

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

### Тема: Створення двосторонньої друкованої плати.

#### 1. Глобальні редагування об'єктів

1.1. У Лабораторній роботі №3 Ви робили посадкові місця для компонентів й задавали контур компонента (жовтий колір), який буде використовуватись на складальному кресленні (Рис.1). Оскільки, на складальному кресленні усі лінії повинні бути одного розміру, то виконуємо редагування усієї РСВ-бібліотеки.

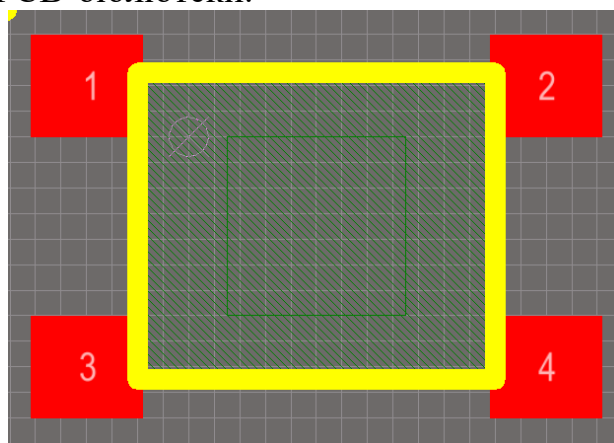


Рис.1. Посадкове місце для кнопки

1.2. Лінії, які знаходяться у шарі **Top Overlay**, будуть перенесені на складальне креслення, тому перевірте, щоб у цьому шарі був саме контур компонента.

1.3. Заходимо у РСВ-бібліотеку та обираємо **PCB > PCBLIB List** (Рис.2)

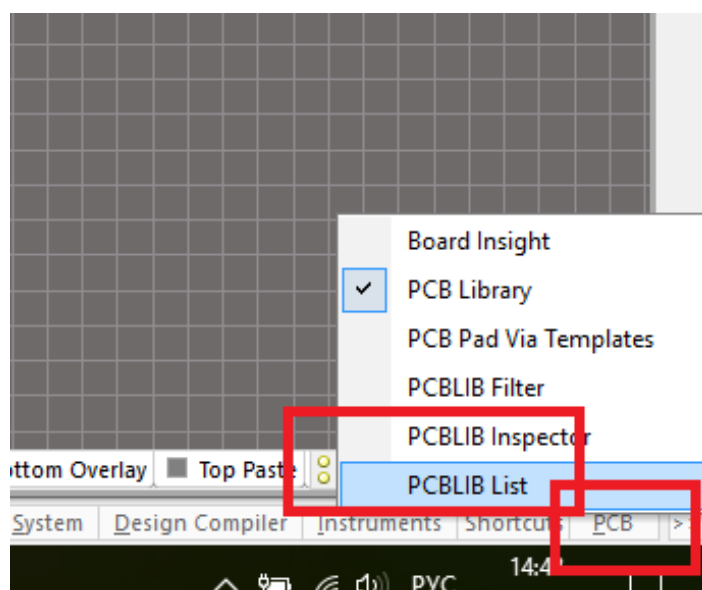


Рис.2. Виклик PCBLIB List

Налаштовуємо параметри згідно Рис.3. для того, щоб редагувати (Edit) усі лінії (Track) усіх об'єктів (all objects).

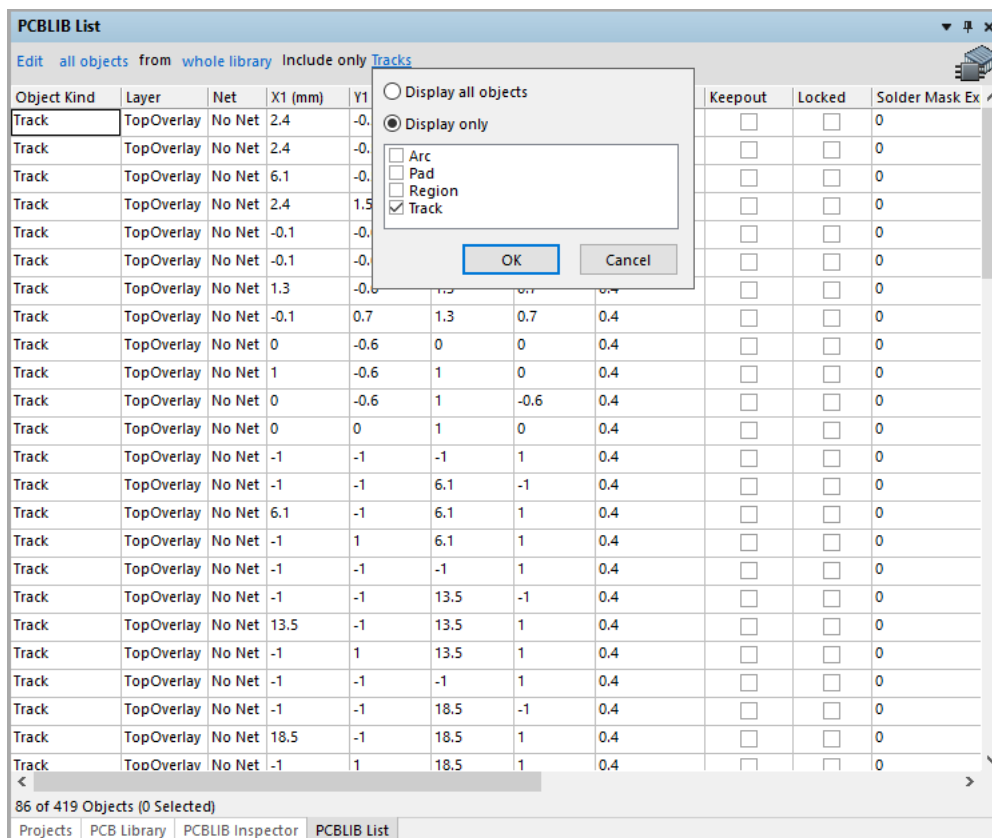


Рис.3. Налаштування вікна PCBLIB List

1.4. Далі у PCBLIB List задаємо для усіх ліній шару Top Overlay розмір (**Width**) 0,4 мм. Для цього нажимаємо двічі, задаємо та копіюємо (CTRL+C). Виділяємо значення розміру для усіх інших об'єктів та вставляємо (CTRL+V) необхідне значення. Зберігаємо PCB-бібліотеку.

## 2. Створення друкованої плати

2.1. Створюємо друковану плату. Для цього **File > New > PCB** та підключаєм її у проект. (Рис.4).

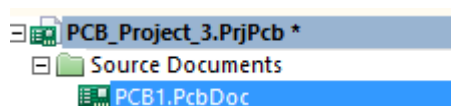


Рис.4. Проект, який містить друковану плату

2.2. Відкриваємо файл друкованої плати (з розширенням \*.PcbDoc).

2.3. Обираємо метричну систему відліку. **Права кнопка миші > Options > Board Options > Unit > Metric.**

2.4. Тепер розглянемо шари, які використовуються на платі. У Лабораторній роботі №3 розглянуто групи шарів.

Перерахуємо основні шари, з якими будемо працювати (при створенні двосторонньої плати):

- **Top Layer** – верхній шар провідників
- **Bottom Layer** – нижній шар провідників
- **Top Overlay** – шовкографія верхнього шару
- **Bottom Overlay** – шовкографія нижнього шару
- **Top Paste** – маска для накладання паяльної пасти верхнього шару
- **Bottom Paste** - маска для накладання паяльної пасти нижнього шару
- **Top Solder** - маска для верхнього шару
- **Bottom Solder** - маска для нижнього шару
- **Mechanical 1-32** – використовуються для додаткової графічної інформації (розміри, 3D модель плати, контур плати і т.п.)

Для перегляду усіх існуючих шарів та керуванні їх відображенням нажимаємо **Design > Board Layer&Colors** (або клавіша L)

2.5. **Design > Layer Stack Manager** викликаємо вікно для налаштування параметрів шарів плати (Рис.5). Тут можна виконувати додавання нових шарів, керування їх положенням у стеку друкованої плати.

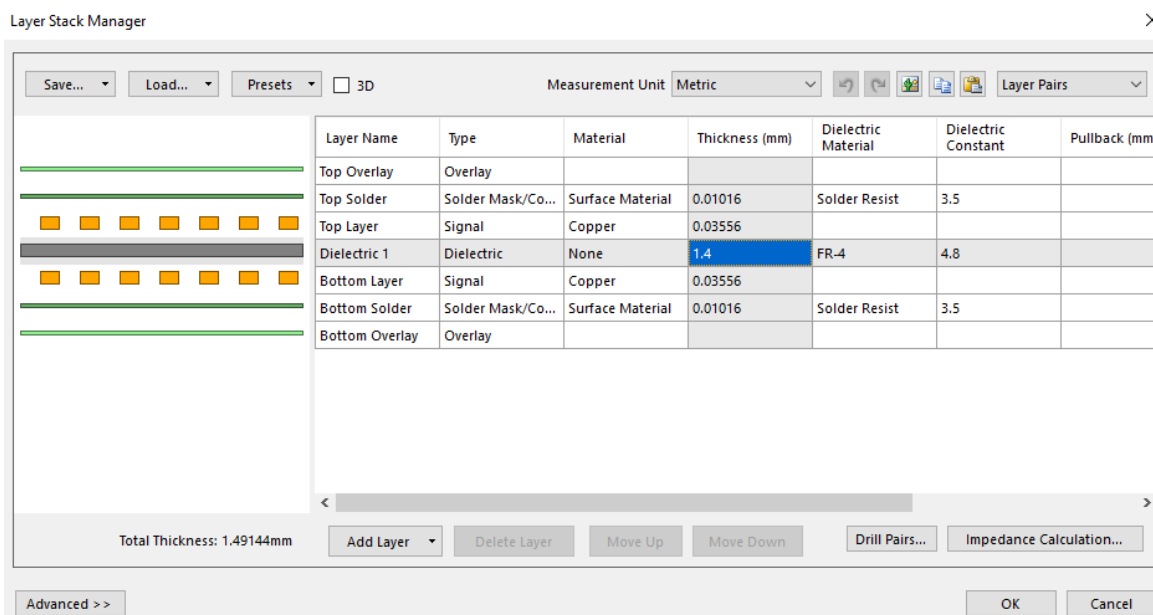


Рис.5. Налаштування параметрів шарів плати Layer Stack Manager

Для задання правильних параметрів, необхідно визначити структуру шарів, а також технологію виробництва плати – товщину фольги для кожного шару, типу й товщини діелектрика. У закладці **Presets** можна обрати вже задані структури та внести необхідні змінні. Або створити вручну за до допомогою **Add Layer** (додати шар). Для усіх шарів задаємо їх властивості (товщина для фольги, товщина й діелектрична проникність для заповнювача та захисного покриття).

Ми будемо створювати двошарову друковану плату, тому в Вас повинно бути два шари (Top Layer, Bottom Layer).

2.6. Виконуємо імпорт компонентів із схеми на плату:

**Відкрити схему > Design > Update PCB Document.**

У вікні **Engineering Change Order > Validate Changes > Execute Changes.**

Якщо AD видає помилки – виправляємо їх.

### 3. Правила трасування плати

3.1. Задаємо параметри для трасування плати. Для цього спочатку необхідно створити клас з необхідними об'єктами (ланцюги, отвори і т.п.), який буде мати нестандартні параметри. Командою **Design > Classes** відкриваємо вікно **Object Class Explorer** (Рис.6).

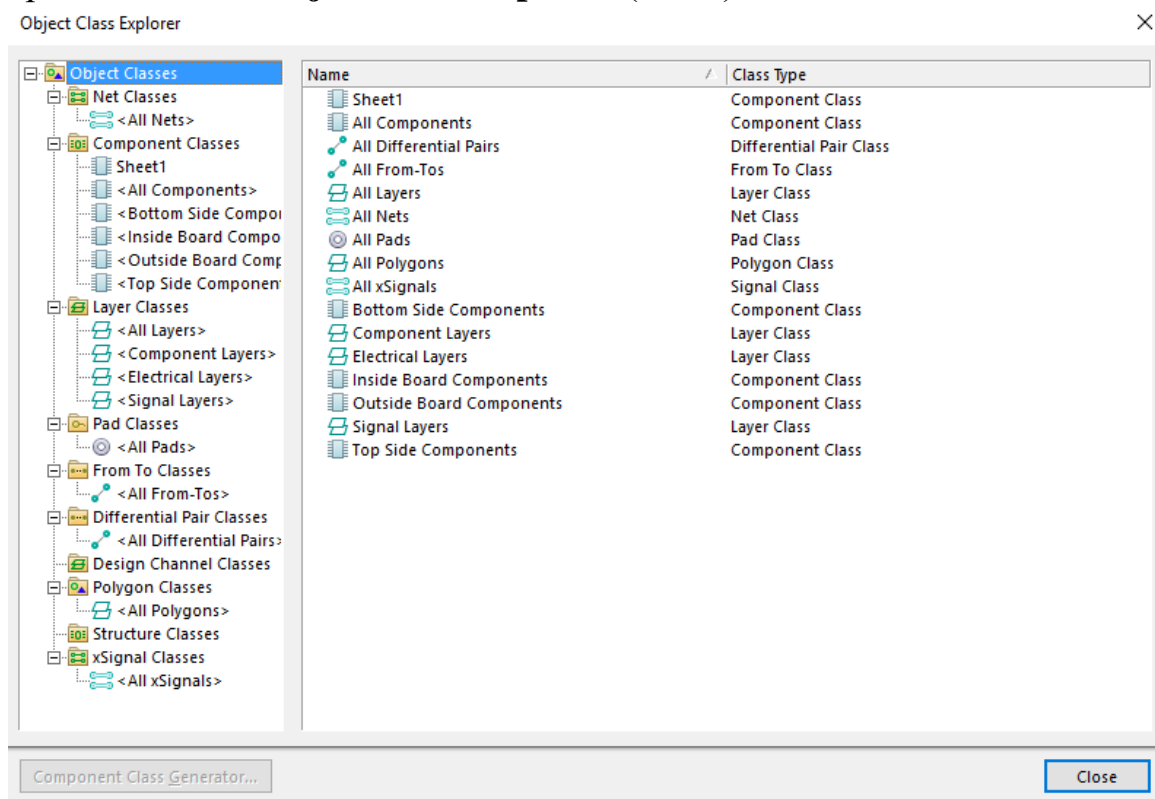


Рис.6. Налаштування класів **Object Class Explorer**

**Net Classes.** Додатково до стандартного класу **All Nets** створюємо (ПКМ >Add Class) ще клас, який буде містити ланцюги живлення (VCC) й землі (GND). Для цього обираємо зі списку (лівий стовбець) необхідні ланцюги (в нашому випадку, це VCC, GND).

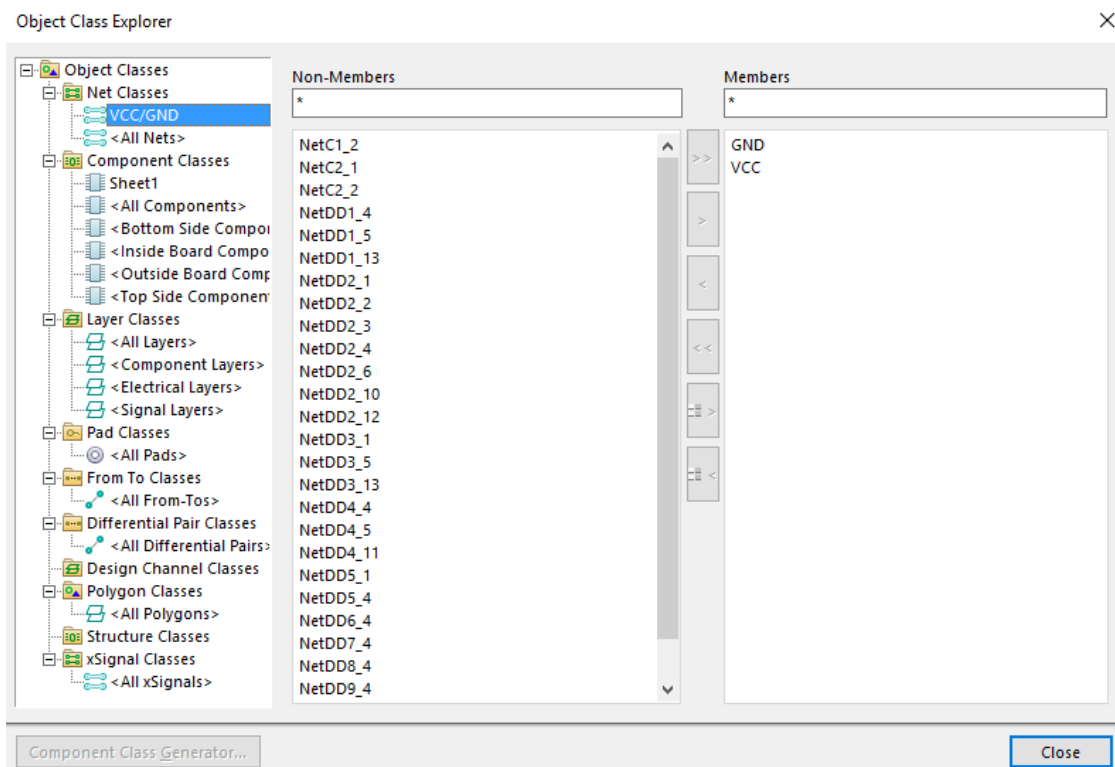


Рис.7. Створення класу VCC/GND

3.2. Командою **Design > Rule** відкриваємо вікно **PCB Rule and Constraints Editor** й створюємо правила запропоновані нижче (вони можуть бути інакшими для кожного проекту), які відповідають 4-му класу точності.

Для додавання нового правила **ПКМ > New Rule**. Для визначення чи зміни пріоритету правил - **Priorities**.

### Electrical:

- **Clearance** (правило для зазорів).

Для стандартного правила Clearance встановлюємо  
Minimum Clearance = 0.15 мм.

### Routing:

- **Width** (правило ширини провідників).

Для того, щоб провідники землі й живлення мали більшу товщину, створюємо нове правило **Width\_VCC\_GND**:

- Where the First object matches = Net Class > VCC/GND;
- Min Width = 0.3 мм,  
Preferred Width = 0.3 мм,  
Max Width = 0.3 мм.

Для стандартного правила з ім'ям **Width**:

- Where the First object matches = All;
- Min Width = 0.15 мм,

Preferred Width = 0.2 мм,  
Max Width = 0.25 мм.

– **Routing Via Style** (правила для перехідних отворів).

Для стандартного правила з ім'ям RoutingVias;

- Where the First object matches = All;
- Via/Hole Diameter: Min= 0.6/0.4 мм;  
Preferred= 0.8/0.5 мм, Max= 0.6/0.4 мм.

**Manufacturing** (технологічні правила):

– **Hole Size** (діапазон значень діаметру отвору)

HoleSize (для всіх отверстий);

- Where the First object matches = All;
- Measurement method = absolute;
- Minimum = 0.5 mm; Maximum = 3 mm

**Placement** (правила для розміщення компонентів):

– **ComponentClearance** (відстань між компонентами).

- Where the First object matches = All;
- Where the Second object matches = All;
- Check Mode = Quick Check;
- Minimum Horizontal Gap=0 mm.

#### 4. Розміщення компонентів

4.1. Переходимо до РСВ-документа для створення друкованої плати. Розміщуємо елементи на платі. Для більш швидкого та зручного розміщення раджу переглянути надане до лабораторної відео.

Для розміщення елемента на протилежному шарі, потрібно під час переміщення компонента натиснути **клавішу L**.

**Shift+S** Ввімкнути / вимкнути режим одного шару

**Ctrl + натиск на необхідний шар** унизу РСВ-редактора Підсвітка обраного шару

Якщо потрібно поновити компонент **на платі** (тобто його посадкове місце): **Відкрити плату > Tools > Update From Libraries**.

4.2. Виконуємо трасування провідників, це можна робити як в автоматичному режимі, так і в ручному.

Ручне трасування: **Place > Track** й з'єднуємо контакти.

Автоматичне трасування виконується за допомогою **Route > Auto Route>All** (Рис.8)

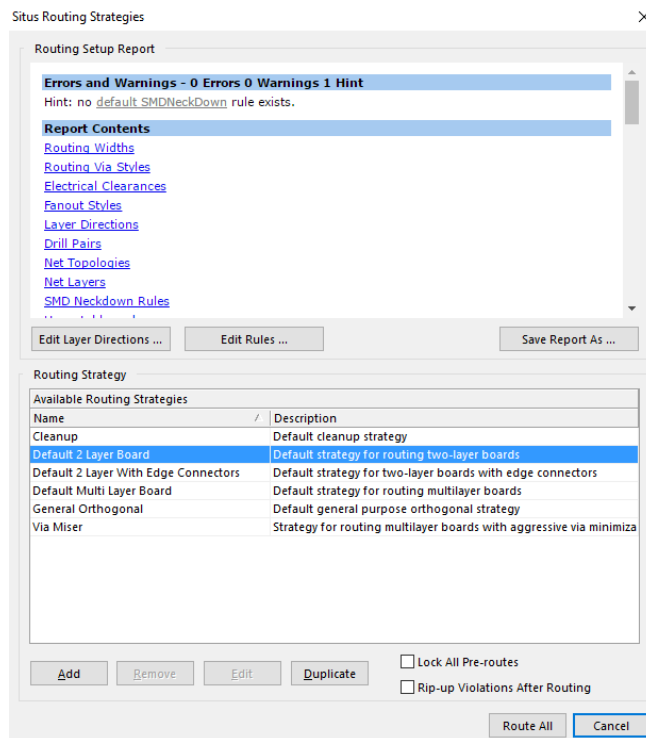


Рис.8. Автоматичне трасування

Якщо необхідно виконати трасування провідників тільки в одному шарі, то можна це задати у **Edit Layer Directions**. Або задати необхідне правило в **Rules**.

AD має декілька стратегій трасування (**Routing Strategy**), а саме

- **Cleanup** – підчищення існуючого трасування
- **Default 2 Layer Board** – трасування за замовчуванням двосторонньої плати
- **Default 2 Layer With Edge Connectors** - трасування за замовчуванням двосторонньої плати з друкованими контактами крайового з'єднувача
- **Default Multi Layer Board** - трасування за замовчуванням багатошарової плати
- **General Orthogonal** – трасування з взаємо-перпендикулярними провідниками
- **Via Miser** – трасування з мінімізацією перехідних отворів

Також можна додавати свою стратегію трасування **Add**.

Для виконання лабораторної достатньо обрати автоматичне трасування **Default 2 Layer Board**.

Натискаємо **Route All**.

Для видалення трасування **Route > Un-Route>All**

4.3. Після трасування необхідно перевірити роботу AD, оскільки бувають випадки, коли виникають помилки. Найрозповсюдженими є (Рис.9): неоптимальне прокладання провідника, відсутність перехідного отвору, порушення правил трасування (підсвічується зеленим кольором) і т.п..

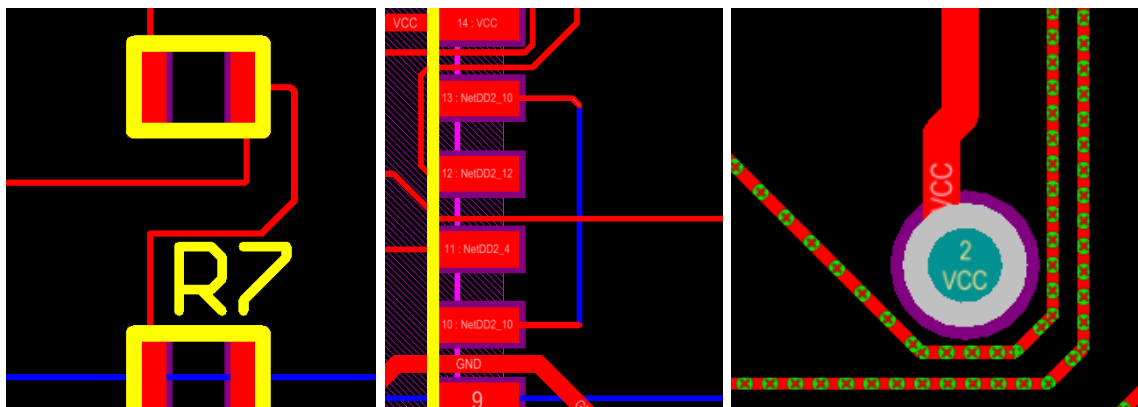


Рис.9. Помилки трасування

4.4. Створення отворів для кріплення можна виконати через **Place > Pad**.

4.5. Для того, щоб визначити форму плати необхідно у шарі з групи Mechanical (який саме номер обирає розробник, бажано щоб у цьому шарі знаходився тільки контур плати) намалювати контур.

Після цього, його необхідно виділити й обрати **Design > Board Shape > Define from selected objects** (обрізує плату по заданим об'єктам).

4.6. Після створення друкованої плати, можна переглянути її у 3D режимі (при умові, що кожний компонент має підключену 3D модель). Для цього натискаємо **кнопку 3 (Рис.11)** й **кнопку 2 (Рис.10)** для звичайного режиму.

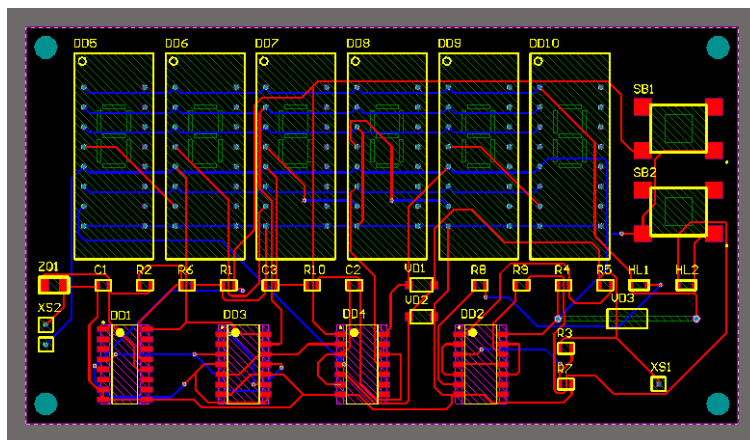


Рис.10. Друкована плата у 2D режимі

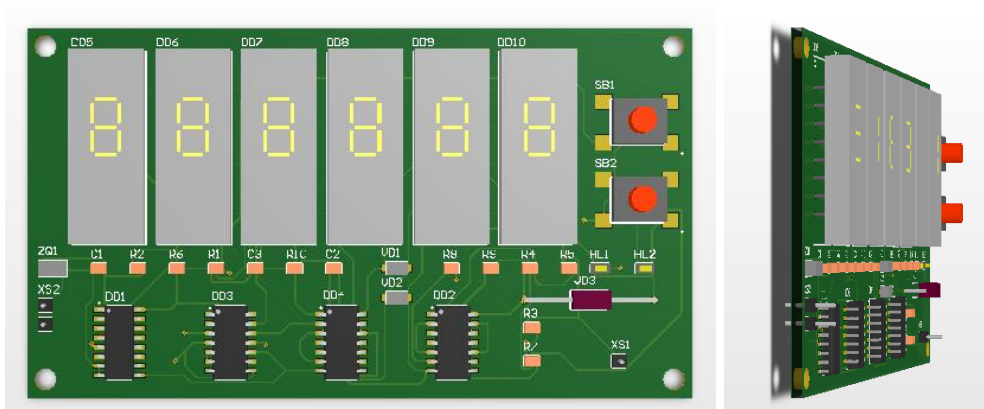


Рис.11. Друкована плата у 3D режимі



### Завдання

- створити друковану плату у Вашому проекті (формат \*. PcbDoc)
- задати необхідну структуру (двошарова плата)
- задати правила трасування
- виконати трасування провідників
- перевірити оптимальність трасування, наявність помилок
- обрізати плату
- надіслати на перевірку друковану плату (у форматі \*. PcbDoc)

*Кожна друкована плата повинна містити:*

- *коректне розташування компонентів (згідно Дом. Роботи №3)*
- *вірні правила трасування (які відповідають обраному класу точності)*
- *оптимальне трасування провідників*
- *отвори для кріплення плати (якщо потрібні)*

Після перевірки потрібно виправити усі зауваження.

### Захист лабораторної

- створення друкованої плати
- відповідь на питання по лабораторній роботі

### Оцінювання

1. Виконання завдання лабораторної роботи **5 балів**. Повторна перевірка відіймає від максимальної оцінки **1 бал**.
2. Захист лабораторної роботи **5 балів**. Повторний захист відіймає від максимальної оцінки **1 бал**.

Загальна оцінка помножується на коефіцієнт **0,5** та вноситься у рейтинг по дисципліні.