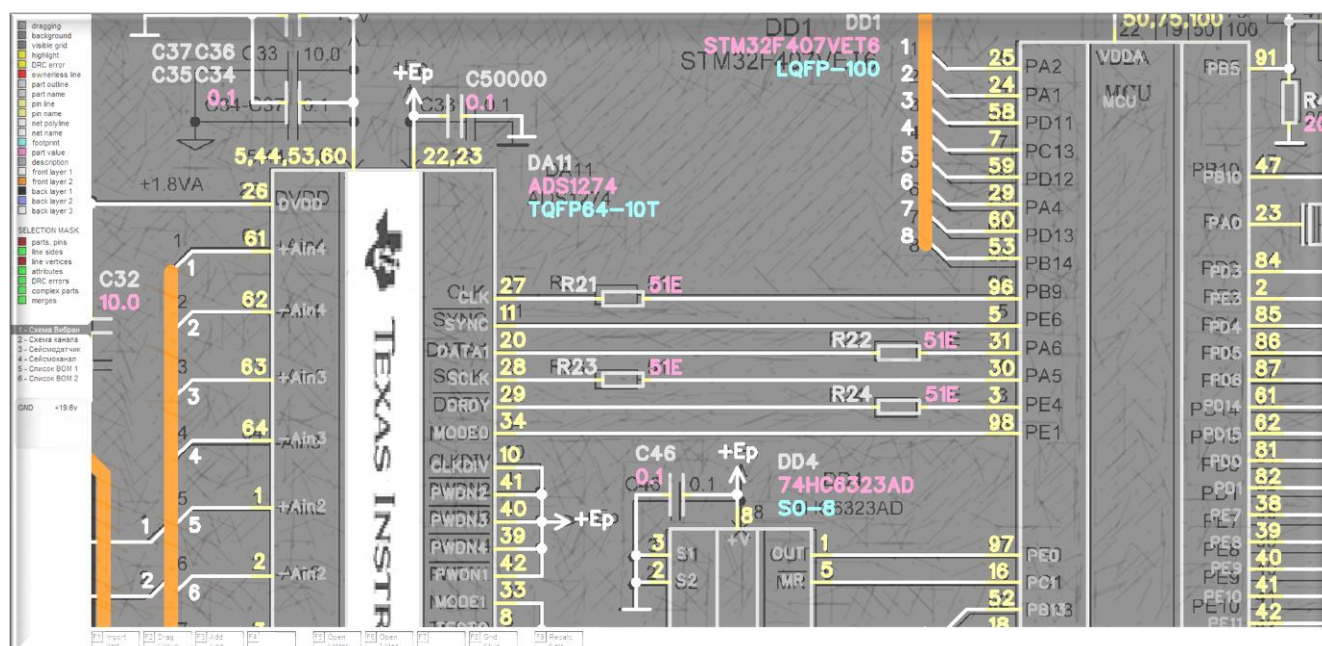


# Schematic Constructor 1.3

Freepcb2 compatible schematic editor



© 2021 ООО ИНТЕРПРИБОР

Краткое руководство

## **Оглавление:**

[Начало работы](#)

[Создание ветки проекта](#)

[Шаблон страницы](#)

[Рисуем полилинию](#)

[Рисуем простые фигуры](#)

[Рисуем PCB деталь](#)

[Копирование детали](#)

[Проверка схемного дизайна DRC](#)

[Генерация нетлиста PADS-PCB](#)

[Работа в редакторе печатных плат](#)

[Отображение шелкографии](#) (редактор плат)

[Авторасстановка RefDes](#) (редактор плат)

[Трассировка меди](#) (редактор плат)

[Проверка PCB дизайна](#) (редактор плат)

[Генерация гербер-файлов](#) (редактор плат)

[Создание меток цепи](#)

[Импорт деталей из смежных проектов](#)

[Составной транзистор](#)

[Ref-Lists](#)

[Авто обновляемая дата](#)

[Ссылка на деталь](#)

[Сложная деталь \(иерархический символ\)](#)

[Электронная шина](#)

[Авто обновляемая BOM-таблица](#)

[Межстраничная синхронизация атрибутов](#)

[Сравнение страниц](#)

[Сравнение нетлистов](#)

[Глобальная ренумерация деталей](#)

[Графическая коррекция УГО детали](#)

[Графическая коррекция подобных полилиний](#)

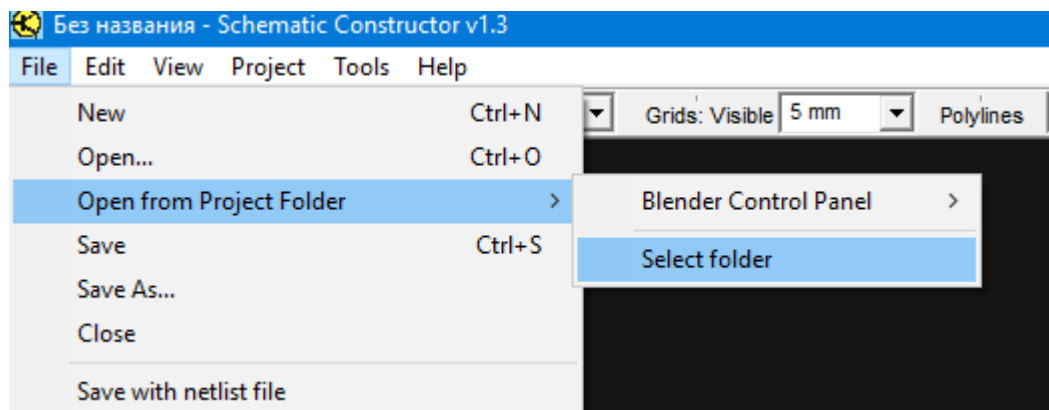
[Глобальная замена текстового фрагмента](#)

[Прикрепление изображения](#)

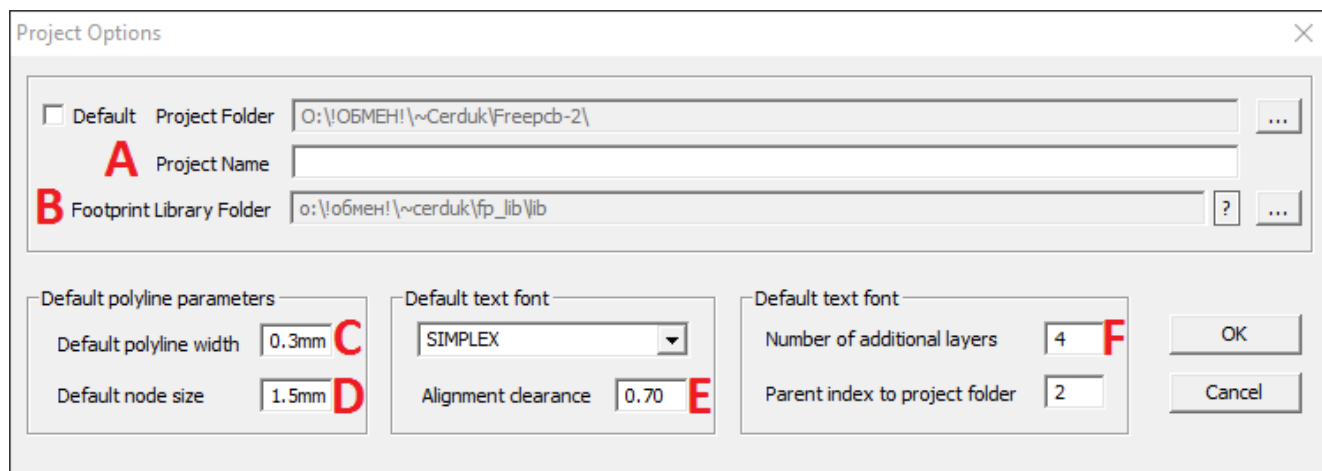
[Печать в PDF](#)

## Начало работы

Поместите каталог с программой Freepcb-2 на жесткий диск компа, желательно не глубоко от корня диска. Нельзя располагать папку в **C:\ProgramFiles**, т.к. эта папка имеет защиту от записи и не даст программе создавать временные файлы, необходимые для корректной работы. Запустите исполняемый файл FreeCds.exe, который находится в папке BIN. В самом начале после запуска необходимо выбрать каталог, в котором будут храниться все ваши проекты схем и печатных плат. Создайте этот каталог с помощью средств Windows, и затем укажите путь к каталогу в схемном редакторе через главное меню **"File >> Open from project folder >> Select Folder"**. Программа сохранит путь к этому каталогу в файле конфигурации **default\_cds.cfg**, и вам не придется больше когда-либо его повторно указывать.



Теперь нужно создать новый проект, для этого жмем кнопку **"File >> New"**.



Выскочит диалоговое окно опций проекта, в котором вы должны ввести

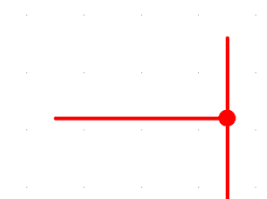
**A** - имя проекта,

**B** - указать путь к библиотеке футпринтов Freepcb-2. Во время генерации нетлиста программа будет проверять в выбранной библиотеке наличие всех футпринтов, используемых в схеме. (В этом проекте мы будем использовать библиотеку **fp\_lib\lib**, идущую в комплекте Freepcb-2)

**C** — указать ширину линий по умолчанию. Лучший стиль рисования схем подразумевает использование лишь одной толщины линий во всем проекте.

**D** — указать размер узла на соединении двух и более цепей. Эти узлы создаются автоматически, а также при нажатии кнопки **F9(Recalc.Nets)**. Узел создается только в тех местах, где вершина полилинии

упирается в сторону полилинии, как показано на рисунке, но не создается когда две полилинии соединены концами



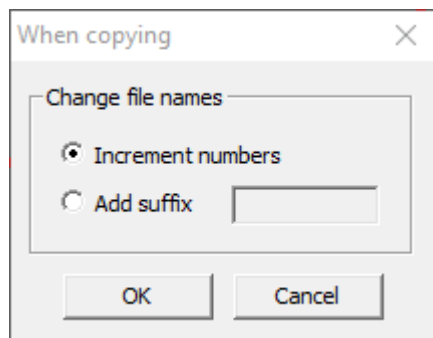
**E** – выбрать коэффициент клиренса при выравнивании для атрибутов детали. Любая деталь в общем случае имеет три атрибута это RefDes, Footprint и Value. Эти атрибуты могут быть выровнены по порядку в столбик с учетом коэффициента выравнивания. Об этом далее.

**F** – выберите дополнительные слои для рисования полилиний если это необходимо.

Теперь жмем OK и программа создаст папку в каталоге с проектами. Папка будет иметь название проекта, внутри этой папки появится папка с именем “version-01”, и внутри нее уже будет находиться файл схемы и печатной платы. Для чего же нужна папка “version-01”? Читайте об этом далее...

## Создание ветки проекта

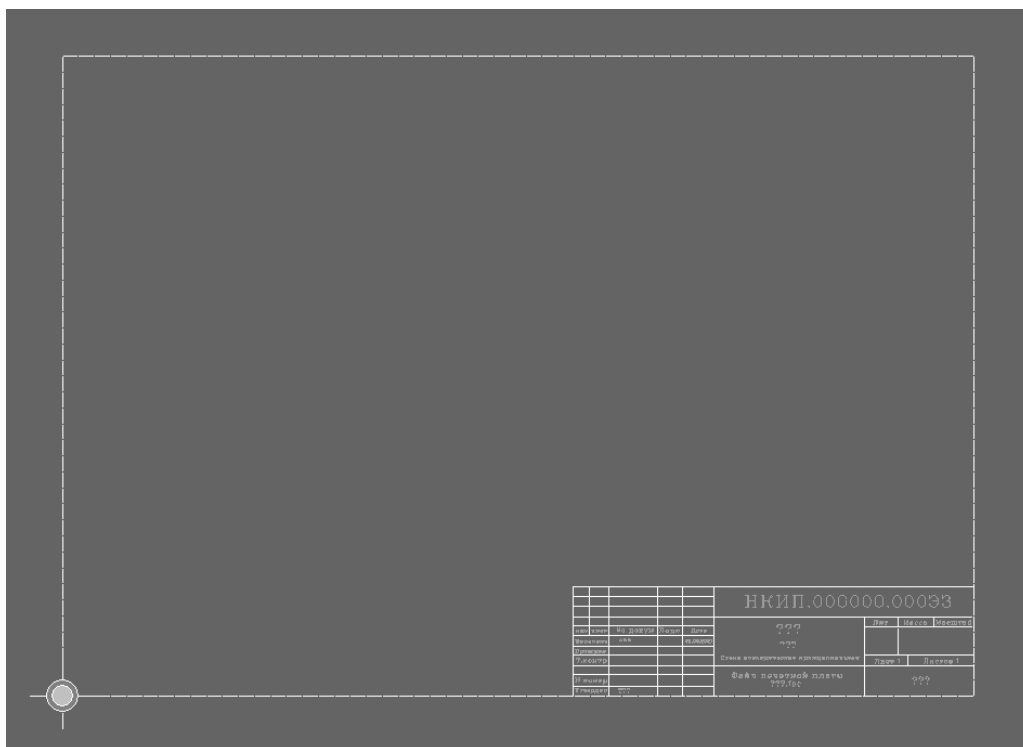
Когда мы завершили работу над проектом и уже изготовили печатную плату мы не можем больше вносить изменения в текущую ветку проекта, а должны создать новую, чтобы в нее внести все изменения и новые задумки. Для этого в Schematic Constructor1.3 предусмотрена опция создания ветки проекта. Эта функция расположена в главном меню “**Project >> Create branch**”



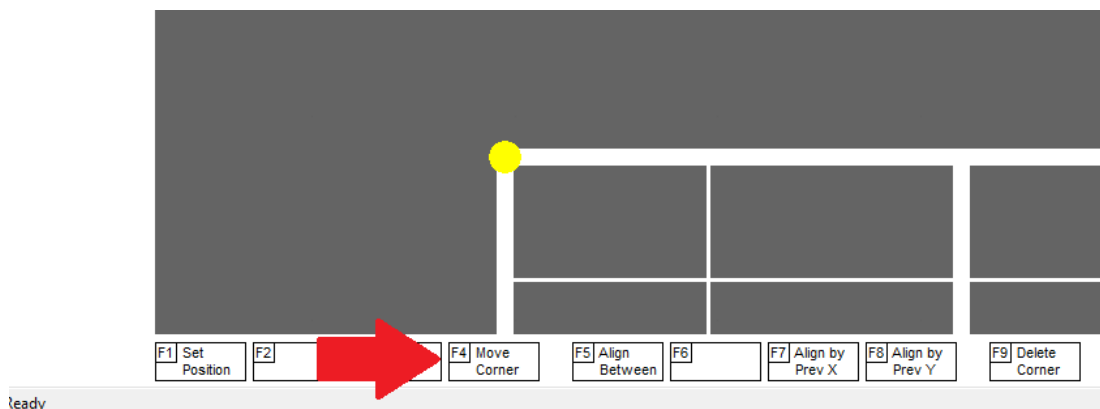
По умолчанию выставлена опция инкремент номера, это значит, что по нажатию OK рядом с папкой “version-01” появится папка “version-02”, и имена файлов схемы и печатных плат будут также инкрементированы на единицу. Но вы также можете вместо инкремента номера добавить суффикс к имени файла и создать ветку например “version-01-mod” (если хотите создать например временную ветку). В чем преимущества создания ветки через меню программы таким способом? Почему нельзя просто скопировать папку “version-01” и переименовать вручную? Это сделать конечно же можно, но это вероятно займет намного больше времени. К тому же файлы печатных плат могут содержать текст с именем файла в слое шелкографии для контроля версий, и при создании ветки через меню эти тексты автоматически корректируются в соответствии с новым именем файла. Также файл схемы может включать в себя текстовые блоки в которых фигурируют имена файлов печатных плат. Поэтому эта функция значительно сокращает время разработчику на создание новой ветки проекта, корректируя автоматически все эти тексты.

## Шаблон страницы

Итак, сейчас у нас есть проект в котором нет ни одного объекта. В комплекте с программой идет файл Template.cds, который содержит рамку страницы размером A4, применяемой по умолчанию. Чтобы вставить этот объект в наш проект выберите меню “**Edit >> Paste page from file**”. В диалоговом окне выберите файл Template.cds и затем в диалоговом окне выбора страницы выберите Page1. Появится рамка такого вида:

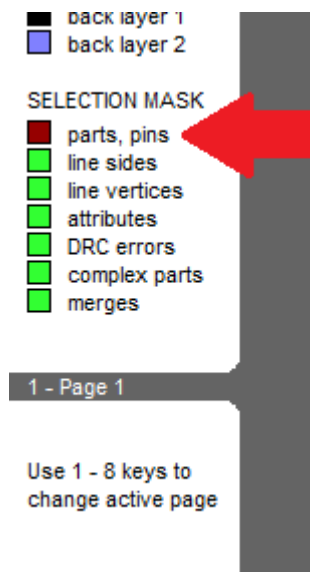


Эта рамка сделана в проекте в виде цельной детали, и поэтому при попытке выделить сторону полилиний выделяется сразу вся рамка. Но вы можете выделить углы полилиний рамки (вершины полилиний) чтобы переместить эти узлы либо с помощью стрелок клавиатуры, либо нажав кнопку **F4(Move)** когда вершина выделена



Программа войдет в режим перетаскивания объектов. Чтобы завершить перетаскивание кликните мышью в нужное место, а чтобы отменить перетаскивание кликните правой кнопкой мыши. Если вы

хотите переместить сторону полилинии или группы полилиний и иметь доступ к полному редактированию полилиний детали, то вам необходимо активировать запрет детали в маске выбора. Слева главного окна есть маска выбора, которая позволяет запрещать\разрешать выбор разных типов объектов

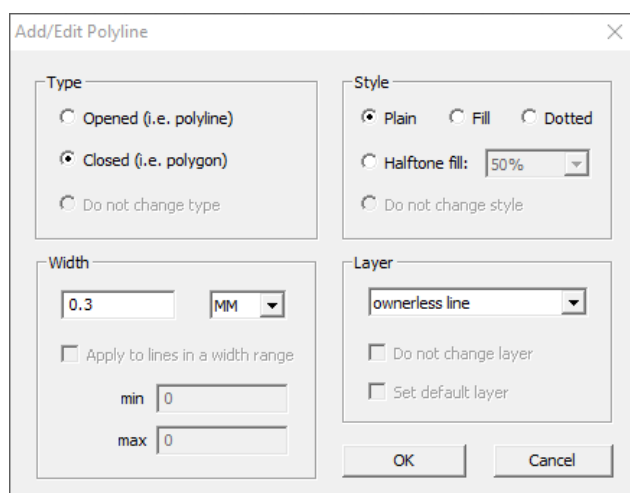


Кликните по строке “Parts, Pins”, чтобы запретить выбор деталей целиком. Теперь вы можете выбрать любую сторону полилиний входящих в состав любой детали и изменять ее положение стрелками или с помощью кнопки **F4(Move)**, войдя в режим перетаскивания. Также можете выбрать группу полилиний с помощью рамки мыши ведя мышью с зажатой левой кнопкой от левого верхнего угла в правый нижний угол. Когда уже выделено два или более объекта, то вы можете добавить к выделению другие объекты просто выделяя их также рамкой мыши (без нажатия дополнительных клавиш CTRL и др.). Чтобы наоборот снять выделение локально проведите мышью в обратном направлении, т.е. из правого нижнего в левый верхний угол. Таким образом вы можете выборочно снять выделение например с вершин полилиний.

## Рисуем полилинию

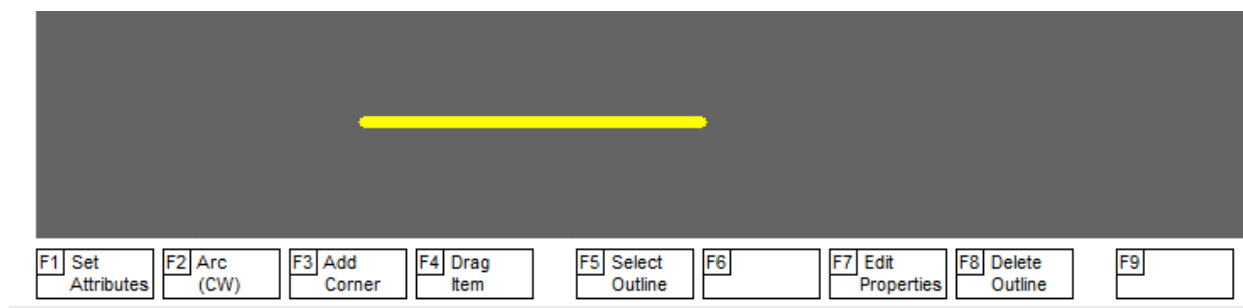
Давайте нарисуем полилинию и посмотрим какие функциональные кнопки появятся на выделенной стороне полилинии, и что вообще с этой полилинией можно будет сделать.

В режиме когда ничего не выделено нажмите **F3(Add line)**, появится диалоговое окно свойств полилинии:



- 1) Type GroupBox. Здесь вы должны выбрать замкнутость полилинии. Это свойство когда начало и конец полилинии автоматически соединяется между собой, используется в полигонах, когда нужно залить многоугольник сплошным цветом, также например при рисовании контурной линии микроконтроллера, но не используется при рисовании соединений цепей или при рисовании пинов деталей.
- 2) Style GroupBox. Plain – простая полилиния. Fill – в случае замкнутой полилинии это полная заливка многоугольника цветом слоя полилинии. Dotted – пунктирная полилиния, размер пунктира зависит от толщины полилинии. Halftone fill – заливка замкнутой полилинии разбавленным тоном цвета самой полилинии.
- 3) Width GroupBox.
- 4) По умолчанию выбран слой “Ownerless Line”. В общем случае когда вы рисуете схему (контур детали, пины или соединение цепей), то вам не нужно его менять и выбирать какой либо другой слой полилинии, оставьте слой полилинии “Ownerless Line”, чтобы программа автоматически перемещала эту полилинию на слой, соответствующий атрибутам полилинии. Например если у полилинии имеется атрибут «Pin» (то есть задано имя пина) то программа автоматически перемещает эту полилинию на слой «Pin line». Или если например у полилинии имеется атрибут «RefDes» (но не задано имя пина) то программа автоматически перемещает эту полилинию на слой «Part outline»... Если же вы измените слой полилинии и выберите один из добавочных слоев, то автоматического определения слоя и перемещения не будет, и полилинии не будет присвоен статус пина или др. Таким образом дополнительные слои могут быть использованы только для графических объектов не имеющих отношение ни к пинам деталей ни к соединениям цепей.

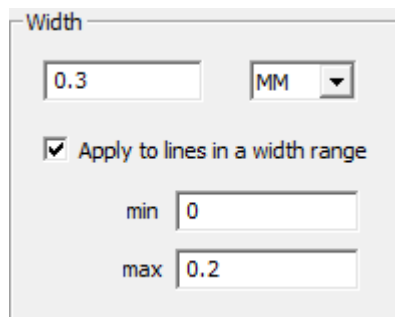
Нажмите ОК и включится режим рисования полилинии. Кликните в одну точку, затем в другую чтобы нарисовать линейный участок, затем завершите рисование нажав правую кнопку мыши. Выделите сторону нарисованной полилинии, и появится следующее нижнее меню функциональных клавиш:



“F8 – Delete outline” button. С помощью этой кнопки вы можете полностью удалить полилинию.

“F7 – Edit Properties” button. С помощью этой кнопки вы можете вызвать диалоговое окно “Add/Edit Polyline”, которое было показано на предыдущем скриншоте. Данное окно также доступно при выделении группы полилиний, т.е. когда выделено несколько полилиний, или выделена деталь, состоящая из нескольких полилиний, то вы можете изменить свойства для этой группы. По умолчанию при вызове этого диалогового окна будет стоять галочка “Do not change...”, чтобы изменить какое либо из свойств полилинии, вам необходимо снять эту галочку. В GroupBox с выбором ширины линии необходимо снять галочку “Apply to lines in a width range”, и тогда новая ширина будет применена ко

всем выделенным полилиниям. Но вы также можете применить новую ширину не ко всем выделенным полилиниям, а только лишь к тем которые попадают в диапазон ширин указанным ниже в боксах MIN и MAX



The image shows a 'Width' dialog box. It has a text input field containing '0.3' and a unit dropdown menu set to 'MM'. Below this is a checked checkbox labeled 'Apply to lines in a width range'. Under the checkbox are two more text input fields: 'min' with the value '0' and 'max' with the value '0.2'.

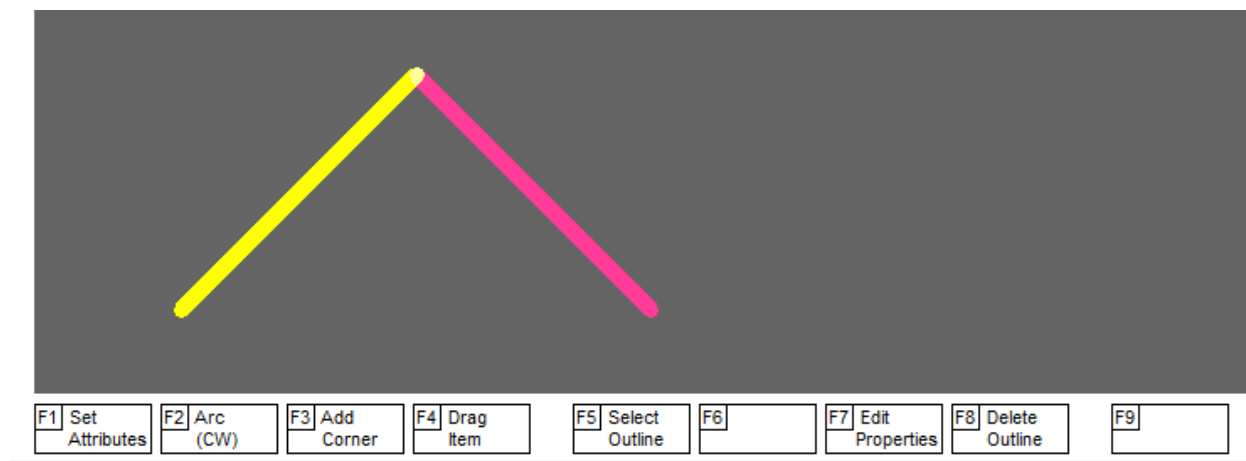
Это значит в конкретном случае что новая ширина 0.3мм будет применена только к линиям которые на текущий момент имели ширину не более 0.2мм.

В GroupBox выбора слоя есть чекбокс “Default layer”, который сбрасывает слой полилинии в соответствии с тем какие атрибуты на данный момент имеет полилиния. То есть для полилинии с атрибутом “Net Name ” это будет слой “Net Polyline”, для полилинии с атрибутом “Pin Name ” это будет слой “Pin Line”, для полилинии с атрибутом “RefDes ” это будет слой “Part outline”.

“F5 – Select outline” button. Эта кнопка выделяет целиком контур всей полилинии. Функция также доступна при выделении нескольких сегментов полилиний (для группы).

“F4 – Drag Item” button. Эта кнопка активирует режим перетаскивания сегмента полилинии. Функция также доступна при выделении нескольких сегментов полилиний (для группы).

“F3 – Add Corner” button. Эта опция позволяет вставить дополнительную вершину на выбранную сторону полилинии. Вставим для примера новую вершину так чтобы сторона полилинии образовала угол в 45 градусов к горизонтали



“F2 – Arc(CW/CCW)” button. Эта опция позволяет превратить сегмент наклонной линии в элемент эллипса. Нажмите несколько раз чтобы получить нужное направление закрученности.





“F1 – Set Attributes” button. Нажмите F1 чтобы вызвать диалоговое окно “Set Attributes”. Всего у полилинии в Schematic Constructor1.3 существует 6 текстовых атрибутов:

- 1) Reference Designator
- 2) Value text
- 3) Footprint name
- 4) Pin name
- 5) Net name
- 6) Description text

В зависимости от того какой атрибут активен полилиния может принимать статус сетевой полилинии цепи, полилинии пина детали или контурной линии детали.

PolyLine Attributes

Ref Des	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> ?	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	<input type="text" value="2.20"/>	Stroke width	<input type="text" value="0.30"/>
Part Value	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> ?	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	<input type="text" value="2.20"/>	Stroke width	<input type="text" value="0.30"/>
Footprint Name	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> L ?	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	<input type="text" value="2.20"/>	Stroke width	<input type="text" value="0.30"/>
Pin Name	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> ?	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	<input type="text" value="2.20"/>	Stroke width	<input type="text" value="0.30"/>
Net Name	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> ?	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	<input type="text" value="2.20"/>	Stroke width	<input type="text" value="0.30"/>

Description

☒ Apply sizes
 

Height

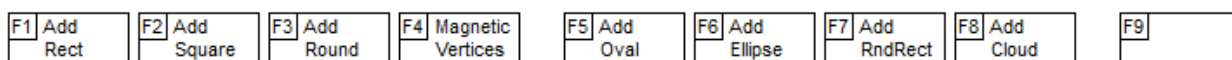
Stroke width

Add command template

Date	<input type="button" value="add"/>	<input type="button" value="?"/>
Link to part	<input type="button" value="add"/>	<input type="button" value="?"/>
Outline of complex part	<input type="button" value="add"/>	<input type="button" value="?"/>
Pin of complex part	<input type="button" value="add"/>	<input type="button" value="?"/>
Bus connect	<input type="button" value="add"/>	<input type="button" value="?"/>
BOM table	<input type="button" value="add"/>	<input type="button" value="?"/>
Path to file	<input type="button" value="add"/>	<input type="button" value="?"/>

## Рисуем простые фигуры

Кликните по сегменту какой либо полилинии, а затем сбросьте выделение, кликнув на пустое место или нажав кнопку ESC. Теперь в режиме когда ничего не выделено доступна кнопка “F4 – Repeat Polyline”. Нажав эту кнопку программа сразу же перейдет в режим рисования полилинии применив к ней свойства последней выделенной полилинии, по которой вы кликнули мышью. Когда вы только вошли в этот режим рисования стало доступно нижнее меню с простыми объектами. Нажмите на кнопку, соответствующую объекту который вы хотите нарисовать



**F1** – Добавить прямоугольник

**F2** – Добавить квадрат

**F3** – Добавить круг

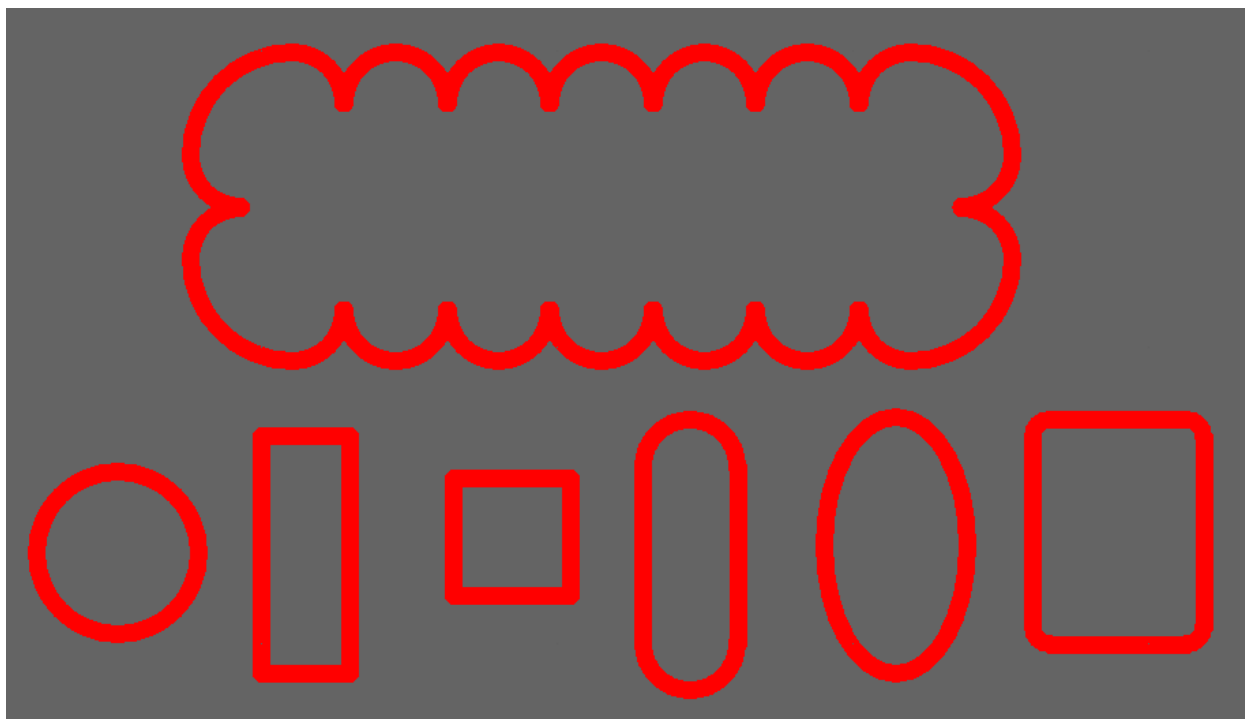
**F5** – Добавить овал

**F6** – Добавить эллипс

**F7** – Добавить прямоугольник со скругленными углами

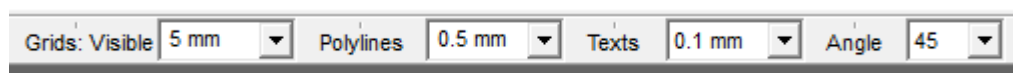
**F8** – Добавить облако

После выбора объекта проведите мышью с зажатой левой кнопкой с левого верхнего в правый нижний угол. По отпусканию кнопки программа впишет в этот прямоугольник тот объект который был выбран.



Следует знать что объект прямоугольник и квадрат по окончанию рисования автоматически привязываются к текущей сетке, и могут быть искажены в случае крупной сетки, когда размер нарисованного объекта соизмерим с шагом сетки. Выберите адекватный шаг сетки один раз и не

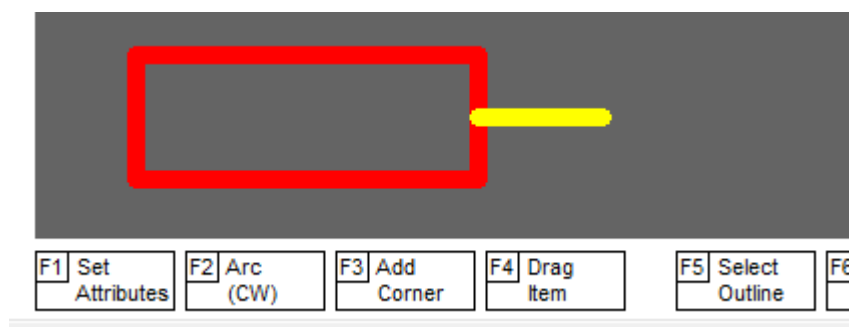
меняйте его по возможности никогда, чтобы например при импорте детали из другого проекта деталь импортировалась без искажений. Обычно шаг сетки полилиний лежит в пределах от 0.1 до 1.0мм



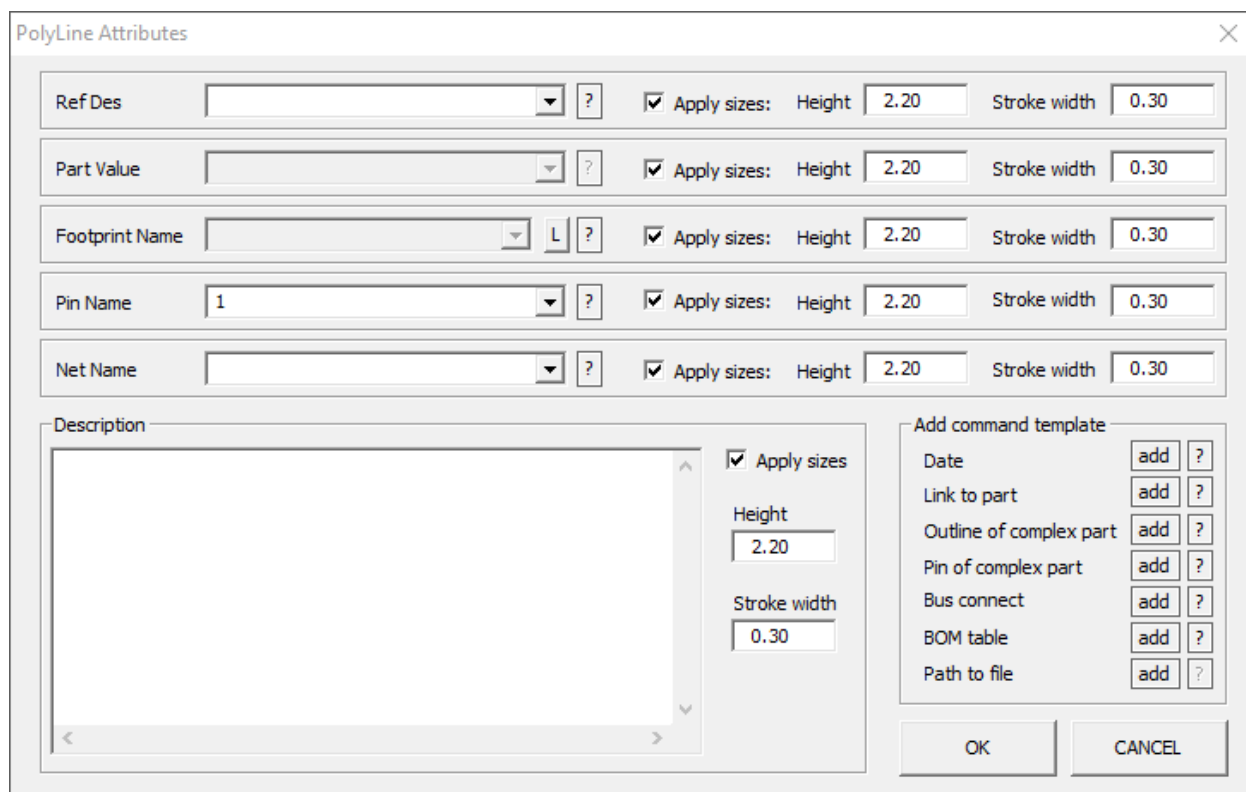
Как уже говорилось по завершению рисования прямоугольника его вершины автоматически привязываются к сетке. Эту привязку можно отменить нажав стандартную комбинацию клавиш CTRL+Z.

## Рисуем РСВ деталь

Нарисуйте прямоугольник, и полилинию справа от него, состоящую из одного сегмента.

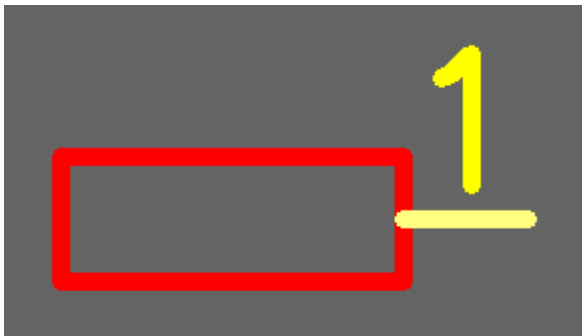


Выделите линию справа и задайте имя пина через диалоговое окно “F1 – Set attributes”

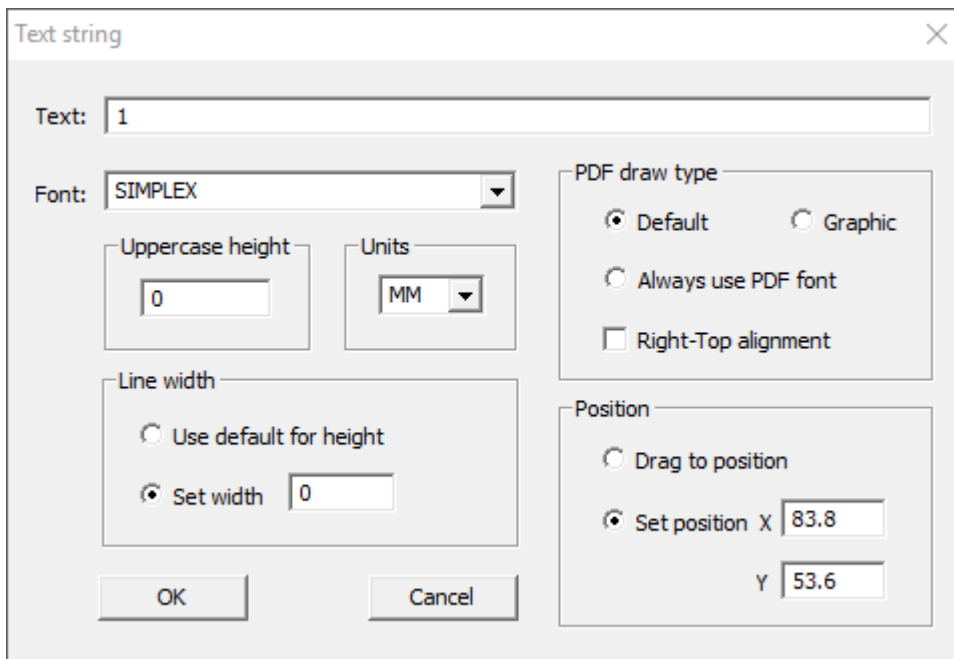


Нажмите ОК, и программа добавит текст “1” рядом с полилинией. Следует обратить внимание что после добавления нового атрибута текст будет иметь выделение для того чтобы разработчик мог его переместить в нужное место. Поэтому не снимая выделение нажмите F4(Move), чтобы переместить его поближе к линии пина. Заметьте что когда вы выделяете текст то подсвечивается и полилиния к которой

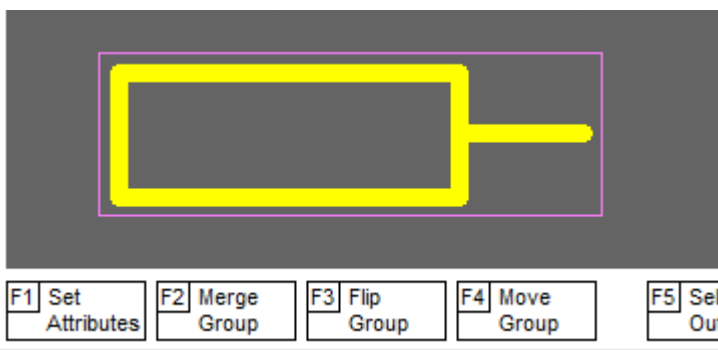
этот текст привязан. В Schematic Constructor нельзя добавить текст без привязки к какой либо полилинии.



Поскольку у резистора нет необходимости в отображении имени пина, то мы должны скрыть этот текст. Для этого выделите текст “1” и нажмите “F1 – Edit Text”. В диалоговом окне введите значения размера текста = 0, а также ширину штриха текста = 0.



Теперь выделите мышью с помощью рамки все объекты которые вы хотите объединить в деталь, и нажмите “F1 – Set Attributes”.



Задайте Позиционное обозначение (например R1), значение (например 10k), и имя футпринта (например 0805)

PolyLine Attributes

Ref Des	R1	?	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30
Part Value	10k	?	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30
Footprint Name	0805	L ?	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30
Pin Name		?	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30
Net Name		?	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30

Description

☒ Apply sizes

Height: 2.20

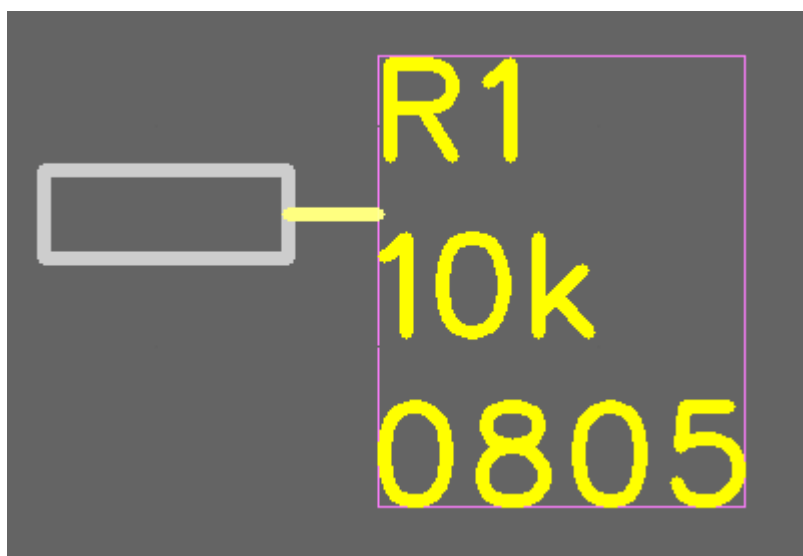
Stroke width: 0.30

Add command template

Date	add	?
Link to part	add	?
Outline of complex part	add	?
Pin of complex part	add	?
Bus connect	add	?
BOM table	add	?
Path to file	add	?

OK CANCEL

Появятся три текстовых объекта, которые также будут иметь выделение для удобства перемещения этих объектов непосредственно после появления. Не снимая выделение нажмите **F4(Move)**, чтобы перенести их в подходящее место.



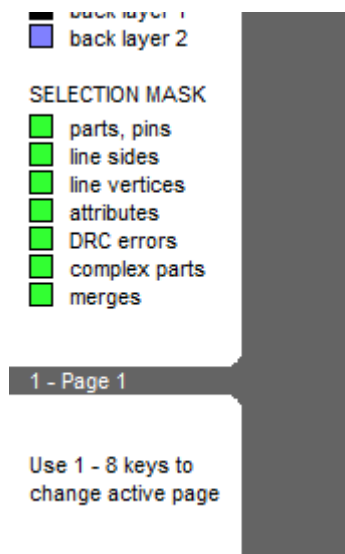
Теперь вернемся к пункту выравнивания этих атрибутов на рабочем поле. Существует два способа выровнять эти текстовые атрибуты:

- 1) На выделенном позиционном обозначении нажмите правой кнопкой мыши и выберите любой из 4 типов выравнивания. Нам подойдет порядок выравнивания "Ref Value Footprint".

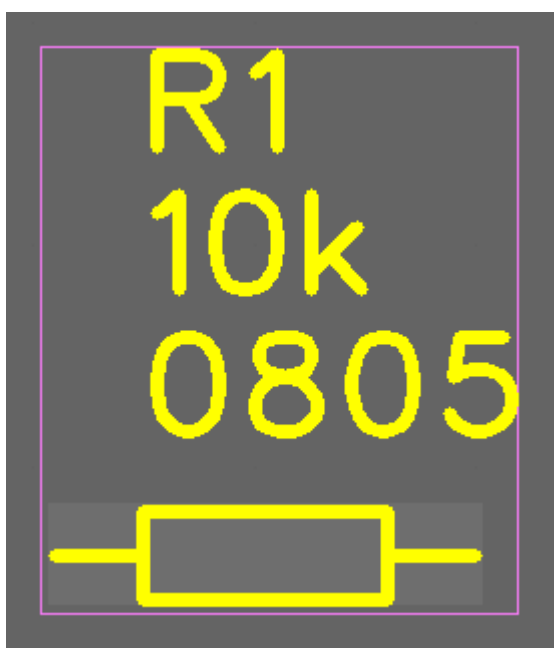
Программа упорядочит эти тексты, а также применит коэффициент клиренса, который указан в настройках проекта (см. стр.2 Параграф «Начало работы»)

- 2) В режиме когда ничего не выделено нажмите “F2 – Drag group”, чтобы войти в режим беспрерывного перетаскивания объектов с места на место. В этом режиме кликните именно по тексту RefDes и программа захватит сразу три атрибута детали. Затем кликните в точку куда хотите поместить эти атрибуты и программа автоматически применит выравнивание с учетом коэффициента клиренса. Этой опцией удобно воспользоваться когда вам нужно переместить или выровнять атрибуты у нескольких деталей подряд.

Не забудьте разрешить маску выделения детали чтобы при клике по контурной полилинии детали была выделена деталь целиком. В режиме разрешенной маски (зеленый цвет квадратика) вы можете копировать пины у любой детали и программа будет автоматически инкрементировать имена новых пинов. В режиме запрещенной маски детали (красный цвет квадратика) любая копируемая деталь будет разрушена на составляющие полилинии

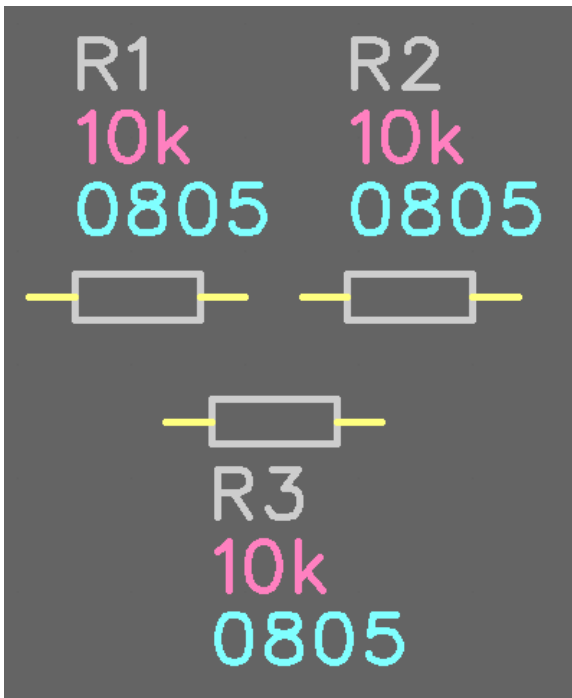


Итак, в режиме разрешенной маски детали выделите пин детали тот что справа, и скопируйте его с помощью стандартного сочетания клавиш CTRL+C и CTRL+V. Вставьте его слева от контурной полилинии детали. У нас получился резистор имеющий два пина с именами “1” и “2”.

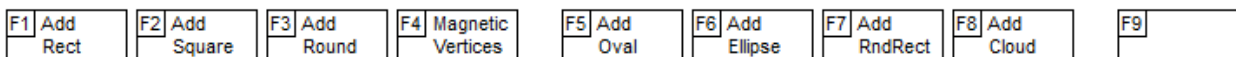


## Копирование детали

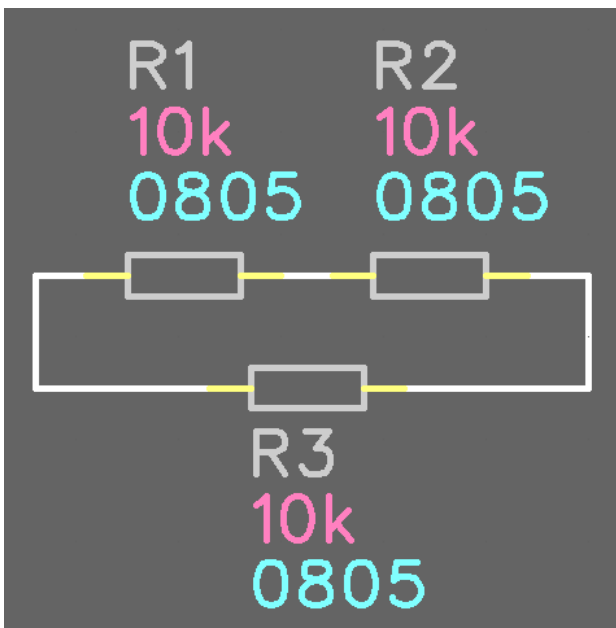
Теперь выделите резистор и скопируйте его два раза с помощью стандартного сочетания клавиш CTRL+C и CTRL+V.



Сейчас мы будем рисовать соединения пинов. Для этого жмем “F4 – Repeat Polyline”, чтобы войти в режим рисования полилиний. В режиме рисования есть кнопка “F4 – Magnetic Vertices”, которая включает\отключает притяжение вершин друг к другу. При рисовании соединений между пинами эта опция как раз будет очень полезна. Вы можете включать и отключать этот магнит в зависимости от необходимости в нем на данный момент, повторно нажимая кнопку F4.

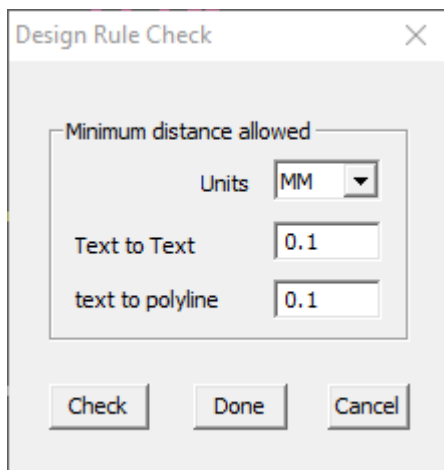


Соедините пины как показано на рисунке

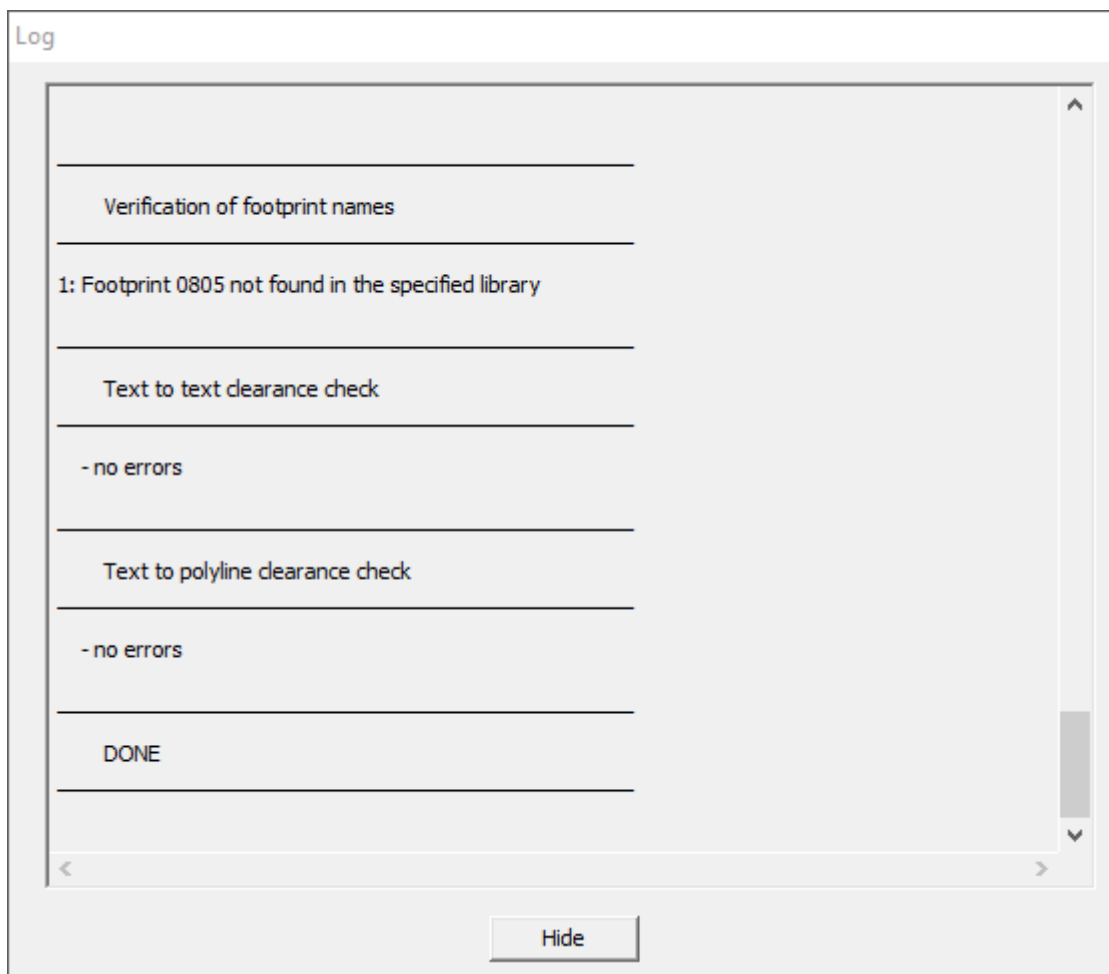


## Проверка схемного дизайна DRC

Schematic Constructor1.3 оснащен простым инструментом проверки клиренса текстовых атрибутов на полилинии. Программа проверяет клиренс прямоугольника текстового объекта на любую полилинию. Введите необходимые значения и нажмите кнопку Done.

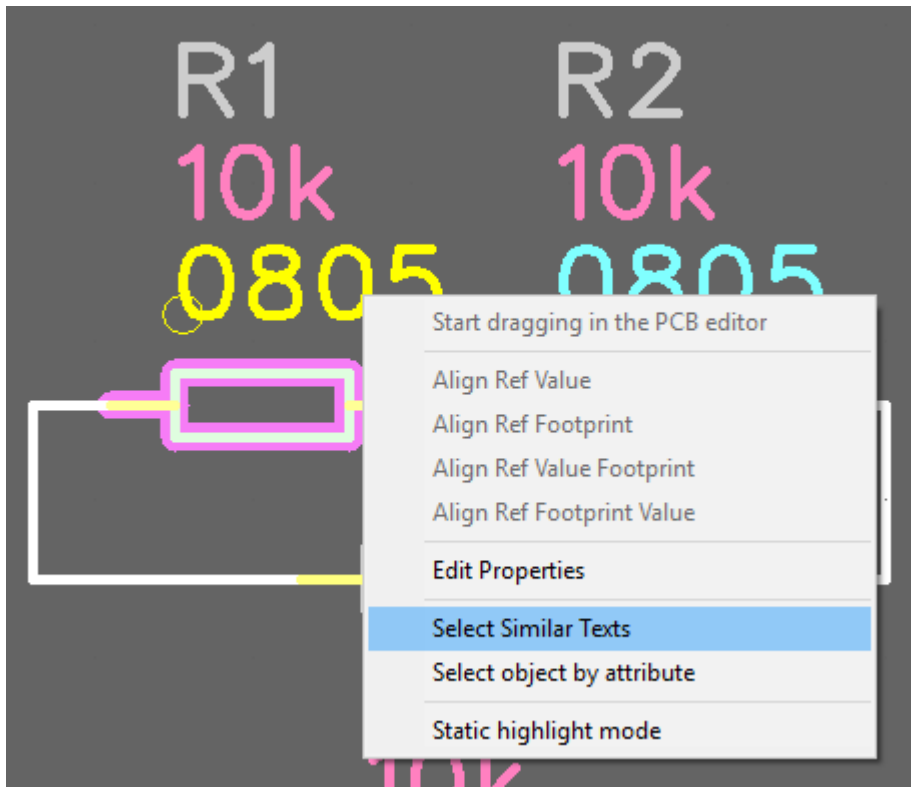


Затем нажмите комбинацию быстрого вызова DRC: CTRL+D. В результате проверки у нас получился один варнинг: «футпринт 0805 отсутствует в указанной библиотеке».

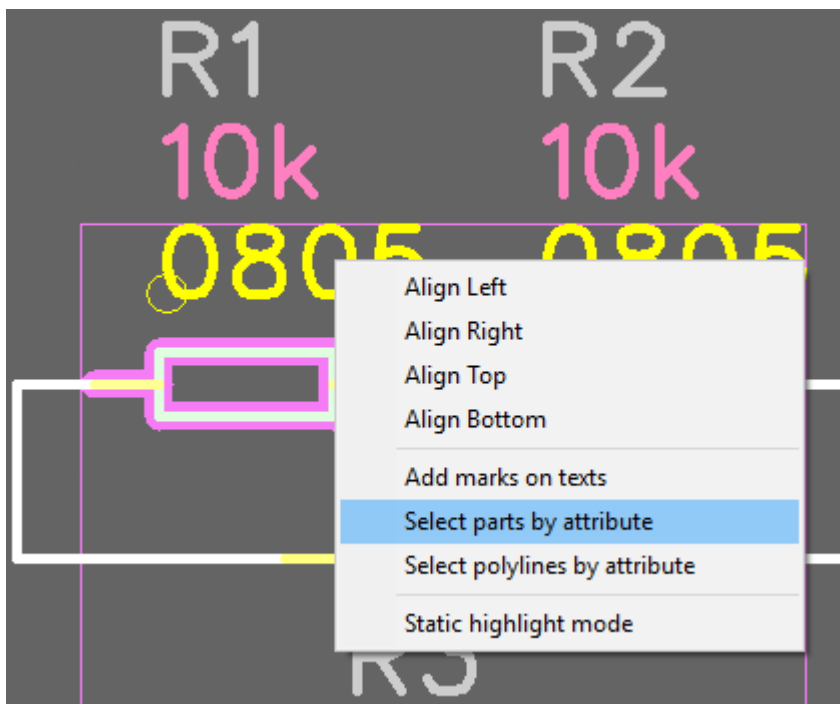




Попробуем выделить все текстовые объекты 0805 используя опцию меню правой кнопки - нахождение подобных текстов. На выделенном тексте 0805 вызовите контекстное меню с помощью правой кнопки мыши и выберите пункт "Select Similar Texts"



Теперь когда текст выделен снова вызовите контекстное меню и выберите "Select Parts by Attribute"



Теперь нажмите **F1**(Set Attributes) и выберите другое имя футпринта для этих трех резисторов. Преимущество способа выбора футпринта через диалоговое окно "Set Attributes" в том, что мы видим перед собой полный список футпринтов в раскрывающемся комбобоксе.

**PolyLine Attributes**

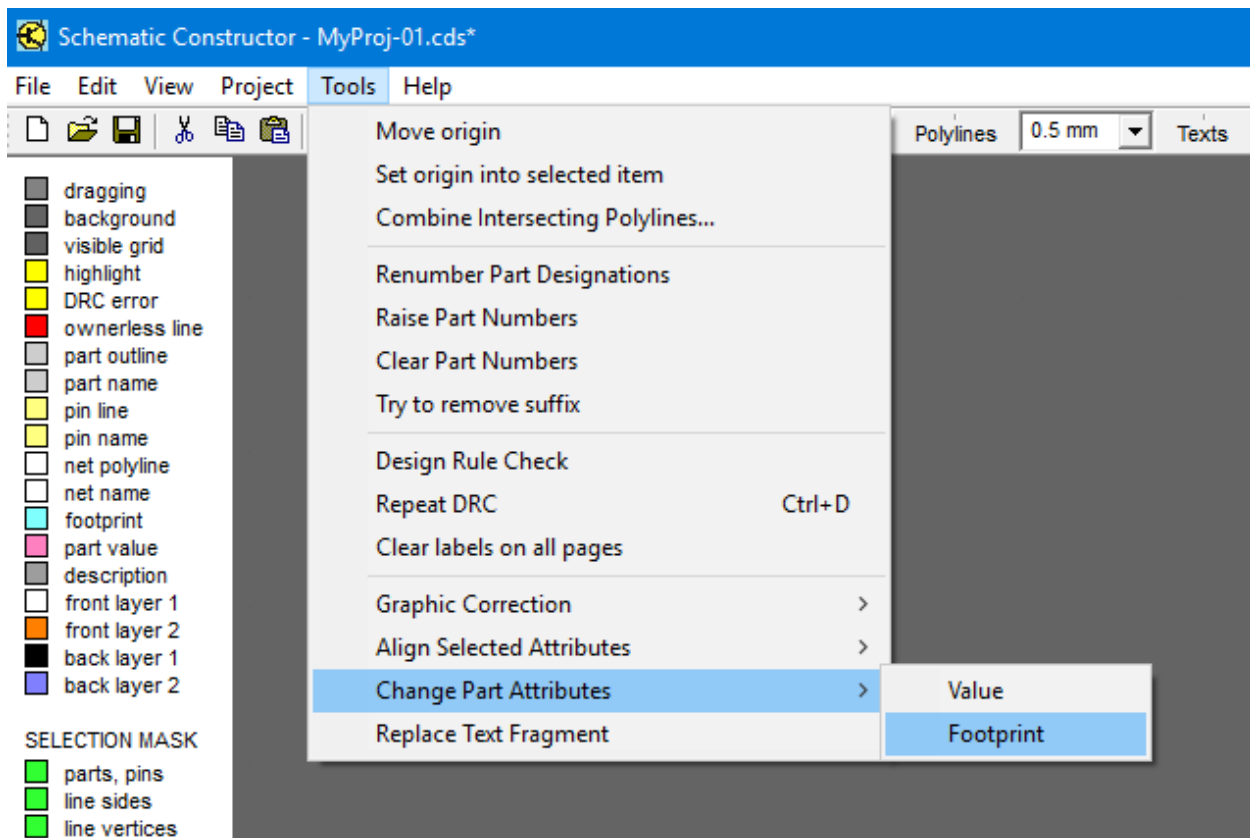
Ref Des	Multiple	<input type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30
Part Value	10k	<input type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30
Footprint Name	R0805	<input type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30
Pin Name	PLCC-R-32 R0402 R0603 R0805 R1206 R1210 R2010 R2512	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30
Net Name	RAD-197 RAD-248 RAD-315 RAD-394 RAD-492 RAD-630 RAD-709 RC05	<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30
Description		<input checked="" type="checkbox"/> Apply sizes:	Height	2.20	Stroke width	0.30

Add command template

Date	add	?
Link to part	add	?
Outline of complex part	add	?
Pin of complex part	add	?
Bus connect	add	?
BOM table	add	?
Path to file	add	?

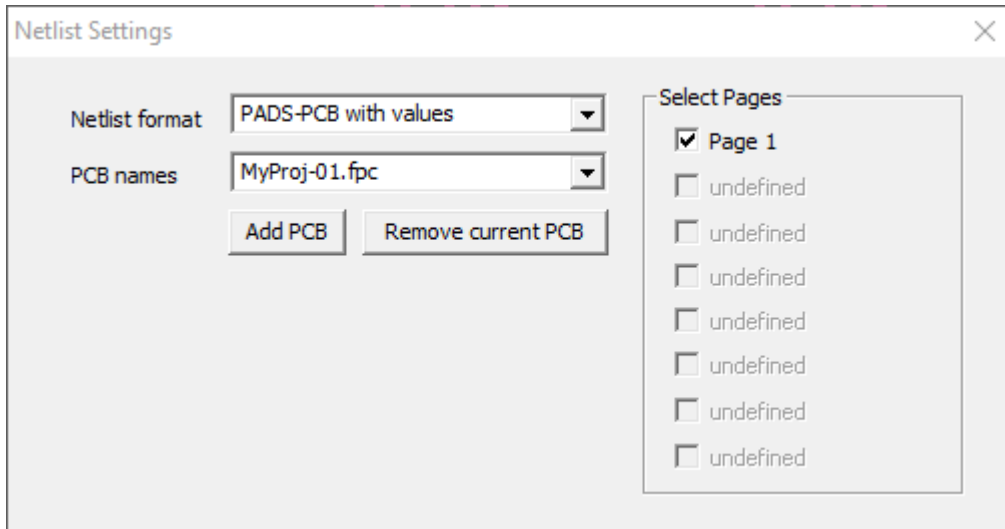
OK CANCEL

Есть еще один вариант изменить атрибут футпринта, для этого выберите меню **"Tools >> Change Part Attributes >> Footprint"**. Используя последний вариант, вы можете изменить имя футпринта независимо от параметра Value. То есть параметр Value может быть разным у выбранных деталей. Недостаток же этого способа в том, что мы не видим перед собой полный список футпринтов.



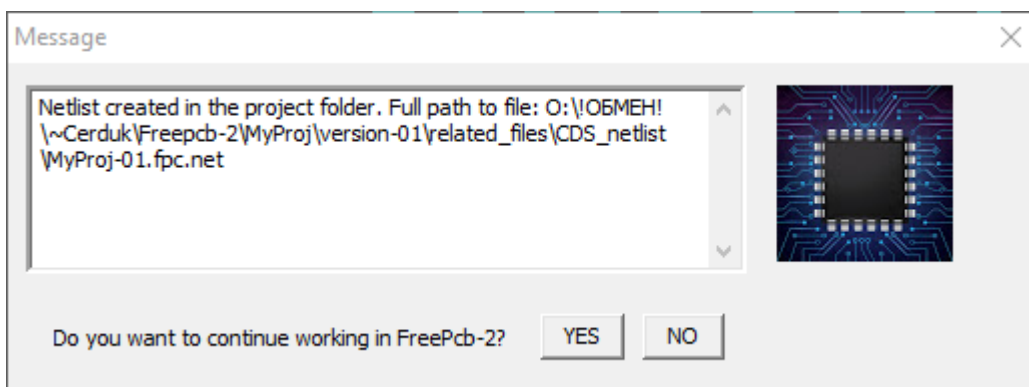
## Генерация нетлиста PADS-PCB

Вызовите диалоговое окно настройки нетлиста через меню “File >> Netlist Settings”.



Выберите формат нетлиста PADS-PCB, который поддерживается совместимым редактором печатных плат FreePcb-2.3. В следующем диалоговом боксе ниже располагается список подключенных файлов печатных плат, в который вы можете добавить имена файлов печатных плат и связать их со страницами проекта. Поскольку у нас одностраничный дизайн то мы этого сделать не сможем, поскольку не имеем в проекте свободных страниц, которые мы могли бы связать с другими файлами печатных плат. При создании проекта программа автоматически создает имя файла печатной платы, которое совпадает с именем файла схемы. Мы видим что у нас файл печатной платы называется MyProj-01.fpc. На самом деле этого файла еще нет в каталоге рядом с файлом схемы, но он появится как только мы нажмем кнопку переключения на PCB-editor. (Выберите пункт меню “View >> Switch To PCB Editor”, и программа создаст и переключится на файл печатной платы. Но сейчас это делать вовсе не обязательно)

Теперь создадим нетлист нашей схемы, состоящей из трех резисторов, и загрузим его в редактор печатных плат. Кнопка меню называется “Save with Netlist file”, и расположена она в главном меню “File”. Программа сделает дополнительную проверку дизайна и проверку контактов цепей, а затем создаст нетлист и выведет краткую информацию в диалоговое окно



Чтобы автоматически загрузить в Freepcb-2 путь к созданному нетлисту нажмите кнопку YES в диалоговом окне. Запустится редактор плат и выскочит окно импорта внешнего нетлиста, в котором по умолчанию должны быть выставлены опции импорта как на скриншоте ниже.

Import Options

You are importing a netlist file into a project that already contains parts and/or nets

For parts in project that are not in netlist file

- ☒ Remove parts
- ☐ Keep parts but remove connections to nets
- ☐ Keep parts and connections to nets

For parts in project whose package or footprint doesn't match netlist file

- ☒ Change footprints
- ☐ Keep footprints

For nets in project before import

- ☒ Remove all nets that are not in netlist file
- ☒ Total control of nets present in netlist file on parts present in netlist file
- ☐ Rename nets of the NETxxxxx format when names match

For traces and copper areas connected to pins whose nets have changed

- ☒ Retain traces
- ☒ Retain stubs
- ☒ Retain areas if possible

Import Save project with these settings then import Cancel

Осталось нажать кнопку **Import**, и файл будет загружен

Log

```
Reading netlist file "O:\!ОБМЕН!\~Cerduk\Freepcb-2\MyProj\version-01\related_files\CDS_netlist\MyPr
Indexing library folder "o:\!о6мен!\~cerduk\fp_lib\lib"
Indexing library: "Ivex, Allan Wright.fpl"
Indexing library: "Ivex.fpl"
Indexing library: "unknown.fpl"

Importing parts into project:

Importing nets into project:
  Adding pin R2.1 to net "NET00001"
  Adding pin R3.1 to net "NET00001"
  Adding pin R1.1 to net "NET00002"
  Adding pin R2.2 to net "NET00002"
  Adding pin R1.2 to net "NET00003"
  Adding pin R3.2 to net "NET00003"

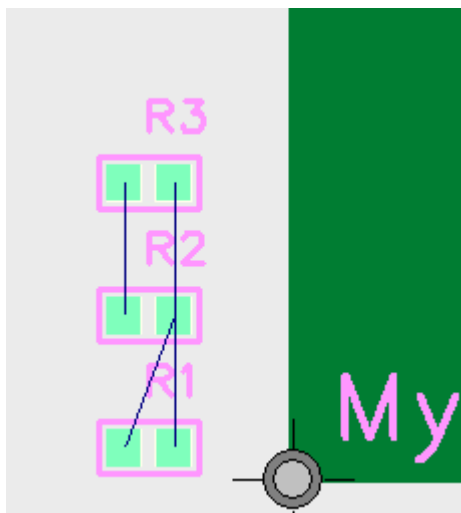
Moving traces and copper areas whose nets have changed:

Checking tees and branches:
0 tee_IDs in array:

***** DONE *****
```

Hide

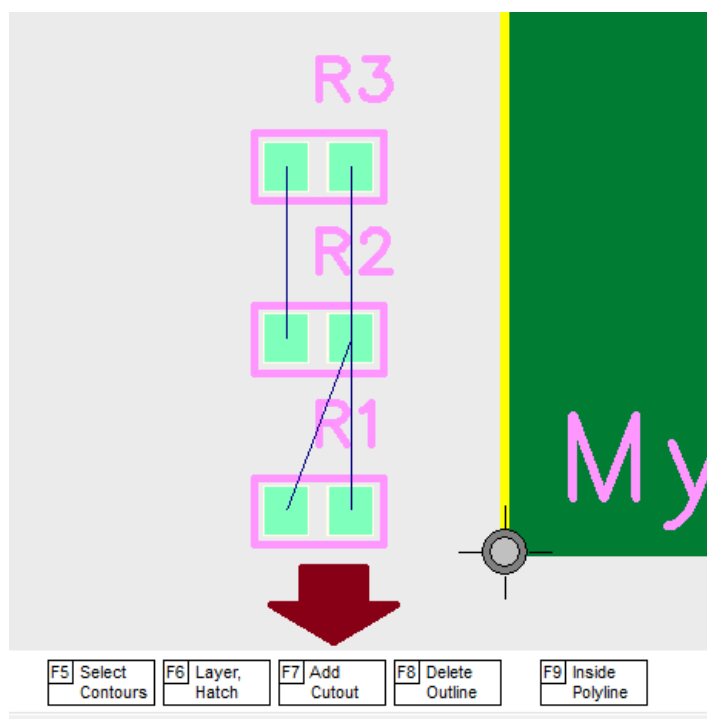
Здесь, слева появились три резистора, соединенные согласно схеме.



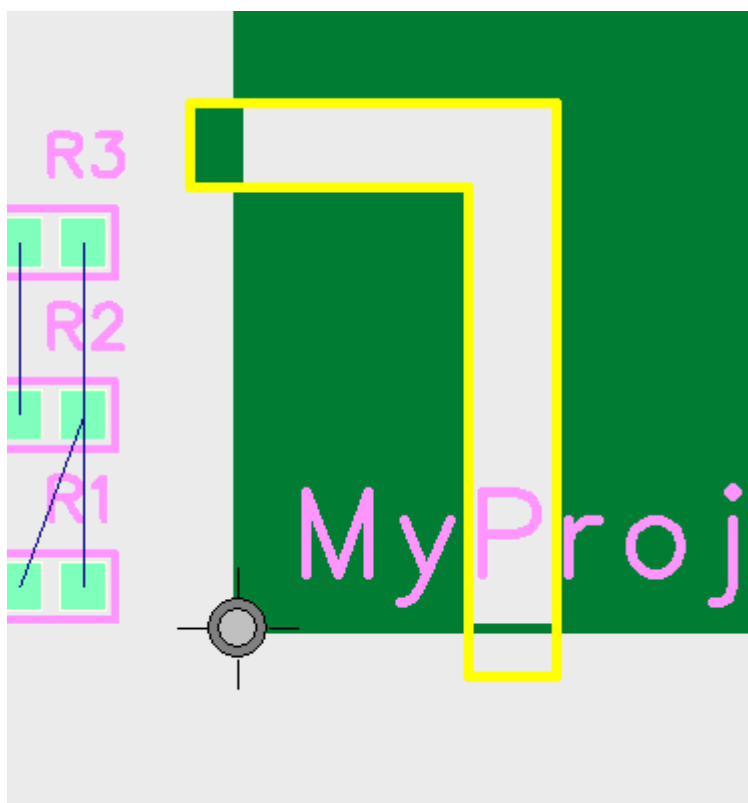
Не забудьте сохранить PCB-файл, чтобы редактор схем не выдал ошибку при попытке модификации схемы.

## Работа в редакторе печатных плат

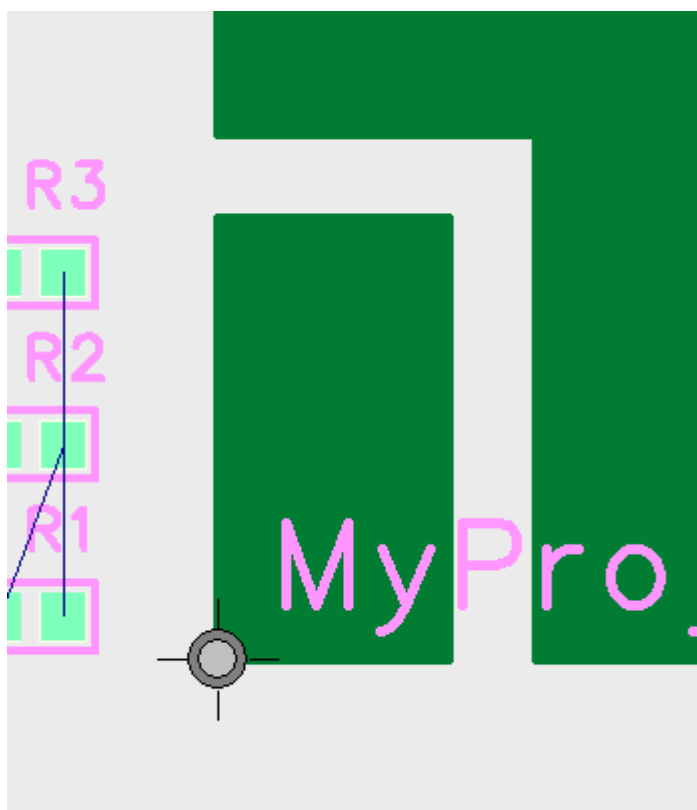
Schematic Constructor1.3 создал файл печатной платы в котором присутствует образец контура печатной платы размером 50 x 100мм, а также тексты с названием платы в слоях верхней и нижней шелкографии. Контур платы представляет собой замкнутую полилинию со сплошной заливкой. Вы можете переместить вершины этой полилинии, кликнув мышью по вершине и нажав функциональную кнопку **F4(Move)**. Существует другой способ изменить конфигурацию и габариты линии контура. Поскольку у нас всего три детали, нам нужно сделать контур намного меньшего размера - сделаем его 10 x 15мм. Начнем с того, что разрежем плату на 2 куска, один из которых затем просто удалим. Выделите сторону контурной полилинии, и нажмите функциональную кнопку **F7 – Add Cutout**



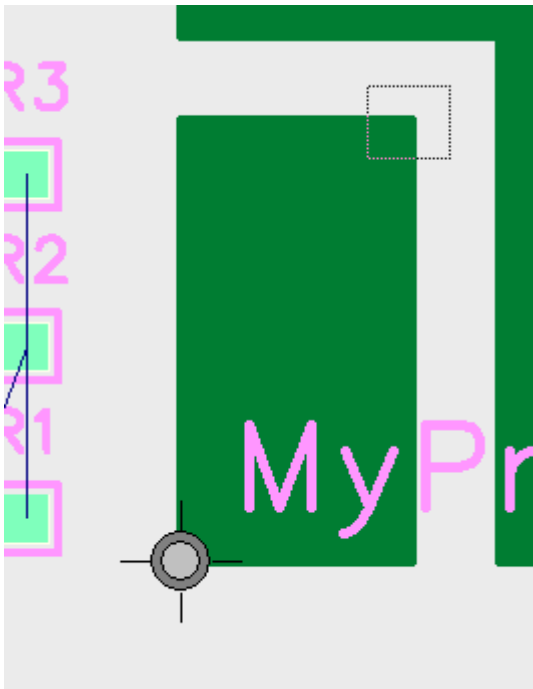
Программа перейдет в режим рисования полилиний. Добавьте вырез в виде многоугольника как показано на следующем скриншоте, кликая по вершинам в режиме рисования.



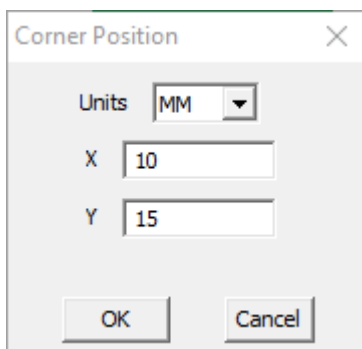
Теперь нужно объединить контур и вырез с помощью опции находящейся в главном меню **Project >> Combine Intersecting Polylines**. Таким образом можно соединять не только контур с вырезом, но и два пересекающихся контура.



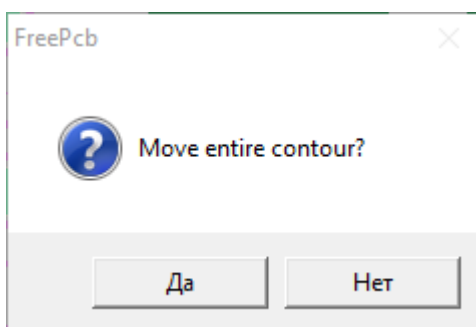
Удалите крупный кусок контура, выделив его сторону и нажав кнопку “Delete”. Теперь мы должны, как и хотели сделать размер контура 10 x 15мм. Поскольку начало координат совпадает с одной из вершин контура (левая нижняя вершина), то мы установим координаты противоположной вершины, расположенной по диагонали от нулевой. Выделите рамкой мыши эту вершину как показано на картинке.



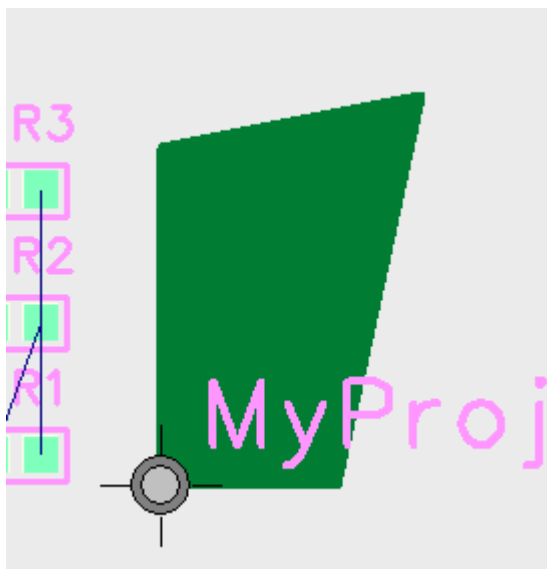
Почему рамкой, да просто потому, что это удобнее и быстрее, чем метиться в вершину, пытаюсь кликнуть по ней. В режиме, когда вершина выделена нажмите функциональную кнопку “F1 – Set Position”, и в появившемся диалоговом окне введите координаты X=10, Y=15.



Поскольку мы хотим переместить только лишь выделенную вершину, а не весь контур, то нажмите кнопку НЕТ как показано ниже



Получилась вот такая форма



Теперь выделите рамкой правую нижнюю вершину и нажмите функциональную кнопку “F3 – Align”, чтобы выровнять вершину кратно углу выравнивания. Угол выравнивания должен быть задан в верхней панели инструментов (самый правый комбобокс на скриншоте)

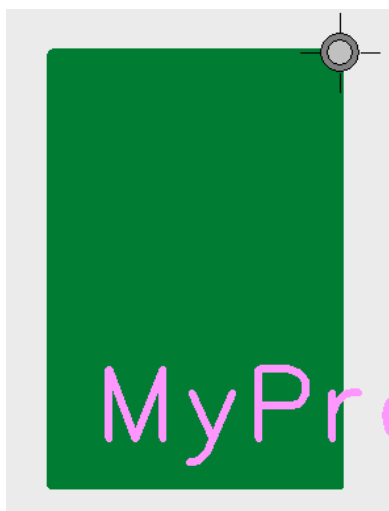


Сейчас выбран угол 45, что является самым часто используемым значением. Этот угол также используется при трассировке проводников на печатной плате, который выравнивает дорожки кратно углу в 45 градусов.

Аналогичным образом выровняйте левую верхнюю вершину.

В итоге имеем контур 10 x 15мм выставленный по координатам.

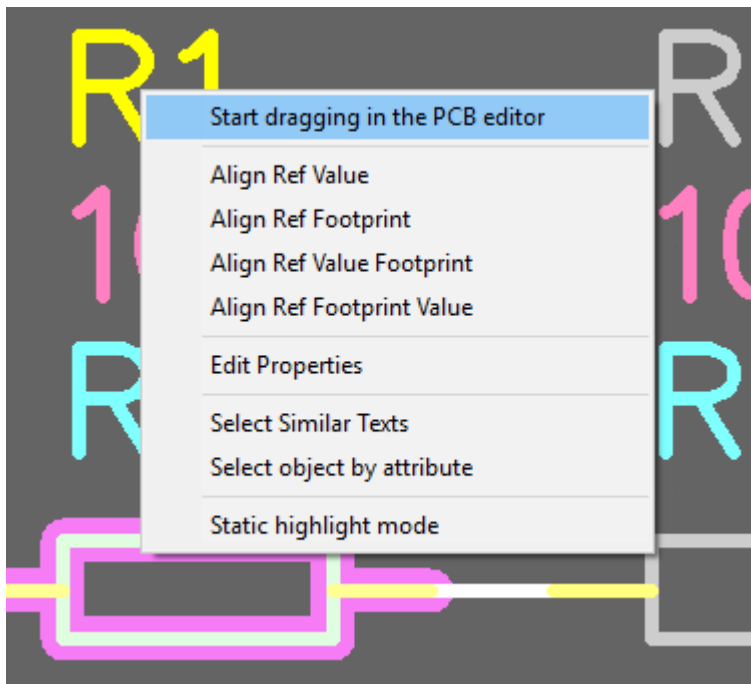
Очень полезной опцией при работе с полилиниями является перенос начала координат в какую-либо вершину полилинии. Чтобы переместить начало координат в другую вершину, сначала выделите эту вершину, а затем выберите пункт меню “Tools >> Set Origin Into Selected Item”, или нажмите горячую клавишу “O”. Список всех горячих клавиш вы найдете в меню “Help >> Keyboard Shortcuts”.



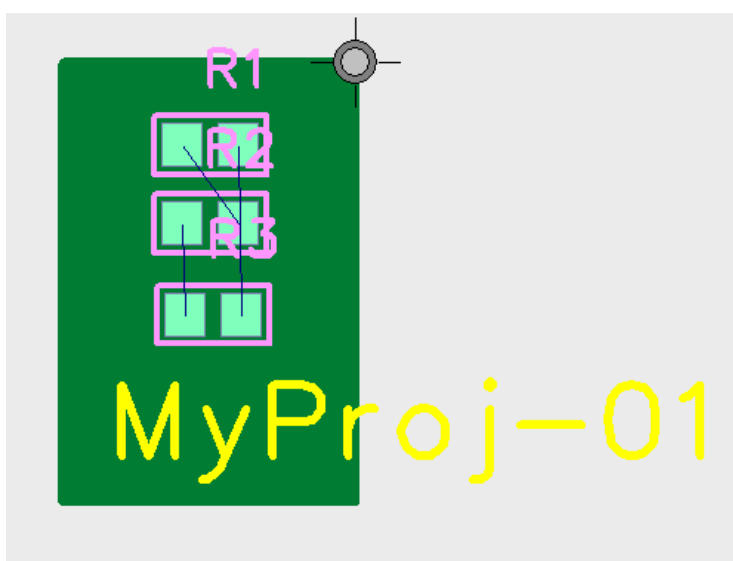


Теперь мы должны переместить детали на печатную плату, расположив их внутри контурной линии. Хотя в нашем примере всего три детали и найти их на доске довольно легко, представим как будто у нас огромный проект и найти нужную деталь по схеме на плате невозможно. Для начала выберем вид печатной платы на весь экран, с выравнением по центру. Выберите пункт меню “View >> Show Board Outline”.

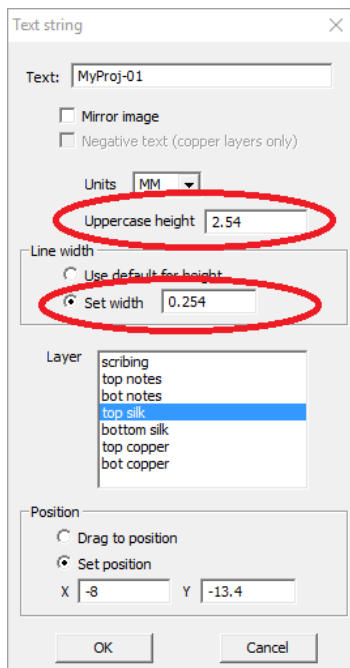
Теперь переключитесь на окно схемного редактора и выделите текст R1 (RefDes). Вызовите контекстное меню и выберите пункт “Start dragging in the PCB editor”.



Программа переключится на редактор плат и переместит выбранную деталь в центр экрана, где бы она ни находилась до этого. Кликните левой кнопкой мыши чтобы завершить перемещение. Таким же образом переместите оставшиеся детали R2 и R3. Получилось следующее расположение:



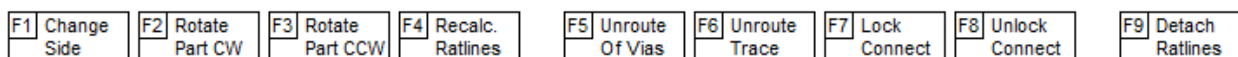
Кстати текст MyProj-01 желательно уменьшить. Выделите текст и нажмите “F1 – Edit Text”. В диалоговом окне редактирования параметров текста задайте новую высоту текста и ширину линии шрифта



Введите значение 1.0 x 0.15мм чтобы текст помещался внутри контурной линии. Переместите текст в нужное место, выделив его и нажав функциональную кнопку **F4(Move)**.

Существует еще один способ выделения деталей на печатной плате из редактора схемы, позволяющий находить сразу группу деталей и выделять их на плате. При этом детали не будут перемещены в центр экрана, а наоборот, фокус экрана переместится на детали. Переключитесь на редактор схемы и выберите рамкой мыши сразу все три резистора. В нижней панели функциональных клавиш появилась кнопка "**F9 – Switch To PCB**". Нажмите ее, программа переключится на окно редактора печатных плат и выделит на доске выбранные детали. Не снимая выделение, вы можете нажать **F4(Move)**, чтобы переместить группу в PCB-редакторе. Бывает что в этой группе детали находятся далеко друг от друга, поэтому желательно их собрать в кучу. Для этого переместите группу подальше от всех объектов куда-нибудь в сторону для того, чтобы затем сгруппировать их автоматически (сгруппировать вместе) с помощью функциональной кнопки "**F5 – Part Autopos..**". Нажмите ее несколько раз чтобы изменить алгоритм позиционирования, и добиться нужного расположения. Возможно, что программа расставит детали не так как вы хотите, поэтому ручная коррекция вполне допустима.

Выберите деталь, кликнув по ней мышью, и нажмите функциональную кнопку **F4(Move)**. Программа перейдет в режим перетаскивания, в котором станут доступны следующие функциональные клавиши:



**F1** – изменить сторону детали (Top\Bottom)

**F2** – повернуть деталь по часовой стрелке на 90 градусов

**F3** – повернуть деталь против часовой стрелки на 90 градусов

**F4** – пересчитать (оптимизировать) рэт-линии

**F5** – если к детали подведены медные дорожки то демаршрутизировать их до переходного отверстия, другими словами удалить маршрутизацию до смены слоя дорожки.

**F6** – если к детали подведены медные дорожки то демаршрутизировать их от начала до конца

**F7** – заблокировать соединения подключенные к пинам этой детали.

**F8** – разблокировать соединения подключенные к пинам этой детали

**F9** – разорвать соединения со всеми дорожками.

## Отображение шелкографии

Вы можете изменить размер текста позиционных обозначений в слое шелкографии, а также отключить видимость текста, например у параметра VALUE деталей, или отключить видимость линий слоя шелкографии у деталей.

Зажмите клавишу CTRL и кликните по строке Parts в маске выбора, которая находится в левой части главного окна. Маска будет инвертирована и примет следующий вид

### SELECTION MASK

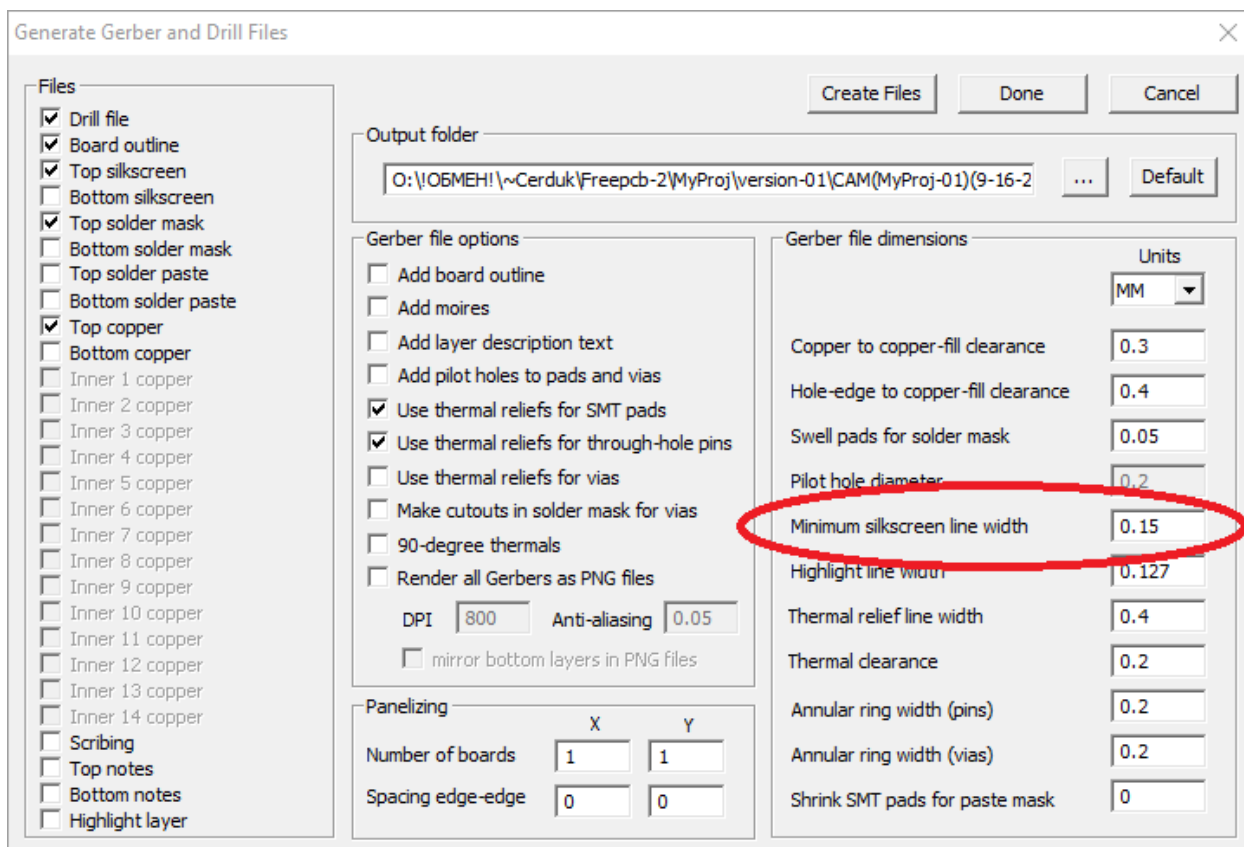
- ☒ parts
- ☒ ref, value
- ☐ pins
- ☐ traces, ratlines
- ☐ vertices, vias
- ☐ copper areas
- ☐ texts
- ☐ polylines
- ☐ DRC errors
- ☐ merges

\* Use these  
keys to change  
active layer

Таким образом только что мы разрешили выделение деталей и шелкографии, и запретили выделение других типов объектов. В этом режиме при выделении группы деталей открывается свое меню, в котором есть кнопка редактирования шелкографии. Выделите рамкой мыши все три резистора и нажмите кнопку "**F9 – Edit Silk**". Программа отобразит вторую страницу меню, в котором все кнопки будут так или иначе связаны с редактированием параметров шелкографии.

F1 Set Width	F2 Set Line Visible	F3 Set Line InVisible	F4	F5 Ref Size	F6 Value Size	F7 Visible Values	F8 Invisible Values	F9 Return (Esc)
--------------	---------------------	-----------------------	----	-------------	---------------	-------------------	---------------------	-----------------

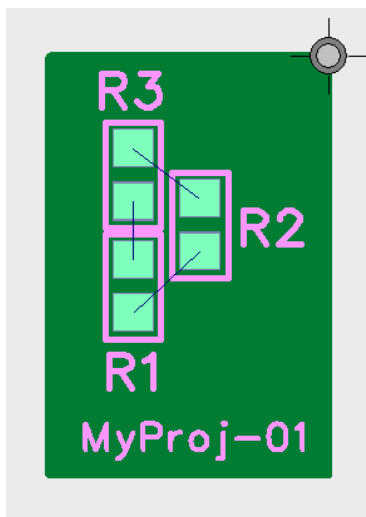
**F1** – задает ширину всех линий шелкографии выделенных деталей равную величине указанной в глобальных настройках гербер-файлов. Вызовите этот диалог с помощью сочетания CTRL+G, или через пункт меню "**File >> Generate CAM files**". Задайте величину ширины линий в этом диалоговом окне (обведено эллипсом).



- F2** – включить отображение линий шелкографии на экране и в гербер-файлах.
- F3** – отключить отображение линий шелкографии на экране и в гербер-файлах
- F5** – установить размер текста позиционного обозначения для выделенных деталей
- F6** – установить размер текста VALUE для выделенных деталей
- F7** – сделать VALUE-текст видимым.
- F8** – сделать VALUE-текст невидимым.
- F9** – вернуть предыдущее меню.

## Авторасстановка RefDes

В этом же режиме маски выбора, разрешающим выбор только деталей с помощью рамки мыши выберите группу, состоящую из нескольких деталей. Не стоит выделять за один раз огромное количество деталей, потому что обработка при этом станет неоптимальной, и работа функции замедлится. Оптимальным вариантом является выделение 10 – 15 деталей. Выделив детали нажмите кнопку **F7** и программа расставит позиционные обозначения около деталей. При плотном расположении деталей есть вероятность что алгоритм не сможет найти местоположение для текста. В этом случае эти детали останутся выделенными на плате, чтобы вы могли например уменьшить размер Ref-текста для этих деталей. После расстановки доска принимает вид:



## Трассировка меди

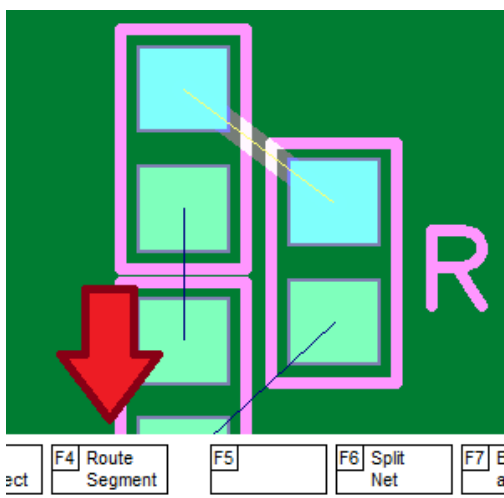
Верните маску выбора в исходное состояние, кликнув по строке “Parts” с зажатой клавишей CTRL.

### SELECTION MASK

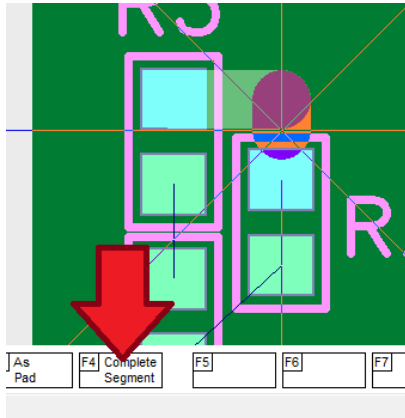
- ☒ parts
- ☐ ref, value
- ☐ pins
- ☐ traces, ratlines
- ☐ vertices, vias
- ☐ copper areas
- ☐ texts
- ☐ polylines
- ☐ DRC errors
- ☐ merges

\* Use these keys to change active layer

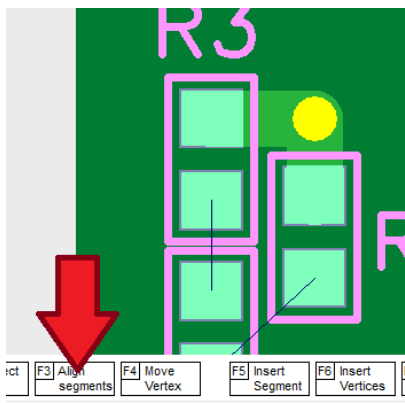
Затем выделите сегмент рэт-линии и нажмите функциональную кнопку “F4 – Route Seg”



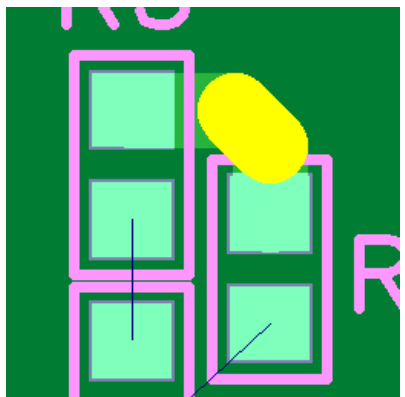
Трассировка начнется из того пина, который оказался ближе к курсору мыши на момент нажатия клавиши. Поэтому подведите курсор мыши заранее к тому пину, с которого хотите начать трассировку, а затем нажимайте **F4**. Программа переключится в режим трассировки. В этом режиме вы можете изменить ширину дорожек с помощью кнопок **F1** и **F2** (увеличить\уменьшить). При этом программа перебирает ширины дорожек по списку, указанному в настройках проекта. (Окно опций проекта находится в меню **"Project >> Options"**.) С помощью кнопки **"F3 – As Pad"** вы можете сделать ширину дорожки равную ширине пада футпринта. Кликните мышью указав расположение первой вершины медной трассы. Затем нажмите кнопку **"F4 – Complete"**, чтобы завершить трассировку.



После этого будет выделена последняя вершина трассы, которую вы можете выровнять (относительно смежных вершин), нажав кнопку **"F3 – Align"**.



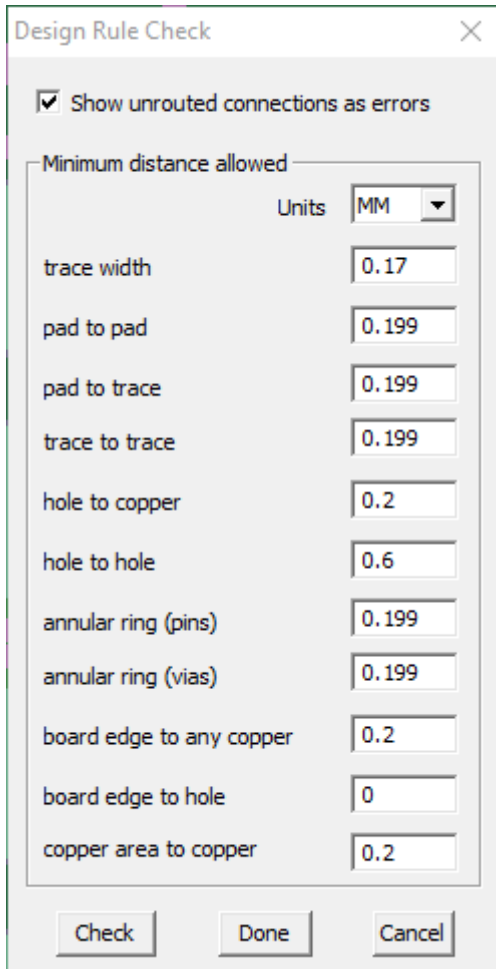
Затем не снимая выделение вершины вы можете вставить на место этой вершины дополнительный сегмент трассы, нажав кнопку **"F5 – Insert Seg"**.



Аналогично трассируйте оставшиеся неразведенные рэт-линии. Более подробную информацию по трассировке вы найдете на сайте [https://freepcb.dev/How\\_to.html](https://freepcb.dev/How_to.html)

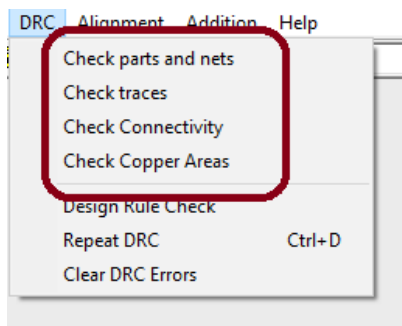
## Проверка РСВ дизайна

Вызовите окно проверки DRC через меню “DRC >> Design Rule Check”. Введите допустимые значения клиренсов для различных типов объектов и нажмите кнопку “Check”. (Для быстрого вызова проверки дизайна нажмите сочетание клавиш CTRL+D.)



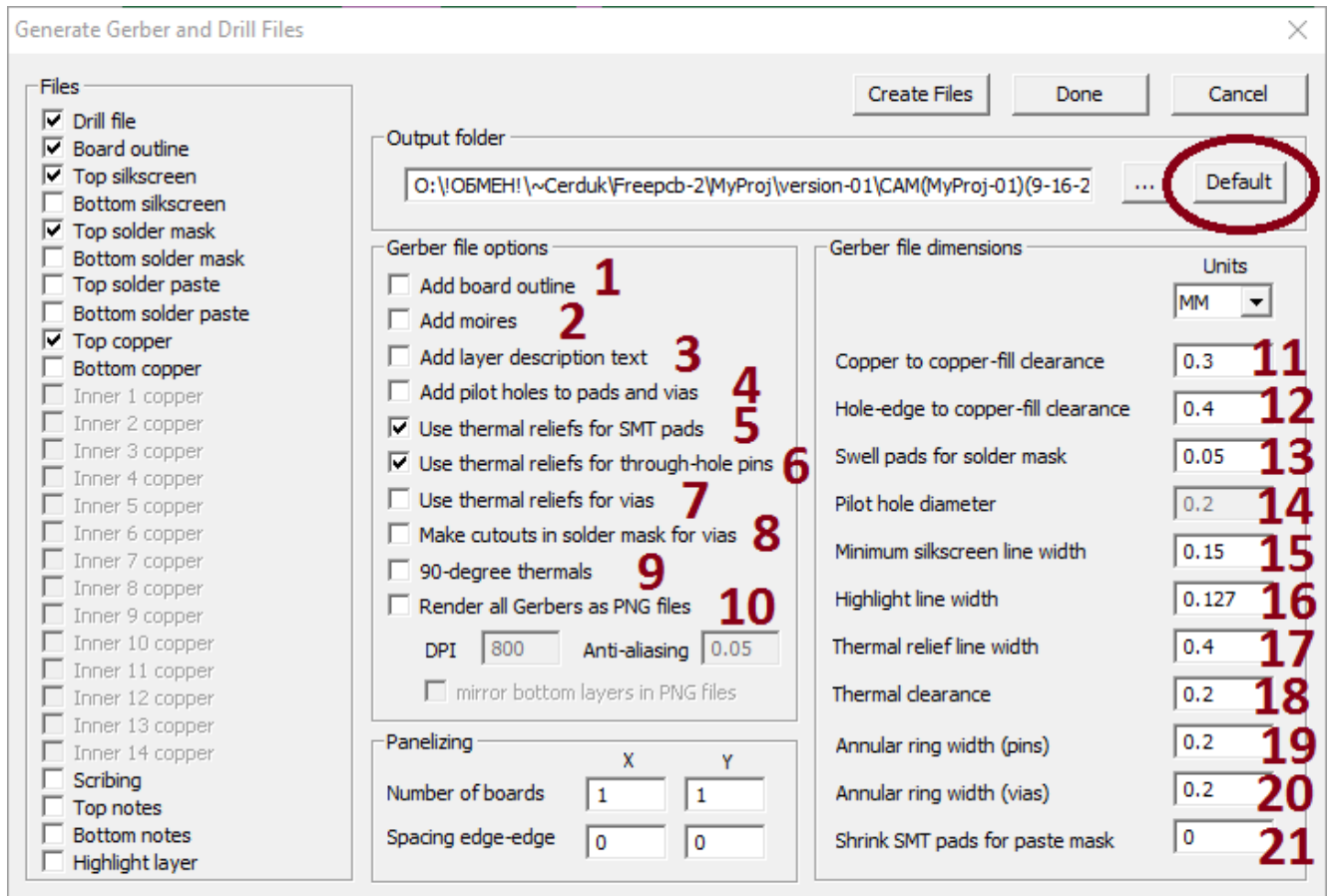
Поскольку у нас простой дизайн, то на этом мы закончим проверку. Для более сложного дизайна вам необходимо делать полную проверку, выбирая каждый пункт меню DRC:

- Check parts and nets
- Check traces
- Check connectivity
- Check copper areas



## Генерация гербер-файлов

Вызовите CAM-диалог с помощью сочетания клавиш **CTRL+G**, или воспользуйтесь меню “**File >> Generate CAM Files**”.

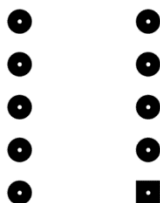


Нажмите кнопку DEFAULT, чтобы сгенерировать путь по умолчанию в головном каталоге проекта. Опишем кратко настраиваемые опции в этом диалоговом окне (см цифры на скриншоте).

- 1) Добавление полилинии контура печатной платы во все гербер-файлы слоев. (файлы слоев вы можете выбрать в левом блоке диалогового окна)
- 2) Добавление муара для совмещения слоев



- 3) Добавление текста с именем слоя
- 4) Добавление пилотного выреза для ручного сверления отверстий



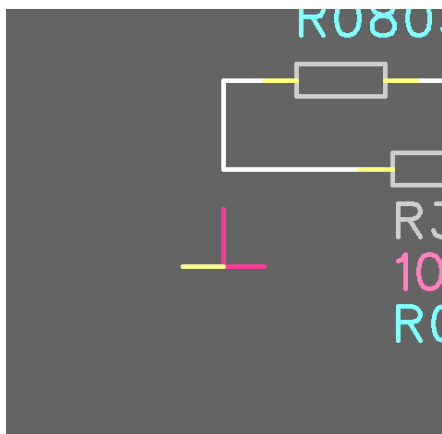


- 5) Добавление термобарьера для SMT-падов, подключенных к медной области G36 (G36 – это медный полигон, для которого зазоры на другие объекты а также термобарьеры генерируются на стадии создания файлов гербер, а в окне программы этот тип полигона отображается просто в виде контурной полилинии). При заливке медных областей “Ghost” этот флажок так же влияет на параметры заливки, указывая программе что по умолчанию должны быть добавлены термобарьеры на залитую область меди (для SMT-падов).
- 6) Добавление термобарьера для сквозных падов, подключенных к медной области G36. При заливке медных областей “Ghost” этот флажок так же влияет на параметры заливки, указывая программе что по умолчанию должны быть добавлены термобарьеры на залитую область меди (для SMT-падов).
- 7) Добавление термобарьера для переходных отверстий
- 8) Открытие защитной маски на переходных отверстиях
- 9) Термобарьер под углом 90 градусов к горизонтали
- 10) Создание PNG файлов для всех генерируемых слоев
- 11) Клиренс на медные объекты для полигонов типа G36
- 12) Клиренс на отверстия для полигонов типа G36
- 13) Увеличение защитной маски на падах
- 14) Диаметр пилотного выреза (см. пункт 4)
- 15) Минимальная ширина линий шелкографии
- 16) Минимальная ширина линий слоя подсветки (самый последний слой в списке слоев слева)
- 17) Ширина линии термобарьера
- 18) Клиренс термобарьера на пад
- 19) Медное кольцо вокруг сквозного пина, которое автоматически генерируется на внутренних слоях если пин не имеет пада во внутреннем слое, но имеет подключение к медной трассе или полигону в этом слое.
- 20) Медное кольцо вокруг переходного отверстия, которое автоматически генерируется на внутренних слоях если переходное отверстие соединяет три или более медные дорожки, находящиеся в разных слоях
- 21) Уменьшение маски пасты на падах

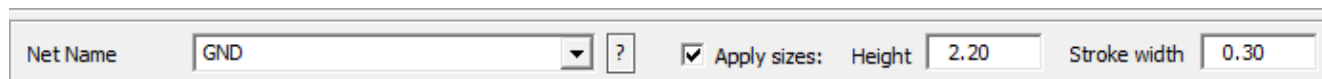
Нажмите кнопку “Create Files”, чтобы сгенерировать выбранные гербер-файлы. Затем нажмите кнопку Done, чтобы скрыть диалоговое окно. В режиме, когда ничего не выделено нажмите функциональную кнопку “F5 – Open Folder”, чтобы открыть папку с текущим проектом, и посмотреть папку с герберами.

## Создание меток цепи

Вернемся в редактор схемы и создадим ярлык цепи с именем GND. Нарисуйте полилинию, состоящую из трех сегментов как показано на скриншоте



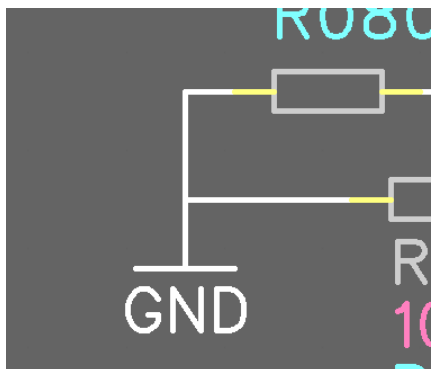
Выберите любой сегмент этой полилинии и установите для нее атрибут “Net Name” в диалоговом окне атрибутов, которое вызывается функциональной клавишей **F1**. Введите в поле “Net Name” текст “GND”



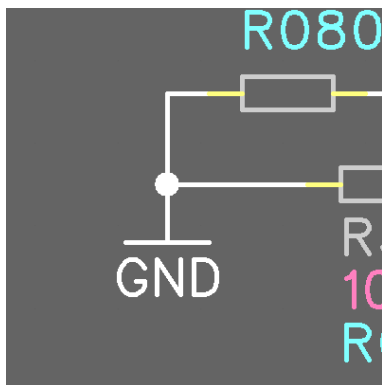
Получилась вот такая метка цепи.



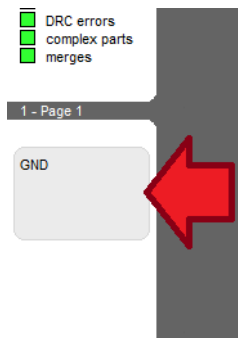
Метка цепи может быть подключена только одним из концов на пин детали или любую полилинию цепи, в противном случае программа выдаст ошибку при проверке DRC. Теперь мы должны переместить ее так чтобы ее конец попал на другую линию цепи. Кликните по сегменту метки и нажмите “**F5 – Select outline**”, чтобы выделить полилинию целиком. Нажмите **F4**, чтобы начать перетаскивание. В итоге получается такая схема



Нажмите “**F9 – Recalc.Nets**” (в режиме когда ничего не выделено), чтобы сгенерировать сети и создать узлы на стыках цепей.



Добавьте эту метку в избранные метки цепей для быстрого копирования этой метки в центр главного окна программы: выделите сторону полилинии метки и выберите из меню правой кнопки мыши пункт “Add to Favorite Nets”. Теперь слева под маской выбора появилось окошечко со списком избранных меток цепей.

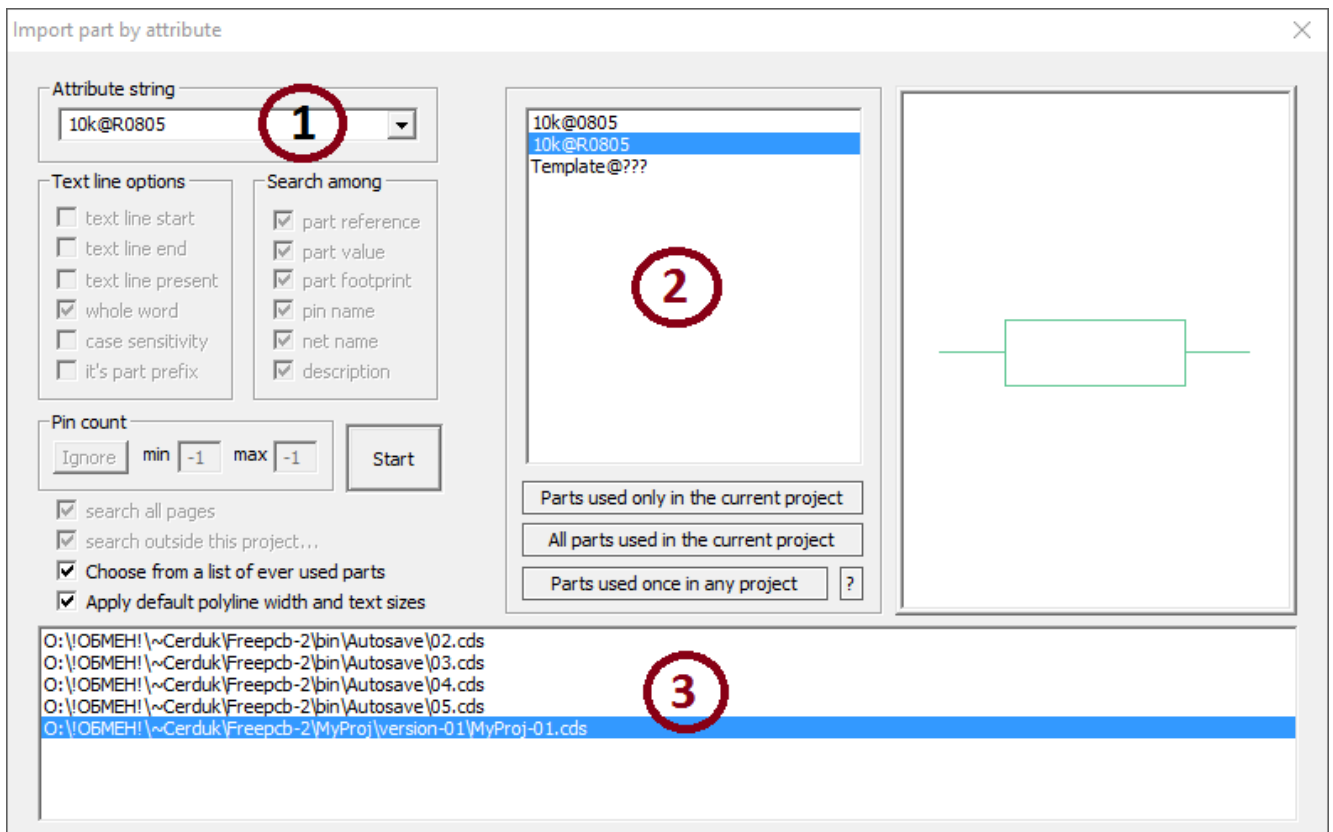


Кликнув на текст GND в этом окошке, вы получите копию этой метки в центре экрана на рабочем поле.

Теперь обновим нетлист и передадим его в редактор печатных плат. Нажимаем кнопку меню “File >>Save with Netlist File” и в появившемся диалоговом окне жмем YES (переключиться на окно редактора печатных плат Freerpcb-2). В диалоговом окне импорта внешнего нетлиста жмем кнопку **Import**, после чего нетлист будет загружен в редактор плат. Не забудьте сохранить файл печатной платы, чтобы редактор схем не выдал ошибку при попытке изменить схему.

## Импорт деталей из смежных проектов

Давайте создадим новый проект и импортируем в него резистор который находится в текущем проекте (10k@R0805). Выбираем пункт меню “File >>New” и вводим имя например “MyProj2”. Сейчас мы имеем пустой проект, в который будем импортировать деталь из проекта “MyProj”. Для этого нам нужно открыть диалоговое окно импорта. В режиме, когда ничего не выделено нажмите “F1 – Import Part”. Программа проиндексирует проектную папку и выдаст список когда-либо использованных деталей в формате VALUE@FOOTPRINT в диалоговом окне импорта.



- 1) Поисковая строка для поиска детали по атрибуту, а также для фильтрации списка деталей.
- 2) Список деталей, когда-либо использованных в проектах.
- 3) Список файлов, в которых данная деталь была зафиксирована при индексации.

Обратите внимание на важный момент – в нашем случае папка BIN с исполняемой программой находится внутри проектной папки, и поэтому в список файлов попадает содержимое папки BIN\AUTOSAVE. Если вы не хотите, чтобы эта папка попадала в индекс, то уберите папку BIN с программой из проектной папки.

По умолчанию программа импортирует деталь, применяя к ней ширину полилиний, указанную в диалоговом окне опций проекта, это окно вызывается с помощью меню **“Project >> Options”**. Также применяется размер текстовых атрибутов, указанный в диалоговом окне атрибутов, которое вызывается функциональной кнопкой **“F1 – Set Attributes”** на выделенной полилинии. Если вы не хотите применять эти параметры, а хотите импортировать деталь в оригинальном виде, то снимите галочку **“Apply default polyline width and text sizes”**. Итак, кликните по 10k@R0805 в списке №2 (см. скриншот выше), затем кликните по файлу из которого хотите скопировать деталь в списке №3, затем нажмите кнопку **“Start”**. Программа найдет деталь и скопирует ее в текущий проект.

Давайте в этом проекте нарисуем схему мультивибратора на светодиодах. Для этого нам помимо уже имеющегося УГО резисторов понадобятся транзисторы, светодиоды и конденсаторы.

## Составной транзистор

Schematic Constructor1.3 позволяет создавать детали, состоящие из нескольких графических символов, находящихся в разных местах страницы. Сейчас мы создадим два независимых графических символа транзистора BC856B, которые интегрированы в один корпус TI/DBV6. Футпринт TI/DBV6 имеется в другой библиотеке: fp\_lib\lib\_extra, идущей в комплекте с программой, поэтому в этом проекте мы будем использовать именно эту библиотеку. Измените библиотеку футпринтов через меню **“Project >> Options”**.

### BC856BDW1T1, BC857BDW1T1 Series, BC858BDW1T1 Series

Preferred Devices

### Dual General Purpose Transistors

#### PNP Duals

These transistors are designed for general purpose amplifier applications. They are housed in the SOT-363/SC-88 which is designed for low power surface mount applications.

• Device Marking:

BC856BDW1T1 = 3B  
BC857BDW1T1 = 3F  
BC857CDW1T1 = 3G  
BC858BDW1T1 = 3K  
BC858CDW1T1 = 3L

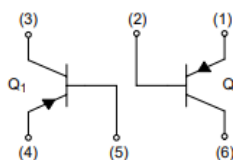
#### MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC856	BC857	BC858	Unit
Collector–Emitter Voltage	$V_{CE0}$	–65	–45	–30	V
Collector–Base Voltage	$V_{CBO}$	–80	–50	–30	V
Emitter–Base Voltage	$V_{EBO}$	–5.0	–5.0	–5.0	V
Collector Current – Continuous	$I_C$	–100	–100	–100	mAdc



ON Semiconductor®

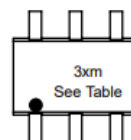
<http://onsemi.com>



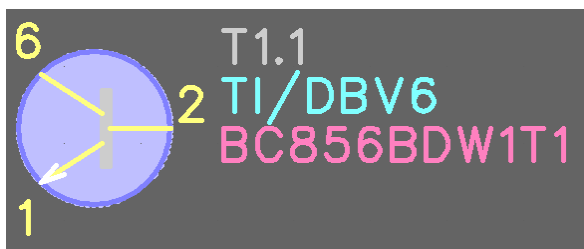
#### DEVICE MARKING



SOT-363/SC-88  
CASE 419B  
Style 1



Нарисуйте УГО транзистора, как показано на скриншоте ниже, и в конце позиционного обозначения добавьте “.1” или “-1”, что будет означать для программы, что данная деталь является составной.

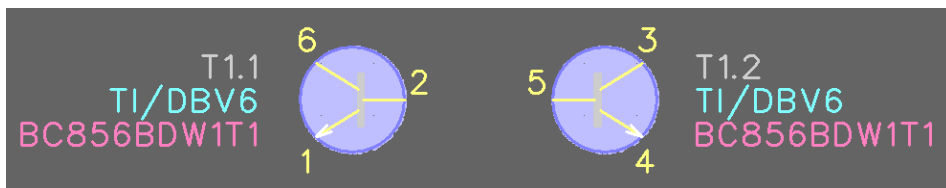


Теперь скопируйте этот транзистор с помощью сочетания CTRL+C и CTRL+V. Программа вставит копию с именем T2.1. Нам нужно изменить это позиционное обозначение на T1.2. Для этого выделите скопированный элемент полностью, кликнув, например по окружности (но не по пину, потому что в этом случае будет выбран только пин, а не деталь целиком). Теперь откройте диалоговое окно атрибутов с помощью кнопки “F1 – Set Attributes”. Поменяйте значение T2.1 на T1.2 и нажмите ОК.

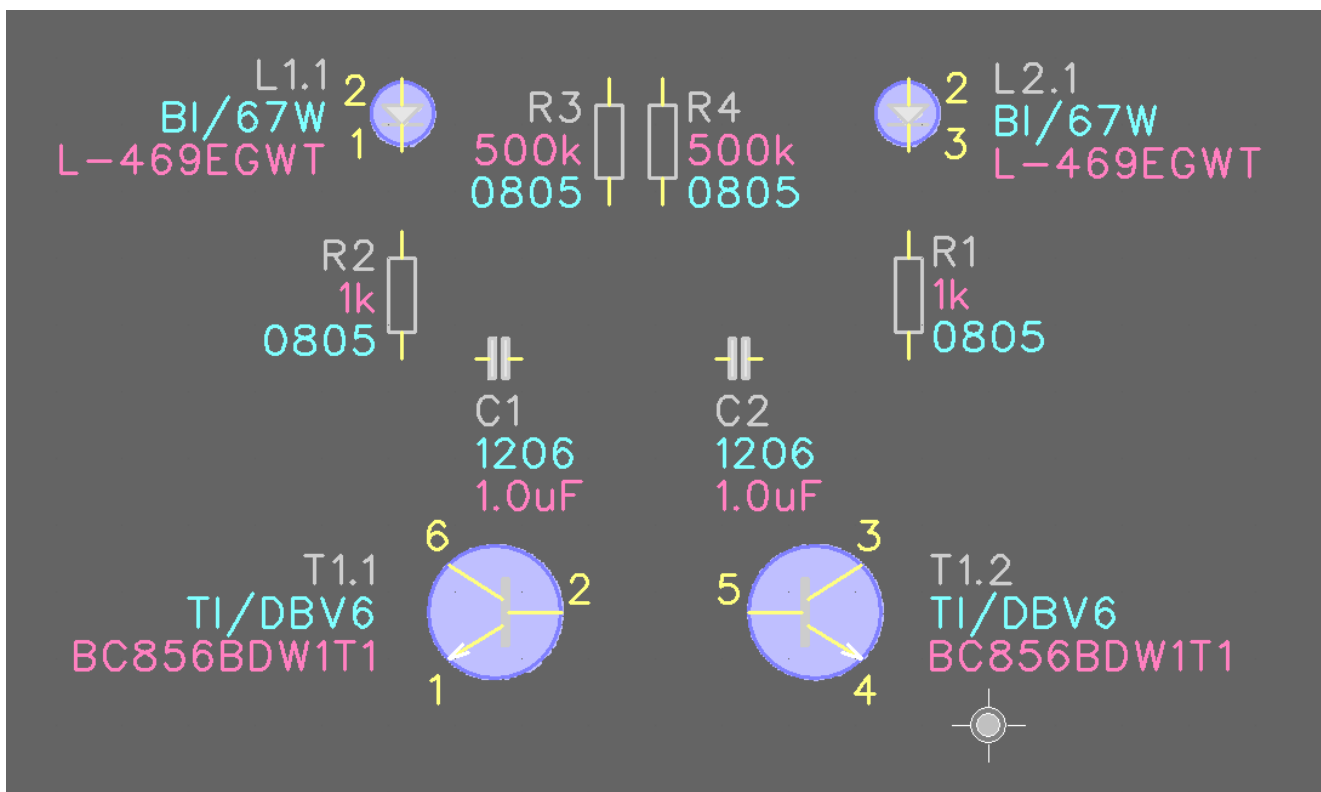
Выделив транзистор целиком, сделайте ему зеркальное отображение функциональной клавишей “F3 – Flip Group”.

Затем измените номера пинов на 3-коллектор, 4-эмиттер, 5-база согласно документации на транзистор. Для этого вы можете кликнуть по тексту пина и нажать “F1 – Edit Text”. Второй вариант — это кликнуть по полилинии пина и нажать “F1 – Set Attributes”.

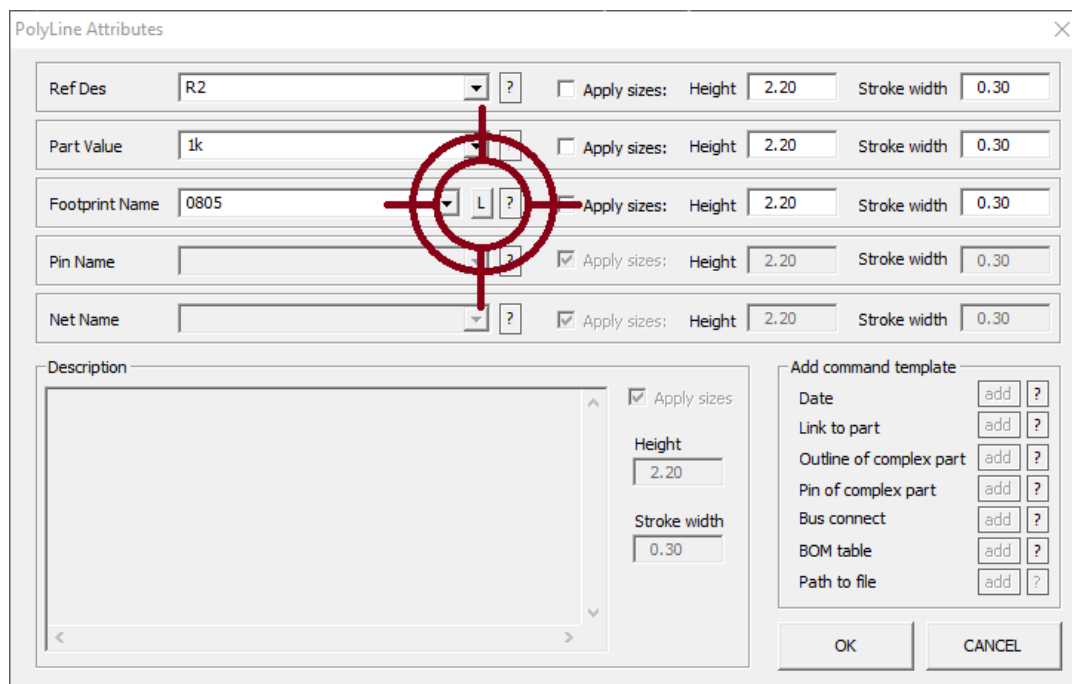
В итоге у нас получился второй элемент одного и того же компонента.



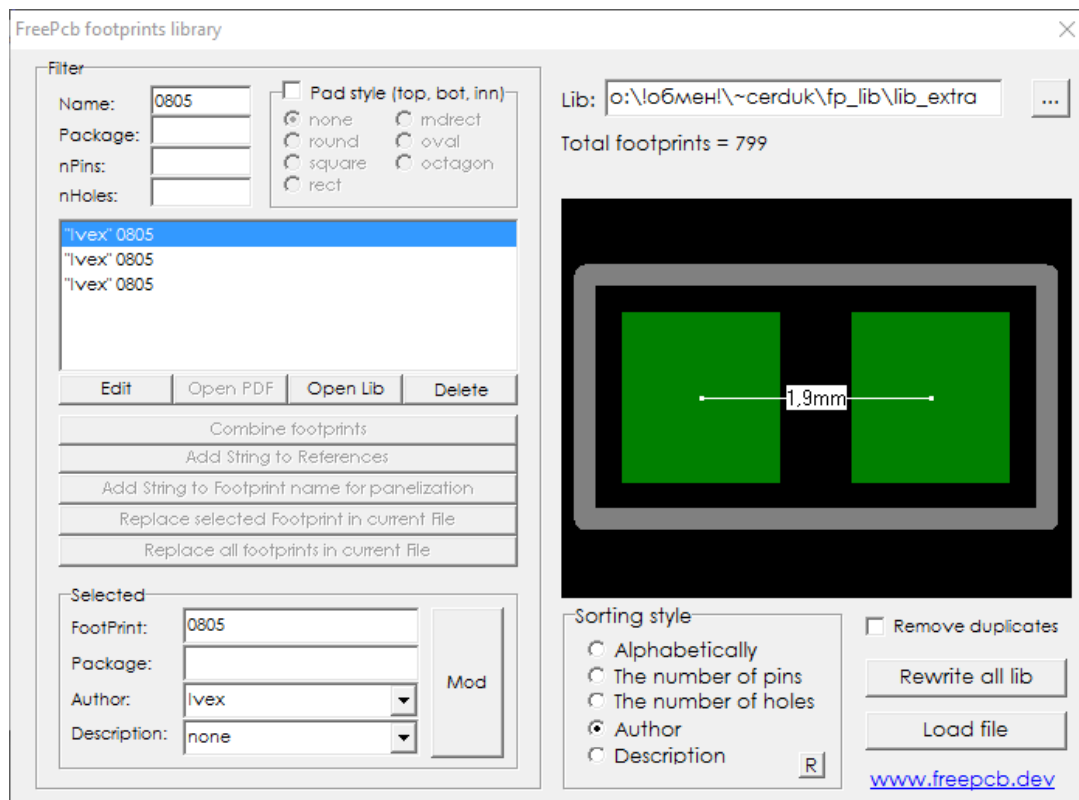
Нарисуйте оставшиеся элементы схемы мультивибратора.



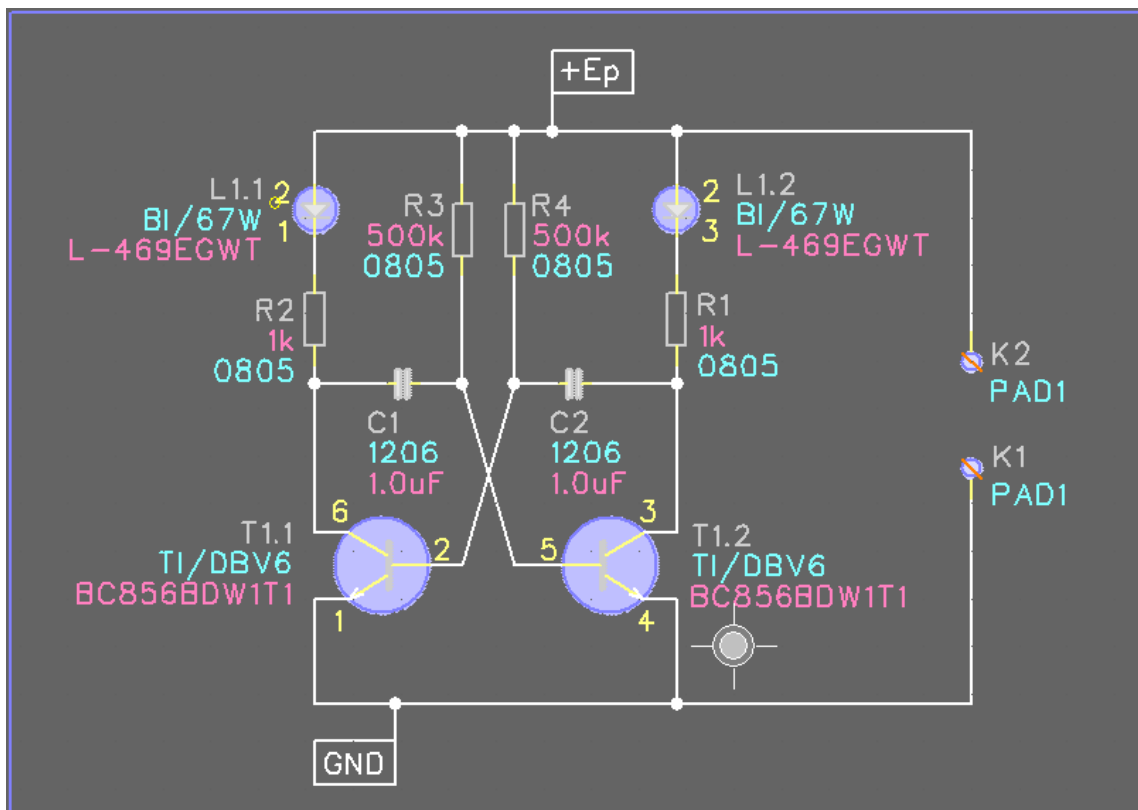
Когда вы вводите атрибуты VALUE и FOOTPRINT в диалоговом окне, для помощи выбора футпринта из библиотеки вы можете запустить внешнюю утилиту менеджера библиотек Freepcb-2, и выбрать футпринт из списка. Менеджер библиотек отображает внешний вид футпринта и расстояние между соседними пинами (что также очень полезно), имеет окошко фильтра для поиска нужного футпринта по параметрам. Например, вы можете ввести в графу N\_PINS то количество пинов, которое должен иметь искомый футпринт. Также можете ввести в графу N\_HOLES то же самое значение чтобы отсеять все SMT компоненты и оставить только сквозные. Менеджер библиотек футпринтов запускается из диалогового окна атрибутов полилинии, путем нажатия кнопки “L”.



Скриншот менеджера библиотек футпринтов Freepcb-2



Завершите схему, соединив все пины, как показано на скриншоте



У нас получилась схема, содержащая две составные детали – это микросхема с 2мя транзисторами и двухцветный светодиод.

## Ref-Lists

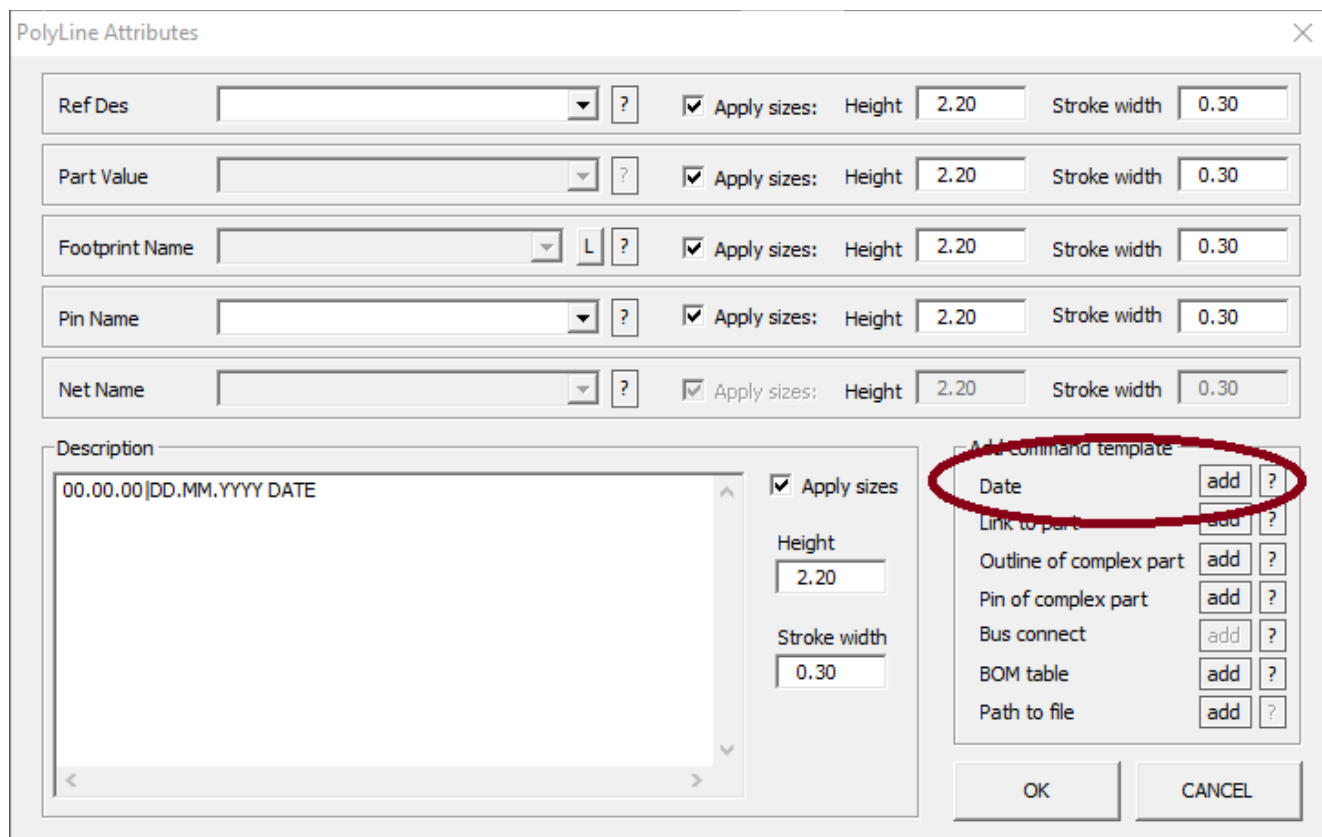
Вы можете создать список деталей, в который войдут те детали, которые вы выберете. Этот список будет храниться внутри файла схемы, а не отдельным файлом как в PCB-редакторе Freepcb-2. Затем, чтобы посмотреть список вы должны выбрать его из пункта меню **“Project >> Ref lists >> [ref\_list\_name]”** и программа выделит детали на рабочем поле, которые присутствуют в списке. Чтобы создать список выделите детали на рабочем поле, а затем нажмите меню **“Project >> Ref lists >> Create by selected parts”**. Рефлисты вы можете использовать в BOM-таблицах, чтобы в нее включать/исключать какие-либо детали.

## Авто обновляемая дата

Атрибут “Description” полилинии может содержать текстовые команды, которые преобразуются программой в выполнение какой-либо логической операции. Одной из таких команд является авто обновляемая дата, которая обновляется при внесении изменений и сохранении файла проекта. Выделите любую свободную полилинию, не являющуюся частью какой-либо детали или частью цепи, затем откройте диалоговое окно атрибутов с помощью функциональной кнопки **“F1 – Set Attributes”**. Здесь в правой части окна расположен блок текстовых шаблонов команд. Шаблон команды представляет собой текстовый блок с параметрами, которые пользователь может изменять по необходимости. Нажмите кнопку ADD напротив Date, обведенную эллипсом на следующем скриншоте. Как вы видите, в поле Description появился текст, который будет преобразован программой в формат даты. Давайте разберемся как это работает. Вначале идут три двузначных числа 00.00.00 (это образец даты), следом идет вертикальная черта, которая является ключом и разделяет эту командную строку на две части – та, что слева будет отображаться на экране как результат выполнения команды, а та, что

справа является собственно текстом команды и не отображается на рабочем поле. Командой является часть строки после вертикальной черты (|DD.MM.YYYY DATE), в которую вы можете внести изменения:

- вы можете заменить точки на слешы
- вы можете поменять местами, например MM и DD



The image shows the 'PolyLine Attributes' dialog box. It has several sections for defining attributes: 'Ref Des', 'Part Value', 'Footprint Name', 'Pin Name', and 'Net Name'. Each section includes a dropdown menu, a help icon (?), and checkboxes for 'Apply sizes', 'Height', and 'Stroke width'. The 'Description' section at the bottom has a text area containing '00.00.00|DD.MM.YYYY DATE' and its own 'Apply sizes', 'Height', and 'Stroke width' settings. To the right of the 'Description' text area is a section titled 'Add command template' which is circled in red. This section lists various templates: 'Date', 'Link to part', 'Outline of complex part', 'Pin of complex part', 'Bus connect', 'BOM table', and 'Path to file'. Each template has an 'add' button and a help icon (?). At the bottom right are 'OK' and 'CANCEL' buttons.

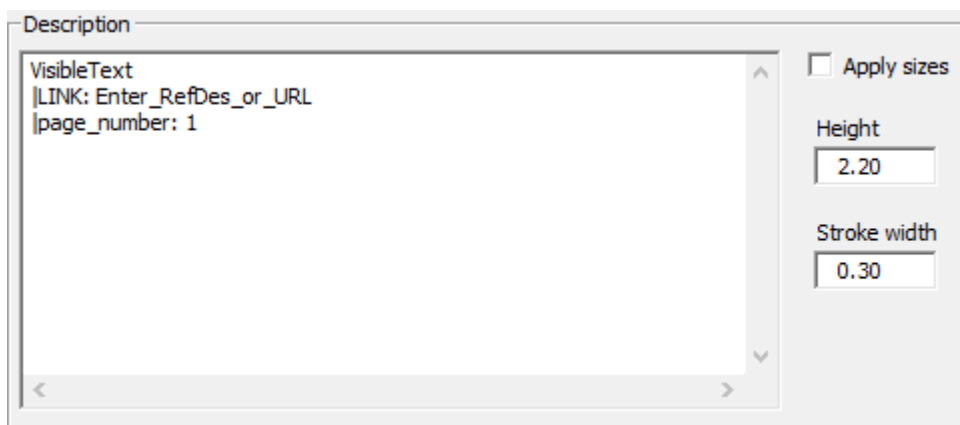
Нажмите ОК и текст текущей даты появится на экране в том формате, который вы выбрали.



### Ссылка на деталь

Следующей командой в диалоговом окне атрибутов полилинии является ссылка на деталь. Нажмите кнопку ADD напротив “Link To Part”, чтобы автоматически вставить шаблон в поле “Description”. Шаблон команды выглядит следующим образом:

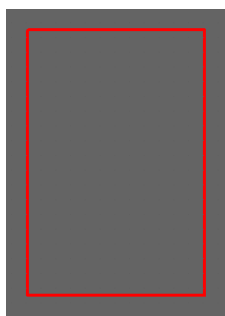




Замените текст “VisibleText” на тот, который хотите отобразить на экране. На второй и третьей строках расположен текст команды. Введите вместо текста “Enter\_RefDes\_or\_URL” позиционное обозначение детали. На следующей строке введите номер страницы, на которой эта деталь находится. Нажмите ОК чтобы сохранить изменения и закрыть диалоговое окно. При наведении курсора мыши на текст ссылки, текст должен подсвечиваться. Это нам говорит о том, что текстовый объект является ссылкой. Чтобы перейти по ссылке кликните мышью с зажатой клавишей CTRL.

## Сложная деталь (иерархический символ)

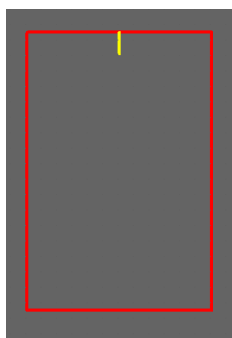
В Schematic Constructor 1.3 вы можете создать комплексную деталь, внутри которой может быть часть схемы, состоящая из простых деталей. В этом случае основная схема будет содержать УГО комплексной детали (прямоугольник с пинами) в любом количестве. Этот инженерный подход удобен при создании многоканальных схем, содержащих идентичные блоки. Роль канала будет выполнять сложная деталь. Схема, находящаяся внутри сложной детали, должна быть нарисована на отдельной странице. Поэтому весь проект с комплексными символами будет располагаться как минимум на двух страницах. Давайте попробуем создать такой проект на примере схемы того же мультивибратора. Нам придется отказаться от составного транзистора и двухцветного светодиода, потому что мы разделим схему мультивибратора на две половинки по вертикали, и это будет два независимых блока. Итак, приступим. Сначала нам нужно создать вторую страницу, на которой мы поместим схему половины мультивибратора в виде комплексной детали. Выберите меню “View >> Add New Page” и введите имя второй страницы. Перейдите на эту страницу, и нарисуйте прямоугольник размером примерно 60 x 90мм, как показано на рисунке ниже.



Нам нужно вывести в качестве пинов сложной детали:

- 1) анод светодиода,
- 2) эмиттер транзистора,
- 3) базу транзистора,
- 4) и точку соединения конденсатора C1 и резистора R3.

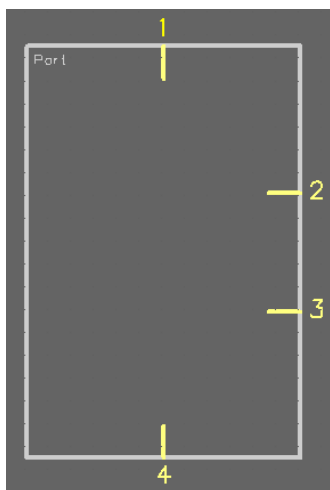
Всего получается 4 пина, которые должна иметь наша комплексная деталь. Нарисуем первый пин наверху и добавим атрибут "Pin Name" так как будто мы создаем обычную деталь.



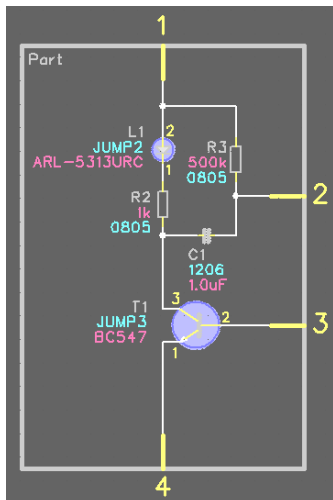
Выделите линию пина и вызовите окно атрибутов, нажав **F1**. Напротив "Pin Name" введите "1", и нажмите ОК. Затем выделите рамкой мыши все объекты (прямоугольник и пин) и снова вызовите окно атрибутов, чтобы ввести имя сложной детали в строку RefDes. Введите например "Part" (или "Channel"), любое имя, без номера. Нажмите ОК.

У нас получилась деталь, состоящая из контурной полилинии и пина "1".

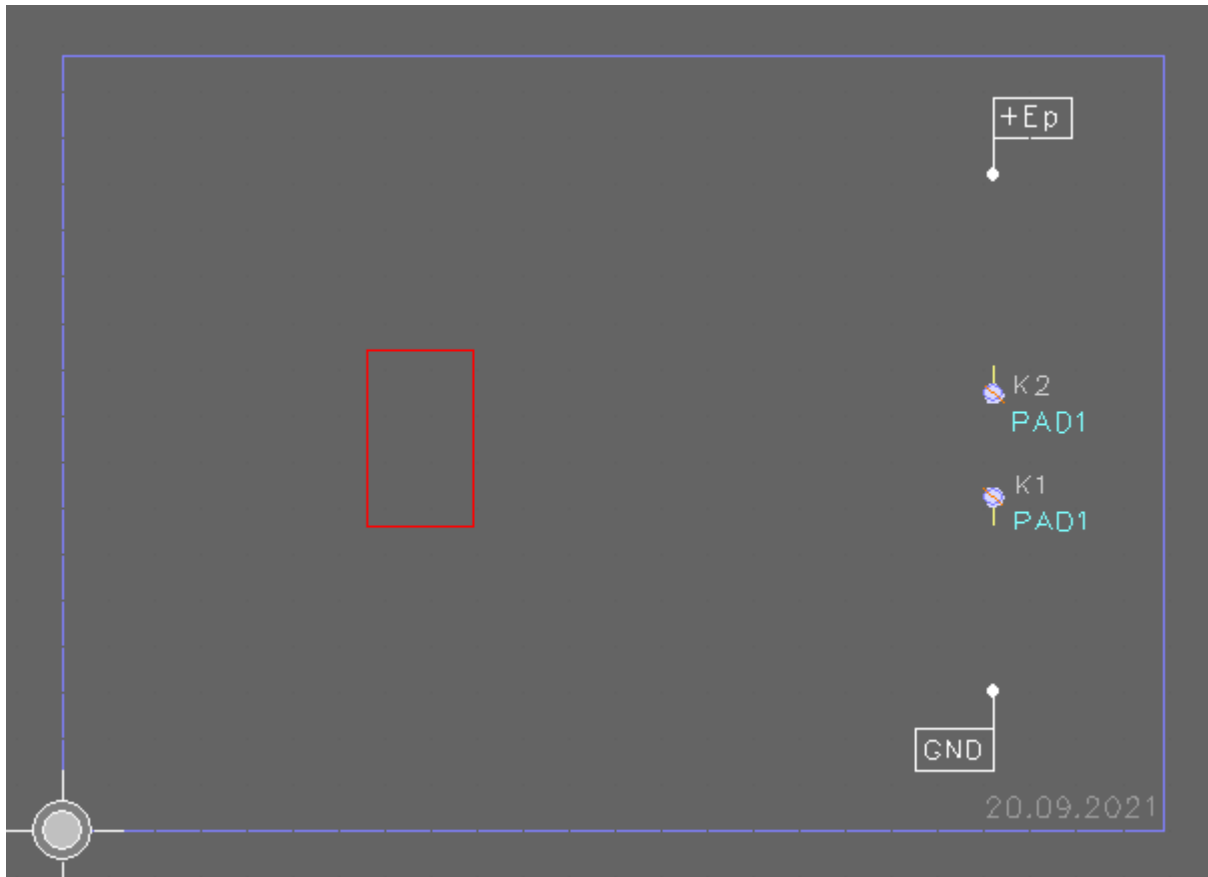
Выделите первый пин и дублируйте его трижды (с помощью сочетания CTRL+C, CTRL+V), чтобы, расположив пины как показано на рисунке, завершить оболочку комплексной детали.



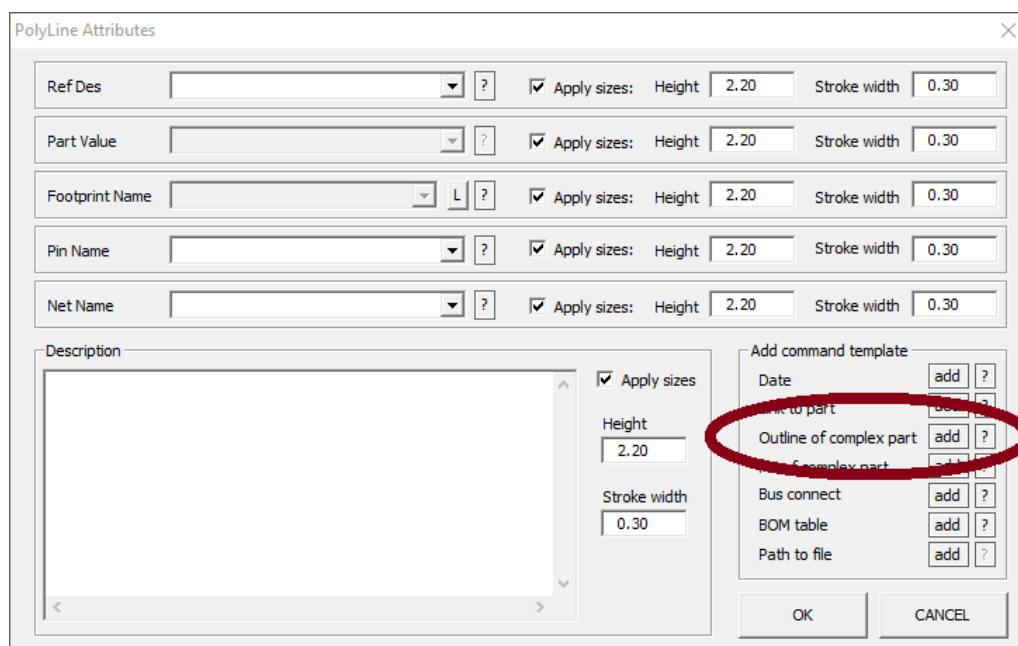
Это имя детали будет служить как бы ярлыком, располагающимся на основной схеме проекта, об этом далее. Теперь добавим половинку схемы мультивибратора внутрь контура этой детали.



Мы завершили рисование сложной детали. Таким образом, текущая страница содержит только схему этой детали и больше ничего. Теперь вернемся на первую страницу нашего проекта, чтобы создать УГО комплексной детали и основную схему мультивибратора. Переключить страницу вы можете, нажав соответствующую цифру на клавиатуре: нажмите “1”, чтобы выбрать первую страницу. Удалите все детали, кроме PAD1, PAD2 и меток цепей +EP и GND. Рядом нарисуйте простой прямоугольник, это у нас будет контурная полилиния УГО первой комплексной детали.



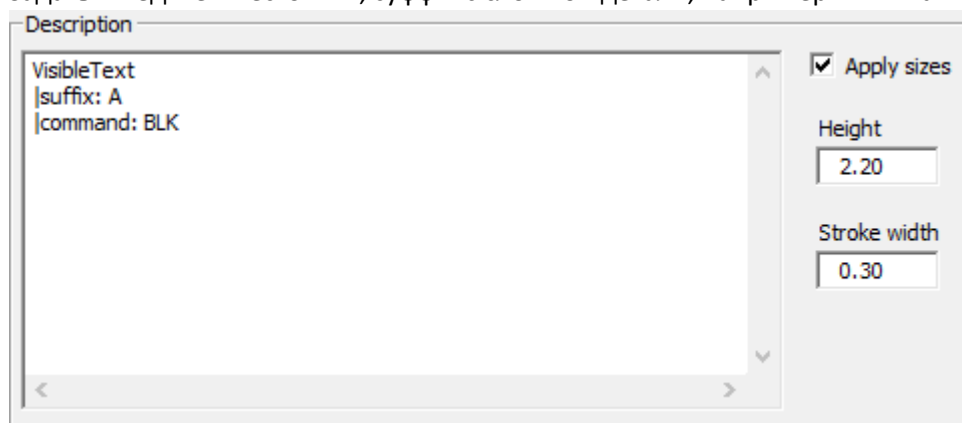
Выделите сторону этой полилинии и нажмите клавишу **F1**, чтобы вызвать окно атрибутов. В диалоговом окне атрибутов нажмите кнопку ADD (Outline of complex part).



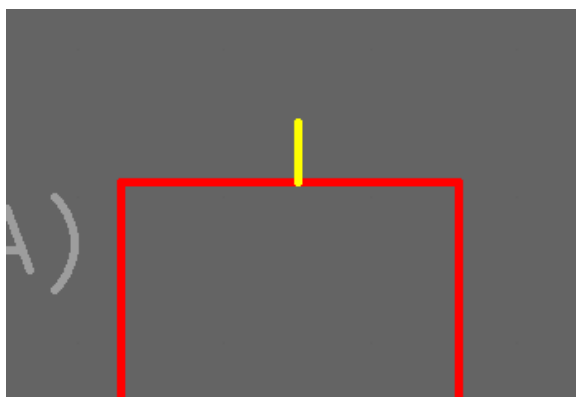
В поле “Description” программа автоматически вставит шаблон команды, указывающий что данная полилиния является контурной полилинией УГО комплексной детали.



Это пустой шаблон, содержащий всего один изменяемый параметр “|suffix: xx”, который вы должны задать. Введите вместо “xx”, суффикс сложной детали, например “A” и нажмите ОК.



Если вы кликните сейчас по этой контурной полилинии, то программа выдаст предупреждение с текстом: “Error! Complex part has no pins”, поэтому следующим шагом необходимо добавить к этому УГО комплексной детали четыре пина, соответствующие тем именам пинов которые мы задали у детали “Part” (на второй странице). Нарисуйте полилинию, состоящую из одного сегмента, как для обыкновенного пина любой детали.



Выделите сторону и нажмите клавишу **F1**, чтобы вызвать окно атрибутов полилинии. В диалоговом окне атрибутов нажмите кнопку ADD (Pin of complex part).

В поле “Description” программа автоматически вставит шаблон команды, указывающий что данная полилиния является пином на УГО комплексной детали.

Это пустой шаблон, содержащий четыре изменяемых параметра:

- 1) “|suffix: xx”, (суффикс - введите такой же как у контурной линии)
- 2) “|LINK: xx”, (имя детали с контуром на схеме комплексной детали, у нас это “Part”)
- 3) “|pin\_name: xx”, (имя пина комплексной детали)
- 4) “|page\_number: xx”, (страница, где находится схема комплексной детали)

введите вместо “xx”, значения как показано на рисунке ниже и нажмите ОК.

Description

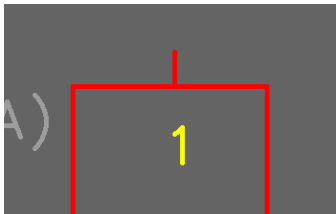
VisibleText  
 |suffix: A  
 |LINK: Part  
 |pin\_name: 1  
 |page\_number: 2  
 |command: BLK\_PTR

☒ Apply sizes

Height  
 2.20

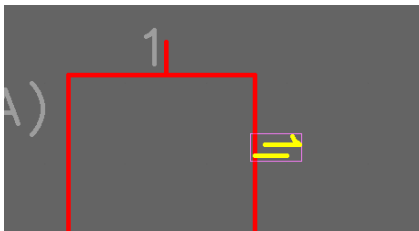
Stroke width  
 0.30

Если всё сделали правильно, то появится текст “1” рядом с полилинией.



Сразу же переместите его наверх, нажав **F4(Move)**. Проверьте не выдаст ли программа какое-либо предупреждение при выделении УГО комплексной детали. Для этого кликните по контурной полилинии УГО. При этом должны стать выделенными оба объекта: и полилиния контура и пин.

Выделив пин-полилинию, дублируйте ее с помощью комбо CTRL+C, CTRL+V. Программа войдет в режим перетаскивания скопированного пина. В этом режиме нажмите **F3**, чтобы повернуть пин на 90 градусов.



Выделите снова полилинию пина и в диалоговом окне атрибутов измените имя пина с “1” на “2” как показано на скриншоте

Description

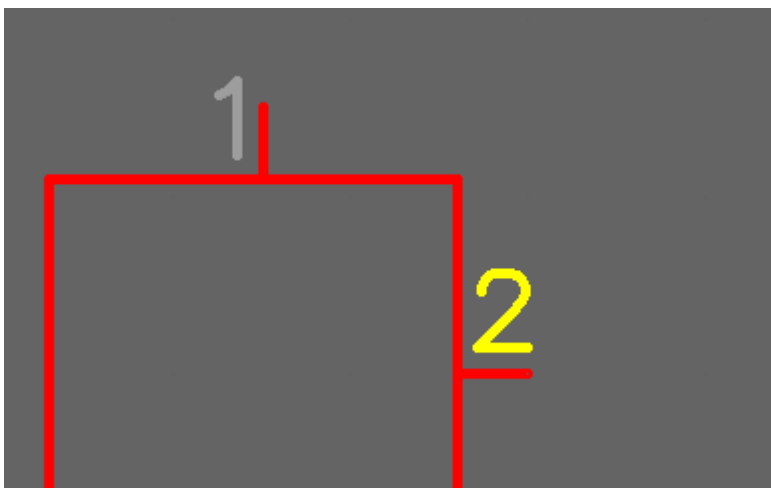
1  
 |suffix: A  
 |LINK: Part  
 |pin\_name: 2  
 |page\_number: 2  
 |command: BLK\_PTR

☐ Apply sizes

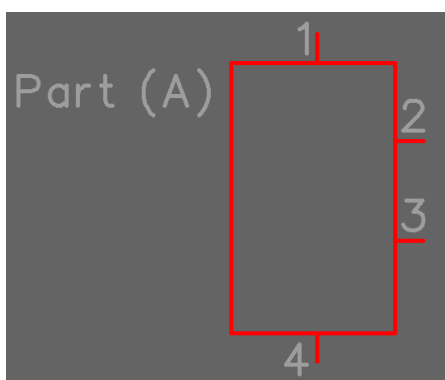
Height  
 2.20

Stroke width  
 0.30

Нажмите ОК, чтобы сохранить изменения и закрыть диалоговое окно атрибутов. Выделите текст “2” и включите режим перетаскивания, нажав функциональную клавишу **F4**. В режиме перетаскивания нажмите **F3**, чтобы повернуть текст на 90 градусов.

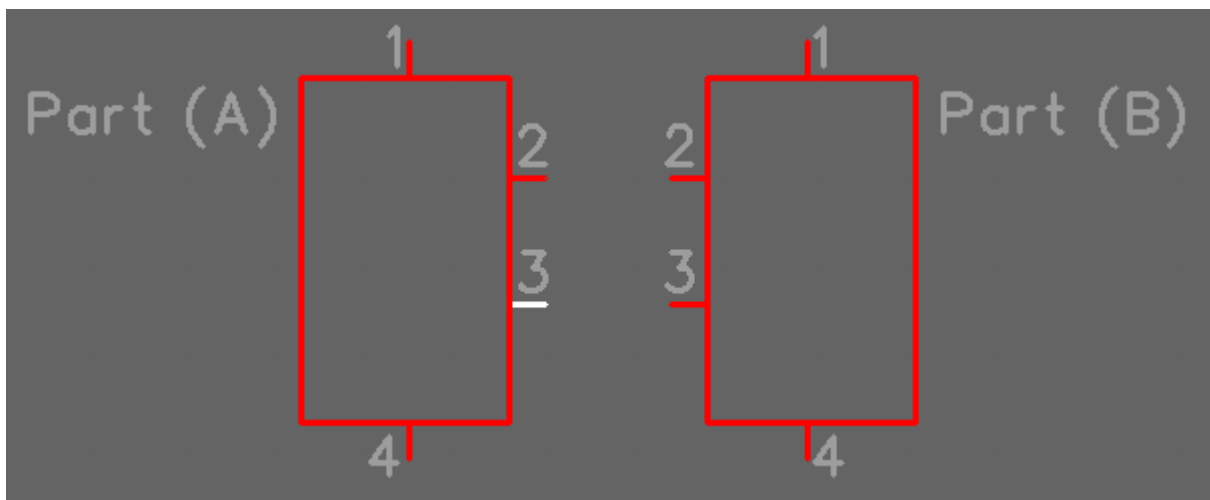


Таким же образом создайте еще два пина с именами “3” и “4” для комплексной детали. В итоге у нас получится УГО комплексной детали.



Кликните по контурной полилинии УГО. При этом должны стать выделенными все 5 объектов: полилиния контура и 4 пина. Программа не должна выдавать какое-либо предупреждение при выделении УГО комплексной детали.

Теперь нам нужно создать копию такого же УГО, расположив его справа, и сделать ей зеркальное отображение. Выделите целиком УГО комплексной детали, кликнув мышью по контурной линии, затем дублируйте ее, нажав CTRL+C и CTRL+V. Сделайте зеркальное отражение выделенной группы с помощью функциональной кнопки **F3**.



В завершении нужно соединить пины комплексных деталей согласно схеме мультивибратора.

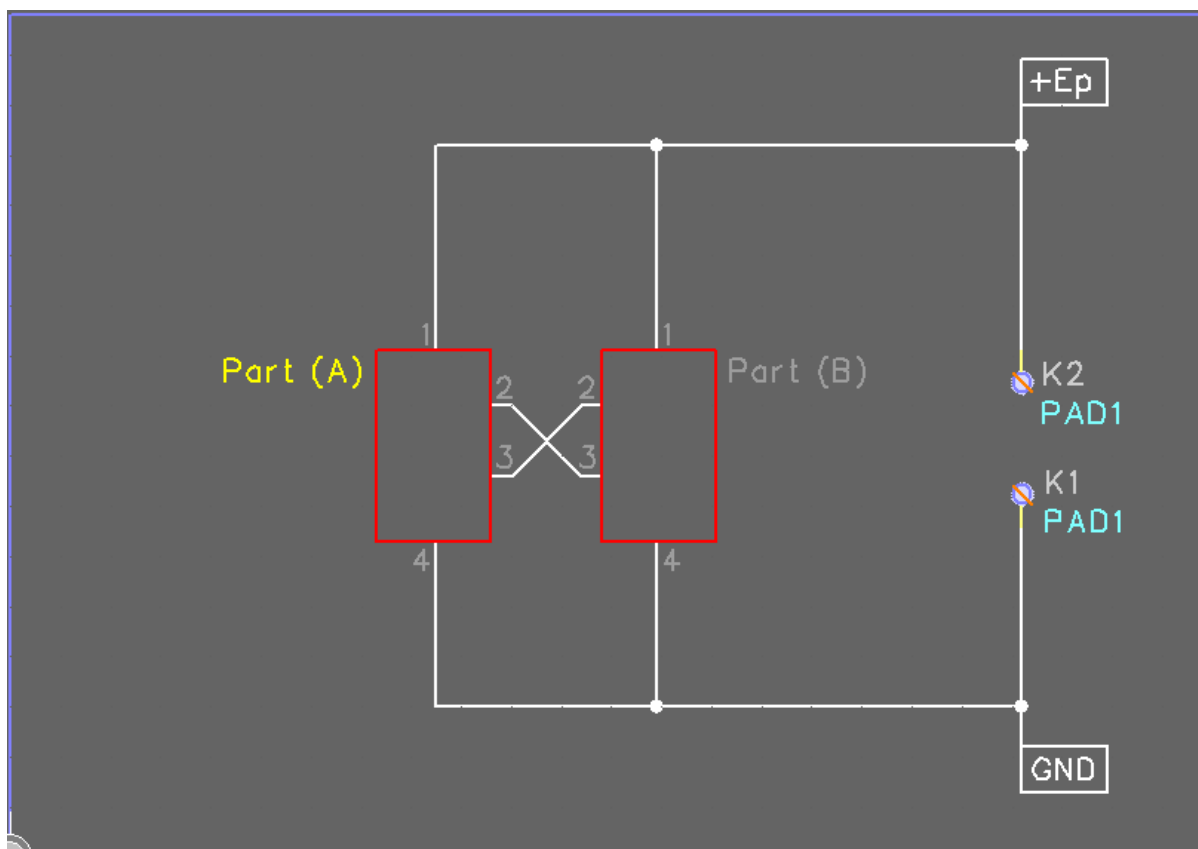
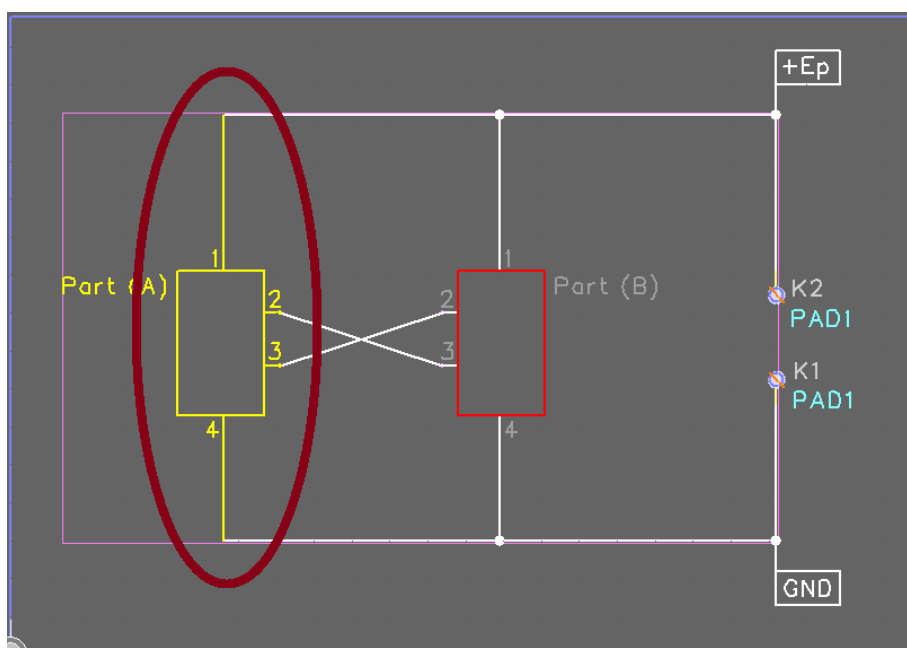


Схема готова. Сгенерируйте нетлист, выбрав пункт меню **"File >> Save with netlist file"**.

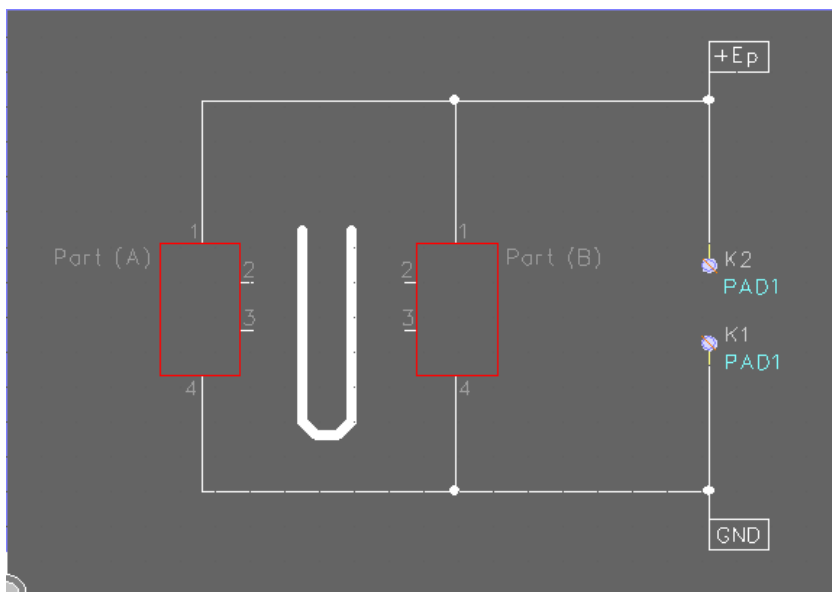
## Электронная шина

Давайте осуществим соединения пинов "2" и "3" при помощи электронной шины. Выделите объекты, расположенные слева, которые на скриншоте обведены эллипсом, и переместите их влево, чтобы освободить место между левой и правой частями электрической схемы. Перемещайте объекты стрелками на клавиатуре.





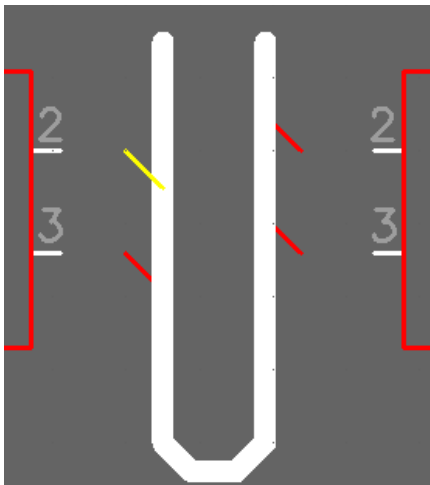
Удалите связи, соединяющие пины "2" и "3", и нарисуйте вертикальную полилинию электронной шины. Поскольку электронная шина должна быть толстая, то выделите ее и нажмите функциональную клавишу "F7 – Edit Properties", чтобы изменить ее ширину. Задайте 1.5мм, снимите галочку "Apply to lines with a range width", выберите слой полилинии например "Front Layer1", и нажмите OK, чтобы сохранить изменения.



Выделите эту полилинию и вызовите диалоговое окно атрибутов с помощью кнопки F1. В поле "Description" введите имя электронной шины (например BUS-1), и нажмите OK.



Электронная шина почти готова, осталось только подключиться к ней. Нарисуйте четыре полилинии под углом 45 градусов, как на скриншоте.



Выделите одну из них и в диалоговом окне атрибутов нажмите ADD напротив команды Bus Connect.

PolyLine Attributes

Ref Des: [ ] ? ☒ Apply sizes: Height 2.20 Stroke width 0.30

Part Value: [ ] ? ☒ Apply sizes: Height 2.20 Stroke width 0.30

Footprint Name: [ ] L ? ☒ Apply sizes: Height 2.20 Stroke width 0.30

Pin Name: [ ] ? ☒ Apply sizes: Height 2.20 Stroke width 0.30

Net Name: [ ] ? ☒ Apply sizes: Height 2.20 Stroke width 0.30

Description: [ ] ☒ Apply sizes: Height 2.20 Stroke width 0.30

Add command template:

Date	add	?
Link to part	add	?
Outline of complex part	add	?
Bus connect	add	?
Path to file	add	?

OK CANCEL

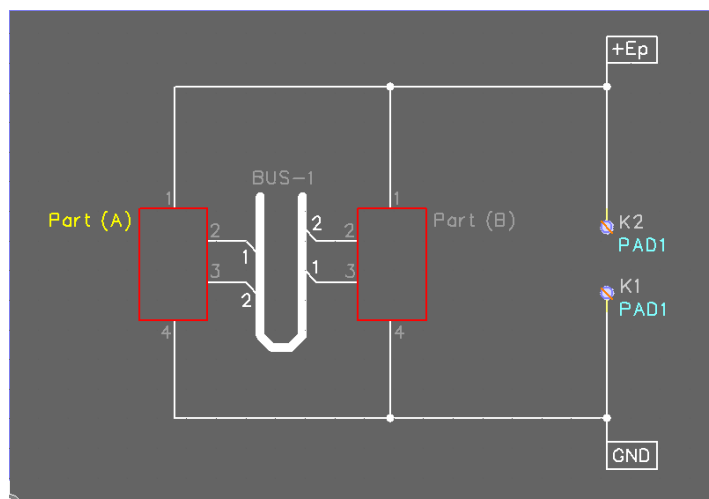
В поле “Net Name” программа автоматически вставит шаблон команды, указывающий что данная полилиния является меткой электронной шины.

Net Name: EnterNetName|EnterBusName ? ☒ Apply sizes: Height 2.20 Stroke width 0.30

Это пустой шаблон метки электронной шины. Введите слева от вертикальной черты текст “1” (вместо “EnterNetName”), а справа от вертикальной черты (вместо текста “EnterBusName”) введите имя шины, которой мы уже дали имя “BUS-1”.

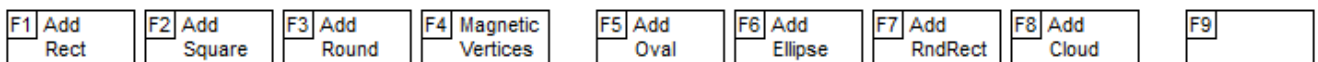
Net Name: 1|BUS-1 ? ☒ Apply sizes: Height 2.20 Stroke width 0.30

Нажмите ОК, чтобы завершить создание метки. Создайте таким же способом остальные три метки для электронной шины, и затем соедините согласно схеме.

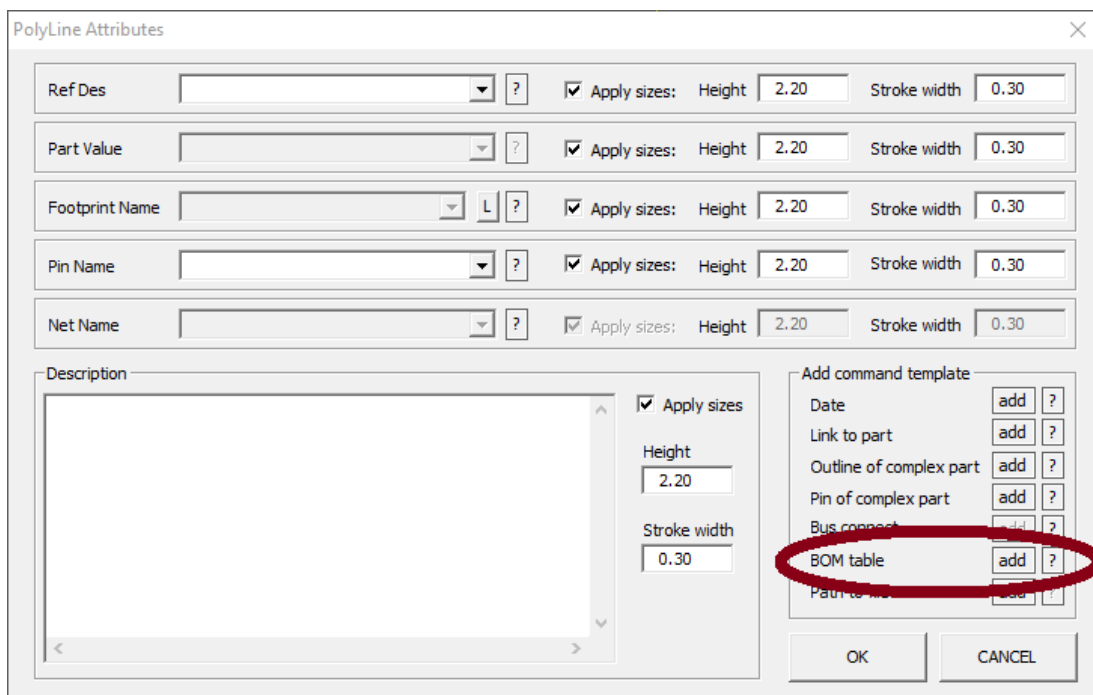


## Авто обновляемая BOM-таблица

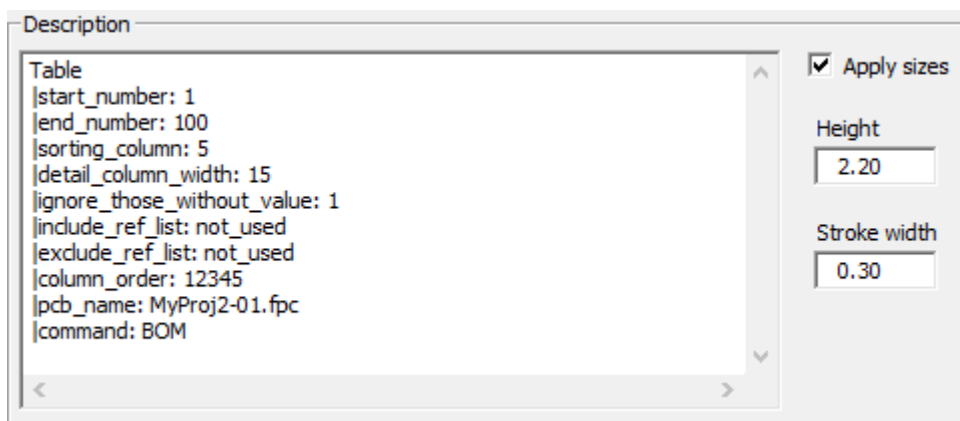
В Schematic Constructor 1.3 можно вставить BOM-таблицу на любую страницу проекта. Таблица может быть вставлена внутрь прямоугольной замкнутой полилинии с помощью специальной текстовой команды. При этом таблица вставляется автоматически в прямоугольник, занимаемый площадью полилинии, не важно какую форму и сколько углов при этом имеет полилиния. Делается всё это с помощью текстовой команды “BOM Table” в поле “Description” атрибутов полилинии. Добавьте любой прямоугольник или квадрат на рабочее поле. Для этого кликните функциональную клавишу “F3 – Add Polyline”, откроется диалоговое окно свойств полилинии, нажмите OK, чтобы продолжить, без изменения каких-либо опций. Программа перейдет в режим рисования и появится меню выбора стандартных форм. Выберите F1 или F2.



Выделите сторону нарисованного прямоугольника и вызовите окно атрибутов полилинии, клавишей “F1 – Set Attributes”. Нажмите кнопку ADD напротив заголовка командного шаблона “BOM table”.



В поле “Description” автоматически появится текстовый шаблон с настраиваемыми параметрами BOM-таблицы.



В этом шаблоне команды, в отличие от команд создания комплексной детали, практически все параметры уже установлены изначально, поэтому вы можете сразу же нажать ОК, чтобы завершить создание BOM-таблицы. Перед нажатием ОК, стоит проверять правильность имени файла печатной платы, это предпоследняя строка (|pcb\_name: ...”), чтобы программа не выдала ошибку.

PCB: MyProj2-01.fpc				
ITEM	VALUE	FOOTPRINT	CNT	DETAILS
1	1.0uF	1206	2	C1A, C1B
2	ARL-5313URC	JUMP2	2	L1A, L1B
3	500k	0805	2	R3A, R3B
4	1k	0805	2	R2A, R2B
5	BC547	JUMP3	2	T1A, T1B

Таблица содержит пять колонок:

- 1) Item
- 2) Value
- 3) Footprint
- 4) Count
- 5) Details (позиционные обозначения)

Описание пунктов команды:

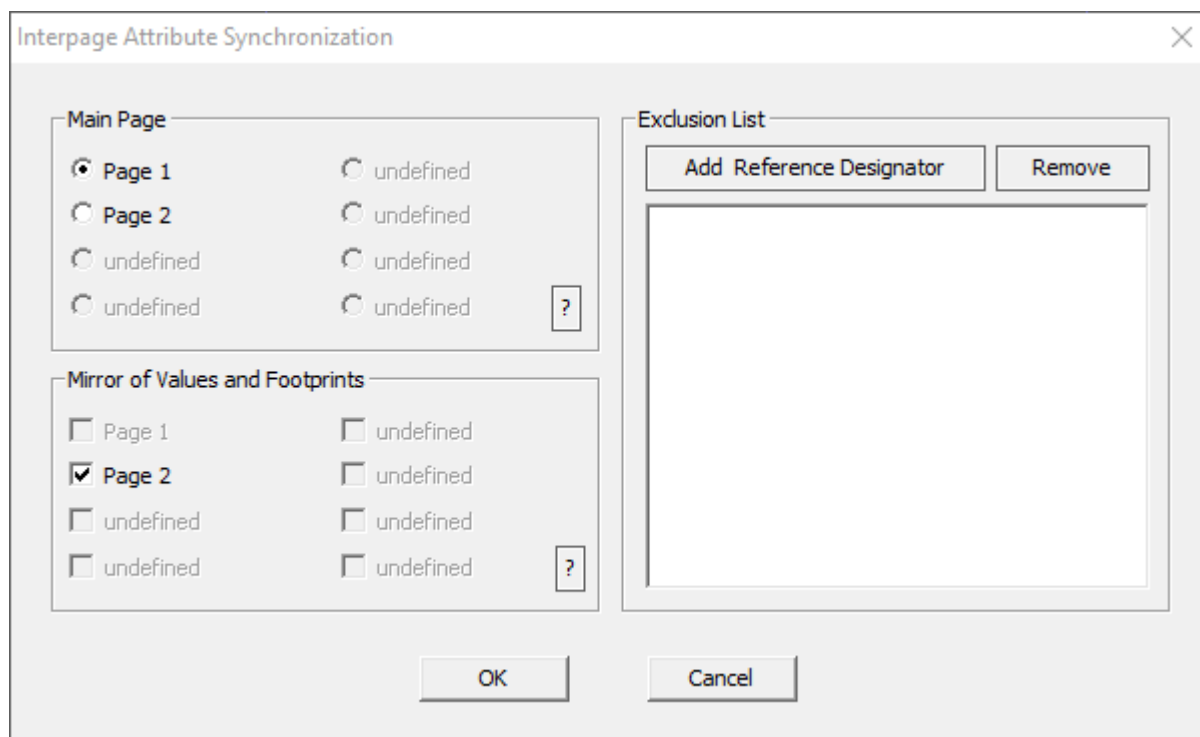
- 1) **|start\_number: 1** = значение начального номера в таблице. Если вы хотите вставить фрагмент таблицы, а не целиком BOM-таблицу, то просто измените значение стартового номера, и таблица начнется с того номера (по полному списку), который вы укажете.
- 2) **|end\_number: 100** = значение конечного номера в таблице. Если ваша BOM-таблица содержит много строк, то вы можете разделить таблицу и создать две разные таблицы, например первая таблица содержит строки с 1 по 25, а вторая строки с 26 и до конца полного списка. Для первой таблицы:  
|start\_number: 1  
|end\_number: 25  
Для второй таблицы укажите:  
|start\_number: 26  
|end\_number: 999
- 3) **|sorting\_column: 5** = сортировка пунктов в таблице, по умолчанию выбран пятый столбец – это сортировка по RefDes. Вы можете изменить это значение, введя число от 2 до 5.
- 4) **|detail\_col\_width: 15** = ширина столбца “Details”. Вы можете увеличить или уменьшить это число
- 5) **|ignore\_thouse\_without\_value: 1** = игнорирование деталей, у которых отсутствует атрибут “Value”. Вы можете ввести либо “0”, либо “1”
- 6) **|include\_ref\_list: not\_used** = создание BOM-таблицы по списку какого-либо рефлиста. В этом случае BOM-таблица будет содержать только те детали, которые присутствуют в хранящемся списке (см. параграф Reflists). Введите имя рефлиста, или введите текст “not\_used”, чтобы не использовать эту опцию
- 7) **|exclude\_ref\_list: not\_used** = создание BOM-таблицы, исключающей детали, которые присутствуют в хранящемся списке. Если вы хотите исключить из BOM-таблицы какие-либо

детали, то сначала через меню “Project >> Reflists” создайте Ref-list с этими деталями, а затем в этом пункте вместо текста not\_used введите имя своего рефлиста.

- 8) |column\_order: 12345 = порядок следования колонок в таблице. Вы можете менять эти цифры местами
- 9) |pcb\_name: <pcb\_file\_name.fpc> = имя печатной платы, для которой создаете BOM-таблицу. Список печатных плат находится в меню “File >> Netlist Settings”.

## Межстраничная синхронизация атрибутов

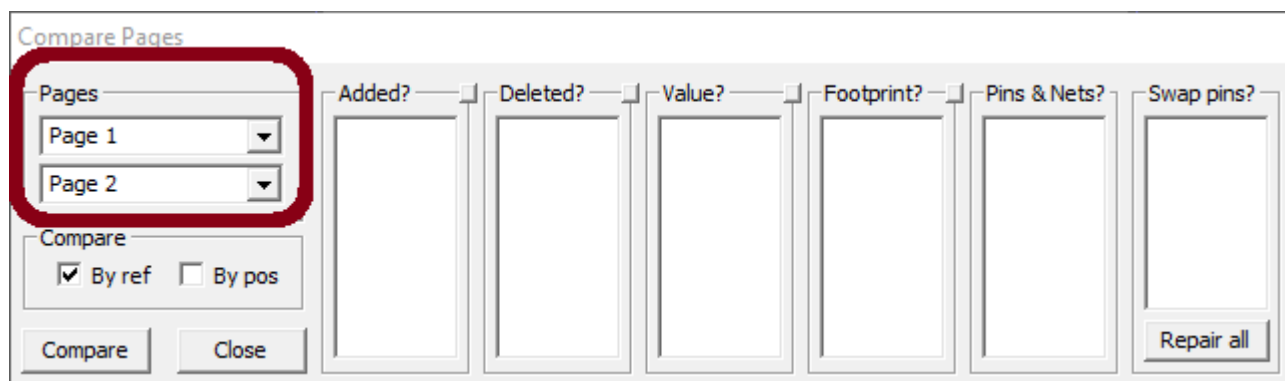
Если ваш схема влезла на одну страницу, то вы можете пользоваться опцией “Межстраничная синхронизация атрибутов”. Эта опция используется, когда вы хотите создать две или более одностраничные схемы в одном файле, где каждая следующая схема является модификацией основной схемы, расположенной на главной странице. Списки позиционных обозначений деталей должны совпадать во всех схемах, и тогда программа будет поддерживать синхронизацию атрибутов VALUE и FOOTPRINT на всех страницах. Каждый раз при внесении изменения в атрибуты VALUE и FOOTPRINT детали на главной странице, программа будет копировать эти атрибуты на другие страницы. Итак, для начала сделайте дубликат основной схемы, разместив его на другой странице. Чтобы дублировать основную схему, нужно выделить всё на основной странице со схемой, нажав CTRL+A, и скопировать содержимое главной страницы с помощью CTRL+C. Затем нужно переключиться на следующую страницу и вставить на нее скопированную схему с помощью CTRL+V. Теперь вы можете внести в нее какие-то изменения, если необходимо, и затем включить синхронизацию атрибутов. Выберите из главного меню пункт “Project >> Interpage Attribute Synchronization”



В правой части окна имеется список исключений, содержащий в себе те детали, к которым синхронизация применяться не должна по желанию разработчика. Добавить деталь вы можете, нажав кнопку “Add Reference Designator” и выбрав RefDes из списка.

## Сравнение страниц

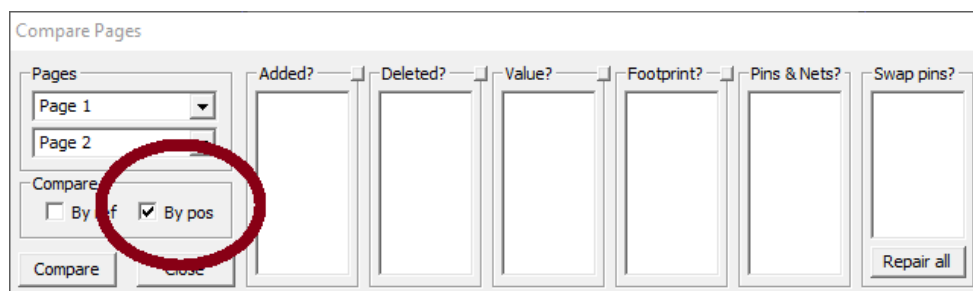
Когда ваш проект включает в себя несколько модификаций одностраничных схем, подобных друг другу (как описано в предыдущем параграфе), то иногда необходимо найти различия в схемах и атрибутах деталей. Без инструмента сравнения страниц это сделать бывает сложно. Вызовите окно сравнения страниц из меню “**Project >> Compare >> Pages**”. Это окно работает в фоновом режиме, поэтому может оставаться открытым даже при редактировании схемы. Выберите страницы, которые хотите сравнивать. Верхний бокс условно будем считать главной страницей, а нижний – второстепенной страницей.



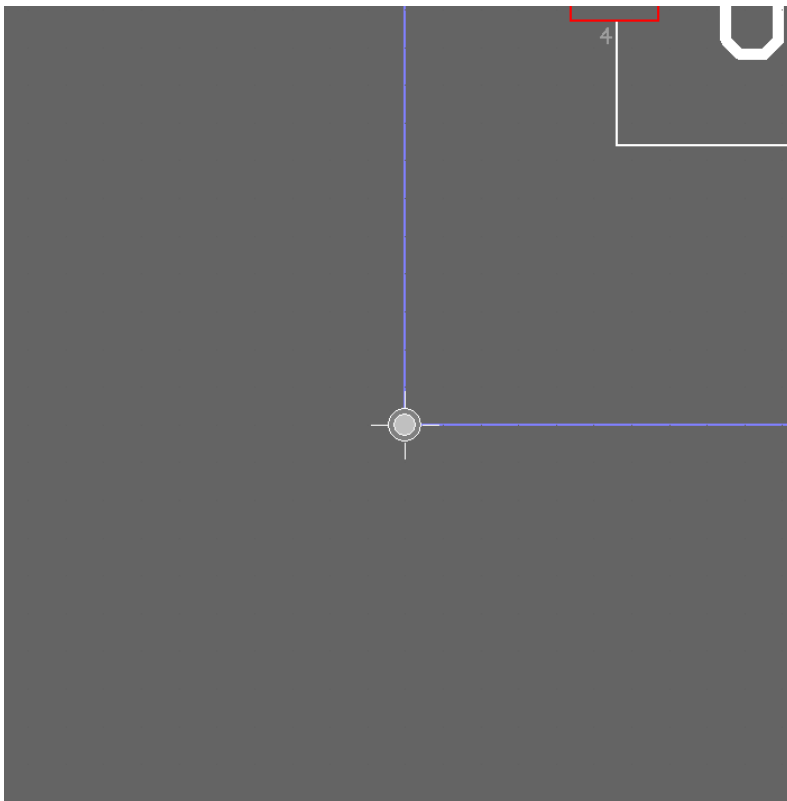
Затем под комбобоксом выбора страниц выберите режим сравнения:

- by reference designators
- by part positions

По умолчанию выбрано сравнение по RefDes детали. При этом программа сканирует детали на первой странице и ищет деталь с тем же RefDes на второй странице, чтобы затем проверить различия в атрибутах и цепях соединения пинов. Но если вы сделаете глобальное переименование деталей на одной из страниц, то сравнение страниц станет невозможным. Единственный вариант в этом случае – это выбрать второй режим сравнений (- by part positions)



Но этот вариант будет работать только когда на обеих схемах совпадают координаты соответствующих деталей хотя бы приблизительно. Задача в том, чтобы сделать начало координат в одном и том же месте для обеих страниц. Если вы используете рамку страницы, то выберите угол рамки, и нажмите горячую клавишу “O” (Origin) или воспользуйтесь меню “**Tools >> Set Origin into selected item**”, чтобы установить начало координат в выбранную вершину. Сделайте то же самое и для другой страницы.



Теперь нажмите кнопку “Compare” для сравнения страниц. Диалоговое окно имеет 6 листбюксов, которые будут заполнены в случае нахождения различий.

Давайте создадим две тестовые схемы, и сравним их с помощью данной опции. Схемы разместим на страницах 3 и 4.

СХЕМА1 (на странице Page3):

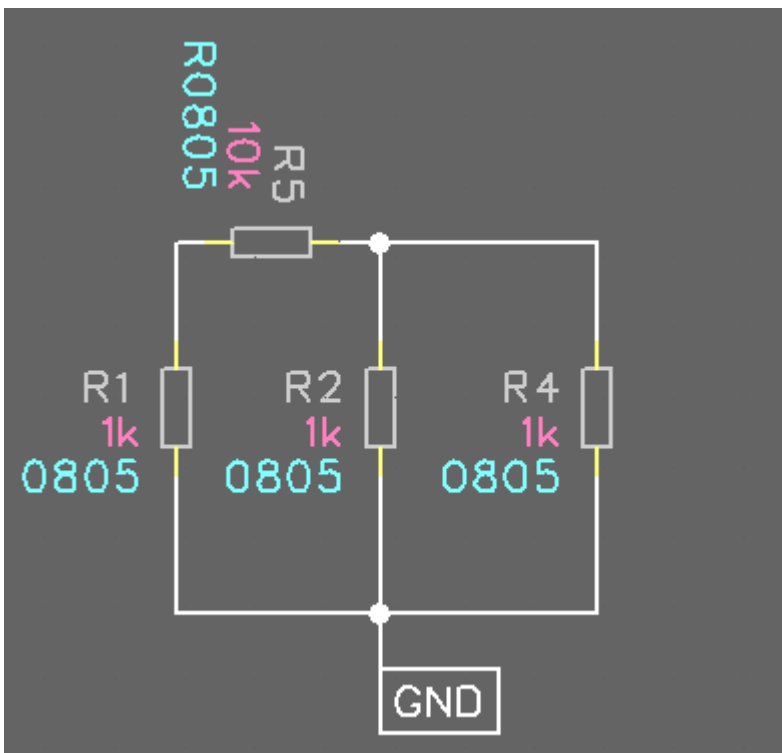
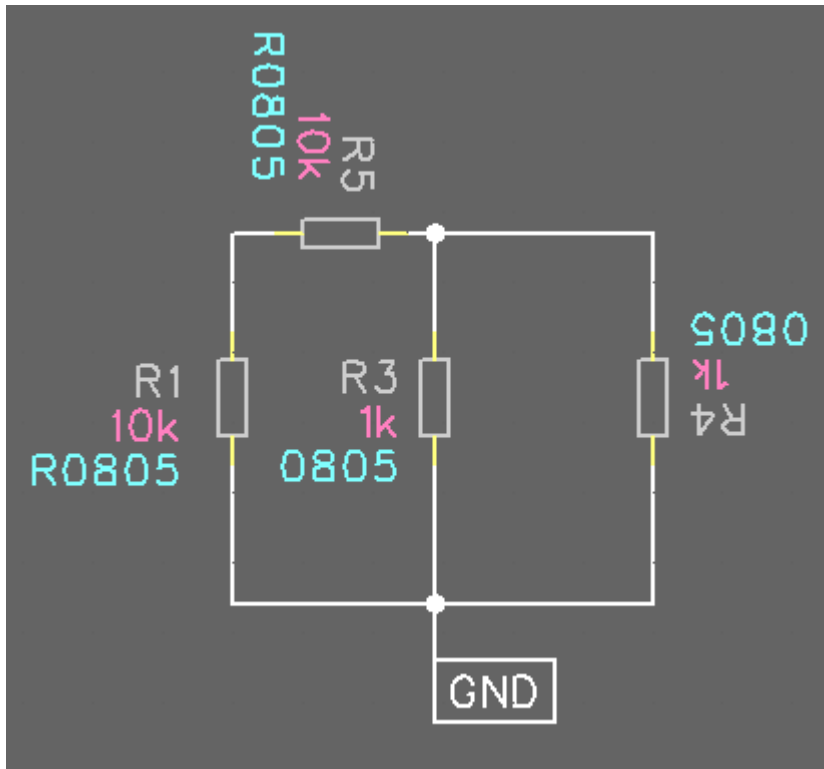
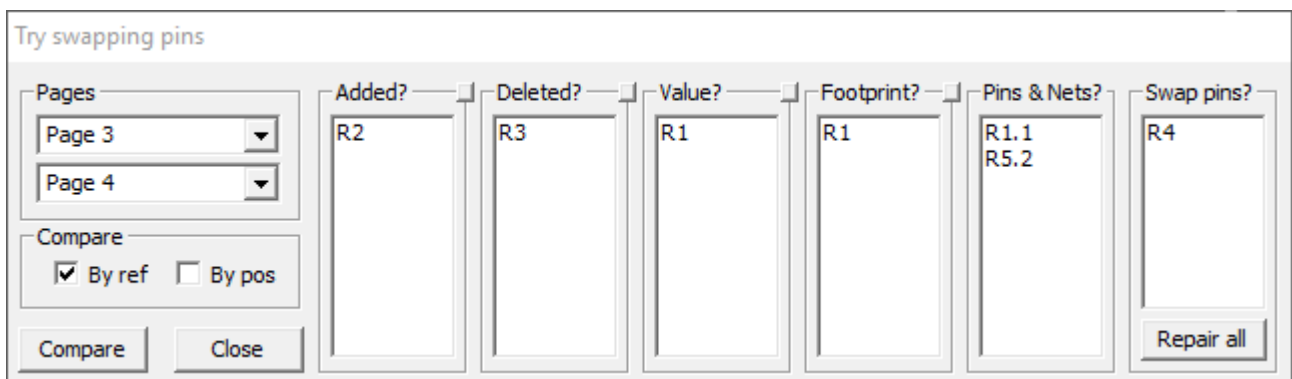


СХЕМА2 (на странице Page4):



Во второй схеме мы изменили у детали R1 атрибуты VALUE и FOOTPRINT, затем удалили R2 и добавили вместо него R3, а резистор R4 повернули на 180 градусов. Жмем кнопку “Compare” и получаем следующий результат:



Разберемся в данных, которые мы получили в диалоговом окне.



Поскольку верхний комбобокс выбора страниц указывает на главную страницу, то все полученные данные интерпретируются относительно этой страницы (в нашем случае главная страница это “Page 3”, второстепенная - “Page 4”). Листбок “Added” содержит детали, которые были добавлены на главную страницу относительно второстепенной. Двойной клик по элементу списка, перемещает фокус на деталь.

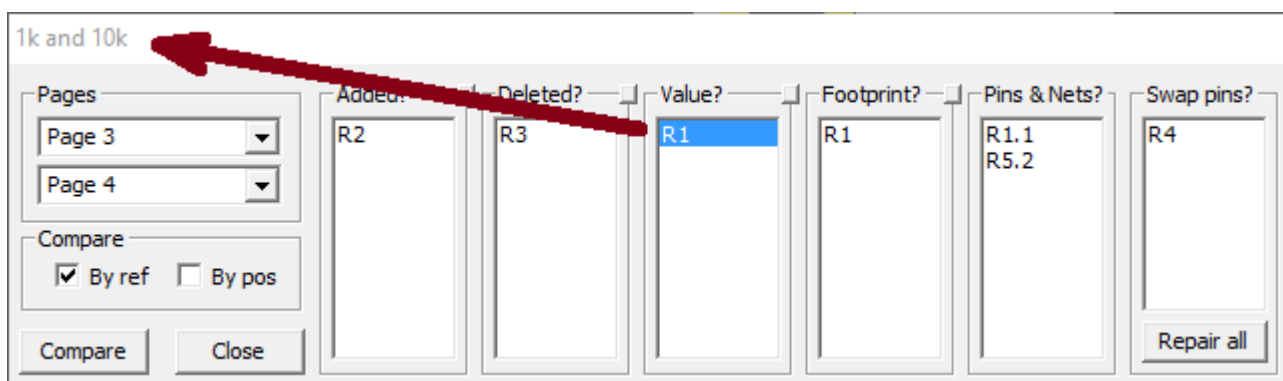




Листбок "Deleted" содержит детали, которые были удалены с главной страницы относительно второстепенной. Двойной клик по элементу списка, перемещает фокус на деталь.



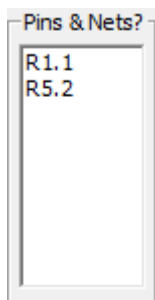
Листбок "Value" содержит детали, которые отличаются друг от друга атрибутом VALUE. Кликните на элемент списка и в заголовке диалогового окна вы увидите два текстовых значения: Первый – это атрибут VALUE детали на главной странице, второй – это атрибут VALUE детали второстепенной страницы.



Двойной клик по элементу списка, перемещает фокус на деталь, расположенную на текущей странице.



Листбок "Footprint" содержит детали, которые отличаются друг от друга атрибутом FOOTPRINT. Кликните на элемент списка и в заголовке диалогового окна вы увидите два текстовых значения: Первый – это атрибут FOOTPRINT детали на главной странице, второй – это атрибут FOOTPRINT детали второстепенной страницы. Двойной клик по элементу списка, перемещает фокус на деталь, расположенную на текущей странице.



Листбок "Pins&Nets" содержит пины деталей, которые имеют отличие в подключении к цепи. Двойной клик по элементу списка, перемещает фокус на пин на текущей странице.



Листбок "Swap pins" содержит список двух-пиновых деталей на главной странице, предположительно повернутых на 180 градусов относительно тех же деталей на второстепенной странице. При нажатии кнопки "Repair All" произойдет автоматическое исправление всех деталей по списку на текущей странице.

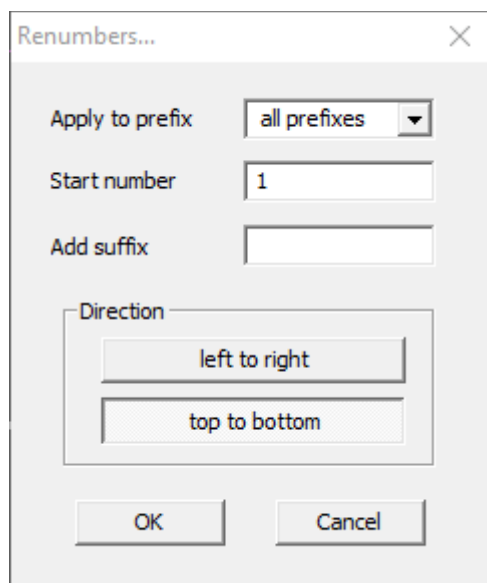
## Сравнение нетлистов

Вы также можете сравнить текущий нетлист открытого проекта с любым внешним нетлистом в формате PADS-PCB. В Schematic Constructor эта опция нам нужна для того, чтобы можно было сравнить два разных проекта. В частности, вы можете сравнить текущий проект с предыдущей версией этого же проекта. Программа осуществляет эту возможность путем сравнения двух нетлистов – текущего и загруженного. Поэтому сначала необходимо создать текущий нетлист. Нажмите "File >> Save with netlist file" пункт меню, чтобы сделать это (закройте появившееся диалоговое окно). Теперь загрузите внешний нетлист вызвав диалоговое окно "Project >> Compare >> PADS-PCB netlists". В Schematic Constructor нетлисты всегда сохраняются в текущий каталог с проектом в папку: "..\related\_files\CDS\_netlist\<pcb\_file\_name.fpc.net>". Выберите какой-либо файл нетлиста. После загрузки нетлиста процедура сравнения такая же, как и в предыдущем параграфе.

## Глобальная ренумерация деталей

Schematic Constructor поддерживает глобальную ренумерацию деталей проекта. Эта опция осуществляет автоматическое переименование выделенных деталей на странице. Если вы хотите переименовать все детали на текущей странице, то выделите все компоненты страницы, нажав стандартную комбинацию CTRL+A. Затем выберите пункт меню "Tools >> Clear part numbers", чтобы стереть все номера деталей в выделенной группе. В появившемся диалоговом окне нажмите ОК. После этого не снимая выделение выберите пункт меню "Tools >> Renumber part designations". В появившемся диалоговом окне вы можете изменить направление переименования, добавить суффикс к деталям (например R1A, где A – суффикс), а также изменить стартовый номер, с которого начнется ренумерация.

Обычно стартовый номер изменять нет необходимости, потому что в любом случае программа не допустит дублирования RefDes деталей для текущего проекта.



При перенумерации деталей программа создаст файл переименования для совместимого редактора печатных плат Freepcb-2.3, чтобы автоматически переименовать эти же детали в файле печатной платы. Переименование деталей происходит в момент перезагрузки нетлиста в редакторе печатных плат. Поэтому после ренумерации сразу же сгенерируйте нетлист и обновите его в редакторе Freepcb-2.3 (В схемном редакторе это меню **"File >> Save with netlist file"**)

#### Рекомендации:

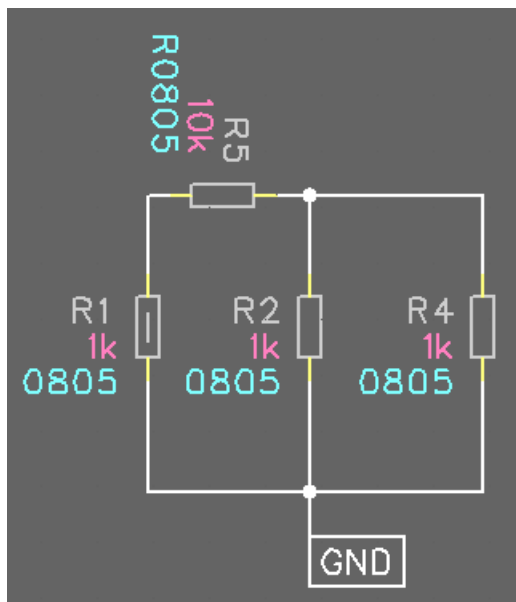
- 1) **Делайте ренумерацию только с синхронизованным нетлистом между схемой и печатной платой. (Нетлисты синхронизируются при загрузке нетлиста из схемы в печатную плату. В редакторе схем выберите меню "File >> Save with netlist file", затем в появившемся диалоговом окне нажмите кнопку YES, чтобы запустить Freepcb-2.3 и обновить нетлист в PCB-файле, и затем обязательно сохраните PCB-файл, нажав дискетку)**
- 2) **Не добавляйте новые детали на схему непосредственно перед ренумерацией.**
- 3) **Сразу же после ренумерации сгенерируйте нетлист и обновите его в PCB-редакторе.**

## Графическая коррекция УГО детали

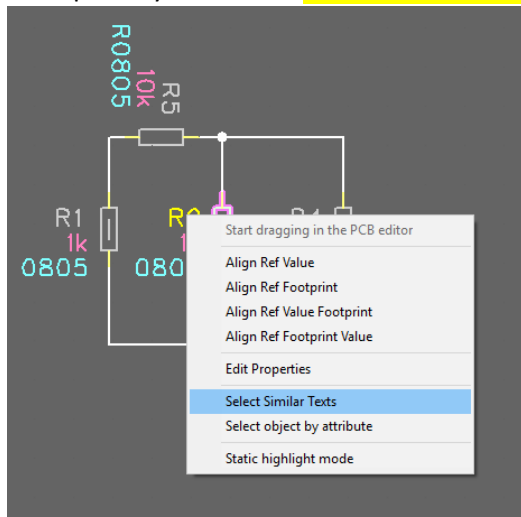
Иногда нам требуется подкорректировать паттерн какой-либо детали – изменить размеры, переместить вершину полилинии контура, добавить текстовый атрибут "Description", и др. Если ваш проект схемы содержит много одинаковых паттернов деталей (таких как резисторы или конденсаторы), то вы можете внести графические изменения в одну деталь, и затем в группе выделенных деталей с помощью опции заменить старый паттерн детали на новый.

Пример:

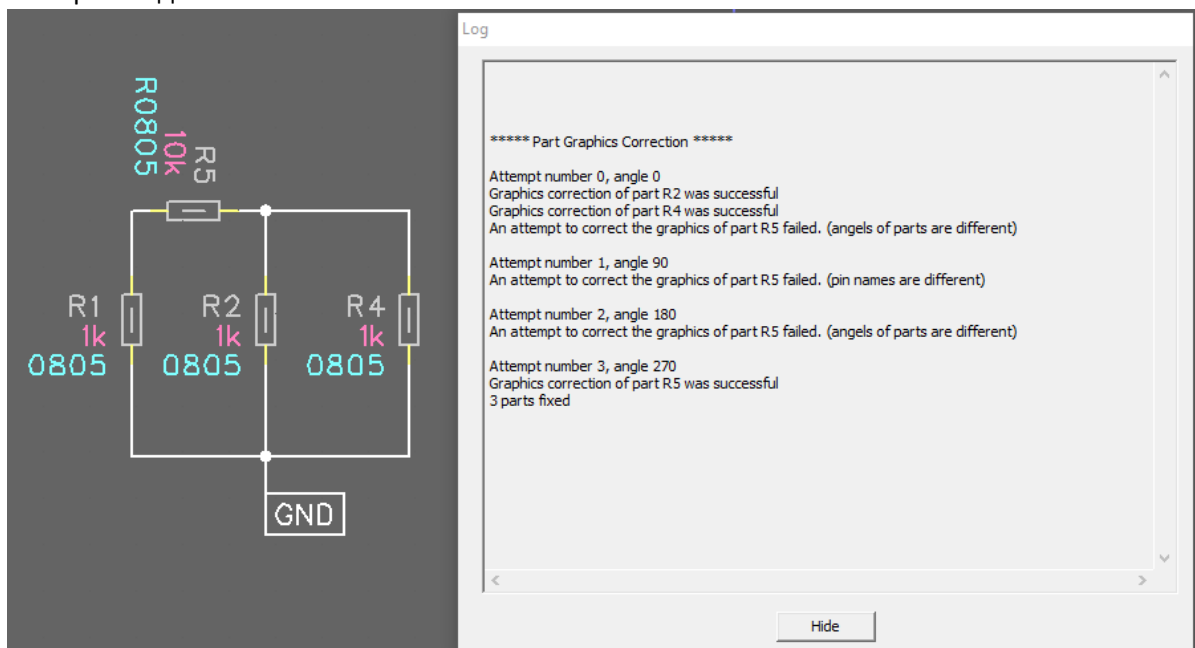
- 1) **Внесите изменения в паттерн одного из резисторов, добавив линию внутри контура.**



- 2) Выделите текст R2, кликнув по нему левой кнопкой мыши
- 3) Вызовите контекстное меню правой кнопки.
- 4) Выберите пункт меню “Select Similar Texts”



- 5) Выберите пункт меню “Tools >> Graphic Correction >> Replace Part Pattern”
- 6) Выберите в диалоговом окне R1 и нажмите OK



## Графическая коррекция подобных полилиний

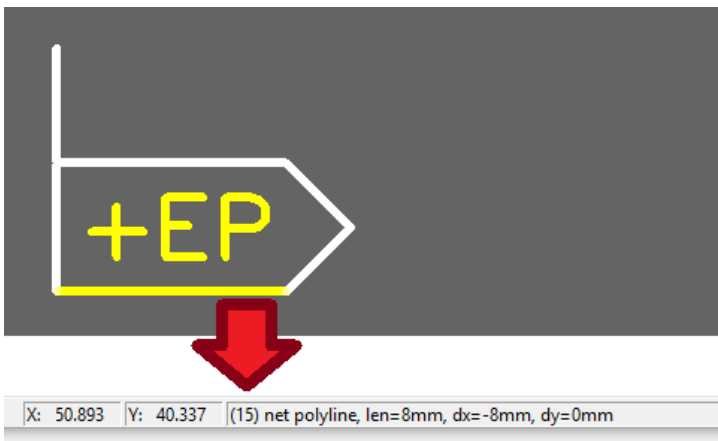
Иногда нам требуется подкорректировать метку цепи, изменив паттерн полилинии. Если ваш проект схемы содержит много меток цепей, то вы можете внести изменения в одну метку цепи, затем выделить группу подобных полилиний и с помощью опции заменить старые полилинии на новые.

Пример:

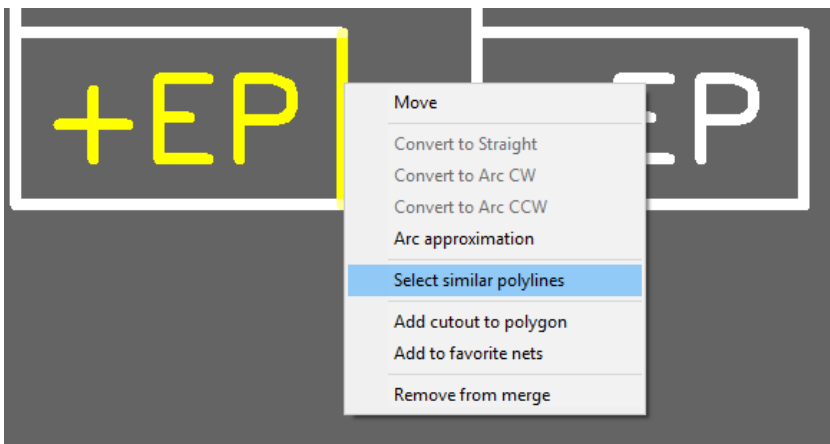
У нас есть три метки, одна из которых (справа) изменена.



Сейчас мы автоматически скорректируем те метки, что слева, сделав их такими же как метка справа. Кликните по метке справа (по метке-образцу), чтобы запомнить порядковый номер полилинии метки. Номер полилинии будет показан в статусной строке внизу окна. В нашем случае это номер 15, необходимо его запомнить.

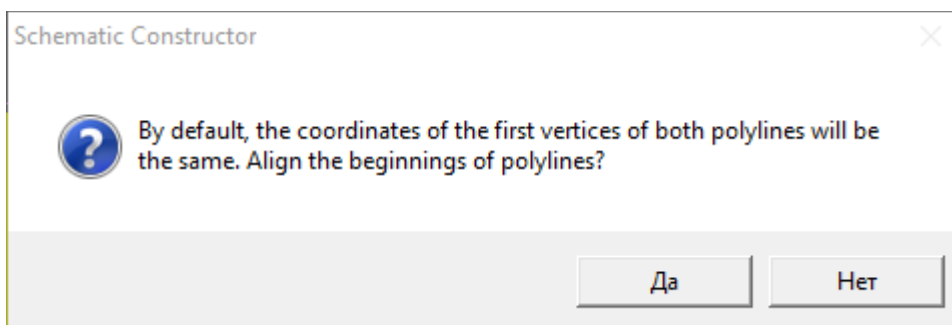


Чтобы программа сама нашла похожие метки сделайте следующее: кликните по полилинии любой из меток, которые хотите исправить. Вызовите меню правой кнопки мыши, и выберите **"Select similar polylines"**, чтобы автоматически выделить все подобные полилинии на текущей странице.



Затем вызовите диалоговое окно выбора номера образцовой полилинии для замены выделенных – **"Tools >> Graphic Correction >> Replace Polyline Pattern"**. Введите номер полилинии образца (у нас это число 15) и нажмите ОК. После этого программа выдаст диалог, в котором вам нужно выбрать режим

замены полилиний – при нажатии **YES** будут совмещены первые вершины старой и новой полилиний, при нажатии **NO** – будут совмещены последние вершины полилиний.



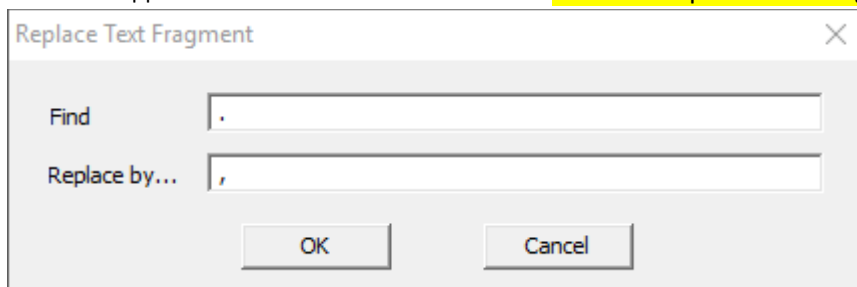
Все полилинии теперь одинаковые



## Глобальная замена текстового фрагмента

Иногда нам требуется заменить какой-либо текстовый фрагмент на всей странице проекта. Это может быть, например замена точки на запятую. Перед тем как вызвать диалоговое окно необходимо выделить текстовые атрибуты, среди которых мы хотим произвести поиск и замену текстового фрагмента. Например, если мы хотим заменить текстовый атрибут 0.1 на 0,1 у конденсаторов, мы можем сделать следующее:

- 1) Выделите любой из текстов 0.1, кликнув по нему мышью
- 2) Выберите из меню правой кнопки **"Select similar texts"**
- 3) Вызовите диалоговое окно замены текста **"Tools >> Replace Text Fragment"**



Введите в верхнее поле ".", а в нижнее поле ",". Нажмите ОК, и программа среди выделенных текстов произведет замену точки на запятую.

Для выделения текстовых атрибутов вы также можете воспользоваться меню **"Edit >> Select"**. Это меню позволяет выделить любой графический слой на текущей странице, будь то слой полилиний или слой текстовых атрибутов. Выберите **"Edit >> Select >> Attributes"**, чтобы выделить все текстовые объекты на текущей странице.

## Прикрепление изображения

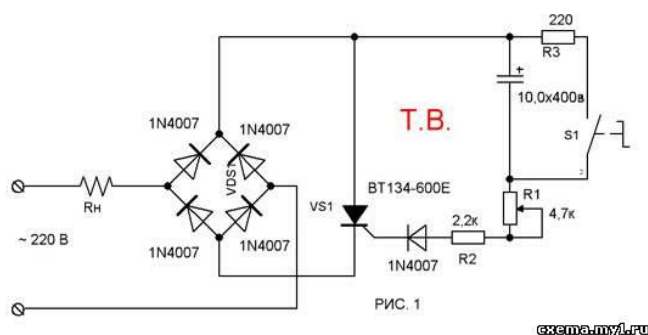
Schematic Constructor поддерживает импорт двух типов файлов изображений – это BMP и JPEG. Любое изображение может быть добавлено в проект путем прикрепления его к какой-либо полилинии. При этом изображение растягивается по размеру прямоугольника, который занимает полилиния на рабочем поле. Поэтому если вы хотите вставить изображение в ваш проект, то лучше всего это делать на прямоугольной замкнутой полилинии. Нарисуйте прямоугольник, используя функциональную кнопку “F3 – Add Polyline” в режиме, когда ничего не выделено. После этого выделите сторону прямоугольника, кликнув по ней мышью и загрузите на нее изображение, используя меню “File >> Polyline picture >> Attach”

Schematic Constructor может импортировать изображения в двух режимах:

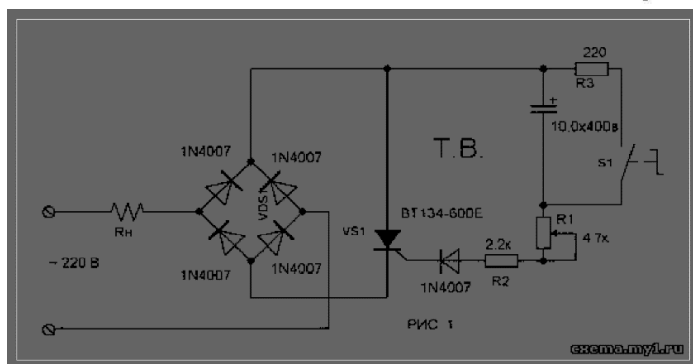
- 1) В обычном режиме, это может быть цветное изображение или фотография. Отображение цветовой гаммы картинки на рабочем поле в точности соответствует содержимому файла изображения. **Эти изображения отображаются при печати в PDF.**
- 2) В режиме фоновое изображение. Например, это может быть черно-белое изображение, содержащее электрическую схему для рисования ее в проекте схемного редактора. В этом режиме любое цветное изображение преобразуется в монохромное и отображается в режиме прозрачного фона. **Эта картинка не выводится на печать.**

Для выбора первого режима загрузите изображение в формате JPEG, для выбора второго режима загрузите изображение в формате BMP (в диалоговом окне выберите тип файла - BMP или JPEG и загрузите файл).

При загрузке BMP картинка отображается на экране со свойством TRANSPARENT и цвет фона изображения становится таким же как цвет фона рабочего поля. Именно поэтому схемный редактор поставляется с темно-серым цветом фона рабочего поля. В этом режиме цветовая гамма получается оптимальной – линии на фоновом изображении будут черные, а полилинии в редакторе светлые и соответственно более яркие, поэтому срисовывать схему с картинки становится легче. В целом такая цветовая схема легка к восприятию большинством разработчиков. Но вы можете внести изменения в цветовой набор слоев через меню “View >> Colors”.



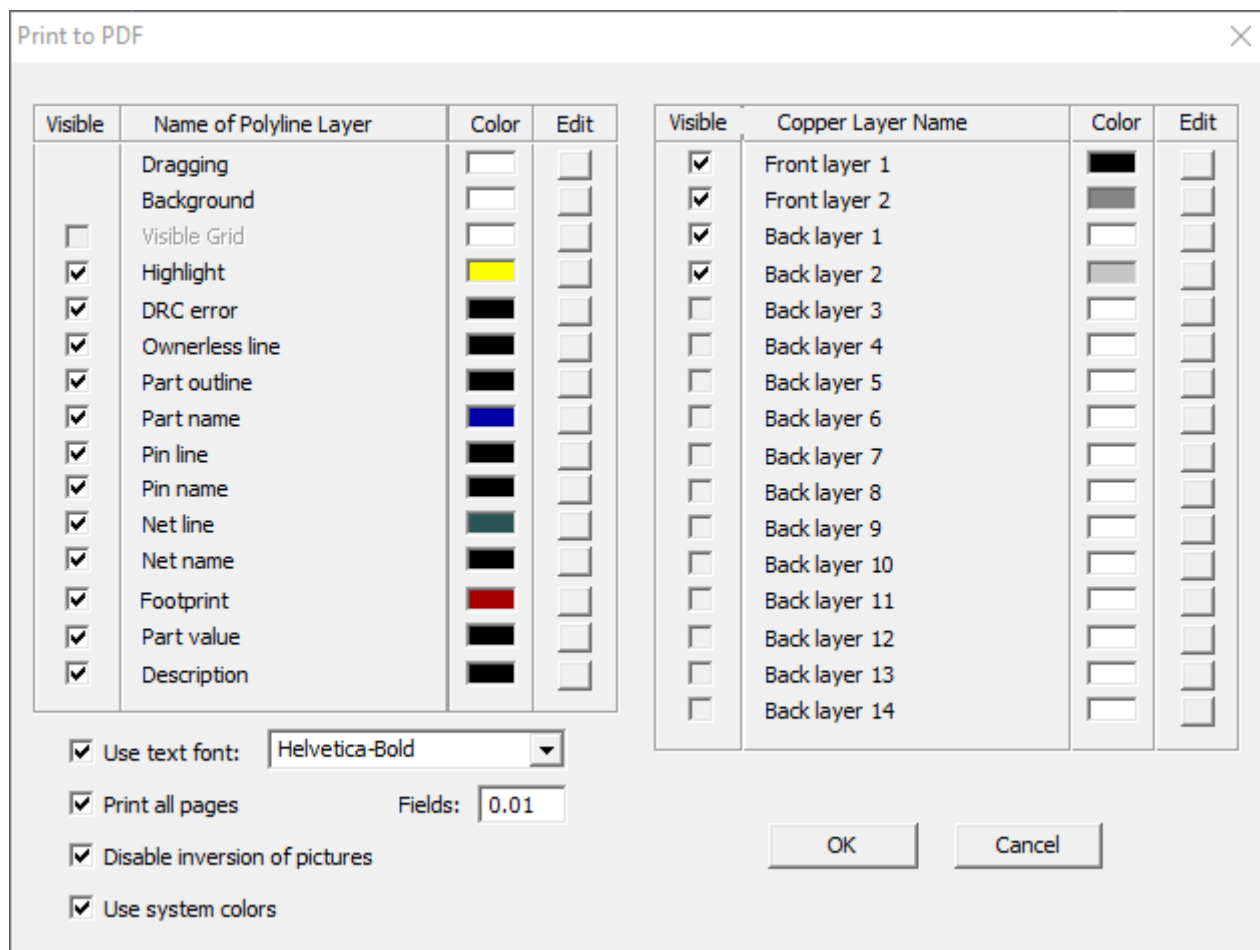
Пример изображения BMP



Отображение этого файла в программе

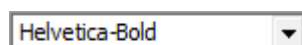
## Печать в PDF

Вызовите диалоговое окно печати в PDF-формат, выбрав пункт главного меню “File >> Print to PDF”.



Опции:

- 1) PDF-принтер встроенный в Schematic Constructor имеет свой локальный набор шрифтов, которые могут быть использованы при печати. Чтобы использовать этот шрифт поставьте галочку в чекбокс “Use text font”, и выберите имя шрифта в комбобоксе справа от него.

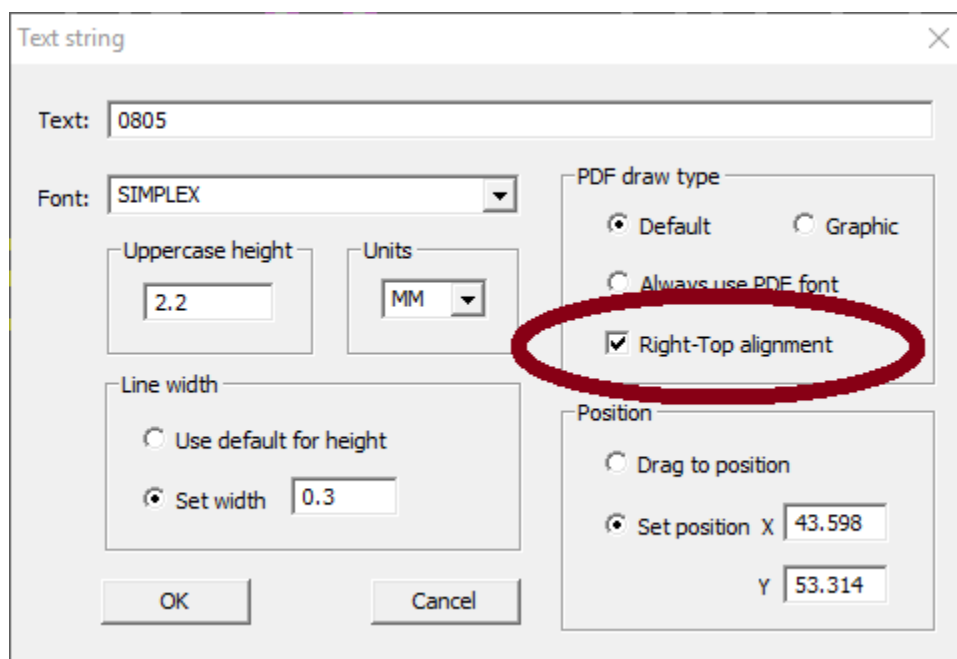


Если вы не хотите использовать этот набор шрифтов, то снимите флажок “Use text font”, в этом случае при печати будет использован тот же векторный шрифт, что и на рабочем поле программы.

При использовании PDF-шрифтов важно иметь ввиду что размер букв этого шрифта регулируется PDF-принтером и может немного отличаться от шрифта Schematic Constructor, который применен на рабочем поле в окне программы, соответственно на бумаге текст может иметь небольшие смещения. Для коррекции этого любой текстовый атрибут имеет свойство «правое выравнивание». Вы можете по



необходимости задать правое выравнивание для любого текста кроме атрибута “Pin\_name”, который выравнивается автоматически. Выделите какой-нибудь текст на рабочем поле и нажмите функциональную кнопку “F1 – Edit Text”.



Используйте этот флажок для правого или верхнего выравнивания текста.

- 2) Флажок “Print all pages” позволяет напечатать весь проект в один PDF-файл, в противном случае будет напечатана только текущая страница.
- 3) Флажок “Fields” задает отступ от краев в PDF-файле.
- 4) Флажок “Disable inversion of pictures” запрещает инверсию цвета любого JPEG-изображения при печати, при том что на рабочем поле это изображение может иметь инверсию цвета (“File >> Polyline Picture >> Invert”).
- 5) Флажок “Use system colors” делает текущую настройку цвета слоев глобальной, применяющейся для любого проекта. Если снять этот флажок, то цветовая настройка PDF, а также цветовой набор на рабочем поле будет считываться из файла проекта при чтении файла проекта. Таким образом в каждом проекте вы сможете настроить индивидуальную цветовую гамму.

Пример печати:

PCB: MyProj2-01.fpc				
ITEM	VALUE	FOOTPRINT	CNT	DETAILS
1	1.0uF	1206	2	C1A, C1B
2	ARL-5313URC	JUMP2	2	L1A, L1B
3	500k	0805	2	R3A, R3B
4	1k	0805	2	R2A, R2B
5	BC547	JUMP3	2	T1A, T1B

