мкФ±10%	R2	МЛТ-0,125-470 Ом±10%
C5	К71-6-36мкФ±10%	R3	МЛТ-0,125-100 Ом±10%
C6,C9,C11	К71-6-22мкФ±10%	R4	МЛТ-0,125-82 Ом±10%
C8	КМ6А-Н50-100нФ±10%	R5	МЛТ-0,125-1,5 кОм±10%
C10	КМ6А-Н50-47нФ±10%	R6	МЛТ-0,125-36 кОм±10%
DA1	КХА058	R7R8	СП3-386±30%
DA2	КУН038	R9	МЛТ-0,125-2,7 кОм
VD1	КВ109В	R10	МЛТ-0,125-10 Ом
VT1	КТ368	L1	6 витков-ПЭЛ 0,8-φ4
		SA1	Т1

Короткі теоретичні відомості

Принципова схема є найбільш повною електричною схемою виробу, на якій зображуються всі електричні елементи і пристрої, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих електричних процесів, усі зв'язки між ними, а також елементи підключення (роз'єми, зажими), якими закінчуються вхідні і вихідні ланцюги. На схемі можуть бути зображені сполучні і монтажні елементи, встановлювані у виробі по конструктивних розуміннях.

Електричні елементи на схемі зображують умовними графічними позначеннями, накреслення і розмір яких встановлені в стандартах. Елементи, використовувані у виробі частково, допускається зображувати не цілком, а тільки використовувані частини.

Продовження додатку І

До складу схеми, крім зображення, входять написи, що характеризують вхідні і вихідні ланцюги, позиційні позначення елементів і перелік елементів.

Усім зображеним на схемі елементам і пристроям привласнюються умовні буквено-цифрові позиційні позначення відповідно до ГОСТ 2.710-81.

Позиційні позначення елементам (пристроєм) привласнюють у межах виробу. Порядкові номери елементам (пристроєм) починаючи з одиниці, привласнюють у межах групи елементів (пристроїв) з однаковим буквеним позиційним позначенням однієї чи групи одного типу відповідно до послідовності їхнього розташування на схемі зверху вниз у напрямку ліворуч праворуч, наприклад *R1, R2, ..., C1, C2...* Букви і цифри позиційного позначення виконують креслярським шрифтом одного розміру. Позиційні позначення проставляють на схемі поруч з умовними графічними позначеннями елементів і пристроїв із правої сторони чи над ними.

Позначення пристрою вказують зверху чи праворуч від зображення. При рознесеному способі зображення позиційні позначення проставляють біля кожної складової частини.

Дані про елементи і пристрої, зображених на схемі виробу, записують у перелік елементів. Допускаються всі зведення про елементи поміщати поруч з їхнім зображенням на вільному полі схеми. Зв'язок між умовними графічними зображеннями і переліком елементів здійснюється через позиційні позначення.

Перелік поміщають на першому листі схеми чи виконують у виді самостійного документа на листі формату А4 з основним написом для текстових документів за формою 2 чи 2а ГОСТ 2.104-68. Перелік елементів оформляють у виді таблиці і заповнюють зверху вниз. У графах переліку вказують наступні дані:

- у графі «*Поз. позначення*» - позиційне позначення елемента, чи пристрою функціональної групи;
- у графі «*Найменування*» - найменування елемента (пристрою) відповідно до документа, на підставі якого він застосований, і позначення цього документа (основний конструкторський документ, державний стандарт, технічні умови); для функціональної групи – найменування;
- у графі «*Кіл.*» - кількість однакових елементів;
- у графі «*Примітка*» - технічні дані елемента (пристрою), що не містяться в його найменуванні.

При розміщенні переліку елементів на першому листі схеми його розташовують над основним написом на відстані не менш 12 мм від її. Продовження переліку поміщають ліворуч від основного напису, повторюючи голівки таблиці.

Перелік елементів записують у специфікацію після схеми, до якої він випущений.

Результати виконання лабораторної роботи

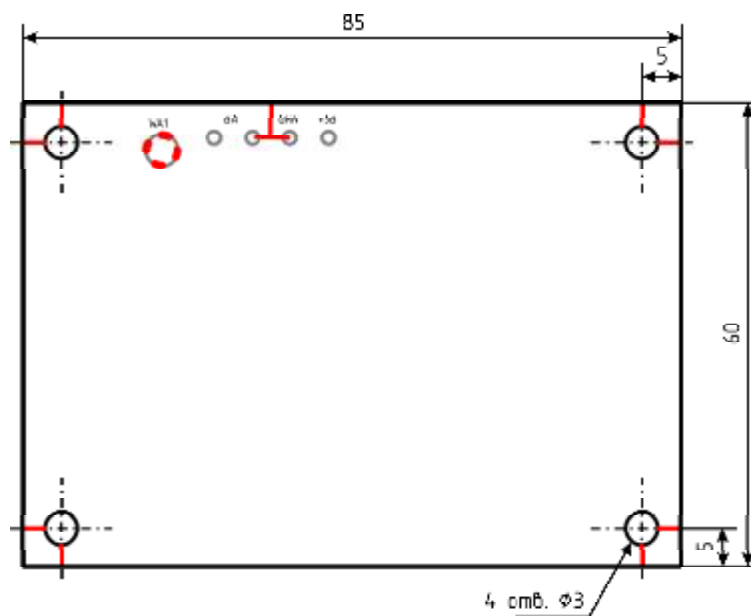
Перф. приміт.		Стор. №				ЧДТУ.0067.001 ЕЗ							
№ д. подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<p>ЧДТУ.0067.001 ЕЗ</p> <p>Схема електрична принципова</p> <p>УКХ ЧМ приймач</p> <table border="1"> <tr> <td>Лист.</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td>Листов</td> <td>1</td> </tr> </table>			Лист.	Масса	Масштаб	Лист	Листов	1
	Лист.	Масса	Масштаб										
	Лист	Листов	1										
	Изм. лист	№ докум.	Подп.	Дата									
	Разраб.	Петренко		12.06									
Проб.	Рудак												
Т.контр.													
И.контр.													
Умб.													

Продовження додатку І

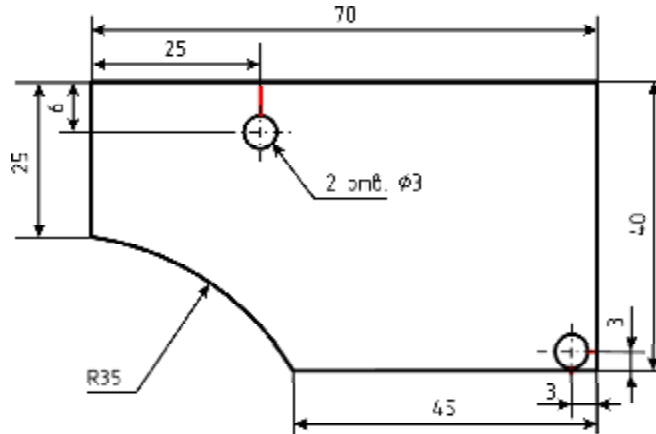
[illegible]

Висновок: на лабораторній роботі була виконана схема електрична принципова і специфікація до неї в багатосторінковому проекті, на основі раніше створених шаблонів, форматок і компонентів.

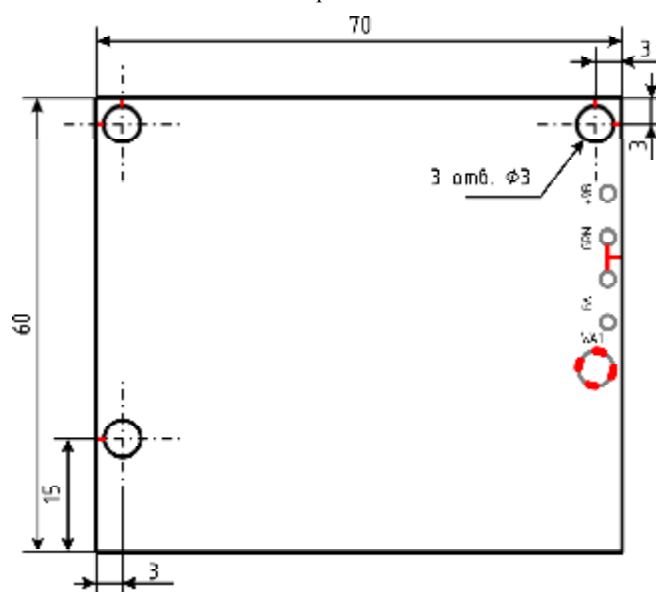
ДОДАТОК К



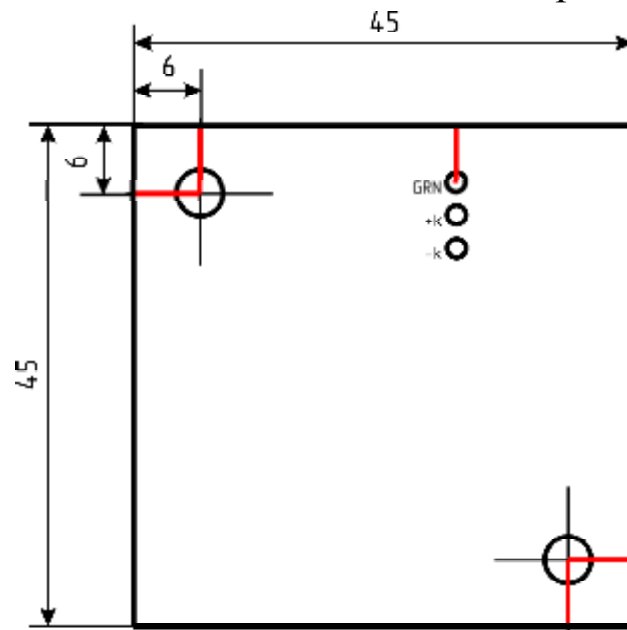
Варіант 1



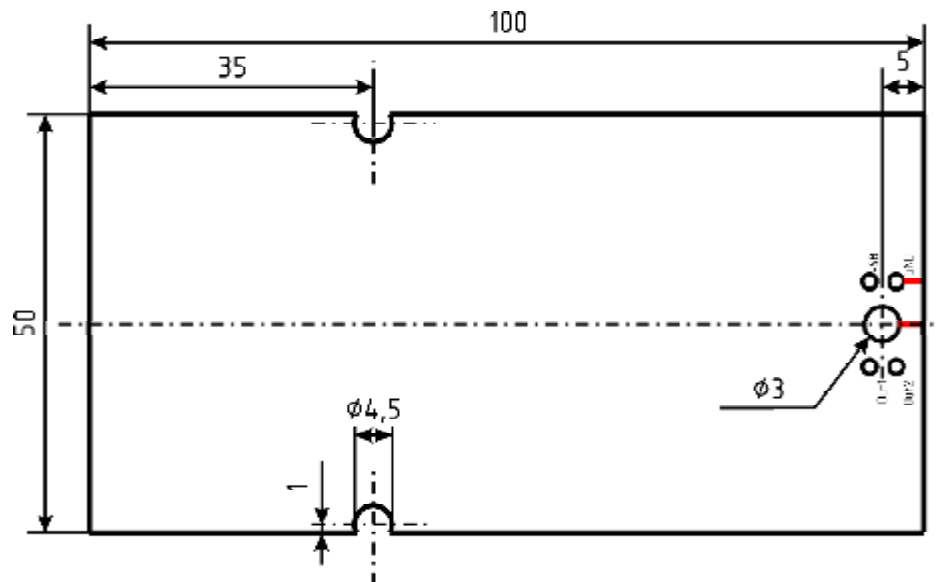
Варіант 2



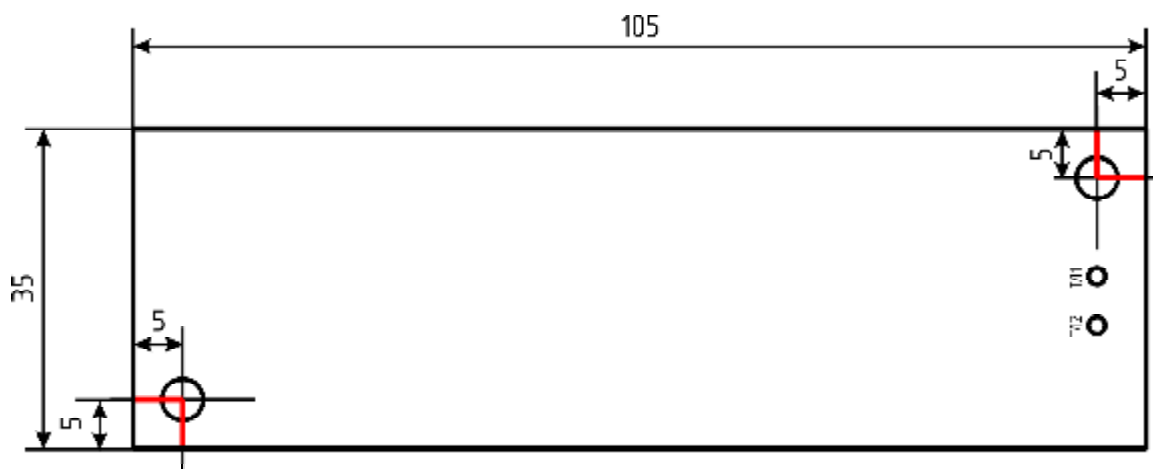
Варіант 3



Варіант 4

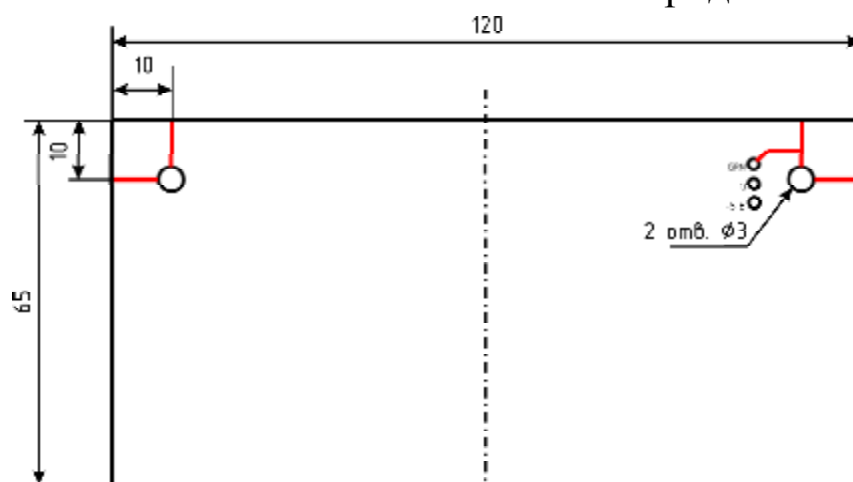


Варіант 5

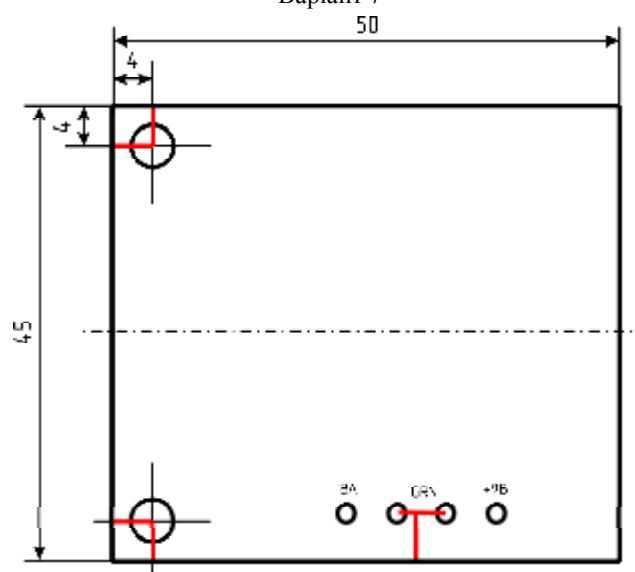


Варіант 6

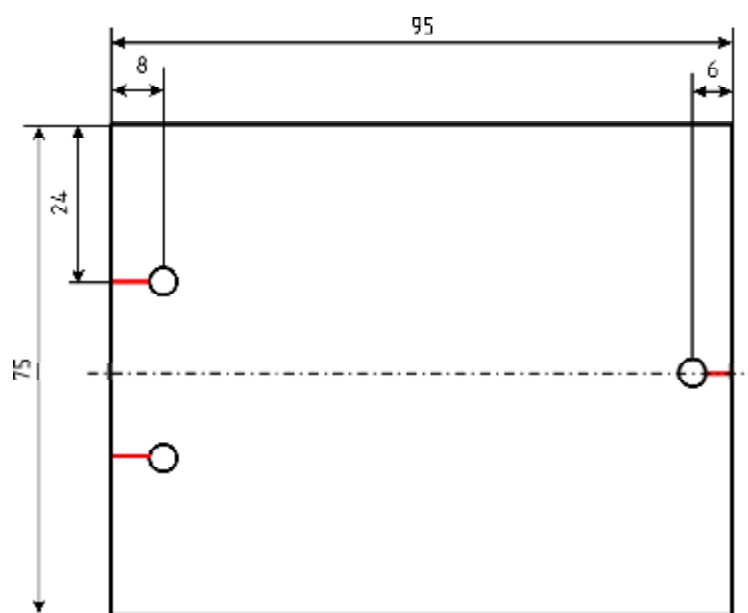
Продовження додатку К



Варіант 7

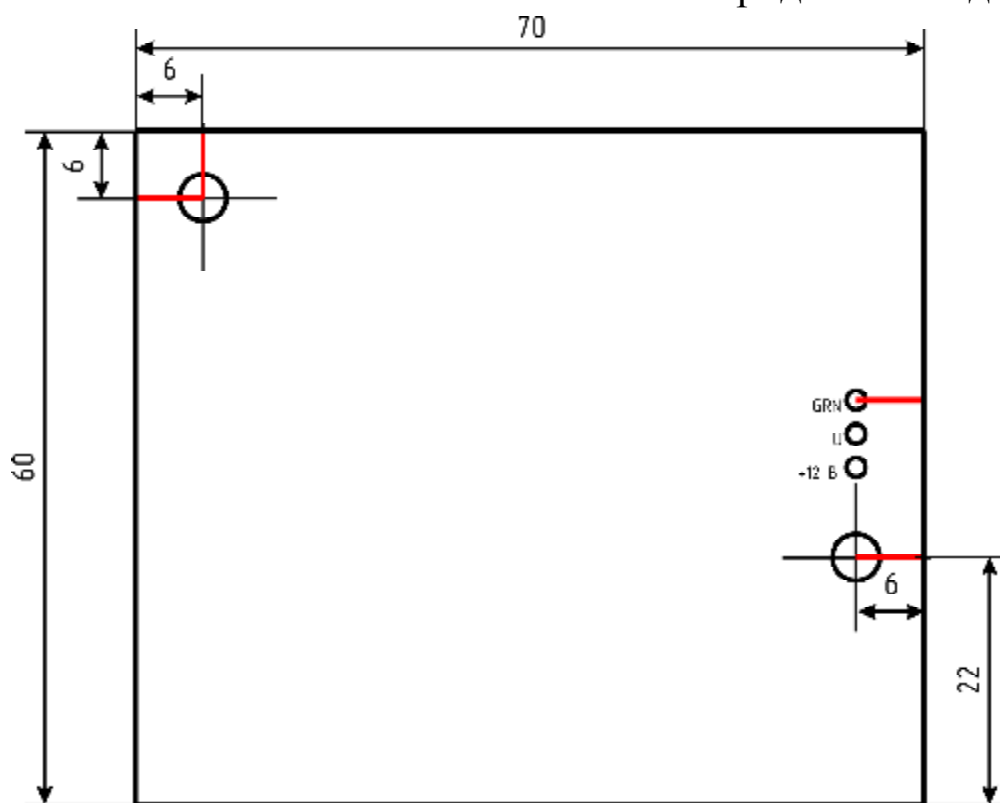


Варіант 8



Варіант 9

Продовження додатку К



Варіант 10

ДОДАТОК Л

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

ЗВІТ

З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №9
з дисципліни: «Конструювання ЕОМ»
на тему: «Робота з редактором печатної плати, автоматичне трасування»

Перевірів:
ст. викладач
Рудаков К.С.

Виконав
студент, групи КС-14
Петренко В.М.

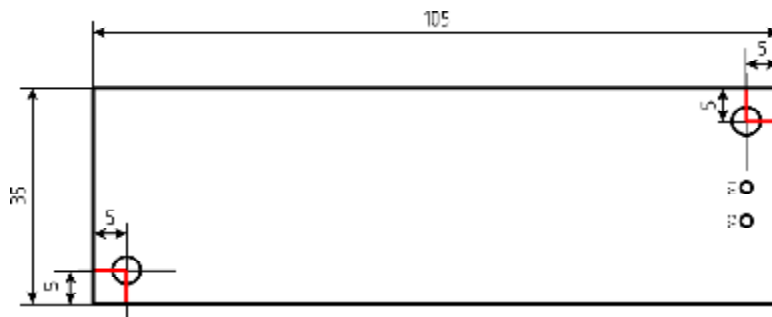
Черкаси 2010

Продовження додатку Л

Мета – на прикладі освоїти прийоми роботи з редактором печатної плати системи P-CAD. Навчитися укомплектовувати елементи на печатній платі і розводити провідники за допомогою штатних автотрасувальників, що поставляються у складі P-CAD.

Завдання (варіант 6)

1. Вивчити теоретичні відомості до лабораторної роботи;
2. Створити список ланцюгів (Прізвище.net) на основі схеми Прізвище.sch (Лабораторна робота №4);
3. Використовуючи список ланцюгів упакувати елементи на печатную плату, формат якої вказаний;
4. Розвести печатную плату з оптимізацією провідників і перехідних отворів, використовуючи автотрасувальник QuickRoute;
5. Підготувати звіт по лабораторній роботі.



Короткі теоретичні відомості

Згідно ГОСТ 2.417-78 розміри на кресленні ПП указують одним з наступних способів:

1. відповідно до вимог ГОСТ 2.307-68;
2. нанесенням координатної сітки в прямокутній системі координат (рисунок 9.1);
3. нанесенням координатної сітки в полярній системі координат;
4. комбінованим способом, за допомогою розмірних і виносних ліній і координатної сітки в прямокутній або полярній системі координат.

При завданні розмірів нанесенням координатної сітки всі лінії сітки повинні нумеруватися. Допускається виділяти на кресленні окремі лінії координатної сітки, що чергуються через певні інтервали, або їх зовсім не наносити. При цьому на кресленні слід поміщати вказівки типу: «Лінії координатної сітки нанесені через одну».

Координатну сітку слід наносити на кресленні ПП на все поле креслення, або на частину поверхні ПП, або ризиками по периметру печатної плати.

Основний крок координатної сітки повинен бути 2,5 мм. При використуванні кроку координатної сітки менш основного, слід застосовувати крок, рівний 1,25; 0,625 мм. Крок координатної сітки 0,625 не

розповсюджується на приєднувальні розміри будь-яких навісних елементів, встановлюваних на печатну плату. Розмір кожної сторони печатної плати повинен бути кратним:

- 2,5 при довжині 100 мм;
- 5 при довжині 350 мм;
- 10 при довжині 350 мм;

Максимальний розмір будь-якої із сторін повинен бути не більше 470 мм

Співвідношення лінійних розмірів печатної плати повинне бути не більше 3:1. Допуски на лінійні розміри сторін вибирають згідно ГОСТ 25346-82 «ЕСКД. Загальні положення, ряди допусків і основних відхилень» і ГОСТ 25347-82 «ЕСКД. Поля допусків і посадки», що рекомендуються.

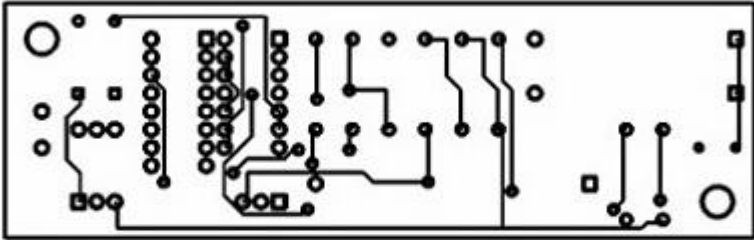
За нуль в прямокутній системі координат на головному вигляді ПП приймають (рисунок 9.1):

- центр крайнього лівого нижнього отвору;
- лівий нижній кут печатної плати;
- ліву нижню крапку, утворену лініями побудови.

Для круглих ПП за нуль в прямокутній системі координат приймається центр печатної плати.

Центри всіх отворів на печатній платі, включаючи кріпильні, повинні розташовуватися у вузлах координатної сітки. Центри отворів, призначених під висновки, багатовивідних навісних елементів (мікросхеми, реле, роз'єми і т.д.) розташовуються відповідно до розмірів, вказаних в нормативній документації на ці елементи. Центр отвору, прийнятого за основний, повинен розташовуватися в кутку сітки; решту отворів для цього елемента слід по можливості розташовувати на вертикальних або горизонтальних лініях координатної сітки.

Результати виконання лабораторної роботи

Перед. проєкт.		4ДТУ.0067.001	
Стор. №			
Підп. і дата			
Взам. инд. №			
Підп. і дата		4ДТУ.0067.001	
Нач. Ауст.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Петренко		
Проб.	Рудяков		
Т.контр.			
Н.контр.			
Смд.			
Розташування елементів Блокатор міжнародних переговорів			
Авт.	Масш.	Масштаб	
у			
Авст		Австаш і	

Висновок: на лабораторній роботі виконано креслення печатної плати, а саме розташування компонентів і розводка печатної плати. В ході виконання я на прикладі освоїв прийоми роботи з редактором печатної плати системи P-CAD. Навчився вкомплектувати елементи на печатній платі і розводити провідники.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ДОСЛІДНО-КОНСТРУКТОРСЬКУ РОБОТУ.....	6
РОЗДІЛ 2. ВИВЧЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ І КОНСТРУКТИВНОЇ ПОБУДОВИ НУЛЬОВОГО РІВНЯ ІС	10
РОЗДІЛ 3. З'ЄДНАННЯ ПРИЛАДІВ. ОСНОВНІ ПРАВИЛА ПРОСТАНОВКИ РОЗМІРІВ НА КРЕСЛЕННЯХ	21
РОЗДІЛ 4. ОСНОВНІ ПРАВИЛА ПРОСТАНОВКИ ВИДІВ ПОСАДОК ...	26
РОЗДІЛ 5. НАЛАГОДЖЕННЯ СХЕМНОГО РЕДАКТОРА І РЕДАКТОРА ПЕЧАТНИХ ПЛАТ, ОЗНАЙОМЛЕННЯ ІЗ СТРУКТУРОЮ СИСТЕМИ P-CAD.....	30
РОЗДІЛ 6. СТВОРЕННЯ КУТОВОГО ШТАМПУ КРЕСЛЕННЯ І ФОРМАТОК	41
РОЗДІЛ 7. СТВОРЕННЯ КОМПОНЕНТІВ.....	53
РОЗДІЛ 8. ВВЕДЕННЯ СХЕМИ ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ.....	66
РОЗДІЛ 9. РОБОТА З РЕДАКТОРОМ ПЕЧАТНИХ ПЛАТ, АВТОМАТИЧНЕ ТРАСУВАННЯ.....	75
РОЗДІЛ 10. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ БЛОКІВ І ПРИСТРОЇВ ЕОМ.....	88
РОЗДІЛ 11. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ БЛОКІВ ЕОМ.....	100
РОЗДІЛ 12. РОЗРАХУНОК ПЕЧАТНИХ ПЛАТ НА ВІБРОМІЩНІСТЬ... 	110
РОЗДІЛ 13. ФОРМ-ФАКТОРИ СИСТЕМНИХ БЛОКІВ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА	115
ДОДАТОК А	123
ДОДАТОК Б.....	126
ДОДАТОК В.....	131
ДОДАТОК Г	135
ДОДАТОК Д	137
ДОДАТОК Е.....	139
ДОДАТОК Ж.....	142
ДОДАТОК З	146
ДОДАТОК І.....	152
ДОДАТОК К.....	157
ДОДАТОК Л	161

Навчальне видання

Лукашенко Валентина Максимівна,
Колесніков Костянтин Васильович,
Рудаков Костянтин Сергійович,
Чичужко Марина Володимирівна

ОСНОВИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПОБУДОВИ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ЕОМ

Макетування *Костенко Т.В.*
Художньо-технічний редактор *Трохименко Н.К.*
Комп'ютерна обробка *Вовченко О.В.*

Формат 60x84 1/16. Папір офс. Гарн. Times New Roman. Друк оперативн.
Ум. друк. арк. 9,76. Обл.-вид. арк. 10,08. прим. Зам. № 11-е111.

Черкаський державний технологічний університет
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 896 від 16.04.2002 р.
бульвар Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006.