

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



Кафедра РТТ

Методичні вказівки
до самостійної роботи
«Дослідження та практичне використання системи
Altium Designer»
з дисципліни
«САПР біомедичних апаратів та конструкцій»
для студентів спеціальності
172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітньої програми «Телемедицинні та біомедичні системи»
усіх форм навчання

Частина 2

2019

Методичні вказівки до самостійної роботи «Дослідження та практичне використання системи Altium Designer» з дисципліни «САПР біомедичних апаратів та конструкцій» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітньої програми «Телемедичні та біомедичні системи» усіх форм навчання. Частина 2 / Укл.: А.В. Пархоменко, О.М. Гладкова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 43 с.

Укладачі: А.В. Пархоменко, к.т.н., доцент каф. ПЗ
О.М. Гладкова, к.т.н., доцент каф. РТТ

Рецензент: Г.М. Шило, д.т.н., зав.каф. ІТЕЗ

Відповідальний за випуск: зав.каф. радіотехніки та телекомунікацій
С.В. Морщавка, к.т.н., доцент.

Затверджено
на засіданні
кафедри РТТ
Протокол № 1 від
“11” вересня 2019 р.

Ухвалено
на засіданні НМК
факультету РЕТ
Протокол № 2 від
“19” вересня 2019 р.

ЗМІСТ

Частина 2

4 Самостійна робота № 4	47
4.1 Теоретичні відомості.....	47
4.2 Створення 3D моделей у бібліотеці посадкових місць .	67
4.3 Завдання до виконання самостійної роботи	73
5 Самостійна робота № 5	74
5.1 Теоретичні відомості.....	74
5.2 Методика виконання самостійної роботи	75
<i>5.2.1 Створення правила друкованої плати.....</i>	<i>75</i>
<i>5.2.2 Створення правила принципової схеми.....</i>	<i>82</i>
5.3 Завдання до виконання самостійної роботи	85
Рекомендована література.....	86

Частина 3

4 САМОСТІЙНА РОБОТА № 4

Створення друкованої плати

Мета роботи: створити файл друкованої плати до якого додати електричну схему створену на 3-му уроці, розмістити її (схеми) компоненти та зробити трасування з'єднань.

4.1 Теоретичні відомості

Створимо файл друкованої плати із вкладки Project > Add New to Project > PCB (або із контекстного меню) та збережемо його командою File > Save (або комбінацією клавіш Ctrl+S). Після чого встановимо одиниці вимірювання міліметри у вікні Design > Board Options, у списку Range поля Snap Options встановимо значення 1x SnapGrid, а також крок сітки у 1мм за допомогою клавіші G.

Порядок роботи із друкованою платою:

- а) Розробка конструкції плати
 - 1) Створення контуру;
 - 2) Створення структури (Опис стеку шарів);
 - 3) Встановлення місць для кріплення;
 - 4) Зазначення заборонених місць для трасування.
- б) Перенесення даних із схеми на плату;
- в) Створення правил проектування;
- г) Розміщення компонентів;
- д) Трасування (створення малюнку провідників, створення провідників між компонентами).

Із платою можна працювати у двох режимах 2D 3D переключення між якими відбувається за допомогою швидких клавіш 2 і 3 або командами View > Switch to 2D/3D. У режимі 3D плату можна обертати утримуючи клавішу SHIFT та рухаючи натиснуту праву клавішу миші або утримуючи клавішу SHIFT використовувати кнопки управління поворотом які розташовані на «сфері зі стрілками».

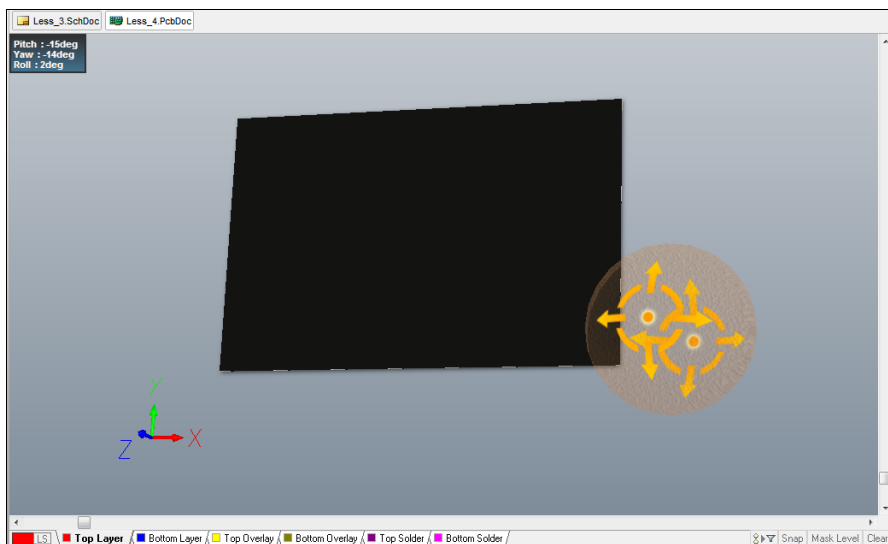


Рисунок 4.1 – Робота у режимі 3D

Повернути 3D модель у початкове положення можна клавішею 0 (нуль) або командою View > Zero Rotation. За допомогою комбінації клавіш V+V можна перевертати плату на 180 градусів (або View > Flip Board). Також є можливість вибрати режими відображення.

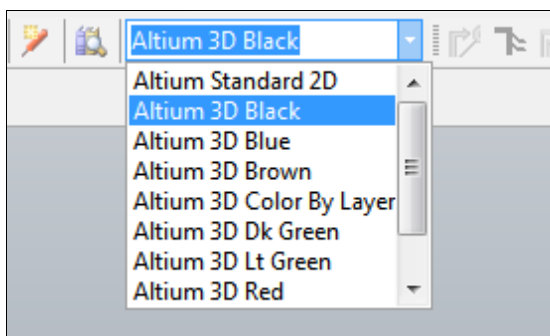


Рисунок 4.2 – Вибір режиму відображення

Тепер потрібно створити контур плати, в даному уроці ми будемо імпортувати вже створену реалістичну модель плати у форматі STEP. Відкриємо вікно 3D Body командою Place > 3D Body за допомогою якого можна створювати або додавати 3D моделі. У вікні,

що з'явилася виберемо тип моделі Generic STEP Model, додамо клавішею Add у полі Snap Points точку із координатами (0;0;0) і натиснемо кнопку Link to Step Model.

3D Model Type

☐ Extruded **Вытянутый контур**
☐ Cylinder **Цилиндрический**
☒ Generic STEP Model **Реалистичная модель**
☐ Sphere **Сферический**

Properties

Identifier:
 Body Side:
 Layer: Locked ☐

3D bodies can only be placed on Mechanical Layers. The 3D Body Side will be flipped with the component. The Mechanical Layer will be flipped with the component according to the defined Mechanical Layer Pairs.

Display

3D Color: 3D Color Opacity:

Generic STEP Model

Filename:

Rotation X*: 0.000
 Rotation Y*: 0.000
 Rotation Z*: 0.000

Standoff Height: 0mm

Snap Points

	X	Y	Z
1	0mm	0mm	0mm

Axes

Origin			Direction		
X	Y	Z	X	Y	Z

Рисунок 4.3 – Вікно додавання 3D моделі

Клавішею Add Directories виклинемо вікно налаштувань у якому вкажемо розташування папки із STEP моделями. У списку виберемо модель Outline.stp і натиснемо OK. Далі у діалоговому вікні 3D Body натиснемо OK і розмістимо модель у робочій області лівою клавішею миші, програма запропонує встановити ще одну модель у нашому випадку слід відмовитися клавішею Cancel. Слід зазначити, що при зміні файлу моделі всі зміни автоматично переносяться у Altium Designer.

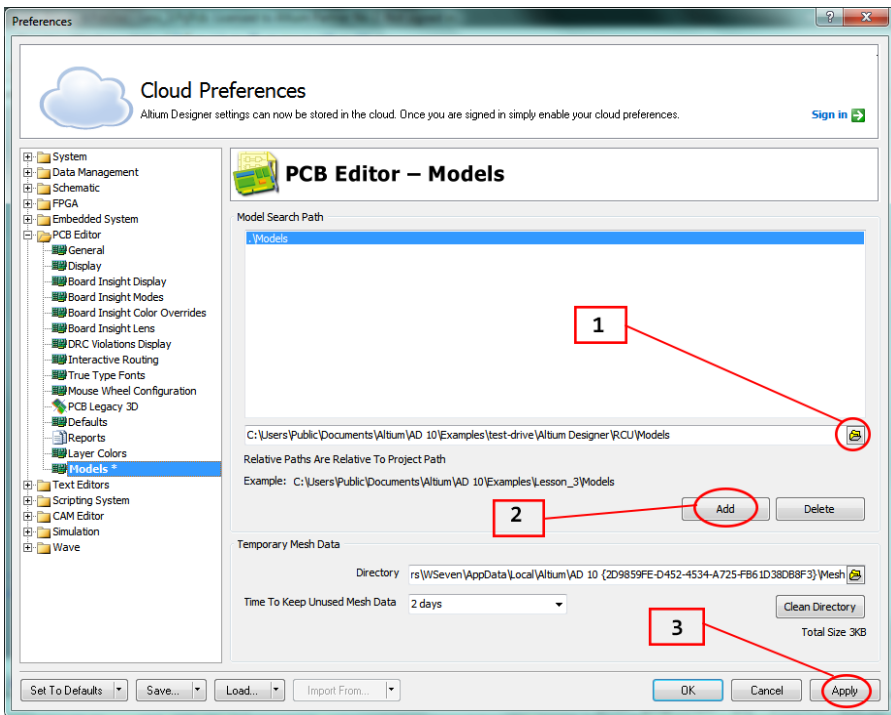


Рисунок 4.4 – Додавання папки із моделями

Для формування контуру (границь) плати використовується група команд меню Design > Board Shape серед яких найбільш потрібними є:

- Redefine Board Shape – Малювання контуру плати вручну;
- Define from Selected Objects – Формування контуру плати із виділених об'єктів;

- Define from 3D Body – Формування контуру із тривимірної моделі (працює лише у тривимірному режимі);
- Define Board Cutout – Формування вирізу на платі.

Командою Define from 3D Body вкажемо програмі, що контуром плати є наша модель: спершу потрібно вказати модель, а потім поверхню моделі. Після цього з'явиться вікно яке потрібно закрити. Область всередині контуру стане чорного кольору, а зовні сірою це свідчить про коректне створення плати.

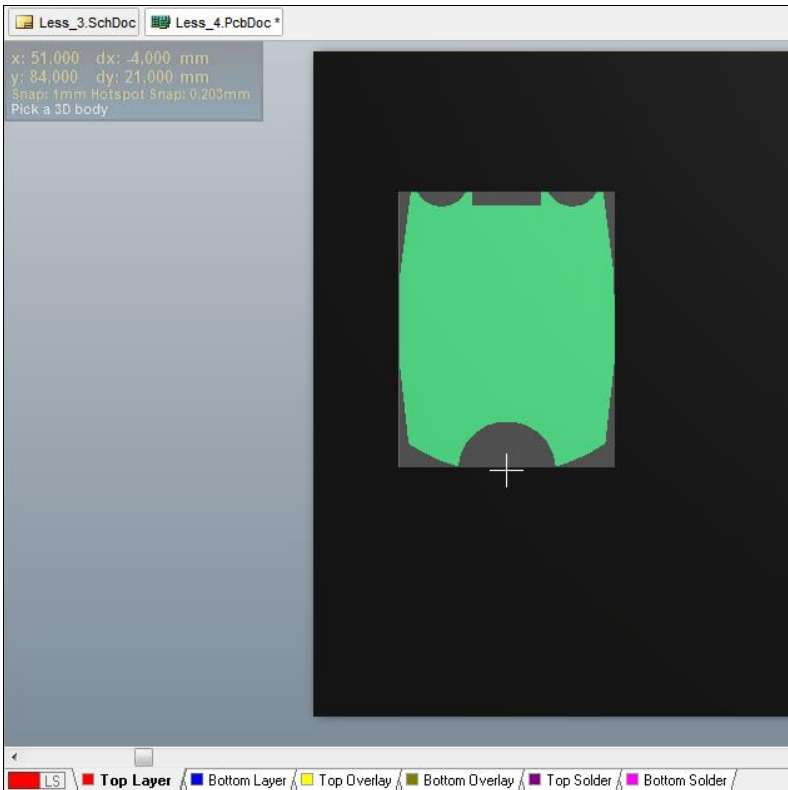


Рисунок 4.5 – Робота із командою Define from 3D Body

Створений контур плати служить лише обмеженням для програми Altium та вказує простір (границі в яких можна розмістити) для розміщення компонентів і трасування провідників але не є

фізичним контуром плати за яким виконується його обрізка. Тобто контур цієї плати є віртуальним і не відображається на жоден з шарів.

Для створення фізичного контуру плати потрібно виконати одну з цих команд в підменю Design > Board Shape:

- Define from selected objects – побудувати із вибраних об'єктів. В цьому випадку у вибраному «механічному» (див. далі) шарі повинен бути попередньо створений замкнутий контур із ліній та/або дуг, який і стане фізичним контуром плати.
- Create Primitives From Board Shape – створити примітиви із контуру плати. В цьому випадку фізичний контур буде співпадати із віртуальним.

Перенесемо контури створеної нами плати на потрібний шар за допомогою команди Design > Board Shape > Create Primitives From Board Shape попередньо перейшовши у двовимірний режим. У діалоговому вікні треба вказати шар до якого буде перенесений контур, товщину лінії контуру додаткові параметри встановити згідно з малюнком.

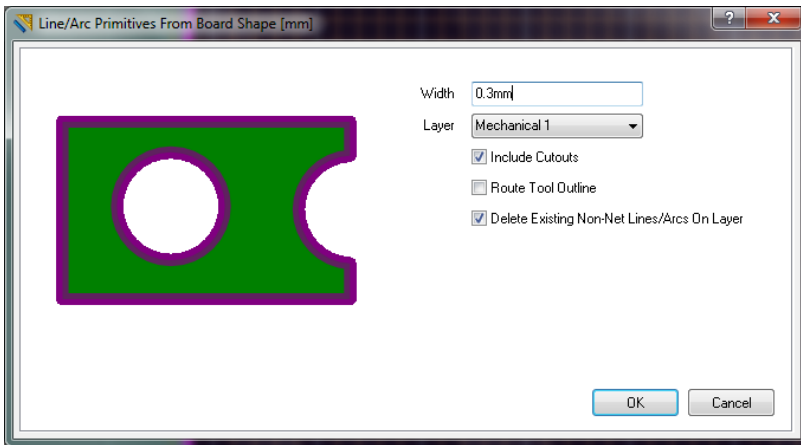


Рисунок 4.6 – Створення фізичного контуру

Далі перенесемо початок координат у точку (0;0;0) нашої моделі, для цього скористаємося командою View > Origin > Set. Результат можна перевірити перейшовши у режим 3D та порівнявши із рис. 4.8.

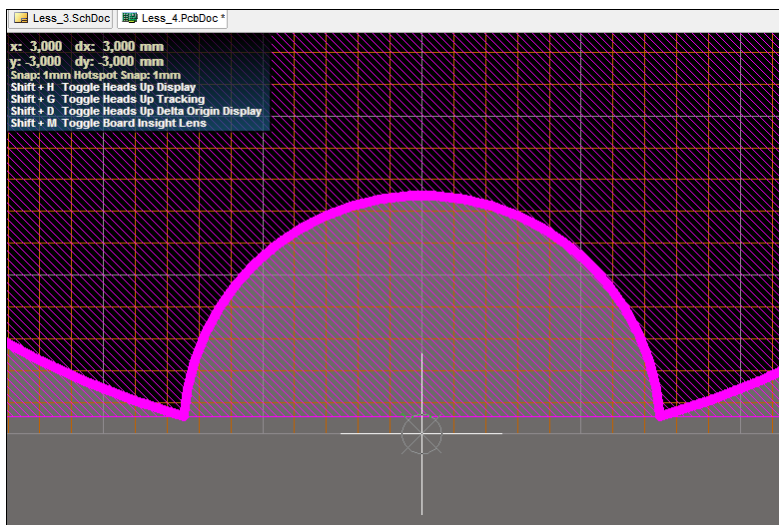


Рисунок 4.7 – Вибір нової точки координат

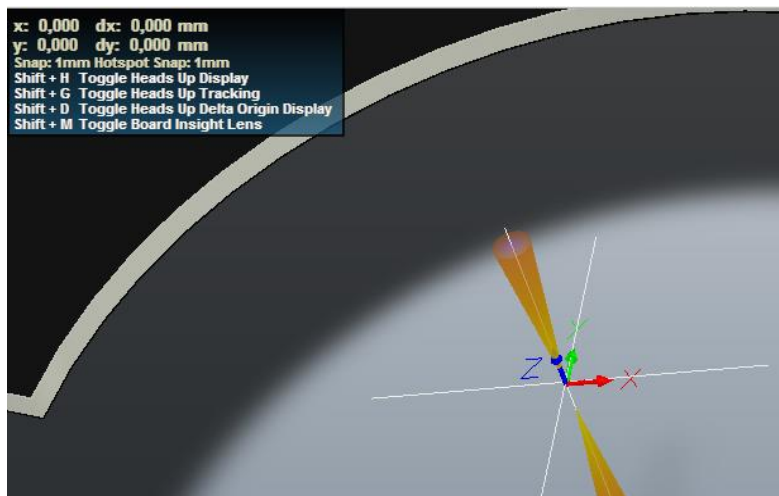


Рисунок 4.8 – Перегляд нової точки координат

Наступним кроком є створення структури плати. Додавання нових шарів і керування їх положенням в стеку шарів друкованої плати проводиться у вікні, яке викликається командою Design > Layer Stack Manager.

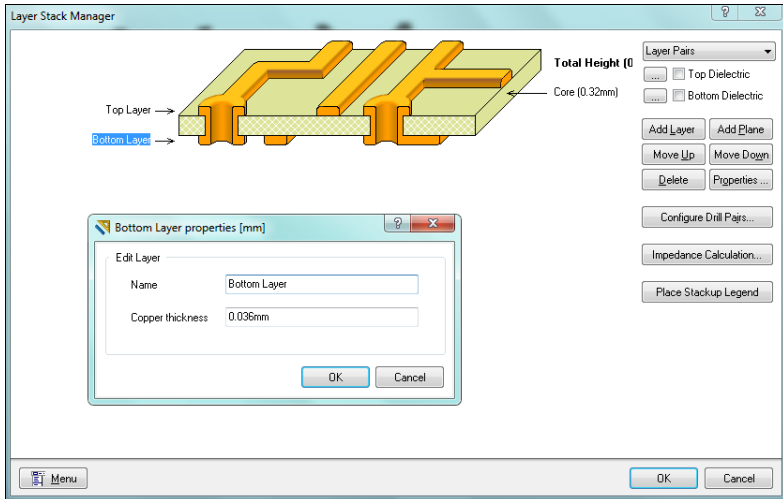


Рисунок 4.9 – Вікно керування стеком шарів

В правій частині вікна є набір команд для керування порядком розташування шарів. Для нашого прикладу структура плати не має значення тому нічого міняти не потрібно.

Перегляд всіх існуючих шарів проекту і керування їх відображенням виконується у вікні View Configurations, яке викликається командою Design > Board Layer&Colors або натисненням клавіші L. В даному вікні не можна додавати або видаляти шари, тут виконується лише керування видимістю шарів. Для редагування назви шару потрібно натиснути клавішу F2.

Шари розділені на групи:

- Signal Layers (Сигнальні шари) – призначені для створення малюнку провідників друкованої плати. Всього проект може містити до 32-х сигнальних шарів;
- Internal Layers (Екранні шари) – призначені для виконання провідників у вигляді металізованих полігонів (землі та живлення). Відображення інформації на цих шарах інверсне. Всього на платі може бути задіяно до 16 шарів живлення і землі. (Ці шари не призначені для прокладання провідників);
- Mechanical Layers (Графічні шари) – призначені для розміщення в них елементів збирання, контуру друкованої плати та

інше (всього 16 шарів). Для використання шару спершу його потрібно активувати: поле Enable;

- Mask Layers – шари паяльної пасту і захисної маски (Напр. Top Paste і Bottom Paste та Top Solder і Bottom Solder);
- Other Layers – додаткові шари до яких відносяться шари із забороненими зонами та шари, що відображають отвори на платі;
- Silkscreen Layers – призначені для розміщення інформації про маркування та позначення контурів компонентів на платі (Напр. Top Overlay; і Bottom Overlay).

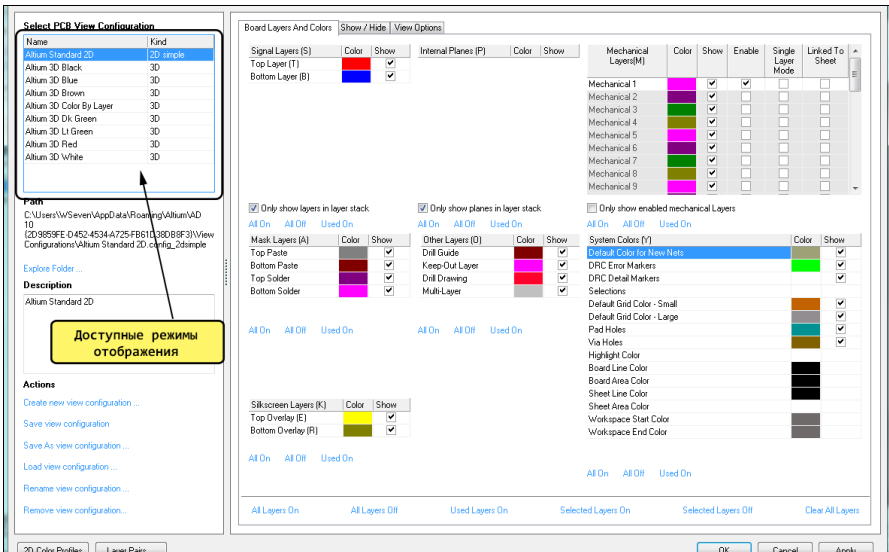


Рисунок 4.10 – Керування відображенням шарів плати

Щоб передати інформацію із схеми на плату, відкриємо потрібний лист електричної схеми і знаходячись у редакторі цієї схеми виконаємо команду Design > Update PCB Document ... Відкриється вікно із списком відмін між схемою та платою (рис. 4.12). Попередньо вкажемо ім'я ланцюга та лінію зв'язку, що входить до нього командою Place > Net Label в редакторі схем згідно з рисунком нижче.

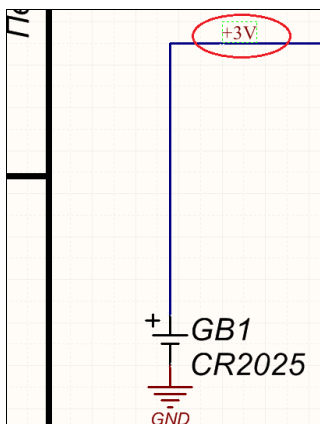


Рисунок 4.11 – Додавання ім'я ланцюгу

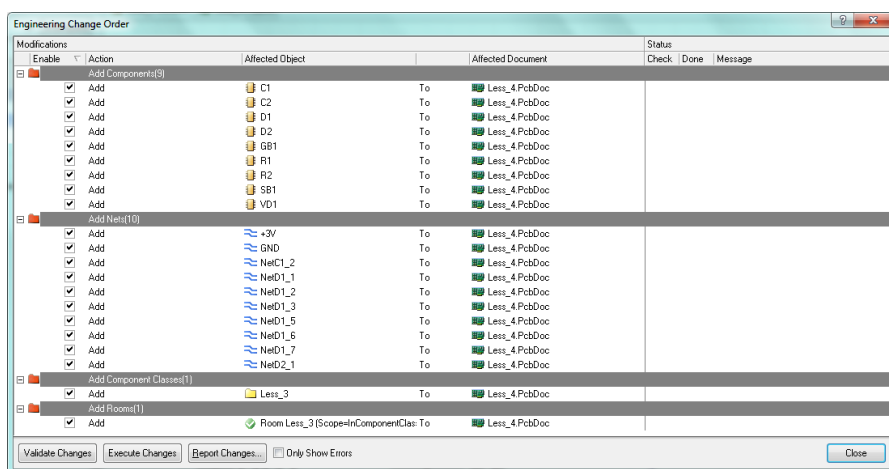


Рисунок 4.12 – Вікно із списком модифікацій плати

Перелік об'єктів, наявність яких звіряється в схемі та платі задається у вікні Project > Project Options на вкладці Comparator. Спочатку командою Validate перевіряється можливість внесення змін (тобто пошук помилок), де головною проблемою може бути відсутність посадкових місць у того чи іншого компонента (як і у нашому випадку рис. 4.13). При наявності помилок в колонці Status вікна Engineering Change Order слід натиснути клавішу Close і виправити їх. Команда Execute завантажує данні із схеми до плати.

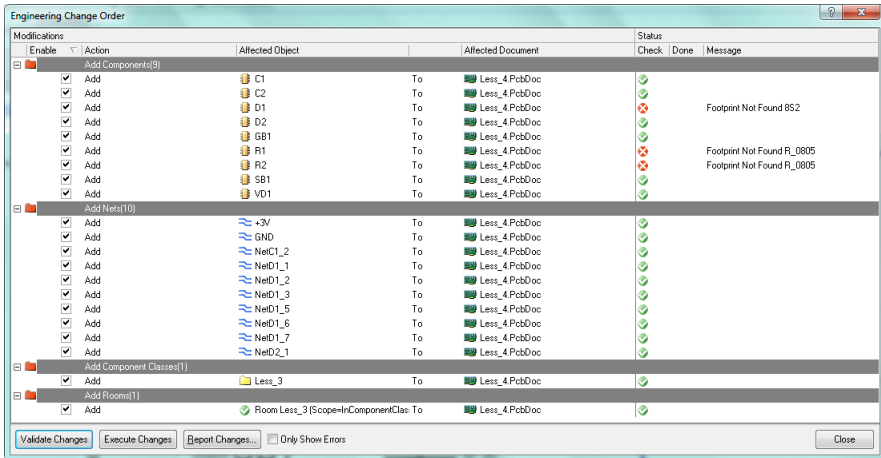


Рисунок 4.13 – Перевірка можливості внесення змін

В нашому випадку при перевірці виявиться, що в проєкті не вистачає бібліотеки посадкових місць для резистора та мікросхеми. Виправимо цю помилку додавши файл RCU.PcbLib створений нами на попередніх уроках командою Project > Add Existing to Project і спробуємо знову. Після виконання команди Execute відкриється редактор плат із перенесеними туди даними. Виділений на рис. 4.14 прямокутник це кімната - регіон плати за яким закріплений певний клас (група) компонентів, клас компонентів додається згідно зі схемою. Кімната нам не знадобиться тому видалимо її клавішею Del, не видаляючи при цьому компоненти.

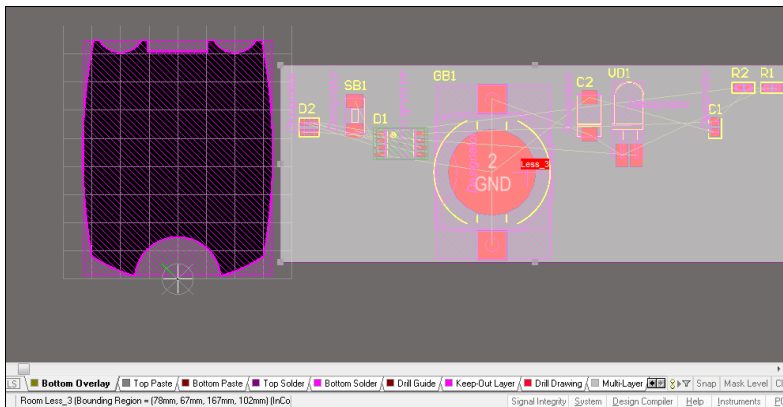


Рисунок 4.14 – Видалення кімнати

Створення правил проєктування або інакше кажучи конструктивних і технологічних обмежень проєктування плати виконується у вікні Design > Rules за допомогою команди New Rule із контекстного меню обраного параметру (рис. 4.15).

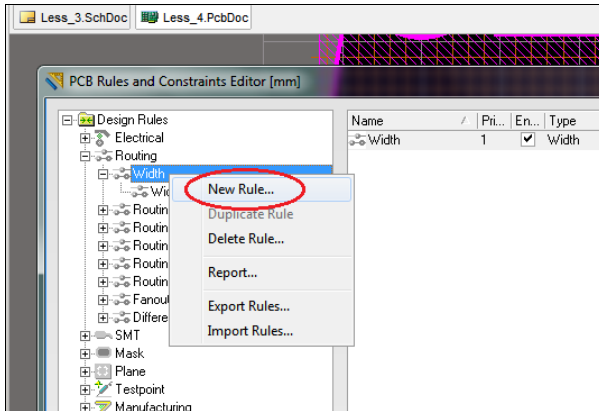


Рисунок 4.15 – Контекстне меню правила проєктування

Задамо правило для провідника (трасування) згідно з яким у ланцюгу із назвою +3V його ширина має бути 1мм, для цього вкажемо параметри згідно з рис. 4.16. (Створене нами правило має мати більш високий пріоритет ніж попереднє. Якщо це необхідно скористуємось клавішею Priorities).

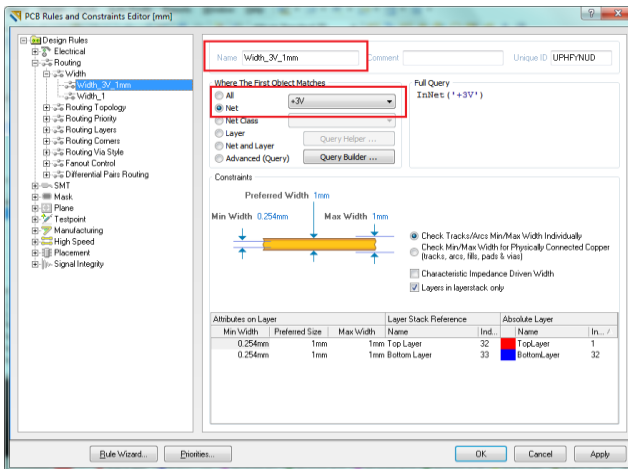


Рисунок 4.16 – Створення нового правила

Далі потрібно розмістити компоненти, але перед цим вимкнемо функцію автопанарамування, яка при переміщенні курсору в режимі редагування компонента (при переміщенні компоненту) за межі робочого вікна автоматично переміщує видиму робочу область. Для того, щоб вимкнути цю функцію треба відкрити вкладку General групи налаштувань PCB Editor у вікно налаштувань DXP > Preferences і в полі Autopan Options для параметра Style вказати значення Disable.

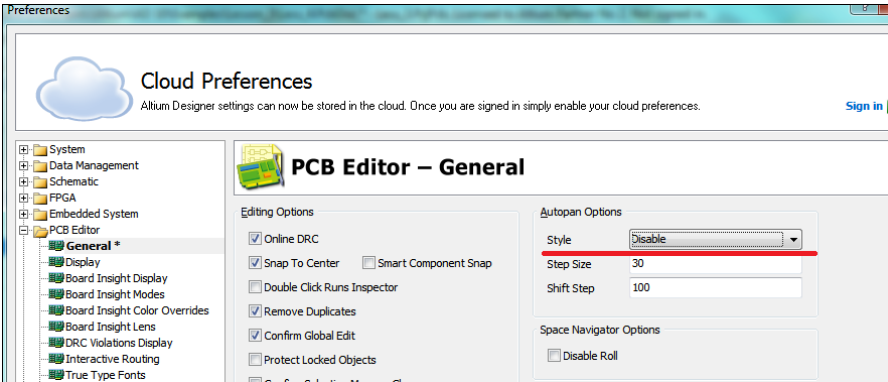


Рисунок 4.17 – Вимкнення автопанарамування

Розміщувати компоненти можна, як простим «перетягуванням» компонентів на потрібні місця так і задавши потрібні координати. Вибравши компонент лівою клавiшею миші натиснемо клавiшу J та виберемо пункт New Location у контекстному меню.

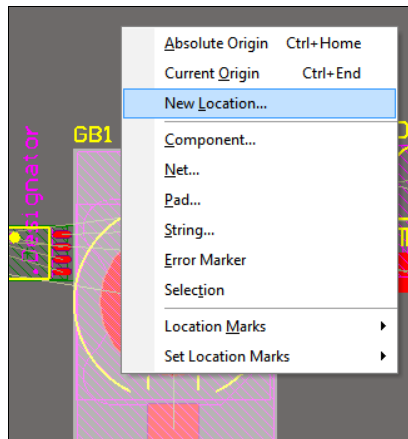


Рисунок 4.18 – Переміщення компоненту

З'явиться вікно у якому потрібно вказати нові координати для компонента. Так перемістимо компонент GB1 в точку X – 0mm; Y – 19mm, SB1 X – 0mm; Y – 32.5mm попередньо повернувши його клавішею SPACE та VD1 на позицію X – 0mm; Y – 37.5mm. Всі інші компоненти розмістимо перетягуванням згідно із рис. 4.20.

Для зручності скористаємось панеллю PCB в якій вкажемо режим роботи з компонентами та виберемо клас <Outside Board Components>, після цього у полі Components будуть відображатися лише ті компоненти, які знаходяться за межами плати.

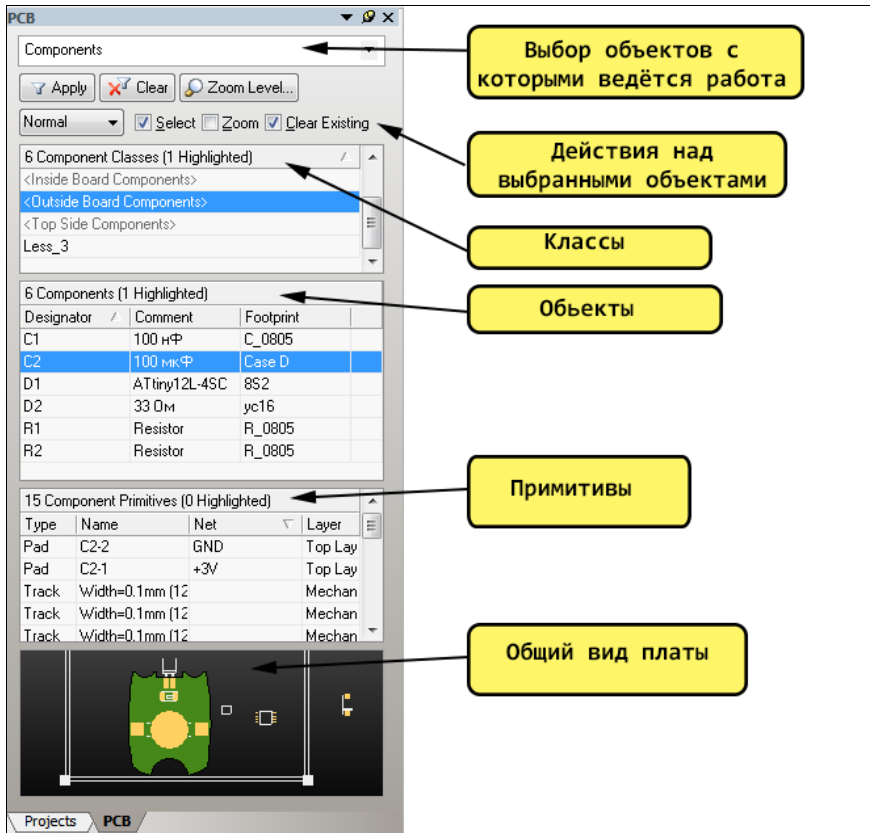


Рисунок 4.19 – Панель PCB

Можливі наступні дії із обраними об'єктами:

- Mask (Dim) – варіант фільтрації: маска або затемнення;

- Select – виділення;
- Zoom – масштабування;
- Clear Existing – очистка попереднього виділення.

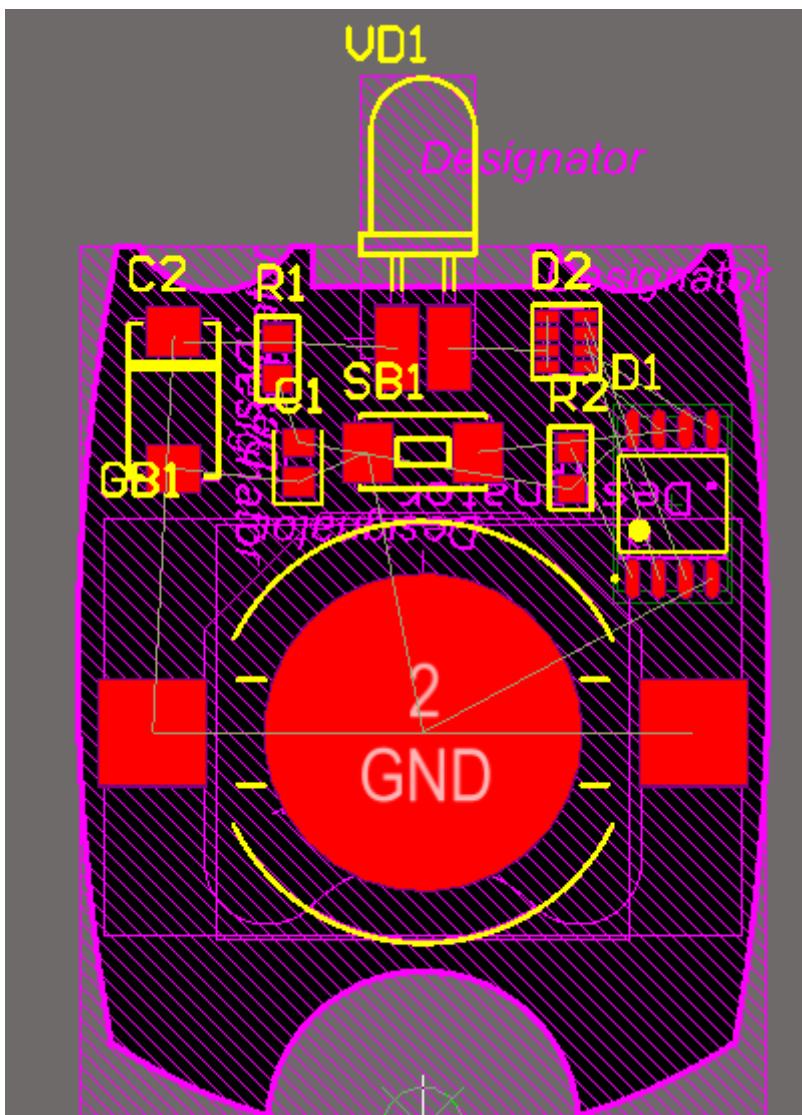


Рисунок 4.20 – Розміщення компонентів на платі

Останнім кроком є трасування, встановимо крок сітки 0,1мм та перейдемо до шару Top Layer (Ctrl+Shift+ колесо миші). Аби малювати провідники між з'єднаннями компонентами скористаємось командою Place > Interactive Routing. При наведенні курсору на вивід компонента на місці курсору з'явиться коло - це говорить про те, що працює прив'язка до даного закінчення (рис. 4.21).

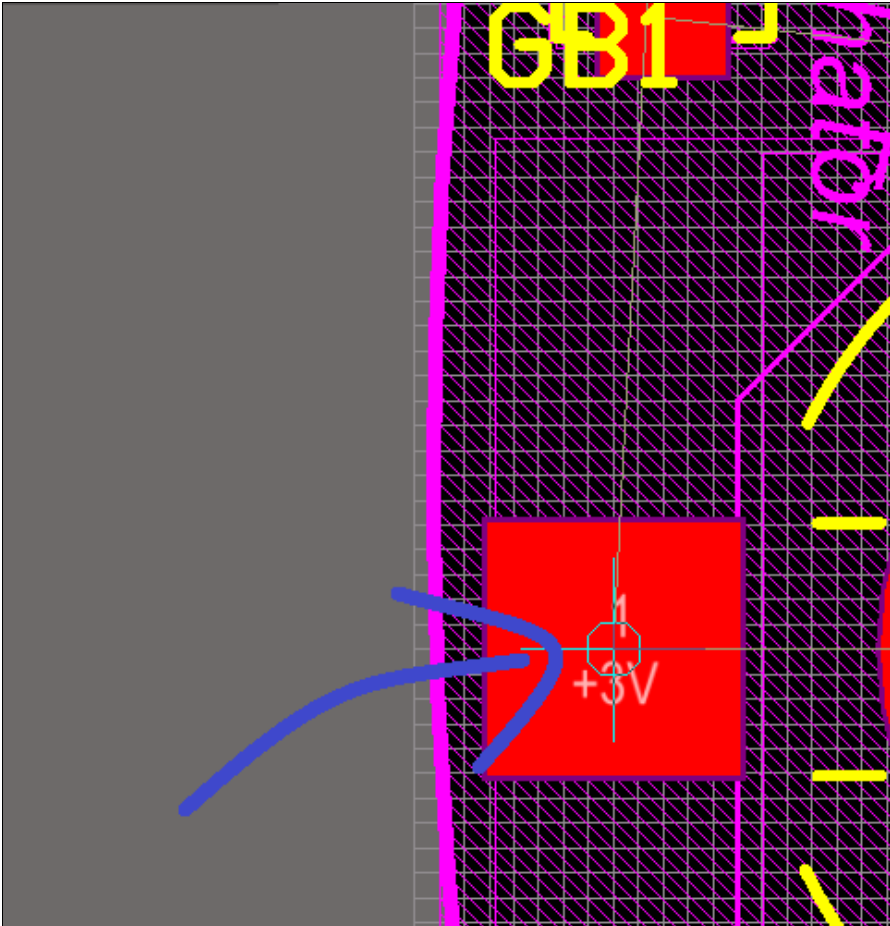


Рисунок 4.21 – Прив'язка до закінчення

Задамо налаштування для команди інтерактивного трасування відкривши вікно налаштувань DXP > Preferences > PCB Editor > Interactive Routing і вказавши у розділі Interactive Routing Width/ Via Size Sources значення Rule Preferred. В цьому розділі вказується які значення потрібно брати для ширини провідника та перехідного отвору, ми вказуємо, що значення потрібно брати те, яке рекомендовано правилом проектування.

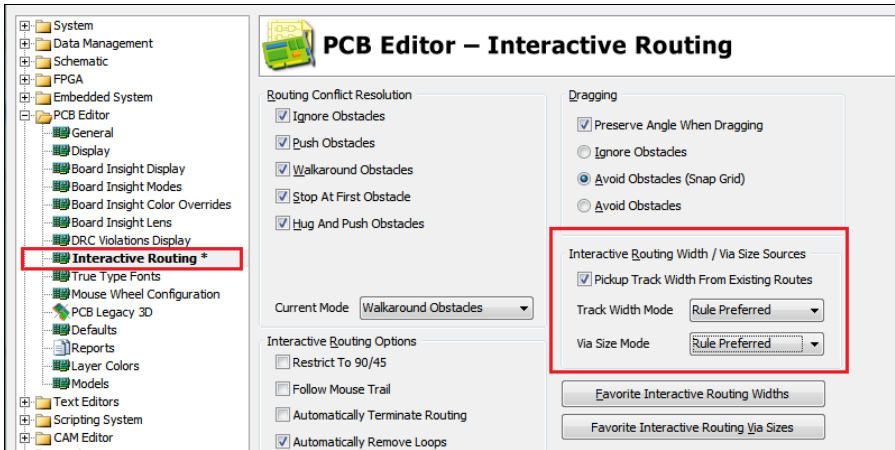


Рисунок 4.22 – Налаштування команди інтерактивного трасування

Для автоматичного завершення траси провідника потрібно натиснути Ctrl+ліва клавіша миші. Переключення між режимами трасування відбувається командою Shift+Space. Під час трасування бажано перейти до одношарового режиму відображення командою Shift+S, після чого на екрані буде відображено тільки активний шар, а інші, в залежності від налаштувань будуть або напівпрозорими, або показані сірим кольором. Створимо структуру провідників, як на рис. 4.23.

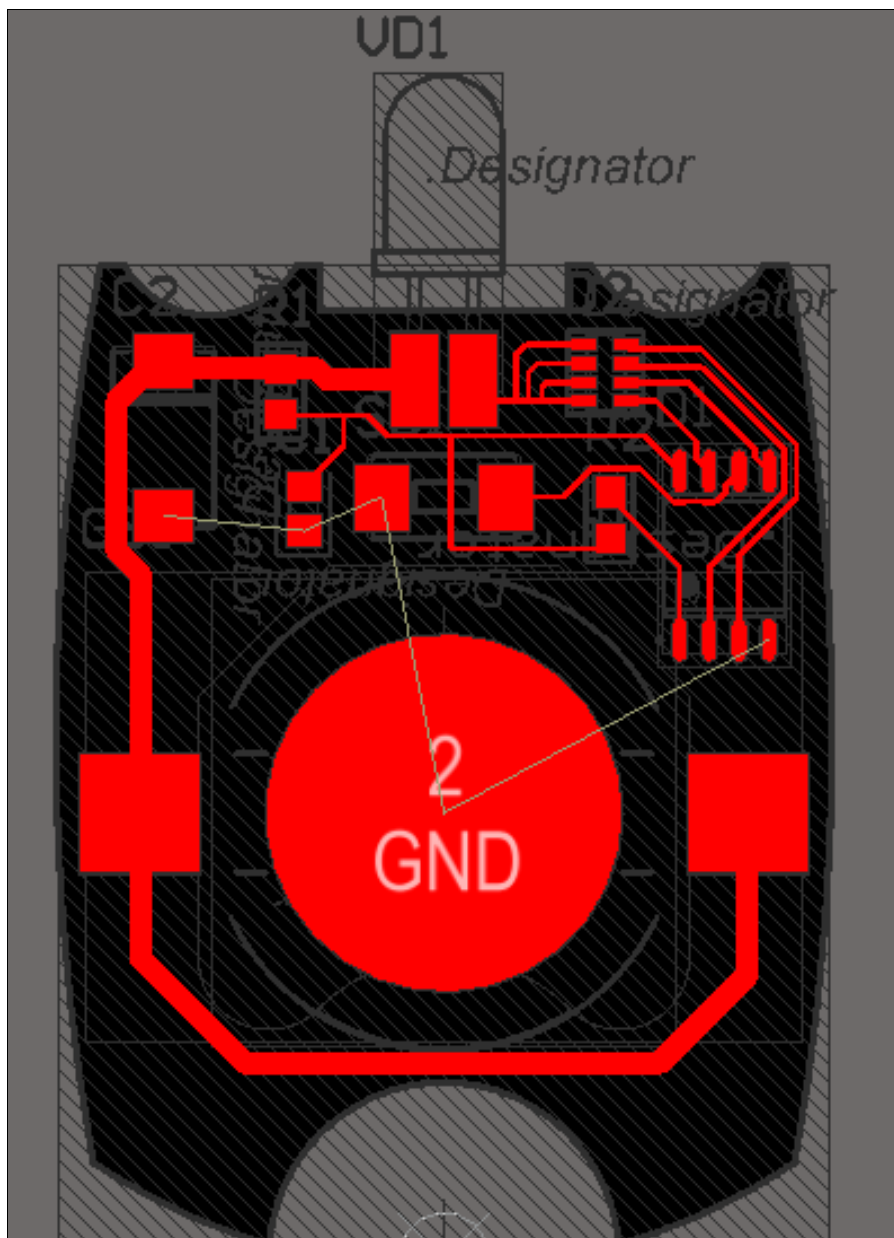


Рисунок 4.23 – Структура провідників плати

Завершимо етап трасування створенням полігону (регіону плати, що покритий металевим покриттям) який буде з'єднувати всі виводи компонентів, що належать до ланцюгу GND. У вікні налаштувань, яке викличемо командою Place > Polygon Pour вкажемо значення, як на рисунку нижче. Після чого розмітимо контурні лінії для нашого полігону. До створеного полігону під'єднаємо закінчення, що залишилось та перезаліємо його командою Polygon Actions > Repour, що знаходиться у контекстному меню, яке викликається натисканням правої клавіші миші на потрібному об'єкті.

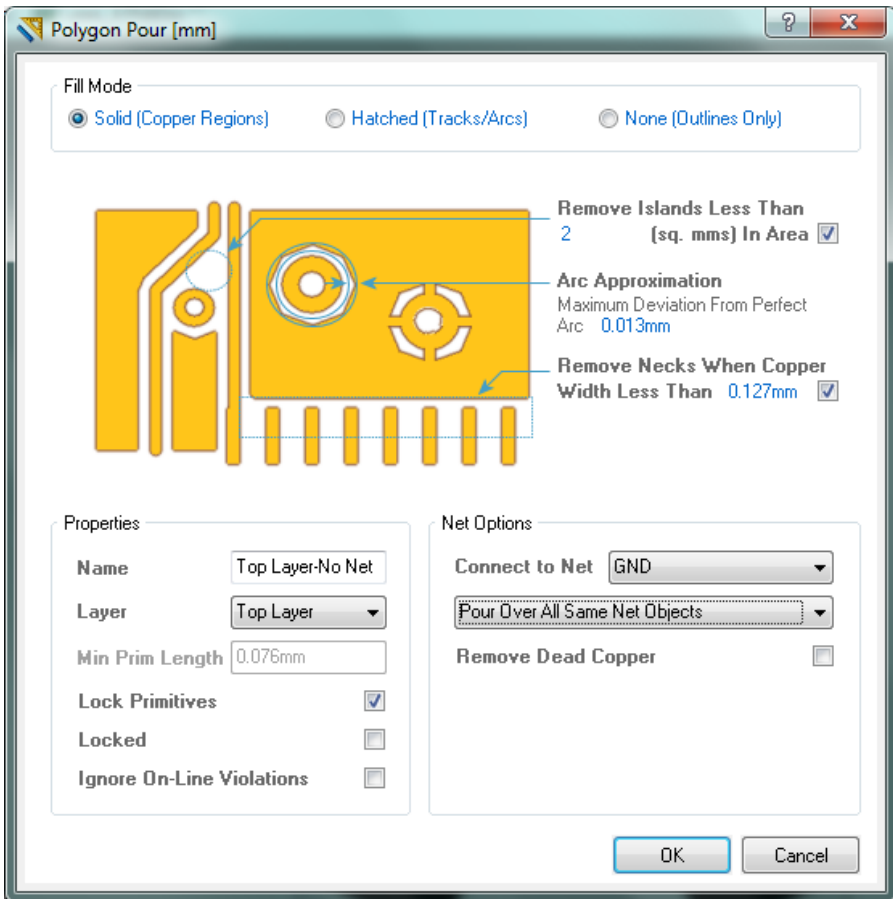


Рисунок 4.24 – Вікно налаштувань полігону

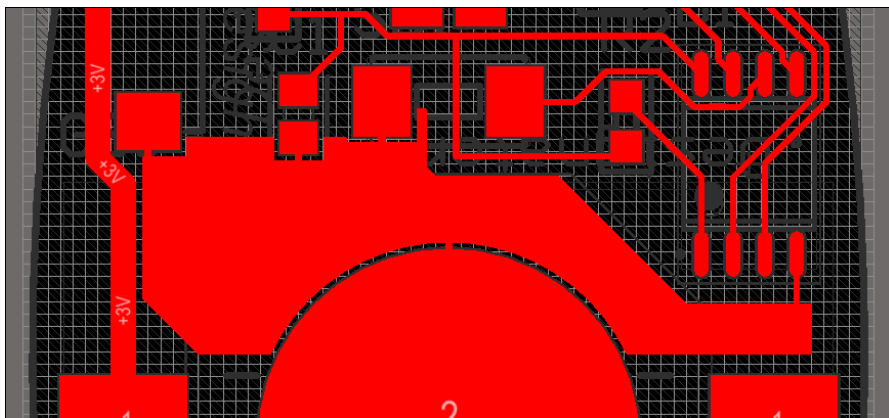


Рисунок 4.25 – Створений полігон

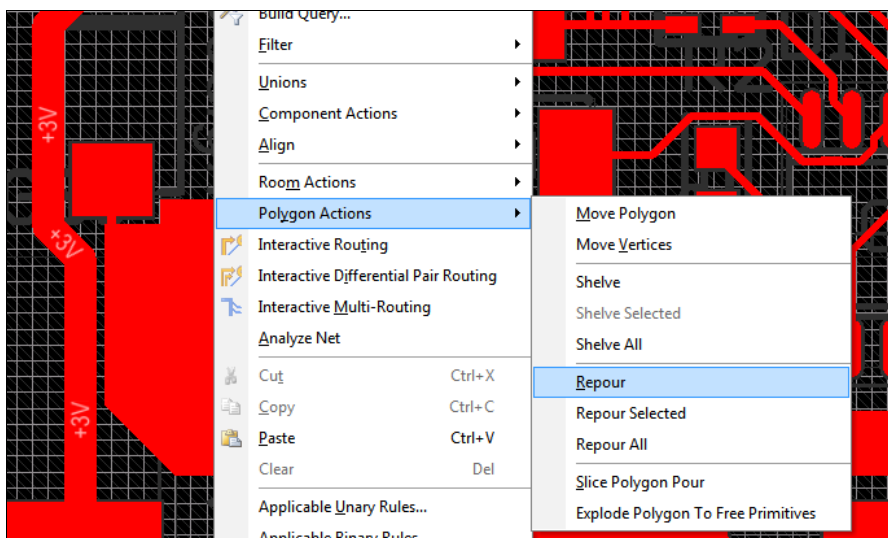


Рисунок 4.26 – Виклик команди Repour

Якщо в панелі PCB обрати режим роботи із ланцюгами (Net), то у вікні Nets, для всіх ланцюгів буде показано:

- Name – назва;
- Node – кількість вузлів;
- Routed – загальна довжина створеного провідника (траси);
- Un-Routed – довжина частини ланцюгу, що не має траси.

Так дивлячись значення поля Un-Routed для всіх ланцюгів, перевіримо чи є в них частини для яких не створено траси. (Повинно бути значення 0).

4.2 Створення 3D моделей у бібліотеці посадкових місць

Спершу відкриємо створену раніше бібліотеку посадкових місць (яку ми додали до проєкту) та виберемо компонент 8S2 в панелі PCB Library. Видалимо спрощену 3D модель створену за допомогою майстра. Тепер вбудуємо (закріпимо) реалістичну модель до посадкового місця компоненту бібліотеки відкривши вікно роботи з 3D моделями командою Place > 3D Body та натиснувши в ньому кнопку Embed STEP Model - виберемо модель із назвою ATTINY12L.step. Далі натиснемо OK і розмістимо модель у будь-якому місці.

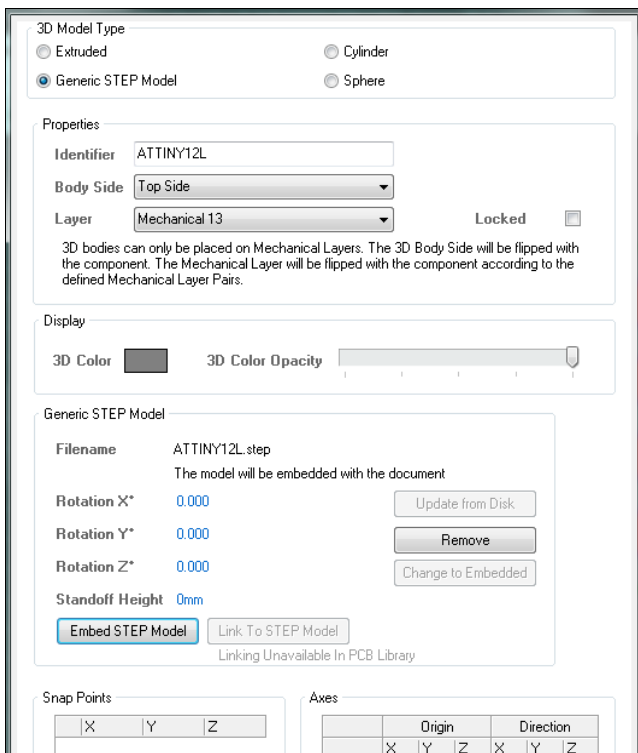


Рисунок 4.27 – Вибір 3D моделі, що буде вбудована

Після цього перейдемо до режиму 3D та побачимо, що модель повернута відносно посадкового місця. Виправимо це відкривши вікно властивостей подвійним натисканням лівої клавіші миші на моделі та вкажемо значення повороту по осі X - 90 градусів. До речі виконати масштабування на існуючих об'єктах можливо скориставшись командою View > Fit All Objects.

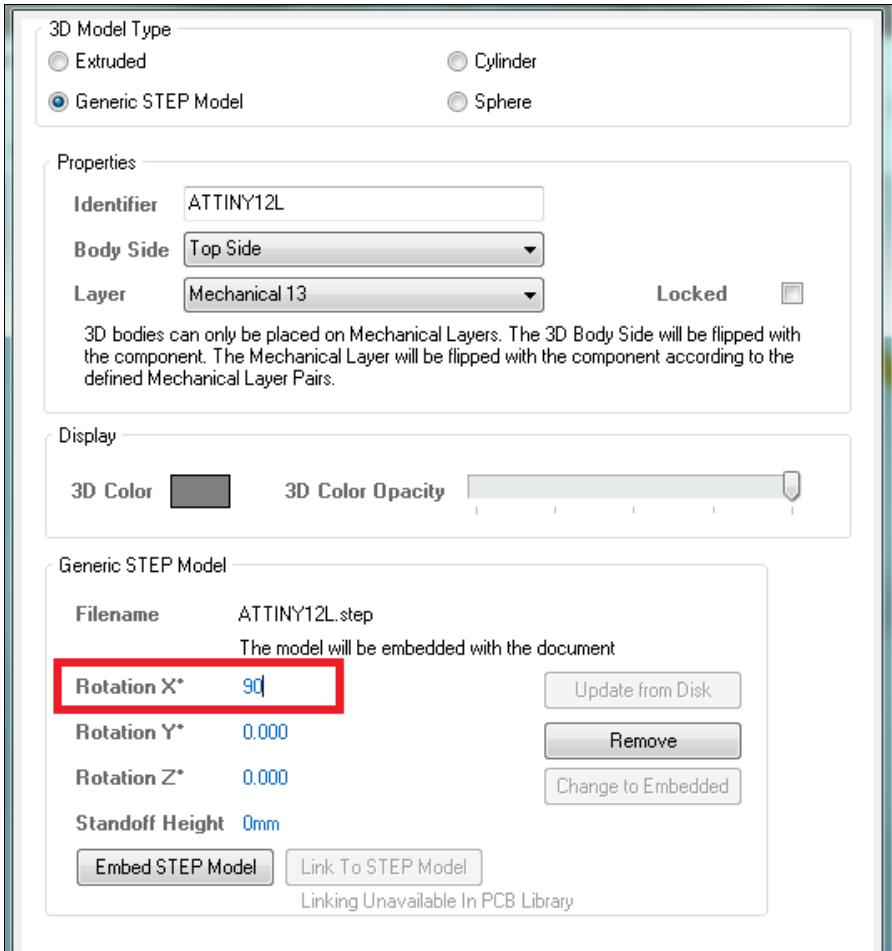


Рисунок 4.28 – Обертання доданої моделі

Поєднаємо центр моделі із центром посадкового місця командою Tools > 3D Body Placement > Position 3D Body. Після запуску команди курсор матиме вигляд маленького хрестика, ним необхідно вибрати модель. Тепер курсор прийме вигляд великого хреста (блакитного кольору), який рухається по невидимим вузлам моделі. Виберемо цим курсором центр нашої моделі, після чого курсор знову змінить вигляд і тепер необхідно вказати на центр посадкового місця.

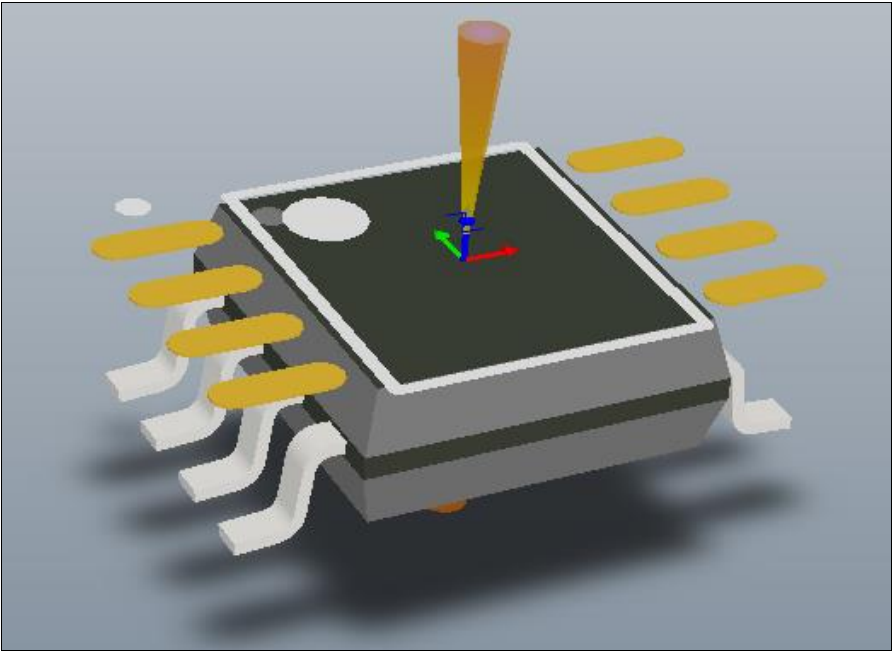


Рисунок 4.29 – Переміщення моделі на посадкове місце

У результаті модель буде розташовуватися нібито під посадковим місцем. Вкажемо висоту розташування моделі 2,3мм у вікні її властивостей.

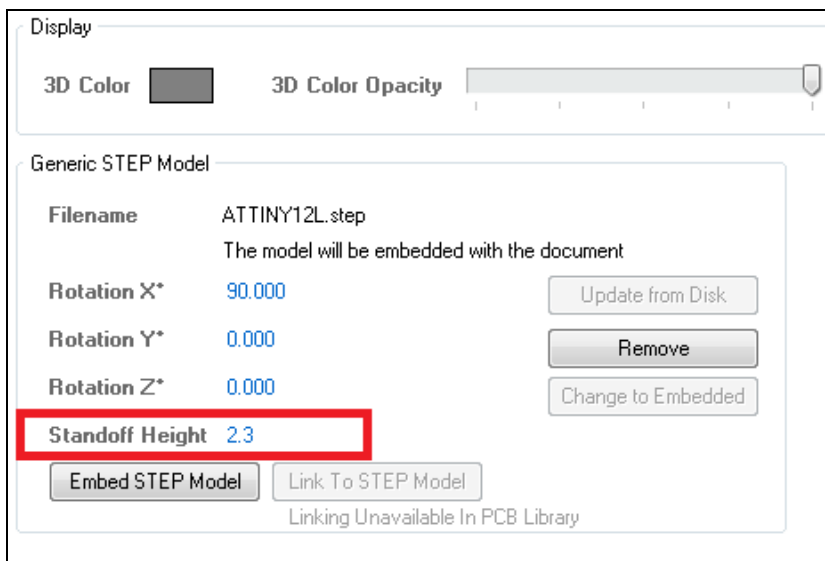


Рисунок 4.30 – Висота розташування моделі

Для компоненту резистор (R_0805) нашої бібліотеки створимо спрощену 3D модель. Перейшовши до режиму 2D, встановимо крок сітки 0,1мм та перейдемо до необхідного графічного шару (група Mechanical) у якому використовуючи команду Place > Line намалюємо контур нашої моделі згідно до малюнку нижче.

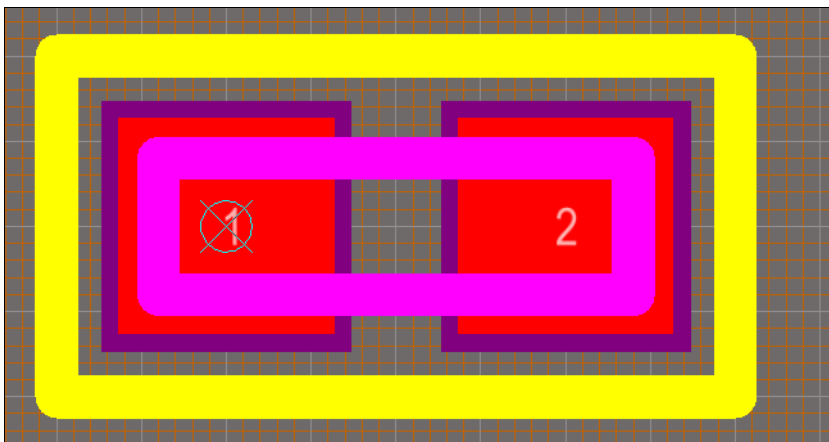


Рисунок 4.31 – Контур майбутньої моделі

Тепер вкажемо програмі, що створений нами контур є 3D моделлю. У вікні, яке викличемо к командою Tools > Manage 3D Bodies for Current Component відображаються всі контури даного компоненту серед яких методом перебору виберемо створений контур. В стовпчику Body State вказується чи застосовувати цей контур у якості 3D моделі, а у стовпчику Overall Height вказується на яку довжину потрібно витягнути контур. Встановимо значення In Component R_0805 та 1 мм відповідно. Задамо бордовий колір для моделі (поле 3D Body Color) та у полі стовпчика Registration Layer вкажемо графічний шар який буде зберігати цю 3D модель.



Рисунок 4.32 – Зазначення, що створений контур є 3D моделлю

Так, як ми змінили компоненти бібліотеки необхідно оновити компоненти які знаходяться на платі. Перейдемо до файлу із платою та викличемо команду Tools > Update From PCB Libraries. З'явиться вікно у якому питається, які шари плати необхідно оновити. Наступним відкриється вікно у якому детально описано на якому шарі та які зміни будуть внесені до плати.

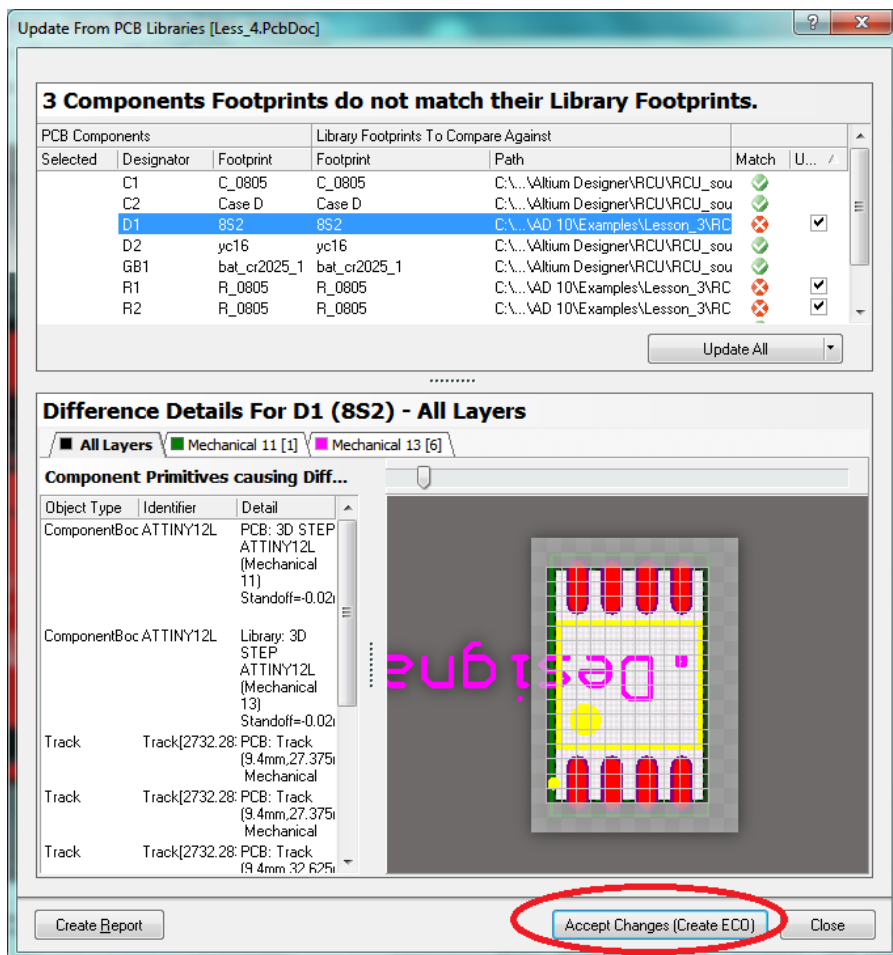


Рисунок 4.33 – Детальний список змін у платі

Натиснемо клавішу **Accept Changes**, після чого відкриється вже знайоме вікно із списком модифікацій плати де спершу натиснемо **Validate Changes**, а потім **Execute Changes**. У наступному вікні питається, які зміни дозволяється внести до плати. Зазвичай тут нічого міняти не потрібно тому натиснемо **OK**, а потім закриємо вже не потрібні вікна.

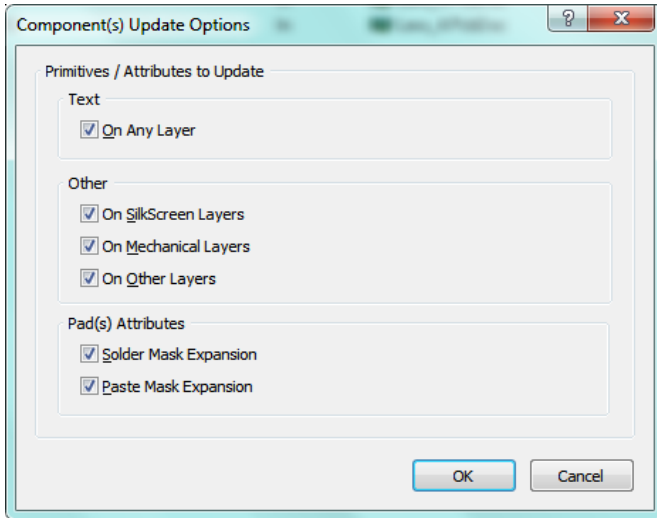


Рисунок 4.34 – Вибір можливих змін у платі

Все плата оновлена, це можна перевірити перейшовши у режим 3D і подивившись на моделі компонентів.

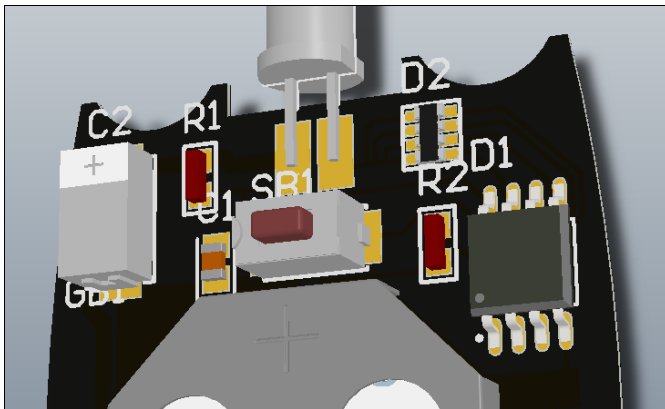


Рисунок 4.35 – Оновлена плата

4.3 Завдання до виконання самостійної роботи

- 4.3.1 Ознайомитися з теоретичними відомостями.
- 4.3.2 Виконати всі завдання з пункту 4.1.
- 4.3.3 Оформити звіт до самостійної роботи.

5 САМОСТІЙНА РОБОТА № 5

Встановлення правил проєктування

Мета роботи: створити нове правило для друкованої плати та для принципової схеми.

5.1 Теоретичні відомості

При розробці друкованої плати найбільш важливим етапом є встановлення правил проєктування або, говорячи на мові інженера, конструктивних і технологічних обмежень проєктування плати. Від встановлення правил залежить вся подальша робота над розробкою, тобто розміщення компонентів, трасування друкованих провідників і подальша верифікація проєкту. Усі доступні у редакторі друкованих плат правила проєктування діляться за функціональним призначенням на десять груп, кожній з яких у діалоговому вікні Design Rules виділена окрема вкладка.

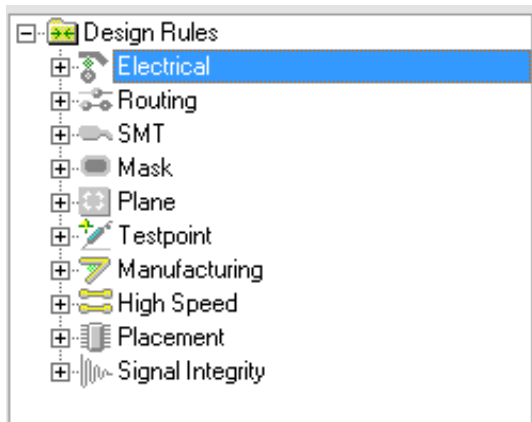


Рисунок 5.1 – Групи правил

У межах даної самостійної роботи будуть використані правила Clearance (група Electrical) та Length (група High Speed).

Clearance (проміжки) – визначає мінімально допустимий проміжок між будь-якими двома металізованими об'єктами на

сигнальному шарі. Це правило використовується для завдання відстані між провідниками на платі.

Length (обмеження довжини провідника) – визначає мінімальну та максимальну довжину провідника. Пріоритет має правило, яке визначає найменшу різницю між встановленими значеннями.

5.2 Методика виконання самостійної роботи

5.2.1 Створення правила друкованої плати

1. Спочатку відкриємо файл проєкту DT01.PrjPcb який знаходиться у папці Examples (...\\Examples\\Developer Tool - DT01) тепер потрібно налаштувати проєкт. Встановимо метричну систему вимірювання, для цього скористаємось командою Design > Board Options. Також потрібно обрати які правила будуть автоматично перевірятися під час роботи, використаємо команду з меню Tools > Design Rules Check виберемо пункт Rules To Check і поставимо відмітку у колонці Online навпроти потрібних правил.

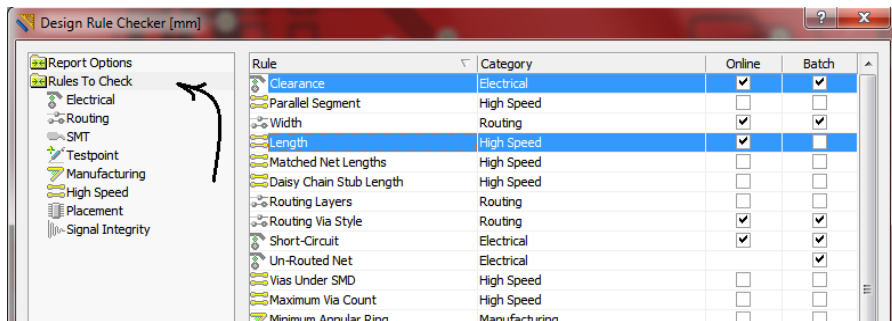


Рисунок 5.2 – Налаштування перевірки правил

Залишилось налаштувати відображення коментарів до правил, це можна зробити у меню DXP > Preferences > PCB Editor > DRC Violations Display.

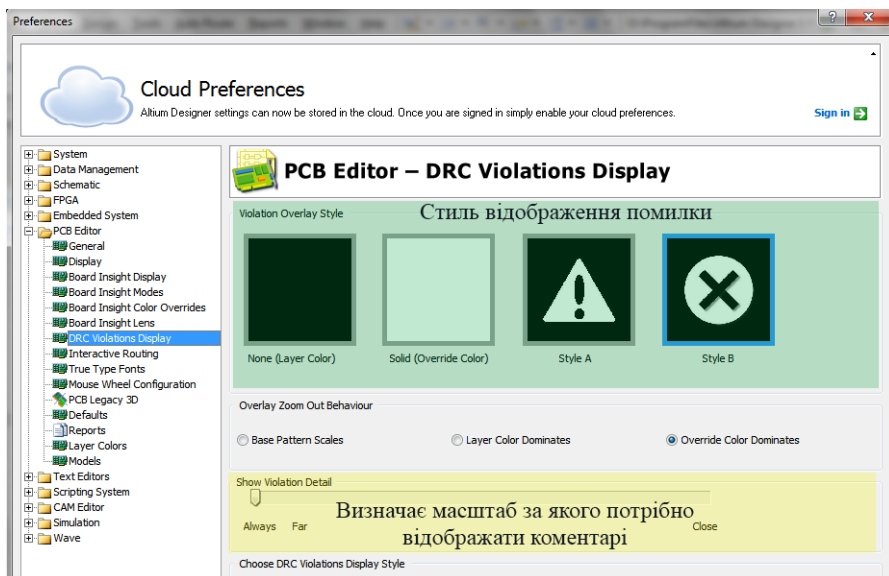


Рисунок 5.3 – Налаштування відображення коментарів

2. Викличемо вікно редактору правил за допомогою команди меню Design > Rules. Створимо нове правило. Для цього у потрібній категорії натискаємо правою клавішею миші та обираємо команду New Rule (рис. 5.4).

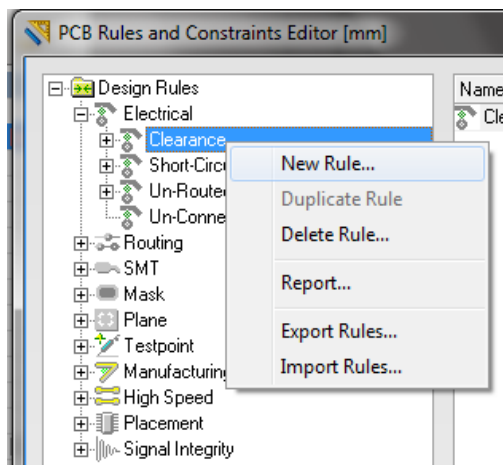


Рисунок 5.4 – Створення нового правила

У списку правил з'явилося нове правило, яке за замовчуванням має назву Clearance_1.

3. Перейдемо до редагування правила, вибравши його у списку та призначимо правилу унікальну назву. Назва правила задається у полі Name (рис. 5.5), слід відзначити, що правила повинні мати унікальні назви інакше програма не збереже створені правила. У кожне ім'я будемо намагатись задати максимум інформації, для нашого прикладу задаємо ім'я – Clearance_GND_0.1mm.

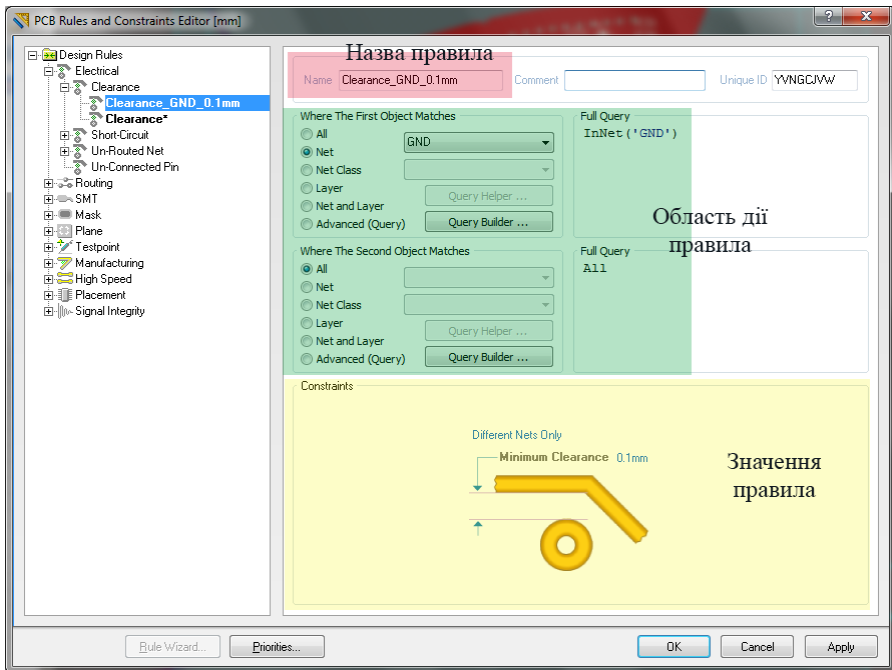


Рисунок 5.5 – Опис нового правила

4. Вкажемо область дії правила. Для обраного нами правила (Clearance), необхідно вказати між якими електричними ланцюгами буде діяти вказане правило. Область дії може бути вказана вручну або з допомогою помічників Query Helper и Query Builder. Основною відмінність між цими помічниками є те, що Query Builder дає можливість створювати лише ті запити які допустимі для даного виду правила. При виборі області дії правила вручну можна обрати наступні варіанти:

- All - усі провідники плати;
- Net - один обраний електричний ланцюг;
- Net Class - клас електричних ланцюгів;
- Layer - усі ланцюги розташовані на даному шарі;
- Net and layer - певний ланцюг на даному шарі.

У нашому випадку задамо правило, яке вказує проміжок між ланцюгом GND та всіма іншими провідниками плати.

5. Встановлення значення цього правила. Для цього використовується нижня частина вікна PCB Rules (див. рис. 5.5). Задамо мінімальний проміжок між ланцюгом і всіма іншими провідниками плати – 0,1 мм.

6. Визначення пріоритетів правил. Області дії різних правил можуть перетинатися між собою. Так, наприклад, ланцюг GND входить у наше правило, але також бере участь у базовому правилі, яке задає проміжки на всі електричні примітиви у платі. Для вирішення цієї проблеми потрібно встановити різні пріоритети, це можна зробити у спеціальному вікні Edit Rule Priorities, яке викликається клавішею Priorities у лівому нижньому куті екрану вікна PCB Rules. Правила виконуються у тому порядку, у якому вони перелічені в списку вікна Edit Rule Priorities причому, якщо ланцюг GND вже вказано у першому по порядку правилі, він автоматично виключається з усіх наступних правил даної групи.

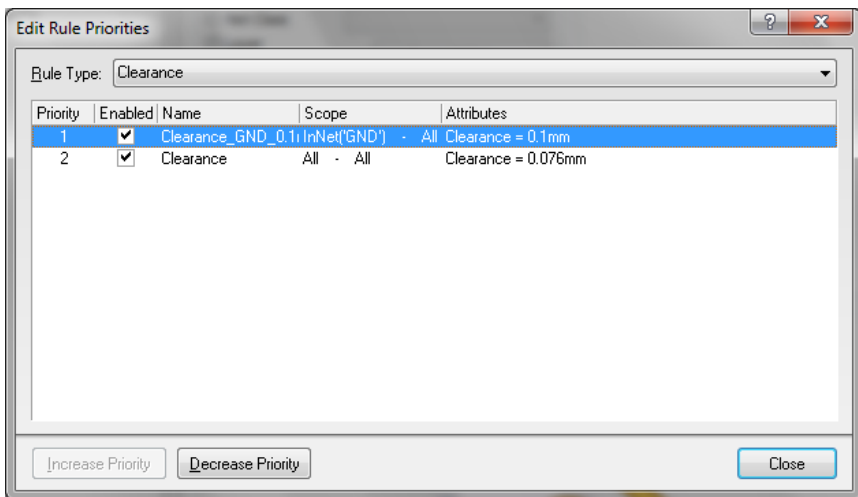


Рисунок 5.6 – Пріоритети виконання правил

Процедура створення правила завершується натисканням кнопки Apply у вікні створення правил.

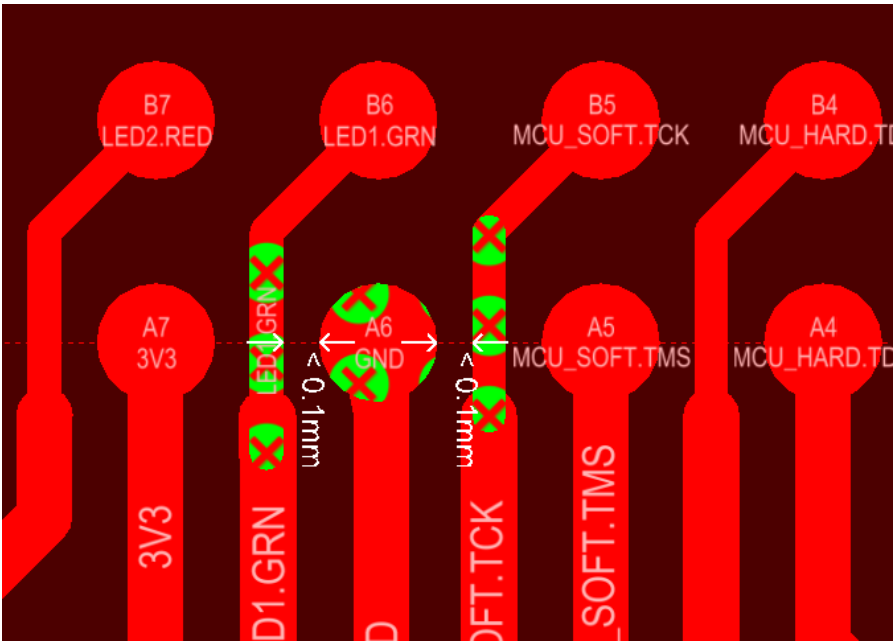


Рисунок 5.7 – Відображення місць які не відповідають вимогам цього правила

Іноколи виникає необхідність задати правило для окремого компонента, наприклад, щоб задати цей компонент як виключення від інших правил. Це можна зручно зробити натиснувши правою клавішею на потрібному виводі та обравши команду Find Similar Objects. У вікні, що з'явилося вкажемо, що критерій Component є важливим для пошуку і виберемо пункт Create Expression для генерації запиту.

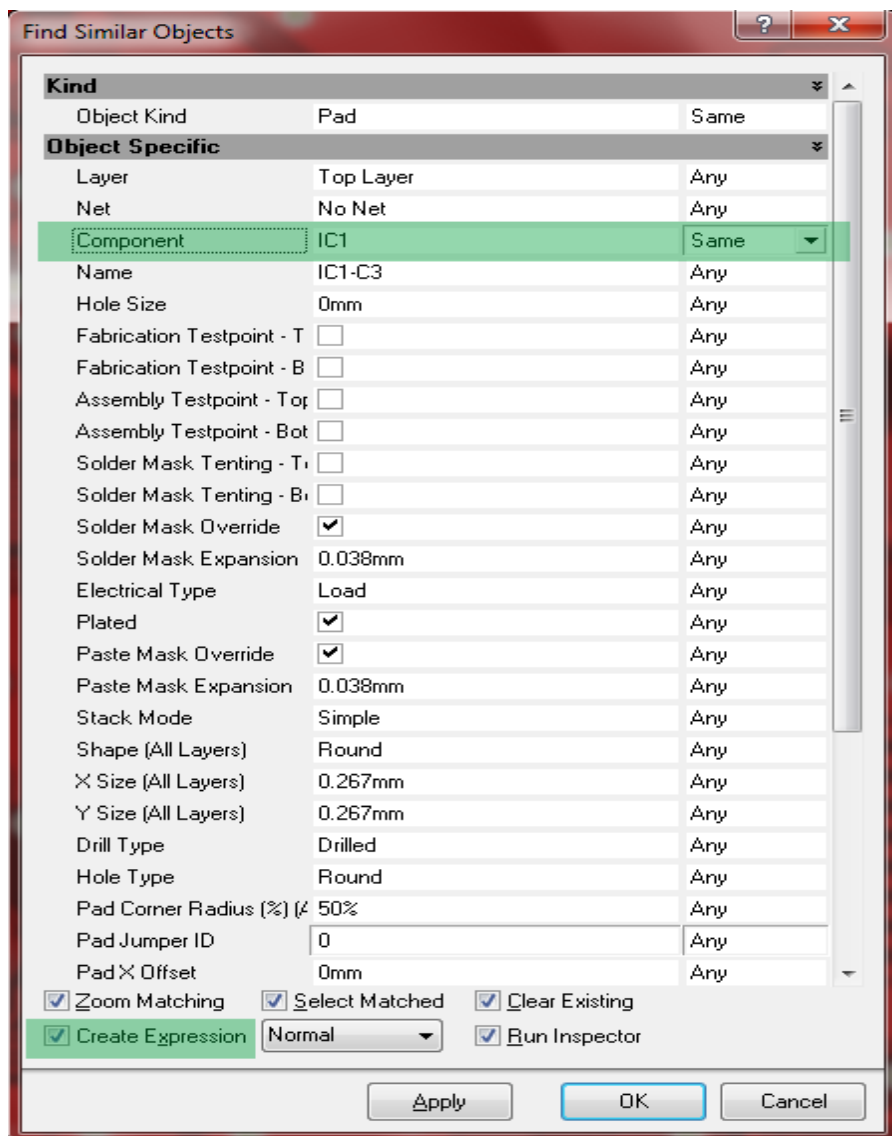


Рисунок 5.8 - Вибір критеріїв для виділення компонента

Далі з'явиться панель PCB Filter у якій буде відображено згенерований запит і у робочому вікні на платі буде виділений

обраний компонент. На основі згенерованого запиту можна одразу створити правило, для цього потрібно натиснути на клавішу Create Rule (рис. 5.9) і обрати тип правила. Потім з'явиться вікно редактору правил у якому залишається задати лише значення цього правила (рис. 5.10).

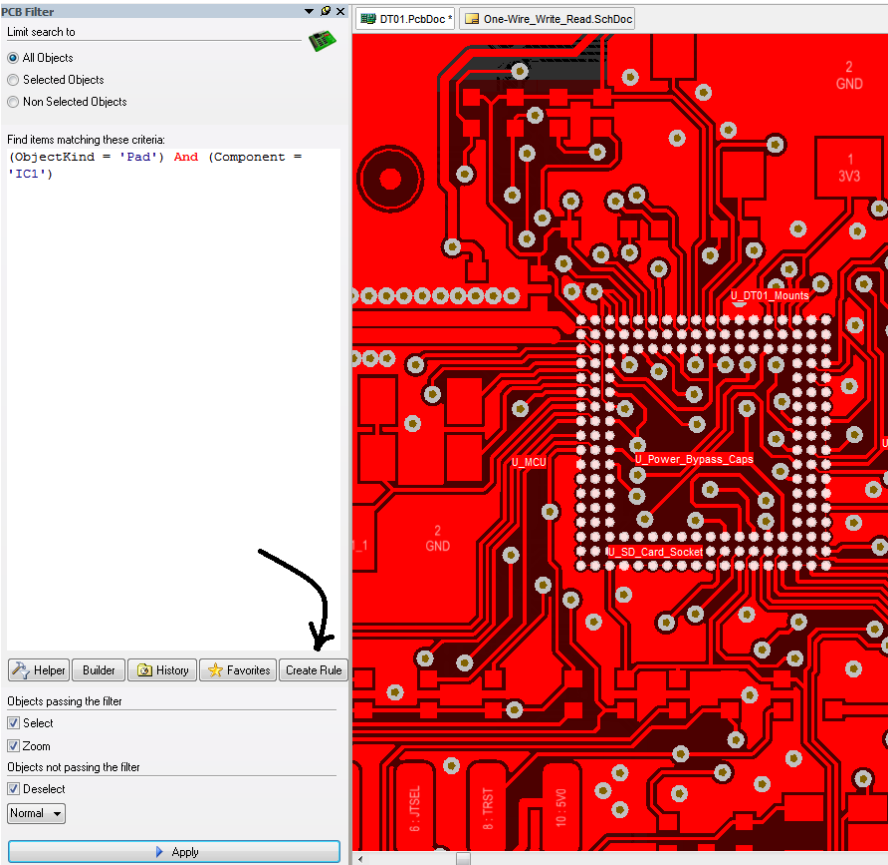


Рисунок 5.9 – Генерація запиту та виділення компоненту

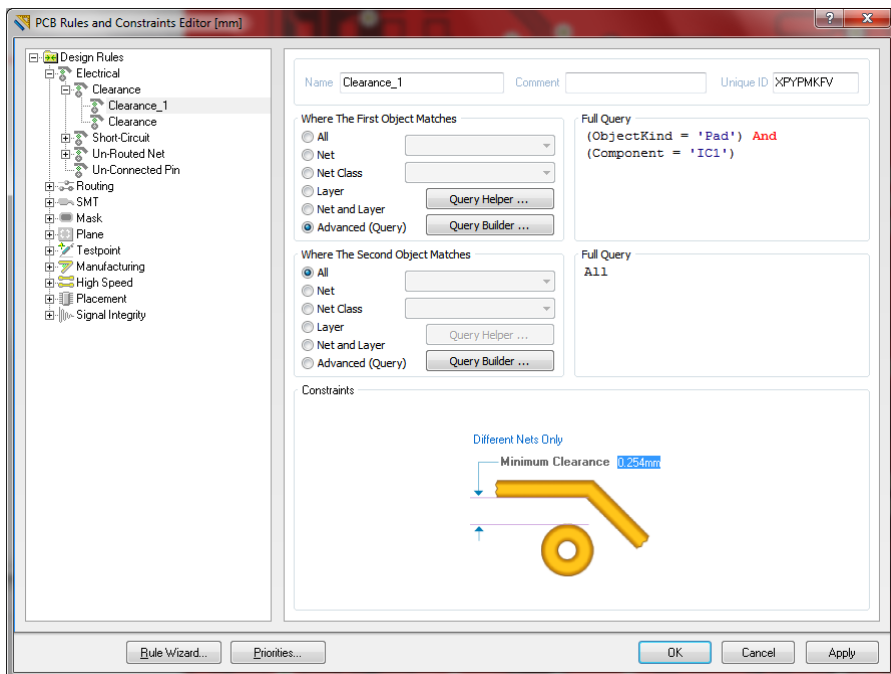


Рисунок 5.10 – Завдання значення правила отриманого на основі запиту

5.2.2 Створення правила принципової схеми

Відкриємо файл проєкту SL1 Xilinx Spartan-III PQ208 Rev1.01.PrjPcb який знаходиться у папці Examples (...\\Examples\\SpiritLevel-SL1) і встановимо метричну систему вимірювання. Створювати правило будемо у схемі SL_LCD_SW_LED_2E.SchDoc тому відкриємо її. Для створення правил проєктування у принципових схемах використовують спеціальний інструмент – директиви, вони знаходяться у меню Place > Directives.

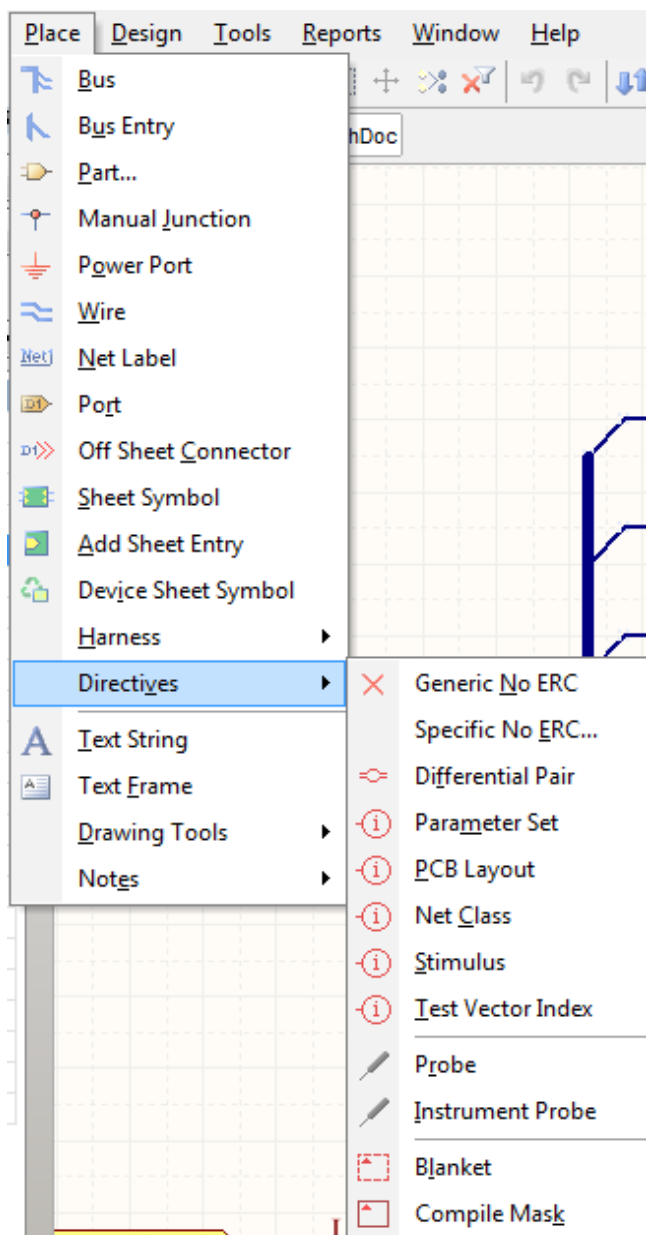


Рисунок 5.11 – Директиви для принципових схем

Створимо директиву (правило) яке буде задавати вирівнювання провідників у шині LEDS[7..0]. Для цього оберемо директиву Place > Directives > PCB Layout та розмістимо її на потрібній нам шині (рис. 5.12). За рахунок того, що ми розмістили директиву на шині ми одразу вказали об'єкти правила, об'єктами є усі ланцюги які входять у цю шину. Щоб вказати значення правила натискаємо правою клавішею миші на директиві та обираємо команду Properties. Потім заходимо у параметри правила натиснувши на рядок Rule і для того щоб задати значення натискаємо на клавішу Edit Rule Values. Обираємо групу правил, у нашому випадку Length Constraint (група High Speed) і задаємо значення (див. рис. 5.13). Для того щоб це правило відображалось у редакторі плат потрібно його оновити командою Design > Update PCB Document, з'явиться вікно у якому будуть відображені всі внесені зміни (рис. 5.14). Щоб передати зміни до плати натискаємо на клавішу Execute Changes.

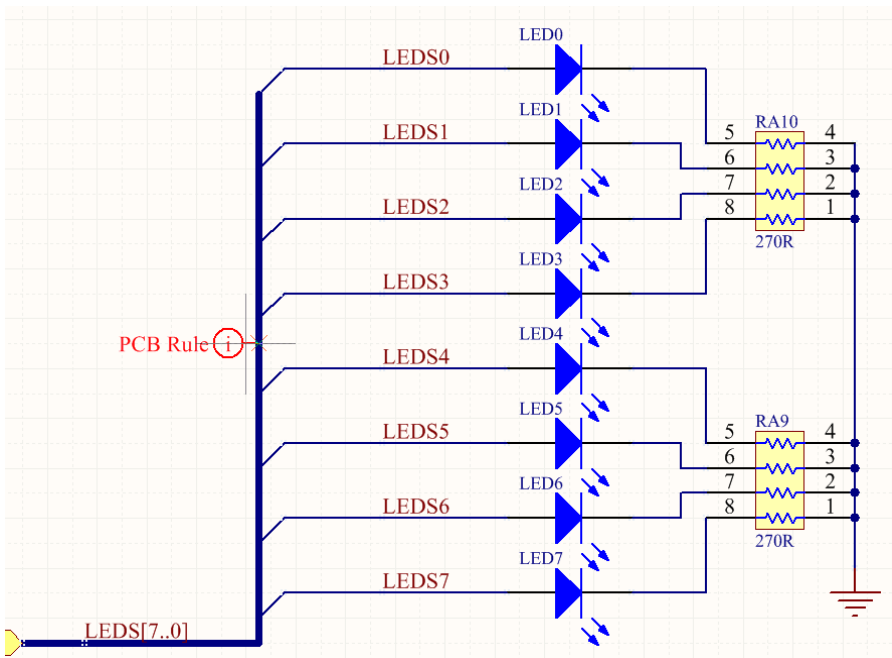


Рисунок 5.12 – Розміщення директиви

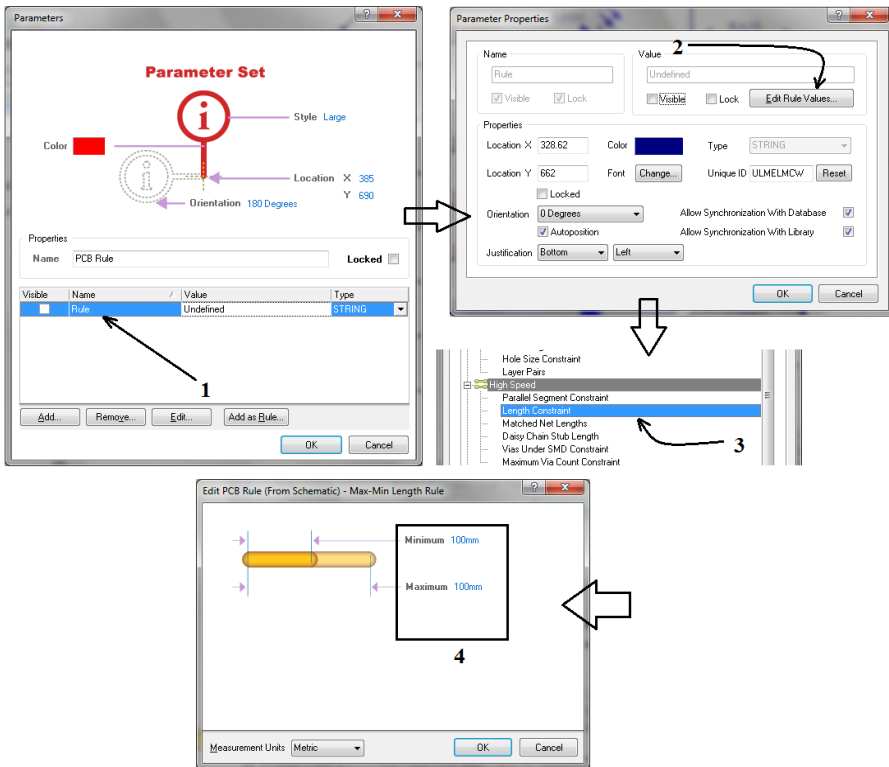


Рисунок 5.13 – Завдання значення правила

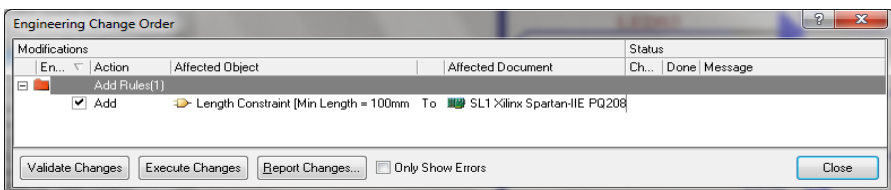


Рисунок 5.14 – Зміни які будуть внесені до плати

5.3 Завдання до виконання самостійної роботи

5.3.1 Ознайомитися з теоретичними відомостями.

5.3.2 Виконати всі завдання з пункту 5.2.

5.3.3 Оформити звіт до самостійної роботи.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Altium [Електронний ресурс] / Altium Designer. – Режим доступу: <http://www.altium.com/altium-designer/overview>
2. Пархоменко, А.В. Автоматизоване проектування електронних засобів в середовищах Creo та ALTIUM DESIGNER: Навчальний посібник , 2-ге вид./А.В.Пархоменко, А. В.Притула, В. М. Кришук. Запоріжжя: Дике поле, 2016. – 250 с.
3. Пархоменко А. В., Гладкова О. М., Залюбовський Я І. , Пархоменко А.В. Інженерія вбудованих систем: навчальний посібник.–Запоріжжя: Дике Поле, 2017. – 220 с.
4. Сабунин, А.Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании. /А.Е Сабунин– Солон Пресс, 2009. – 432с.
5. Суходольский, В. Ю. Altium Designer. Проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах / В. Ю. Суходольский. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 480 с.