

EAGLE

EASILY APPLICABLE GRAPHICS LAYOUT EDITOR

TUTORIAL



origineel van Vincent Sieben, University of Alberta, Canada
vertaald en aangepast door Dirk Smets, KHLim – dep. IWT

EAGLE 4.13 tutorial

DEEL 1 : INLEIDING

In deze tutorial gaan we een PCB (Printed Circuit Board = gedrukte schakeling, kortweg: print) ontwerpen voor een relatief eenvoudige elektronische schakeling: een "knipperLED". Hierbij zullen we gebruik maken van het *Eagle* software pakket. Het is de bedoeling van deze tutorial om u op een gestructureerde wijze door de hoofdlijnen van dit pakket te leiden. Eens u deze tutorial doorlopen heeft, zal u de basisvaardigheden onder de knie hebben om ook een groter project tot een goed einde te brengen.

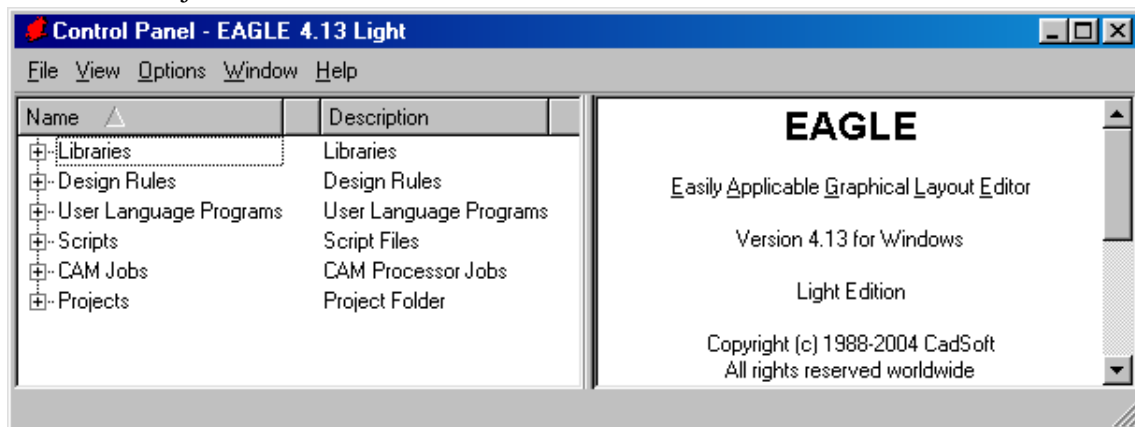
U kan de *freeware*-versie *Eagle Light* downloaden van <http://www.cadsoft.de/freeware.htm>. Met deze versie kan u maximaal een dubbelzijdige PCB van 100x80mm realiseren. De KHLim beschikt over een professionele licentie, waarmee maximaal een 16-laagse print van 1,6m x 1,6m kan gerealiseerd worden - met overigens volledig dezelfde software.

Een project start met het tekenen van een elektronisch schema met behulp van de *Eagle Schematic Editor*, om van daaruit door te gaan naar het ontwerpen en 'routen' van de printplaat zelf met de *Eagle PCB Layout Editor*.

1.1 Start het programma

1. Start de computer op.
Het besturingsprogramma **Windows 2000** wordt automatisch gestart.
2. Log in met uw persoonlijk studentenaccount.
3. Start het **Eagle 4.13** programma op via
Start > KHLim > Eagle > Eagle 4.13.

Hierna verschijnt het **Control Panel** venster.



Maximaliseer eventueel dit venster door <L> te klikken op het witte vierkantje in de rechter-bovenhoek van het venster.

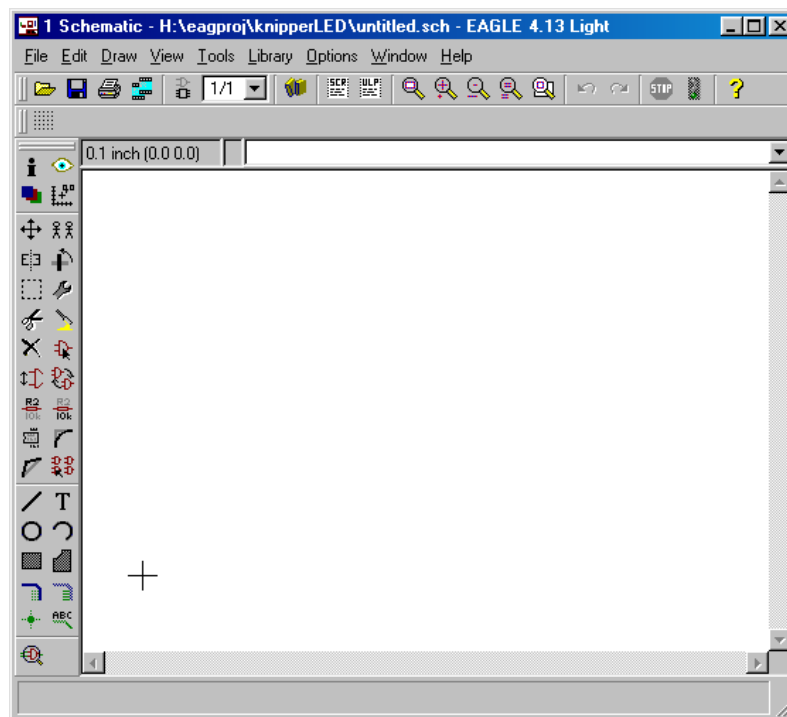
1.2 Creëer een nieuw project

Een handige manier om ervoor te zorgen dat alle gecreëerde bestanden in een behoorlijke *directory*-structuur worden opgeslagen, is gebruik maken van een zogenaamd '*project*'. Door het opgeven van een projectnaam, geeft u ook een *subdirectory* aan waarin alle gegevens zullen gestockeerd worden.

1. Tijdens deze zittingen zal u uw projecten steeds opslaan in de *subdirectory* **eagproj** (= afkorting voor **Eagle projecten**) op uw persoonlijke netwerk-drive **H:**
Selecteer daarom in de menubalk bovenaan in het **Control Panel** venster
Options > Directories...
2. Wijzig in het (laatste) vakje **Projects** de *default* waarde **\$EAGLEDIR/projects** naar **H:\eagproj**
Als deze *directory* niet bestaat, vraagt **Eagle** of hij mag aangemaakt worden - klik **Yes**.
3. Nu kunnen we een nieuw project gaan beginnen:
File > New > Project
4. In het **Control Panel** verschijnt onder het *item* **Projects** de (automatisch voorgestelde) naam voor een nieuw project **New_Project_1**.
Wijzig deze naam in **knipperLED**.

Vervolgens gaan we in dit **project** een **schema** aanmaken.

5. Er moet een **groen lichtje** oplichten achter de naam knipperLED, om aan te geven dat dit project momenteel geselecteerd is. Indien dit niet het geval is, klik dan **<L>** op het grijze puntje achter de projectnaam; hierdoor moet het groene lichtje gaan branden.
6. Selecteer **File > New > Schematic**. Hierdoor zal de *Schematic Editor* openen.



7. In de menubalk bovenaan in dit *schematic window* selecteren we **File > Save as...** en kiezen dan **led.sch** als naam en klikken **<L>** op de knop **Opslaan**.

EAGLE 4.13 tutorial

DEEL 2 : SCHEMATIC EDITOR

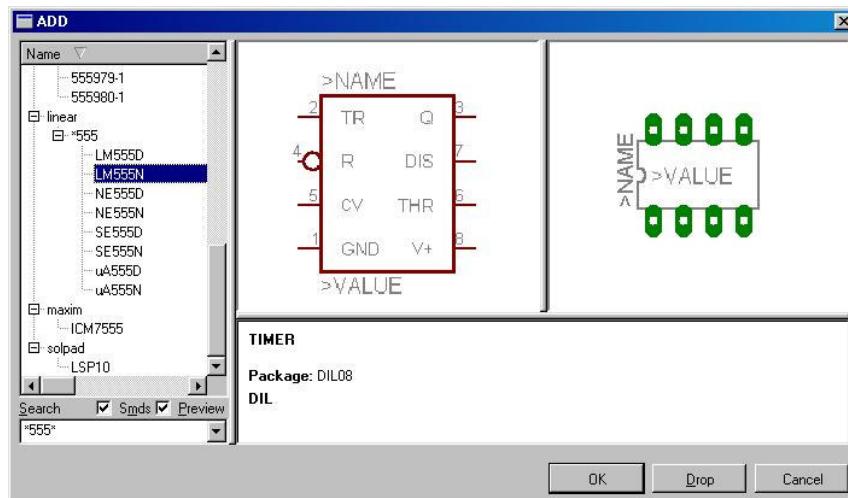
Meestal begint het ontwerpproces voor een elektrisch/elektronisch systeem met het opstellen van een schema. De *schematic editor* van het *Eagle* pakket stelt de gebruiker in staat zich een visueel beeld te vormen van het systeem dat men aan het ontwerpen is.

Dit deel van deze tutorial zal u helpen om het schema op te stellen voor onze "knipperLED". Aan de hand van deze informatie kan u dan later uw eigen projecten gaan uittekenen.

2.1 Plaats de componenten op het schema

De componenten die op een schema geplaatst worden, zijn afkomstig uit bibliotheken of *libraries*. Elke **component** in een bibliotheek bestaat enerzijds uit een **symbool** voor gebruik op het elektronisch schema, en anderzijds uit een **behuizing** voor gebruik op de PCB-layout (vaak aangeduid als *footprint*; meestal hebben we de keuze uit meerdere behuizingen voor hetzelfde symbool).

Onderstaande figuur toont bij wijze van voorbeeld de LM555 timer-IC in een DIP8-behuizing, zoals deze terug te vinden is in de "*linear*" bibliotheek (verder in de tekst zullen we zelf hiernaar op zoek gaan).



Bij het *Eagle* pakket wordt een behoorlijk aantal bibliotheken meegeleverd, waarin een groot aantal componenten is ondergebracht. Toch kan het nog altijd voorkomen dat een component die wij net nodig hebben, in geen enkele bibliotheek terug te vinden is. Je kan dan bv. op het internet op zoek gaan naar een bibliotheek die deze component wel bevat, of je kan de component zelf gaan aanmaken in een eigen bibliotheek (of bijvoegen in een reeds bestaande bibliotheek). In het vierde deel van deze tutorial zullen we zelf zo'n component gaan creëren. Bovendien hebben we in onze Hogeschool reeds zelf een bibliotheek "**KHLim**" aangemaakt, met componenten die we frequent nodig hebben.

Op de volgende pagina beschrijven we de procedure om een component op een schema te plaatsen.

2.1.1 Een component uit een standaard bibliotheek op het schema plaatsen

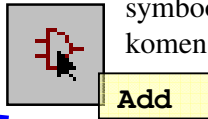
1. In de menubalk bovenaan het *schematic editor window* kiezen we **Edit > Add...**



Een andere mogelijkheid is gebruik maken van de *toolbar* of werkbalk aan de linkerkant van het *schematic editor* venster.

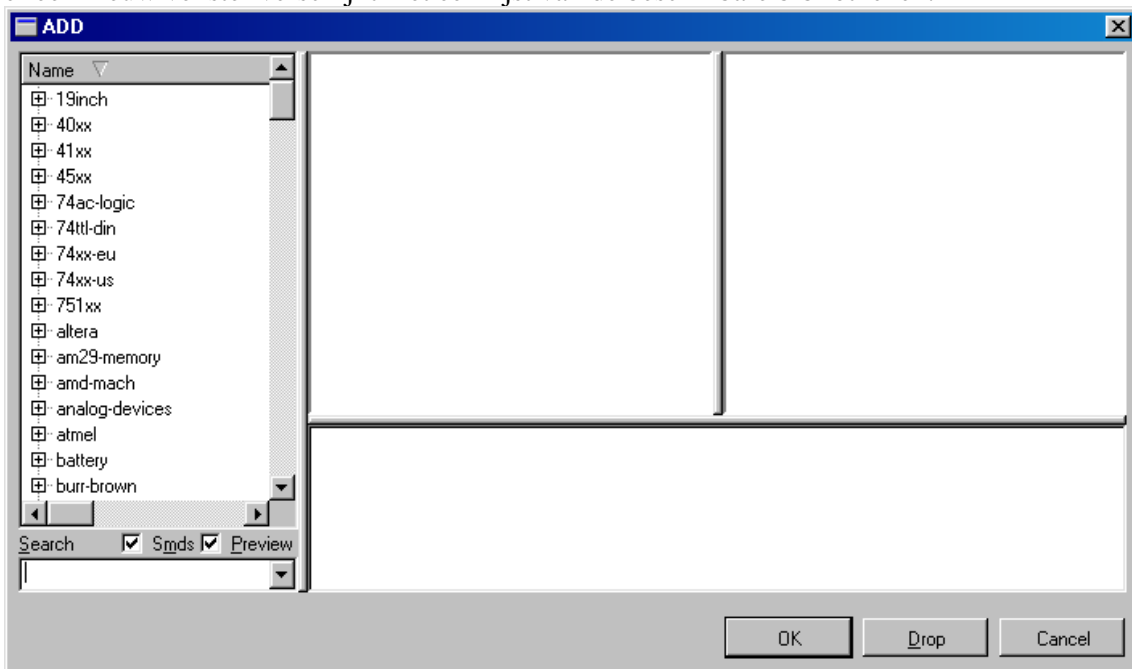
Wanneer we langzaam met de muis over deze icoontjes bewegen, verschijnt er telkens in een geel tekstkadertje de functie van het betreffende symbool.

Indien we zo met de muis boven dit icoontje (Amerikaans symbool van AND-poortje, samen met zwart cursor-pijltje) komen, zal de tekst **Add** verschijnen.



Dit is dus de snelkoppeling met als betekenis : "**add component from library**".

Het blijft om het even welk van de twee mogelijkheden we gebruiken, het resultaat zal zijn dat er een nieuw venster verschijnt met een lijst van de beschikbare bibliotheken.



2. Typ in het **Search** kadertje links-onderaan ***555*** en eindig met **<Enter>**.

Het * teken hierin heeft de functie van *wild card*, zodat op zoek gegaan wordt naar alle componenten (in alle beschikbare bibliotheken) waarvan in de naam ergens de tekstcombinatie **555** voorkomt - ervoor en erachter mag staan wat er wil.

(Om een nieuw zoek-bevel te starten, wist u het zoekveld volledig en klikt op **<Enter>**; hierdoor zullen de zoek-criteria gereset worden.)

Er zullen veel componenten getoond worden waarvan ergens in de naam de tekstcombinatie **555** voorkomt.

3. Beweeg de schuifbalk in het **Name**-kadertje naar beneden tot de **linear** bibliotheek zichtbaar is. Expandeer vervolgens de "***555**" optie door te klikken op het **+**-kadertje ervoor. Als u vervolgens klikt op de **LM555D**, dan ziet u dat hieraan een SMD-behuizing (SO08) gekoppeld is. Klikt u echter op de **LM555N**, dan zie u de 8-pens DIL-behuizing. Zorg ervoor dat deze **LM555N** geselecteerd is en klik op **OK**.
4. Het programma keert terug naar het schematic venster en er hangt nu een *ghost-image* (spookbeeld) van het symbool aan de cursor. Beweeg de cursor naar de gewenste plaats op het tekenblad en plaats het symbool door **<L>** te klikken. Dit symbool wordt nu getekend, en bovendien blijft het *ghost*beeld nog steeds aan de cursor hangen om eventueel een volgend exemplaar van hetzelfde symbool op het schema te plaatsen. Indien u **<R>** klikt, zal het *ghost*beeld 90° ccw (linksom) **roteren**. Uiteraard kan u dit meermaals herhalen (om 180° of 270° linksom te roteren). Een component echt **spiegelen** kan alleen nadat hij reeds op het schema geplaatst is.
5. We moeten maar één LM555N plaatsen; druk daarom **<Esc>** op het toetsenbord. Hierdoor komt u terug in het **Add Component** venster, om eventueel een volgende component te selecteren. Druk opnieuw **<Esc>** op het toetsenbord of klik **<L>** op **Cancel** om terug te keren naar de *schematic editor*.

Om het schema van onze knipperLED te vervolledigen, zullen er natuurlijk nog (symbolen van) componenten moeten toegevoegd worden. De weerstanden en condensatoren die we gaan gebruiken, zullen we ophalen uit onze zelf aangemaakte **KHLim** bibliotheek, zoals in volgend punt beschreven wordt.

2.1.2 Componenten uit de KHLim-bibliotheek op het schema plaatsen

Wanneer we een bibliotheek willen gebruiken die niet tot het 'standaard' pakket van *Eagle* behoort, zullen we deze eerst beschikbaar moeten stellen met het "**USE**" bevel.

Bibliotheken moeten steeds de extensie ***.lbr** hebben.

Volg onderstaande instructies om de weerstanden en een condensator uit de **KHLim** bibliotheek op het schema te plaatsen.

1. Selecteer **Library > Use...** uit de menubalk van de *schematic editor*.
2. Selecteer **Lesinfo op Metis\Data (L:)** in het vak **Zoeken in:**
3. Kies vervolgens **Iwt > DSmetts > Eagle413**
4. Selecteer **KHLim.lbr** en klik **Openen** (of dubbelklik).

Hierdoor zal deze bibliotheek toegevoegd worden aan de lijst van bruikbare bibliotheken. Om een component eruit te gebruiken, volg je nu dezelfde procedure als voorheen beschreven.

5. Zoek de component **R4** in **KHLim** bibliotheek. Plaats drie zulke weerstanden willekeurig op het schema; deze weerstanden worden automatisch genummerd als **R1**, **R2** en **R3**.
6. Doe hetzelfde voor één condensator **CAPP1L**, eveneens in de **KHLim** bibliotheek.
7. Zoek en plaats de resterende componenten (uit de *Eagle*-bibliotheken) op het schema:
 - . 5mm LED - Light Emitting Diode (Search: **LED5MM**)
 - . 2-pins connector voor aansluiting van de voedingsspanning (Search: **PINHD-1X2**)

2.1.3 Symbolen voor voedingsspanningen en massa

Op elektronische schema's zullen vaak symbolen geplaatst worden voor massa (0 Volt of *ground*) en voedingsspanningen zoals +5V, +12V en -12V of andere.

Deze symbolen worden op dezelfde manier op het schema geplaatst als de overige (echte) componenten.

Er zijn meerdere bibliotheken (bv. **supply1** en **supply2**) beschikbaar die symbolen voor deze en andere voedingsspanningen bevatten, maar wij raden u aan gebruik te maken van de symbolen uit de **KHLim**-bibliotheek.

Voeg volgende symbolen toe op ons knipperLED-schema:

4x GND (zoek: **GND** in **KHLim**-bibliotheek)

4x 12V supply (zoek: **12V** in **KHLim**-bibliotheek)

2.1.4 Plaats een kader op het tekenblad

Een kader of **frame** is verplicht op elk schema. Zo'n frame biedt de gebruiker een aantal belangrijke inlichtingen, zoals het onderwerp van het schema, de naam van de ontwerper, het aantal revisies enz.

Ook frames worden op dezelfde manier op een schema geplaatst als de overige componenten.

1. Selecteer **Edit > Add** in de menubalk van de *schematic editor*.
2. Zoek naar alle mogelijke kaders door een *search* uit te voeren naar ***frame***
3. Selecteer **KHLim_A4L** en plaats het kader op het tekenblad. Druk 2x op **<Esc>** om terug te keren naar de *schematic editor*.

2.1.5 Toevoegen van tekst

Nadat het kader op het blad is getekend, moet er wat tekst toegevoegd worden om voldoende informatie over het schema te geven.

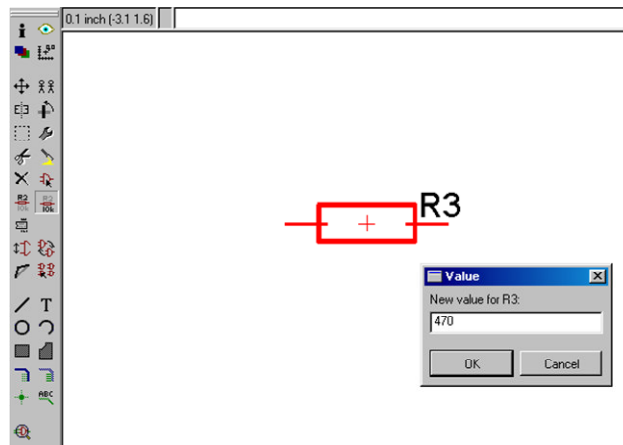
1. Selecteer **Draw > Text** in de menubalk van de *schematic editor* of klik **<L>** op het overeenstemmende icoontje (**Text**) in de linkse werkbalk. T
2. Vul de gewenste tekst in: als **Auteur** geef je je eigen naam en voornaam op.
3. Klik **OK**. De tekst blijft nu plakken aan de muis-pointer; beweeg deze naar de juiste plaats en plaats daar de tekst door **<L>** te klikken.
4. Vul in het vakje **Groep** de naam van je klas in.
5. Vul in het vakje **Rev** de waarde **1.0** in.

KHLim - dep. IWT	
Onderwerp: led	Sheet: 1 / 1
Auteur: Dirk Smets	Groep: 3II-ELO A
Date: 23/01/2004 14:01:10	REV: 1.0

2.1.6 Wijzig de waarde van componenten

Eén van de laatste stappen om een schema te vervolledigen, is alle componenten voorzien van de benodigde namen en waarden.

1. Selecteer **Edit > Value** in de menubalk van de *schematic editor* of klik op nevenstaand icoontje (**Value**) in de werkbalk aan de linkerzijde.
2. Selecteer de component **R3** door de muis te positioneren op het draadkruis (*crosshair* of *hot spot*) in de component en vervolgens **<L>** te klikken. Er zal een nieuw venster verschijnen dat naar de waarde van deze component vraagt.
3. Vul de waarde in; voor deze weerstand **R3** moet de waarde **470** zijn.
4. Klik **OK**. De ingevulde waarde zal hierdoor als tekst verschijnen in het symbool.



Geef nu ook de overige componenten hun juiste waarde:

- LED : **RED**
- C1 : **10u** (= 10 μ F)
- R1 en R2 : **10k** (= 10 k Ω)

2.1.7 Commando's om de componenten te verplaatsen, roteren of verwijderen

We tonen hier even de werking van het **move**-bevel om een component te verplaatsen. Het **rotate**-bevel (om te roteren of draaien) en het **delete**-bevel (om te verwijderen) werken gelijkaardig.

1. Selecteer **Edit > Move** in de menubalk van de *schematic editor*.
2. Plaats de cursor op het draadkruis (*hot spot*) van de component in kwestie.
3. Klik éénmaal **<L>** (voor de **Rotate** en **Delete** instructies zal hiermee de gewenste actie reeds onmiddellijk worden uitgevoerd)
4. Sleep het object met de muis naar de gewenste plaats en klik daar opnieuw **<L>** om het los te laten (en dus op die plaats neer te zetten).

Door gebruik te maken van de **Move**, **Rotate** en **Delete** bevelen moeten de componenten op zodanige wijze op het schema geplaatst worden dat de verbindingen ertussen zo overzichtelijk mogelijk kunnen gelegd worden.

Ook voor deze bevelen zijn er icoontjes voorzien in de linkse werkbalk:



Move



Rotate

Delete




2.1.8 Het *GROUP* bevel

Het **Group** bevel is een commando waarmee u heel wat tijd kan besparen. Het wordt altijd samen met een ander bevel gebruikt, zoals **rotate**, **move** of **delete**.

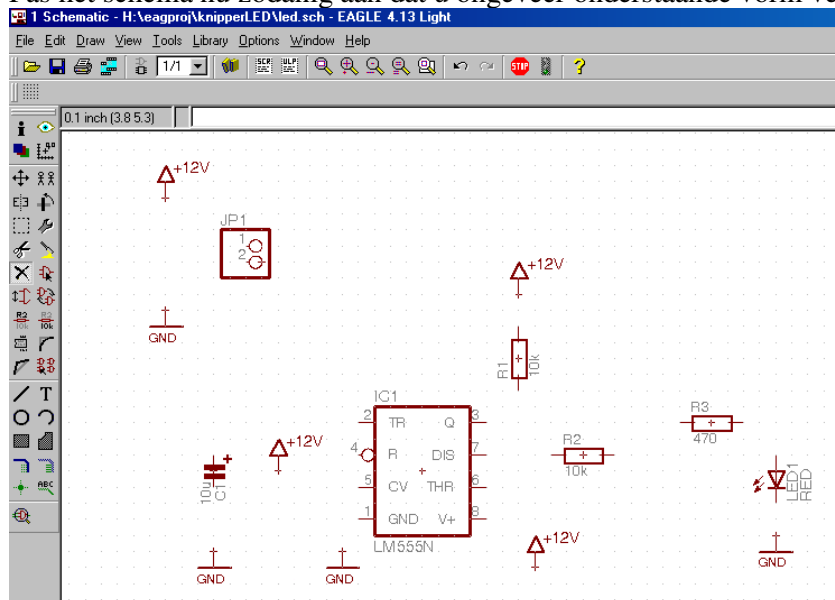
Door eerst een aantal objecten te groeperen, wordt het daarna geselecteerde bevel in één keer uitgevoerd op alle individuele elementen in de groep.

Hieronder beschrijven we het voorbeeld om een groep van componenten in één keer te verplaatsen.

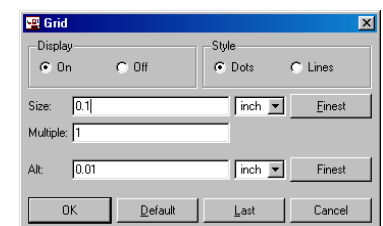
1. Selecteer **Edit > Group** in de menubalk bovenaan of klik op nevenstaand icoon  in de linkse werkbalk.
2. Groepeer de gewenste objecten ofwel door een rechthoek errond te trekken ofwel een veelhoek. De geselecteerde objecten zullen daarna oplichten.
 - **selectie met een rechthoek** : druk <L>↓ en houd ingedrukt terwijl je de muis beweegt om de rechthoek te trekken rond de gewenste objecten - laat tenslotte <L>↑ los om het groeperen te beëindigen;
 - **selectie met een veelhoek** : klik <L> (en laat ook weer los) op een eerste punt - beweeg de muis en klik opnieuw <L> op een volgend punt - blijf <L> klikken op elk gewenst hoekpunt - klik tenslotte <R> om het groeperen met de veelhoek te beëindigen.
3. Selecteer **Edit > Move** in de menubalk bovenaan (of op het overeenstemmende icoontje links). Uiteraard zou hier het **Move**-bevel kunnen vervangen worden door een ander bevel.
4. **KLIK EENMAAL <R>** op één van de elementen uit de groep om het gekozen bevel uit te voeren op de volledige groep. Deze functionaliteit wordt ook beschreven in de statuslijn onderaan het toepassingsvenster.
5. Sleep de groep met de muis naar de nieuwe gewenste locatie en plaats daar neer door éénmaal <L> te klikken.

Indien het schema wat wazig is geworden door dit **move**-bevel, selecteert u **View > Redraw** of u drukt <F2> op het toetsenbord of u klikt <L> op het **redraw**-icoontje bovenaan.

Pas het schema nu zodanig aan dat u ongeveer onderstaande vorm verkrijgt.



Het uitlijnen van de componenten wordt gemakkelijker als u eerst het tekenrooster (**grid**) zichtbaar maakt. Selecteer hiervoor **View > Grid...** of klik op **grid**-icoontje in de tweede rij bovenaan. Kies dan deze waarden:



2.2 Verbind de componenten met NETS

Om pinnen van verschillende componenten met elkaar te verbinden, moeten we gebruik maken van het **NET** commando.

Gebruik NOOIT het WIRE commando om de elektrische verbindingen tussen pinnen van componenten te realiseren - dit MOET met het NET commando gebeuren! Wanneer we later de PCB zullen gaan routen, zal Eagle alleen de NET-verbindingen gaan aanbrengen!!!

1. Selecteer **Draw > Net** in de menubalk bovenaan of klik op nevenstaand icoon uit de linkse werkbalk.
2. Plaats de muis-cursor boven één van de aansluitpunten die moeten verbonden worden en klik daar **<L>** (niet ingedrukt houden!).
3. Sleep het verbindingsnet nu in de richting van het andere aansluitpunt. Als u tussentijds van richting wil veranderen, klikt u gewoon **<L>**, waardoor het hoekpunt wordt vastgezet. In principe worden alleen horizontale en verticale lijnen getekend (*orthogonaal*). Indien gewenst, kan u overschakelen op de *diagonale* tekenmodus, waarbij ook schuine lijnen worden getekend. U verkrijgt dit door tussentijds **<R>** te klikken. Links-bovenaan in de menubalk ziet u welke teken-mode er geselecteerd is.
4. Vervolledig het net nu door **<L>** te klikken op het andere aansluitpunt.
5. Indien gewenst, kan u de naam van het net gaan aanpassen. *Default* hanteert **Eagle** netnamen zoals **N\$1**. Wanneer we later de PCB gaan *routen*, kan het echter handig zijn als een verbindingsnet ook een duidelijke, zinvolle naam heeft.



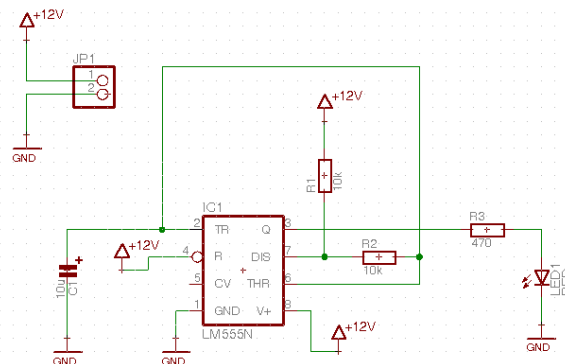
Om de netnaam te wijzigen, kiest u **Edit > Name** uit de menubalk bovenaan of klikt u op nevenstaand icoon uit de linkse werkbalk (waarmee ook de namen van componenten kunnen aangepast worden). Vul de gewenste naam in in het *pop-up* venstertje en klik **OK**.



Om de nieuwe netnaam nu ook zichtbaar te maken op het schema, selecteert u **Draw > Label** uit de menubalk bovenaan en klikt u vervolgens **<L>** op het betreffende net.

Vervolledig nu onderstaand schema. Hierbij nog enkele opmerkingen:

1. Wanneer er netten worden aangesloten op de *power supplies*, **START DAN EERST OP DE POWER SUPPLY ZELF** en verbind dan pas met andere aansluitpunten. Hierdoor zorgen we ervoor dat de netnamen van de *power supplies* behouden blijven, wat belangrijk is voor de ERC (*Electrical Rule Check*) achteraf.
2. Wanneer u een net eindigt op een reeds bestaand net, dan zal er automatisch een verbindingspunt of *junction* worden getekend.
3. Wanneer twee reeds benoemde netten met elkaar verbonden worden, zal **Eagle** steeds vragen wat nu de resulterende naam moet zijn.





UITWEIDING: NETS en BUSES

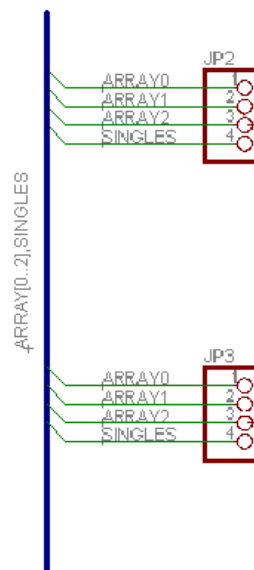
In deze uitweiding willen we even het verschil tussen netten en bussen aanhalen.

Een bus is niets anders dan verschillende netten die visueel gegroepeerd worden in één (meestal dikkere) lijn, waardoor het schema overzichtelijker kan worden.

Zo'n bus is echter alleen maar een tekenelement - de echte elektrische verbindingen kunnen alleen gemaakt worden met het NET commando.

In onderstaand voorbeeldje geven we ter illustratie even de manier van werken met zo'n bus aan - het heeft weinig of geen functionele betekenis voor onze knipperLED-schakeling.

1. Plaats twee connectors (zoek: **PINHD-1X4**) ergens vrij op uw schema.
2. **Creëer de bus.** Selecteer **Draw > Bus** of klik op het icoontje.  Teken dan de verticale buslijn - eindig met te dubbelklikken.
3. **Benoem de bus.** Een busnaam moet samengesteld zijn uit de namen van al de netten die deel uitmaken van de bus.
Selecteer **Edit > Name** (of klik op het icoontje) en klik **<L>** op de bus. 
Vul vervolgens als busnaam in : **ARRAY[0..2],SINGLES**
Hierin is **ARRAY[0..2]** de groepering van **ARRAY0**, **ARRAY1** en **ARRAY2**
SINGLES is gewoon de naam van een enkelvoudig net.
Er kan eender welk aantal netten opgesomd worden, de netnamen moeten gewoon gescheiden worden door een komma.
4. **Label de bus** om de naam van de bus zichtbaar te maken op het schema (**Draw > Label**).
5. **Verbind de netten aan de bus.** Gebruik het NET commando om elke pin van elke connector met de bus te verbinden. *Start hierbij steeds op de bus zelf.* Er zal dan een lijst van beschikbare netten verschijnen, u kiest hieruit de gewenste en verbindt deze met de juiste pen van de connector. Best takt u elk net van de bus af met een "bus entry", een diagonaal lijntje zoals u in de figuur ziet. Gebruik eventueel de rechter-muis-toets **<R>** om over te schakelen tussen orthogonale en diagonale tekenwijze van de netten.
6. **Maak de netnamen zichtbaar.** Elk net dat de bus binnenkomt of verlaat heeft een naam. Maak met **Draw > Label** deze naam ook zichtbaar op het schema - de gebruiker moet immers kunnen zien welk net waar naartoe gaat. *Eagle* weet dit reeds (omdat elk net automatisch benoemd wordt) en strikt genomen is deze stap dan ook niet verplicht. Het schema moet echter ook leesbaar zijn voor de gebruiker!



2.3 ERC - Electrical Rule Check

Het ERC-commando is een *tool* dat gebruikt wordt om het schema te controleren op eventuele elektrische fouten.

De ERC zal een lijst met mogelijke fouten en waarschuwingen genereren, maar het is de taak van de gebruiker om te beoordelen of dit ook echt elektrische fouten zijn en er dus verbeteringen dienen aangebracht te worden.

Selecteer **Tools > Erc** in de bovenste menubalk of klik <L> op het **ERC**-icoontje, helemaal onderaan in de linkse werkbalk.



We krijgen volgend resultaat:

```
3 Text Editor - H:\eagproj\knipperLED\led.erc - EAGLE 4.13 Light
File Edit Window Help
EAGLE Version 4.13 Copyright (c) 1988-2004 CadSoft
Electrical Rule Check for H:/eagproj/knipperLED/led.sch at :
ERROR: Sheet 1/1: unconnected INPUT Pin: IC1 CV
WARNING: Sheet 1/1: POWER Pin IC1 V+ connected to VCC
No board loaded - consistency has not been checked
1 errors
1 warnings
1:1 |ns
```

De **ERROR** geeft aan dat de pin CV niet is aangesloten. Meestal is een niet-aangesloten ingang inderdaad een fout, maar in dit geval mag deze ingangspen van de LM555 wel open blijven; deze fout mag dus genegeerd worden.

De **WARNING** geeft aan dat er een naamsverschil voor de voedingsspanning van de LM555. In de bibliotheek staat deze voedingsspanning vermeld als V+; wij hebben ze echter aangesloten op onze eigen voedingsspanning met als naam +12V. Uiteraard is dit geen enkel probleem.

Zo, ons schema lijkt in orde. We kunnen nu in het volgende deel de overstap maken naar het ontwerpen van de PCB-layout.

Vergeet niet uw schema (regelmatig) op te slaan.

EAGLE 4.13 tutorial

DEEL 3 : PCB (Printed Circuit Board) EDITOR

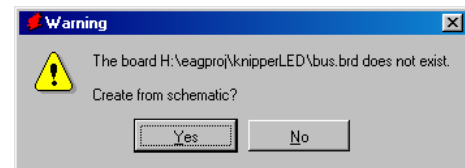
Nagenoeg elk modern elektronisch toestel bevat minstens één PCB (*Printed Circuit Board*, kortweg 'print'). Zo'n PCB is (meestal) een glasvezelplaat die gebruikt wordt om enerzijds de componenten mechanisch te bevestigen en anderzijds deze componenten onderling op de juiste manier te verbinden. Voor deze verbindingen zijn er koperbanen aanwezig op de onderzijde (*solderside*) en eventueel - bij een dubbelzijdige print - ook aan de bovenzijde (*component side*) van de print.

Binnen het *Eagle*-pakket is het de *Board Layout Editor* die ervoor zorgt dat de componenten op de PCB geplaatst worden en onderling met koperbaantjes verbonden - in het Engels spreekt men van "*place and route*".

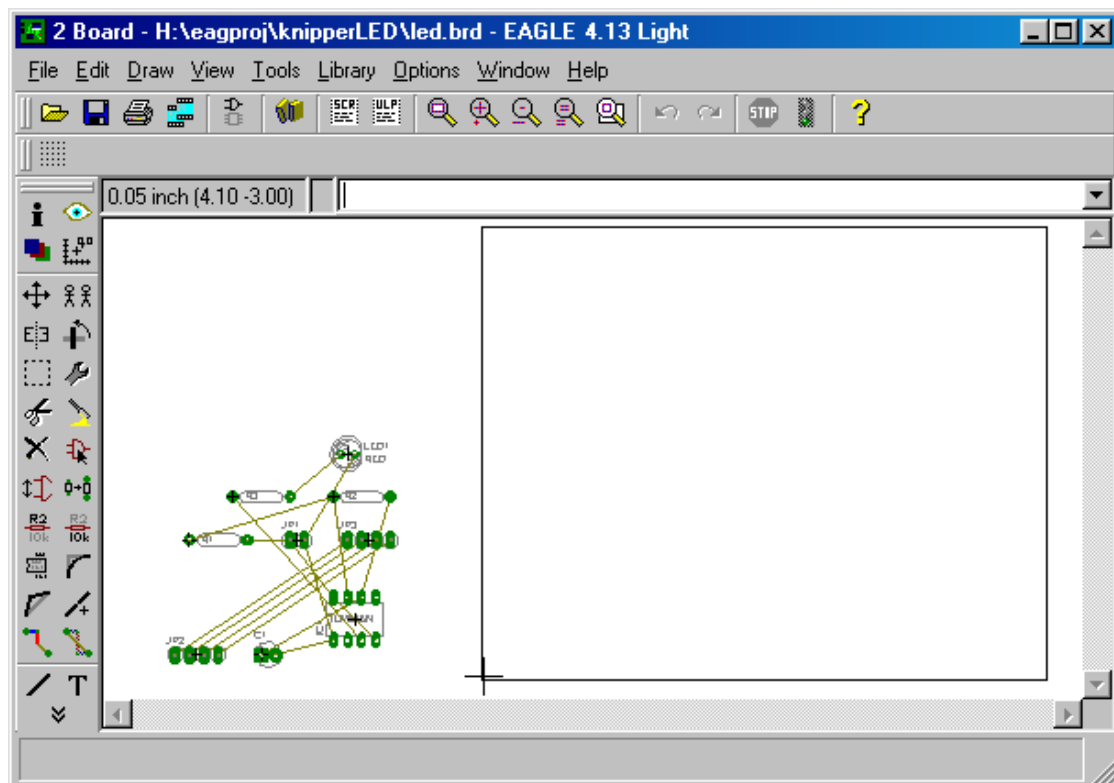
1. Zorg dat het schema van onze knipperLED geopend is.
2. Selecteer in de menubalk van de *schematic editor* de functie **File > Switch to board** of klik op nevenstaand icoontje in de *bovenste* werkbalk.



We krijgen nevenstaande waarschuwing en door het klikken op **Yes** zal de *Board Layout Editor* gestart worden.



Alle componenten van het schema zijn ordeloos geschikt naast een mogelijk PCB-bord.



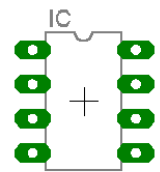
Bij nader toekijken merken we de gele 'airwires' die de pinnen van de verschillende componenten met elkaar verbinden; dit komt dus overeen met de netten in het schema. We zullen nu proberen om de componenten zodanig op het printbord te plaatsen, dat de totale lengte van deze 'airwires' minimaal wordt.

Het is belangrijk om steeds zowel schema als board gelijktijdig geopend te hebben binnen Eagle. Hierdoor kan er 'annotatie' gebeuren, wat inhoudt dat een wijziging in het schema ook automatisch doorgegeven wordt naar het PCBoard (en omgekeerd). Wanneer beide files niet samen geopend zijn, kan dit leiden tot inconsistentie tussen schema en bord, wat resulteert in een zeer moeilijke controle.

3.1 Het plaatsen van de 'footprints'

Een *footprint* (letterlijk: voetafdruk) is een verzameling van *pads* (aansluitpunten, soldeereilandjes) die aangeven hoe een component op de PCB kan bevestigd worden.

Als voorbeeld hebben we reeds de *footprint* van een 8-pins DIL behuizing gezien.

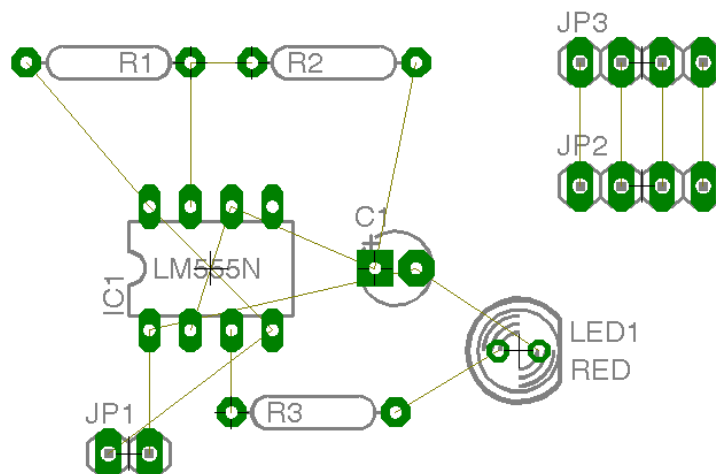


Om de (*footprints* van de) componenten op de printplaat te ordenen, zullen we gebruik maken van de **MOVE** en **ROTATE** commando's die we reeds kennen van bij de *schematic editor*.

Bij het verplaatsen van een component, zien we de gele *airwires* (die de verbindingen naar de pinnen van de andere componenten weergeven) mee bewegen. Bij een goede componentenopstelling zal de lengte van de *airwires* minimaal zijn; we moeten er dus voor zorgen dat componenten die onderling verbonden zijn ook dicht bij elkaar geplaatst worden op de print.

Tracht onderstaande componentenopstelling te realiseren. Na het verplaatsen van (een aantal) *footprints* is het soms nodig om het **Tools > Ratsnets** commando uit te voeren, waardoor de *airwires* zullen hertekend worden.

In de linkse werkbalk is er ook een icoontje voor deze **Ratsnest** functie.



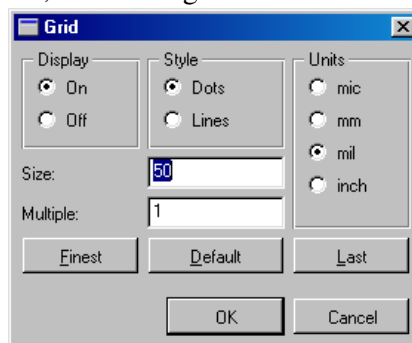
We sommen hier nog enkele raadgevingen op, waaraan we aandacht moeten schenken bij het realiseren van een componenten-opstelling.

- Plaats componenten met veel pennen (*high pin count components*) best in het midden van het bord. Zo krijg je meer bordoppervlakte om de verbindingen te realiseren.
- De (gratis) *light*-versie van **Eagle** beperkt de bord-oppervlakte tot maximaal een halve Eurokaart, dus tot 100 x 80 mm.
- Het is belangrijk om montagegaten te voorzien op de printplaat, aangezien deze bijna altijd in een behuizing zal moeten bevestigd worden. Uiteraard kunnen op die plaatsen geen componenten staan, maar er kunnen ook geen verbindingen lopen!
- Plaats connectors steeds aan de zijkanten van de print.
- Componenten moeten minstens 200 mil (5 mm) van de zijkant van het bord verwijderd blijven.
- Gebruik voor het positioneren van onderdelen een vrij grof raster (*grid*), bv. 100 mil of zelfs 500 mil. Hierdoor wordt het gemakkelijker om componenten gealigneerd te krijgen. De *grid* kan dan weer fijner gezet worden om nauwkeurig te kunnen afwerken.

Het instellen van de *grid* gebeurt met **View > Grid...** of met het icoontje bovenaan links.



Hierdoor verschijnt een *pop-up form*, waarin de gewenste waarden worden ingevuld.



3.2 Het leggen van de verbindingen

Het '*routen*' van het *board* houdt in dat we de ligging van de koperbanen gaan tekenen, die de pinnen van de componenten met elkaar zullen verbinden zoals aangegeven in het schema. Ook hiervoor geven we eerst enkele tips.

3.2.1 Routing tips

- Indien een baan van richting verandert, tracht dan de (binnen)hoek steeds groter dan 90° te houden. Scherpe hoeken neigen er immers naar om conductieve storingen op te vangen en vertonen nog andere nadelige hoogfrequente effecten. Gebruik liever twee opeenvolgende hoeken van 45° in plaats van één hoek van 90°. Gebruik liever aftakkingen in de vorm van een "T" in plaats van een "Y".
- Om de verbindingen te kunnen leggen, mag je uiteraard gebruik maken van de ruimte onder de componenten (IC's, weerstanden, ...). Dit is overduidelijk voor de soldeerzijde, maar het kan ook aan de componentzijde gebeuren.
- Zorg dat je alle afmetingen van de behuizingen en de aansluitpennen kent (databoeken) of kan nameten (schuifmaat, ...).

- Indien er meerdere gelijkaardige gepolariseerde componenten (elco's, diodes, maar ook IC's, ...) op het bord komen, zorg dan dat deze steeds in dezelfde richting geplaatst zijn.
- De boordiameter van een gat moet minstens 10 mil groter zijn dan de aansluitdraad van de component die erdoor moet.
- Het soldeereiland (*pad*) moet minstens 15 mil groter zijn dan het geboorde gat.
- Plaats naam en revisie-nummer van de PCB zowel op soldeer- als op componentzijde.
- Verbindingen moeten minstens 20 mil (0,5 mm) van de zijkant van de PCB verwijderd blijven.

3.2.2 Bijzondere richtlijnen voor *gefreesde* printen

Indien uw print zal gemaakt worden met behulp van de **LPKF** PCB-freesmachine, houdt u zich best aan volgende bijkomende richtlijnen.

- Ontwerp alleen enkelzijdige PCB's, waarbij er alleen koperbanen zijn op de soldeerzijde (onderkant). Omwille van de vereiste nauwkeurigheid kunnen dubbelzijdige printen alleen na goedkeuring van de verantwoordelijke technicus.
- De omtrek van de PCB moet steeds een rechthoek zijn.
- De standaard-afstand tussen de printbanen is 100 mil (wat gelijk is aan de *steek* of afstand tussen twee penntjes van een DIL-IC: 100 mil = 0,1" = 2,54 mm). Ga slechts in uitzonderlijke gevallen over naar een afstand van 50 mil; dit zal bv. nodig zijn om een baantje tussen twee penntjes van een IC door te leggen.
- In de lengterichting van een IC (met 0,3" = 300 mil afstand tussen de twee rijen pen-nen) kunnen op die manier gemakkelijk twee banen lopen.
- Houd een minimale baanbreedte van 40 mil aan.
- De minimale *clearance* of afstand naar een andere baan of pad is 13 mil. Deze *clearance* kan echter leiden tot soldeerproblemen. De *clearance* die we verder in deze tekst gebruiken, zal resulteren in een gemakkelijker te solderen print.
- De minimum doormeter van de soldeereilandjes (*pads*) voor jumpers, vias (doorverbindingen van soldeer- naar componentzijde) en componenten is 80 mil.
- Er wordt slechts een beperkt aantal boordiameters ondersteund:
 - 0,8 mm voor IC's en (kleine) componenten
 - 1,0 mm voor gelijkrichtdiodes, vermogentransistoren, connectoren
 - 3,0 mm voor montagegaten.

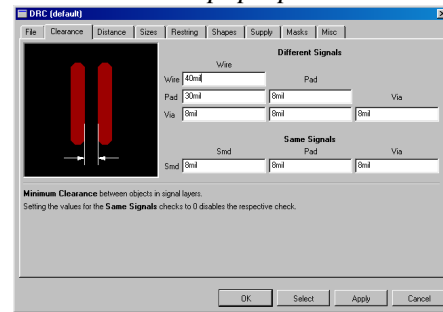
Indien u andere boordiameters nodig heeft, zal u zelf manueel een kleiner geboord gat moeten gaan uitboren.

3.2.3 Autorouting

Wanneer een PCB wordt *geroute*, zal men meestal een combinatie van autorouting en manueel *routen* hanteren. De autorouter kan het merendeel van de *airwires*/netten snel realiseren, maar dan zullen vaak nog enkele speciale of moeilijke netten met de hand moeten bijgelegd worden. Bij autorouting zoekt de computer naar mogelijke oplossingen voor het realiseren van de verbindingen, waarbij hij zich baseert op een aantal regels die komen uit de DRC (*Design Rule Check*) en uit de Autorouter setup. Ook al leidt de autorouter niet steeds tot een 100% volledige oplossing, toch is het vaak een snel hulpmiddel.

Volg nu eerst onderstaande procedure om de DRC zodanig in te stellen dat de resulterende PCB conform zal zijn aan de eisen voor gefreesde printen.

1. Selecteer **Tools > Drc...** uit de bovenste menubalk. Hierdoor zal er een *pop-up window* verschijnen met verschillende configuratie-tabs.
2. Klik op de **Clearance** tab.
 Stel de **wire to wire clearance** in op 40 mil en de **wire to pad clearance** op 30 mil.
 Ter informatie wordt er aan de linkerzijde steeds een tekening getoond die de betreffende instelling verduidelijkt.
3. Klik op de **Sizes** tab. Stel de **Minimum Width** in op 40 mil en de **Minimum Drill** op 32 mil.
4. Klik op de **Restring** tab. Stel de **Minima** voor **Pads** en **Vias** in op 80 mil.
5. Klik op de **Shapes** tab. Stel de **Pads** voor **Top** en **Bottom** in op **As in library**.
6. Klik op de **File** tab. Klik op de **Save as** knop, geef een nieuwe filenaam (bv. **default2**) en klik op **OK**.

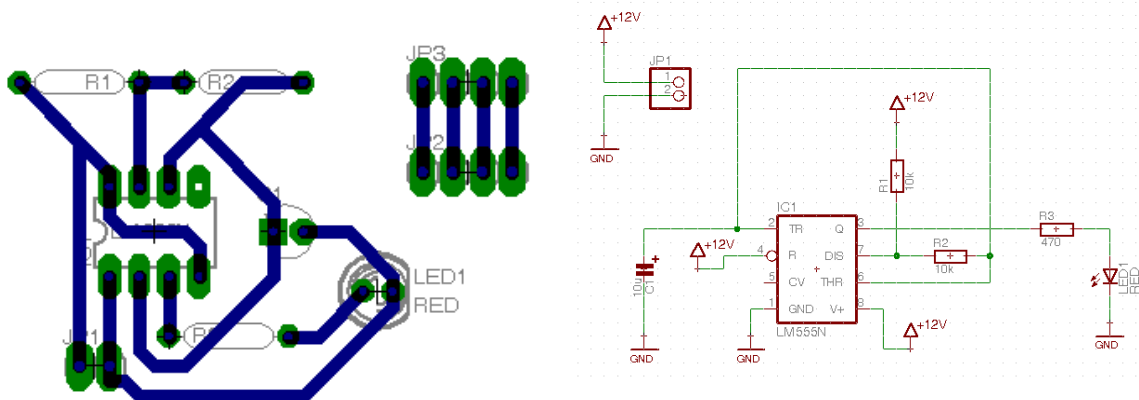


De auto-router zal zich nu bij het leggen van de verbindingbanen gaan houden aan deze DRC-instellingen. Indien we slechts een enkelzijdige PCB willen, moeten we dit nog instellen in de auto-router zelf.

1. Selecteer **Tools > Auto...** in de bovenste menubalk van de *layout editor* of klik <L> op nevenstaand icoon in de linkse werkbalk. Ook hier zal er een *pop-up* venster verschijnen met talrijke instelmogelijkheden.
2. Klik op de **General** tab. Zet **Top** op *N/A* (*not available* = niet beschikbaar) en **Bottom** op * (geen voorkeursrichting voor de baantjes). Zet de **Routing Grid** op **50** mil.
3. Klik op **OK** om de autorouter te starten met deze nieuwe instellingen.



Na enig computer-rekenwerk krijgt u (bijvoorbeeld) onderstaand resultaat. Gemakkelijkheids-halve vindt u ook schema opnieuw, zodat u eenvoudig kunt controleren.



Het is mogelijk dat de autorouter er niet in slaagt om alle verbindingen te realiseren. In dat geval kan u wat aanpassingen aanbrengen in de DRC-configuratie en in de autorouter-setup, om daarna een nieuwe poging te ondernemen. Als het echter niet wil lukken, zullen we zelf manueel gaan ingrijpen. De manier waarop dit kan gebeuren bespreken we in volgende punten.

3.2.4 Ongedaan maken van de plaatsing van een baan : *Ripping up tracks*

Het kan soms nodig zijn om een deel van, een volledige, meerdere of zelfs alle reeds geplaatste printbanen terug te verwijderen. Dit kan nuttig zijn wanneer we met componenten beginnen schuiven om een bord te optimaliseren.

Het bevel wordt geactiveerd met het **Edit > Ripup** commando uit de bovenste menu-balk of door <L> te klikken op nevenstaand icoontje in de linkse werkbalk.



U kan telkens wat uitproberen en daarna terug ongedaan maken door <L> te klikken op het *undo*-pijltje bovenaan.



1. Een individueel segment van een printbaan verwijderen:
selecteer **Edit > Ripup** en klik <L> op het te verwijderen deel van de printbaan.
2. Een volledig signaal verwijderen:
selecteer **Edit > Ripup** en typ de signaalnaam in de *command box* bovenaan in het hoofdvenster. Probeer bv. met **GND**.
De naam van een ander willekeurig net kan u steeds te weten komen als u eerst <L> klikt op het info-icoontje en vervolgens op de betreffende baan.
3. Alle signalen behalve enkele verwijderen:
selecteer **Edit > Ripup** en typ de signaalnaam in de *command box* bovenaan in het hoofdvenster **voafgegaan door een uitroepteken**. Probeer bv. met **! GND VCC**.
Eerst wordt zichtbaar gemaakt welke signalen zullen verdwijnen; als dit in orde is klikt u <L> op de **GO**-knop bovenaan (d.i. het verkeerslichtje).
4. Een groep van segmenten verwijderen:
selecteer **Edit > Group** en trek een rechthoek rond de segmenten die u wil verwijderen;
selecteer **Edit > Ripup** en klik <R> op één van de te verwijderen segmenten.
Hierdoor zullen alle segmenten die in de groep zijn opgenomen verdwijnen.
5. Alle signalen verwijderen:
selecteer **Edit > Ripup** en klik onmiddellijk <L> op de **GO**-knop bovenaan (d.i. het verkeerslichtje). Klik **Yes** voor de bevestiging.



Merk op dat telkens elk verdwenen (segment van een) net opnieuw vervangen wordt door een gele *airwire*, om aan te geven tussen welke punten nog een verbinding dient gelegd te worden.

Gebruik voor deze operatie dus zeker niet de delete-functie!


Na elke *ripup* kan u dan ook opnieuw een autoroute laten doen, of u kan zelf de verbinding gaan tekenen zoals we in volgend punt behandelen.

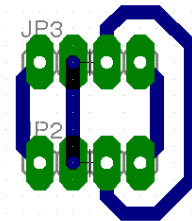
3.2.5 Manueel routen

Manueel *routen* betekent dat we zelf de koperbanen op de print gaan tekenen. Dit is vaak een arbeidsintensief werk, maar soms is het onvermijdelijk. Het is namelijk zo dat de autorouter geen perfect stuk software is en de zaak soms nodeloos moeilijk maakt. Soms zet de autorouter zichzelf ook vast, zodat hij omwille van de reeds geplaatste banen de nog resterende niet meer kan leggen. In andere gevallen weet de gebruiker zelf beter welk signaal erg kritisch is en dus eigenlijk eerst zou moeten *geroute* worden (en dan ook niet meer herlegd).

In al deze gevallen zal de ontwerper enkele - of soms zelfs alle - banen zelf manueel moeten aanbrengen.

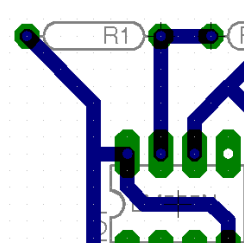
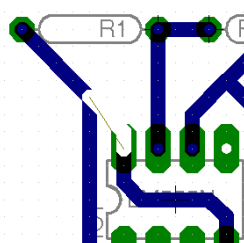
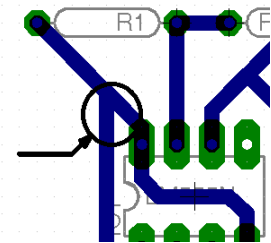
Bij wijze van voorbeeld gaan we eerst de verbindingen tussen de twee 4-pins connectoren zelf manueel leggen volgens onderstaande figuur.

1. Zorg er eerst voor dat er geen echte verbindingen maar alleen nog *airwires* liggen tussen deze twee connectoren - dit gebeurt uiteraard met de **ripup**-functie.
2. Selecteer **Edit > Route** of klik op het icoontje .
3. Hierdoor verschijnt er een werkbalk bij net onder de bovenste menubalk. Hierin kunnen alle *track*-opties ingesteld worden. Selecteer een *track*-breedte (**Width**) van **40 mil = 0.04"**.
4. Klik **<L>** op het eerste pad vanwaar u een printbaan wil starten - bv. het tweede pad van de bovenste connector JP3. Beweeg de muis recht naar beneden en klik **<L>** op het eindpad om de verbinding te vervolledigen.
5. Wanneer een *airwire* helemaal *geroute* is, zal het ROUTE-commando automatisch de lijn afbreken om een succesvolle verbinding aan te geven. Het ROUTE-commando blijft echter actief, en u kan verder gaan met de drie resterende verbindingen. Denk er bij het leggen van de verbindingen aan dat u met **<R>** kan overschakelen tussen orthogonaal en diagonaal. Als u **<L>** klikt tijdens het *routen*, brengt u een hoekpunt aan in de baan.

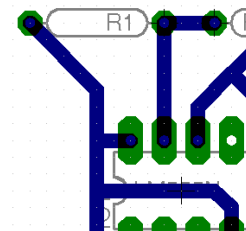


OPDRACHTEN

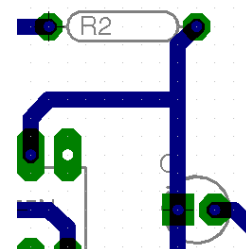
1. In de linkerbovenhoek van de printplaat heeft de autorouter een merkwaardige verbinding gelegd, waardoor er wel degelijk een te scherpe hoek ontstaan is (linkse figuur). Doe nu eerst een *ripup* van de twee stukjes baan die de (te scherpe) aansluiting naar pen 8 van het IC realiseren (middenste figuur). Laat de autorouter tenslotte de ontbrekende verbinding opnieuw realiseren (rechtse figuur).



2. Doe nu een gelijkaardige handeling, zodat - zoals in nevenstaande figuur is weergegeven - de aansluiting van de voedingsspanning aan pen 4 van het IC rechtstreeks van de verticale VCC-baan komt en niet eerst via pen 8 passeert.

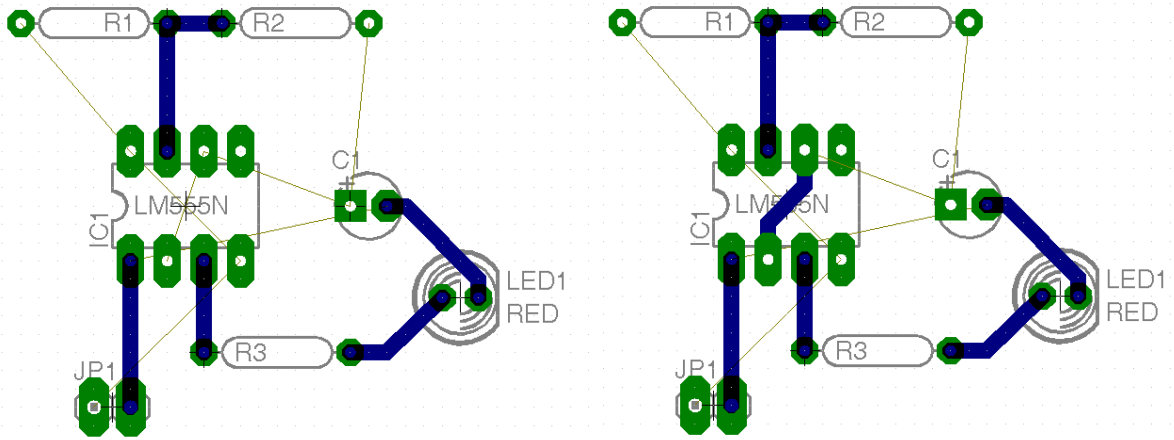


3. Wijzig de verbinding in de rechterbovenhoek zoals hiernaast is weergegeven. Gebruik hiervoor (na *ripup*) de manuele routing met een baanbreedte van 40 mil.



4. In deze oefening tonen we aan dat het resultaat van de autorouter sterk afhankelijk is van reeds geplaatste verbindingen.

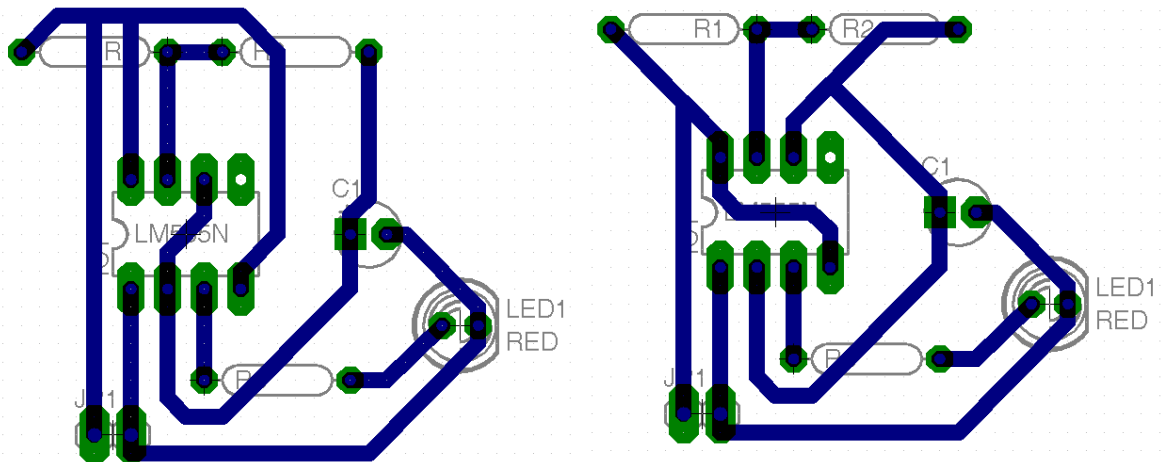
Verwijder (*ripup*) eerst een aantal banen van onze knipperLED, zodat alleen de banen op de linkse figuur overblijven.



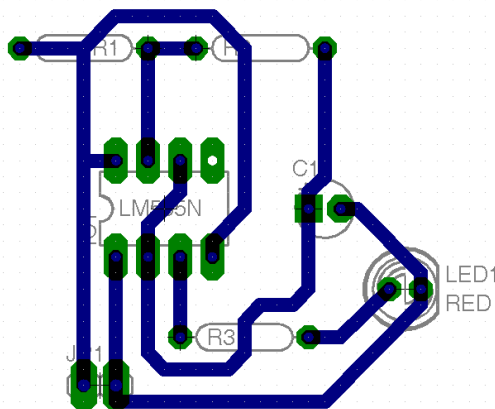
Teken vervolgens manueel (volgens de rechtse figuur) de verbinding tussen pen 2 en pen 6 van het IC. Klik opnieuw op **Ratsnest** om de nog resterende *airwires* te zien.

Laat de resterende verbindingen leggen door de autorouter.

Vergelijk het nieuw verkregen resultaat (linksonder) met het oorspronkelijke (rechtsonder).



Wijzig tenslotte het verkregen resultaat nog tot onderstaand voorbeeld met manueel routen.



3.3 DRC = Design Rule Check

Bij de *Schematic Editor* hadden we te maken met de **ERC = Electrical Rule Check**, die een controle ging uitvoeren naar eventuele fouten in het elektrisch schema.

Bij de *PCB Layout Editor* verschijnt nu de **DRC = Design Rule Check**. Deze DRC controleert of de ontworpen PCB ook nog steeds in overeenstemming is met de specificaties die door de fabrikant zijn opgelegd. In deze tutorial zijn we ervan uitgegaan dat de print zal gefreesd worden; we hebben dan ook een aantal specificaties opgegeven die typerend zijn voor dit specifieke productieproces. Deze specificaties moeten dan ook nauwkeurig doorgegeven worden aan de DRC (zoals we gedaan hebben op p.17).

Wanneer een ontwerp afgewerkt is – met autorouting of met manueel *routen* of met een combinatie van beide – moet de DRC-controle uitgevoerd worden en hierbij mogen er geen fouten of waarschuwingen overblijven.

U kan ook steeds volgende eenvoudige bijkomende controle op uw ontwerp uitvoeren. Selecteer **View > Display/hide layers ...** in de bovenste menubalk of klik <L> op nevenstaand icoontje in de linkse werkbalk.



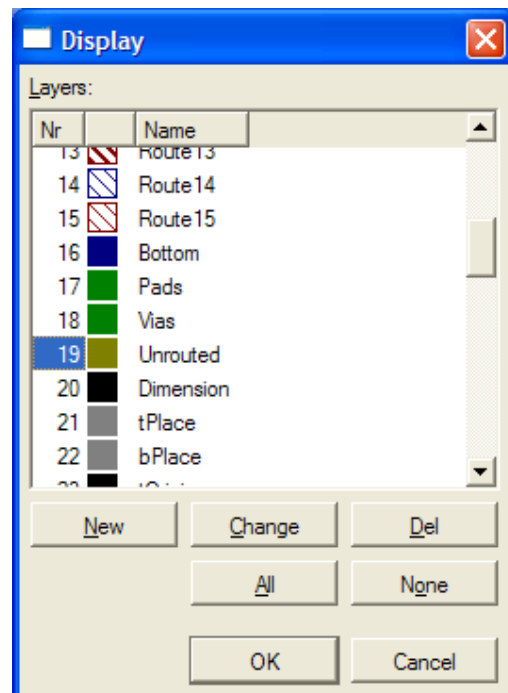
In de *pop-up form* die nu verschijnt kan u selecteren welke onderdelen u precies wil zien.

Klik eerst <L> op **None**, waardoor er niets meer zou weergegeven worden.

Scroll vervolgens een beetje naar beneden, tot u <L> kan klikken op het cijfer 19. *Layer* 19 geeft blijkbaar alleen de *unrouted nets* weer.

Klik tenslotte <L> op **OK**.

Terug in de *PCB Layout Editor* mag nu niets te zien zijn, dit is tenminste zo indien alle netten ook keurig *geroute* zijn.



EAGLE 4.13 tutorial

DEEL 4 : LIBRARY EDITOR




Het zal frequent voorkomen dat u een speciale component in uw schema moet gaan gebruiken die niet standaard in de *Eagle*-bibliotheken aanwezig is. U zal dan een van volgende acties moeten ondernemen:

1. Ga op het Internet op zoek naar een bruikbare bibliotheek die de component wel bevat.
Zoek bv. eerst bij de software-producent zelf op <http://www.cadsoft.de/download.htm> onder de rubriek *libraries*, waar ook gebruikers hun nieuwe bibliotheken beschikbaar stellen.
2. U kan een bestaande bibliotheek gaan aanpassen en/of uitbreiden.
3. U kan zelf een nieuwe bibliotheek aanmaken.

In dit gedeelte van de tutorial beschrijven we hoe u een nieuwe component, *footprint* en schematisch symbool kan creëren in een nieuw aan te maken bibliotheek. We zullen dit bij wijze van voorbeeld doen voor een kleine 2-pins connector.

4.1 Creër bibliotheek en component

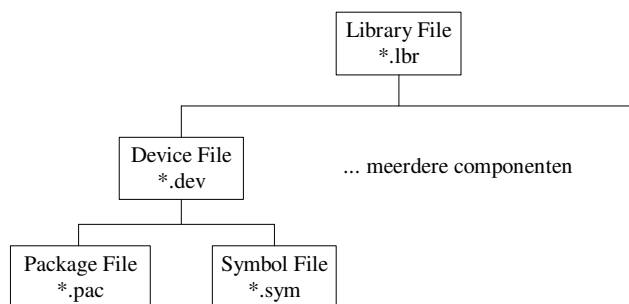
Sluit eerst de eventueel nog geopende *Schematic Editor* en *PCB Layout Editor*.

1. In het **Control Panel**, selecteer in de menubalk bovenaan **File > New > Library**.
Er wordt een *library-editor* venster geopend. Bewaar dadelijk de nieuwe nog aan te maken bibliotheek met **File > Save as** als “**mylib.lbr**” in uw *eigen directory* **H:\eagproj**.
2. Selecteer **Library > Description...** en geef een beschrijving op voor uw nieuwe bibliotheek, bv. “Dit is mijn eigen bibliotheek”.
3. Selecteer **Library > Device...** in de bovenste menubalk of op nevenstaand icoon. In het tekstvak achter *New*: typt u **2PINTerm**, waarna u klikt op **OK**. Bevestig met **Yes**. 
4. Selecteer **Library > Package...** in de bovenste menubalk of op nevenstaand icoon. In het tekstvak achter *New*: typt u **2PINTerm**, waarna u klikt op **OK**. Bevestig met **Yes**. 
5. Selecteer **Library > Symbol...** in de bovenste menubalk of op nevenstaand icoon. In het tekstvak achter *New*: typt u **2PINTerm**, waarna u klikt op **OK**. Bevestig met **Yes**. 

Een *library* bestand (*.lbr) in *Eagle* is op zijn beurt weer samengesteld uit verschillende andere files. Zo heeft bv. ieder *device* dat in een bibliotheek zit zijn eigen device-file (*.dev). Gelijkaardig zal er ook voor elke *package* en elk *symbol* een aparte file zijn (*.pac en *.sym).

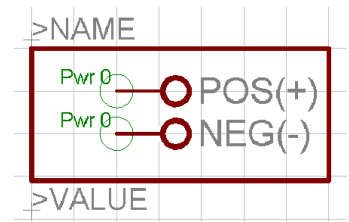
Belangrijk om te onthouden:

Elk *device* (of component) is de combinatie van een *symbol* (zoals het op een schema zal geplaatst worden) en een (of meerdere mogelijke) *package* (behuizing, *footprint* – zoals gebruikt op de *PCB Layout Editor*).

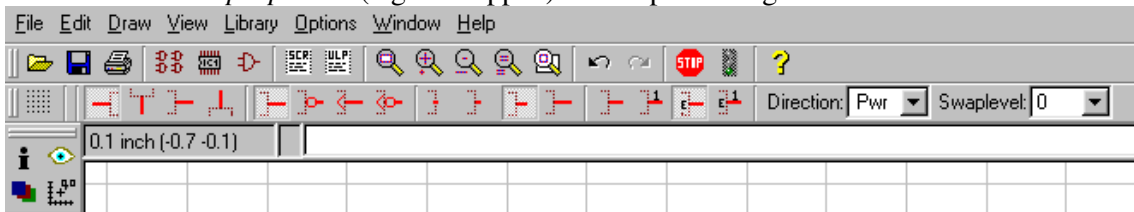


Bij het aanmaken/wijzigen van een bibliotheek kan vaak heel wat werk gespaard worden door het kopiëren van *packages* en/of *symbols* uit bestaande bibliotheken. Om dit te doen opent u de bestaande *library* en selecteert de gewenste *package* of *symbol*. Dan schakelt u alle *layers* ON, selecteert alles met behulp van het GROUP commando en CUT deze informatie. Gebruik tenslotte PASTE in de aan te passen bibliotheek.

6. We gaan nu eerst nevenstaand schema-symbool tekenen. Indien dit niet als laatste bewerking gebeurd is, kiest u opnieuw **Library > Symbol** uit de bovenste menubalk (of met het overeenstemmende icoontje bovenaan), u zorgt dat **2PINTerm** oplicht en u klikt **OK**.



- a. Selecteer **Draw > Pin** uit de bovenste menubalk of klik op nevenstaand icoontje helemaal onderaan in de linkse werkbalk. Merk op dat er net onder de bovenste werkbalk een nieuwe werkbalk verschijnt, waarmee de *properties* (eigenschappen) van de pinnen ingesteld kunnen worden.



De vier eerste icoontjes bepalen de oriëntatie van de pin. *Default* is **R0**, waardoor de pin aan de linkerzijde van het symbool zal komen. De overige mogelijkheden zijn **R90** (pin onderaan), **R180** (pin rechts) en **R270** (pin bovenaan).



Merk op dat tijdens het plaatsen van een pin in de *symbol editor* ook de functie van de rechter-muis-toets werkt: elke **<R>**-klik doet de pin automatisch 90° ccw draaien.

Met de volgende vier icoontjes wordt de (grafische voorstelling van de) functie van de pin gekozen. *Default* is **None**, een gewone pin. De andere mogelijkheden zijn: **Dot** (= *inverted*), **Clk** (*clock*) en **DotClk** (*inverted clock*).



Met de volgende vier icoontjes wordt de lengte van de pin gekozen. De mogelijkheden zijn **Point**, **Short** (= 0,1"), **Middle** (= 0,2"), en **Long** (= 0,3"). *Default* staat deze waarde op **Long**, maar wij verkiezen **Middle**.



Met de laatste vier icoontjes wordt gekozen of de pin en/of pad namen zichtbaar zijn in het schema. Mogelijkheden: **Off**, **Pad**, **Pin** en **Both**. *Default* staat deze waarde op **Both**, maar wij verkiezen **Pin**.



Voor **Direction** is er een *pull-down menu* met volgende mogelijkheden:

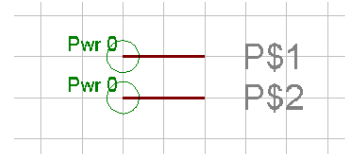
NC	not connected	Pwr	power input pin (Vcc, Gnd, Vss, Vdd, etc.)
In	input	Pas	passive (for resistors, capacitors etc.)
Out	output (totem-pole)	Hiz	high impedance output (e.g. 3-state)
I/O	in/output (bidirectional)	Sup	general supply pin (e.g. for ground symbol)
OC	open collector or open drain		

Tenslotte kunnen we voor **Swaplevel** een getal kiezen tussen 0 en 255. Swaplevel=0 betekent dat de pin met geen enkele andere kan omgewisseld worden. Als het Swaplevel verschilt van 0, betekent dit dat deze pin kan verwisseld worden met een andere pin die hetzelfde swaplevel heeft.

- b. De belangrijkste *property* is de richting (*direction*) van de pin, want dit wordt gebruikt in de ERC (*Electrical Rule Check*) en eventueel bij het automatisch aansluiten van de voedingsspanningen.

Voor de pinnen van onze connector stelt u de werkbalk in zoals aangegeven in bovenstaande figuur: R0 – None – Middle – Pin – Direction:Pwr – Swaplevel: 0.

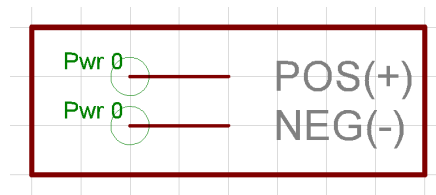
Voeg dan twee pinnen toe (op één ruitje van 0,1” onder elkaar), en klik daarna op het STOP-teken in de bovenste werkbalk om te eindigen.



- c. Geef elke pin een naam met de functie **Edit > Name**. Klik op de bovenste pin en geef deze de naam **POS(+)**, terwijl we de onderste de naam **NEG(-)** geven.



- d. Teken nu de vorm van het symbool, in dit geval een rechthoek rond de pinnen. Selecteer de functie **Draw > Wire** of klik op het overeenstemmende icoon. Teken de vier lijnstukken en eindig met **<Esc>**.

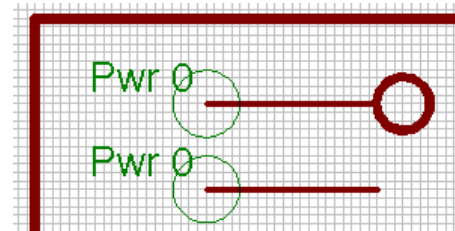


- e. Nu gaan we de twee cirkeltjes bijtekenen aan (het rechteruiteinde van) de pinnen. Best past u eerst het raster aan: selecteer **View > Grid** en geef een gridmaat van 0.01 inch op. Zoom in tot het nieuwe raster ook zichtbaar is.

Selecteer de functie **Draw > Circle** of klik op het overeenstemmende icoon.

We willen een cirkel die ongeveer even groot is als het cirkeltje dat reeds aan het linkeruiteinde van de pin staat.

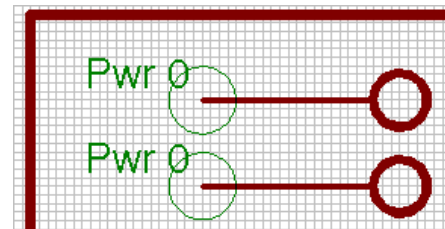
Eerst moeten we het middelpunt van de nieuwe cirkel aangeven; klik daarom **<L>** op drie rastervakjes rechts naast het einde van de bovenste pin. Beweeg vervolgens de muis, waardoor de cirkel zal geopend worden. Als deze cirkel aansluit op de pin, klikt u opnieuw **<L>**.



Nu gaan we deze zelf getekende cirkel kopiëren naar de tweede pin.

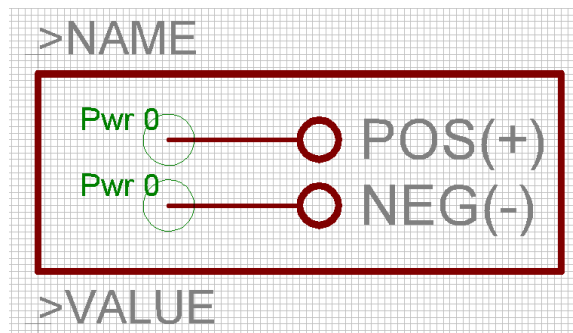
Selecteer de functie **Edit > Copy** of klik op nevenstaand icoontje.

Klik **<L>** op de reeds geplaatste cirkel, en plaats de kopie ervan op de onderste pin.



- f. Toevoegen van teksten. Selecteer de functie **Draw > Text...** of klik op nevenstaand icoontje. Typ de tekst **>NAME** en plaats deze boven het symbool. Plaats gelijkaardig de tekst **>VALUE** onder het symbool.

T



Nu moeten deze teksten nog op de juiste 'layer' geplaatst worden. Selecteer de functie **Edit > Change... > Layer...** en klik op het nummer 95, zijnde de layer voorbehouden voor *Names*. Klik vervolgens **<L>** op (het kruisje net linksonder van) de tekst **>NAME**, waardoor deze verplaatst wordt naar layer 95. Verplaats gelijkaardig de tekst **>VALUE** naar layer 96.

- f. Plaats het centreer-teken. Selecteer de functie **View > Mark** en plaats het centreer-teken ergens in het midden van het nieuwe symbool. Dit zal de 'hot spot' zijn van het symbool als het op een schema geplaatst wordt.

g. *Save!*

7. Nadat we in voorgaand punt het **symbol** opgesteld hebben (= de manier waarop het *device* op een schema zal verschijnen), gaan we nu de **footprint** of **PCB package** aanmaken (= de manier waarop het *device* op een PCB zal verschijnen).

- a. Selecteer **Library > Package...** in de bovenste menubalk of met nevenstaand icoon. Selecteer **2PINTerm** en klik op **OK**.



- b. We gaan nu twee soldeereilanden creëren, in overeenstemming met de aansluitpennen van de component en met de voorschriften van de PCB fabricage methode.

Bij het creëren van een *package*, is het aan te raden de concrete component of een uitgebreide data-sheet ervan steeds binnen handbereik te hebben, zodat alle nodige afmetingen kunnen nagemeten of opgezocht worden.

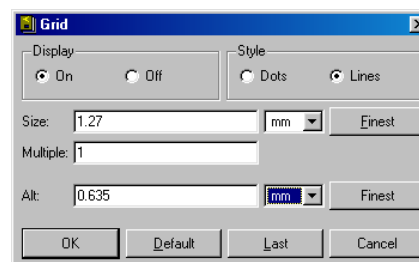
We laten het raster op 50 mil staan (veel componenten gebruiken hiervan een veelvoud als afstand tussen de pinnen), maar omdat we de boordiameter nu in mm willen opgeven moeten we dit ook eerst aanpassen in de grid-setup:

Selecteer **View > Grid...** of klik op het overeenstemmende icoontje.



Selecteer in de *pull-down* menuutjes achter **Size** en **Alt** de eenheid **mm** in plaats van **inch**.

De waarde zelf hoeft u niet te veranderen, die wordt automatisch omgezet.

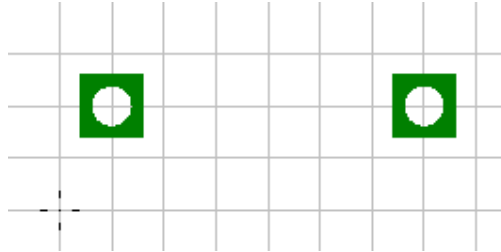


Vervolgens gaan we de pads of soldeereilandjes plaatsen.

Selecteer de functie **Draw > Pad** of klik op het overeenstemmende icoontje. Er verschijnt bovenaan weer een bijkomende werkbalk.



Selecteer een rechthoekig pad met automatische diameter en 1 mm boordiameter. Plaats nu twee *pads* op 0,3 inch (*center to center*) van elkaar (dit zijn zes vakjes op een raster van 0,05”).



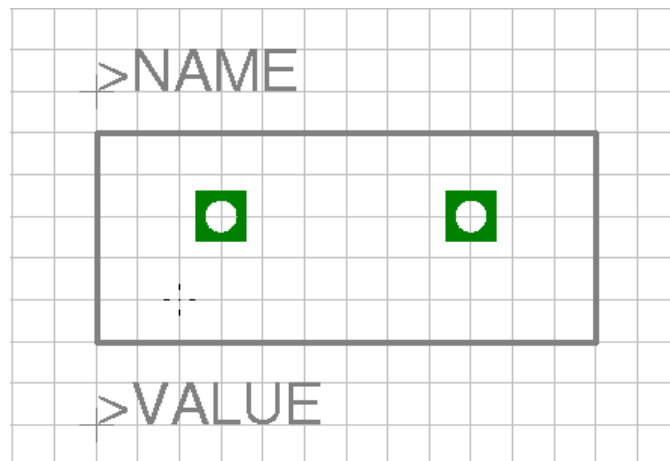
c. Geef de *pads* een naam. Selecteer **Edit > Name** of klik op het overeenstemmende icoontje. Klik vervolgens op het linkse *pad* en wijzig de *default* naam **P\$1** in **POS**. Klik daarna op het rechtse *pad* en geef deze de naam **NEG**.




d. Teken nu de buitenomtrek van de *package* met het **Draw > Wire** commando op de *Top Solder Mask Layer* (21 **tPlace**). Hierbij moet uiteraard rekening gehouden worden met de reële afmetingen van de component.

e. Voeg de teksten **>NAME** en **>VALUE** bij op de **tName** en **tValue** *layers* respectievelijk.

f. *Save!*

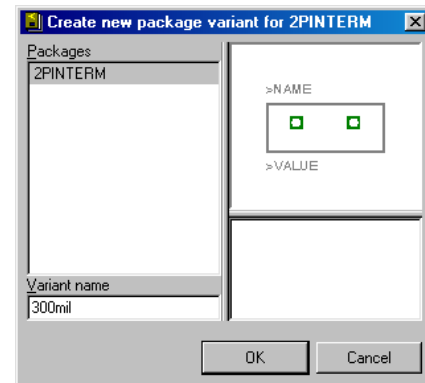


8. In punt 6 hebben we eerst het **symbool** opgesteld (= de manier waarop het *device* op een schema zal verschijnen), waarna we in punt 7 de *footprint* of **PCB package** hebben aangemaakt (= de manier waarop het *device* op een PCB zal verschijnen). Nu moeten we het *device* zelf nog gaan vormen, door zowel het gemaakte symbool als de *footprint* eraan te koppelen.

- a. Selecteer **Library > Device...** in de bovenste menubalk of met nevenstaand icoon.  Selecteer **2PINTerm** en klik op **OK**.
- b. Selecteer **Edit > Add...** in de bovenste menubalk. Selecteer **2PINTerm** en klik op **OK**. Plaats het symbool in het linkse venster, ter hoogte van het reeds aanwezige centreerte-ken. Klik op het Stop-teken bovenaan of op **<Esc>**.

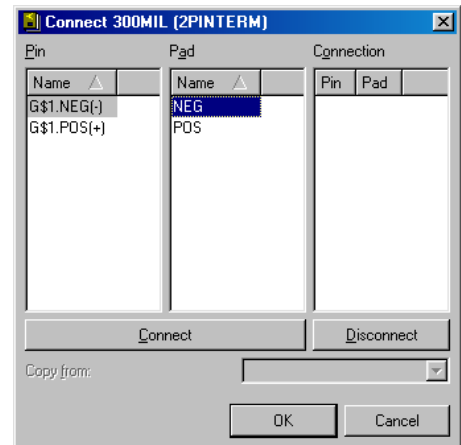
- c. Selecteer **Edit > Package...** in de bovenste menubalk. Selecteer **2PINTerm**. In het tekstvakje onder **Variant name** vul je bv. **300mil** in. Klik op **OK**.

Indien nodig, kan u op deze plaats meerdere mogelijke behuizingen koppelen aan hetzelfde symbool.



- d. Nu moeten we duidelijk gaan maken welke pin van het symbool overeenstemt met welke *pad* van de *package*.

Selecteer **Edit > Connect...** in de bovenste menubalk. Selecteer pin **G\$1.NEG(-)** en *pad* **NEG** en klik vervolgens op **Connect**. Hierdoor worden deze namen verplaatst naar het rechtse **Connection** kadertje. Pin **G\$1.POS(+)** en *pad* **POS** zijn nu reeds geselecteerd. Klik op **Connect**, zodat ook deze namen verplaatst worden naar het **Connection** kadertje.



- e. Klik op **OK**. Er komt een groen ✓ *check mark*.
- f. Klik op de knop **Prefix**. Vul **CONN** in in het tekstkadertje. Dit *prefix* zal gebruikt worden bij het automatische benoemen van componenten op een schema en/of PCB. Voor weerstanden is dit prefix bv. R, zodat de namen worden R1, R2 enz. Onze eerste connector zal nu als naam CONN1 krijgen, de volgende CONN2, ...
- g. De component is nu volledig. *Save* de bibliotheek en sluit de *library editor* af.

4.2 *Plaats de nieuwe component op schema en PCB*

Open opnieuw het schema van onze knipperLED, waarin we een connector van het type **PINHD-1X2** uit de *pinhead* bibliotheek gebruikt hadden.

Vervang nu deze connector door onze zelf gecreëerde **2PINTerm** uit onze eigen **mylib** bibliotheek. Dit moet u nu zonder verdere uitleg tot een goed einde kunnen brengen.

Vergeet niet dat u eerst de nieuw aangemaakte bibliotheek moet kenbaar maken in het tekenpakket (**Library > Use**)!

Bewaar het gewijzigde schema.

Open nu terug de *PCB layout editor*.

Daarin zal de oude connector verdwenen zijn en in de plaats ervan staat nu onze eigen connector naast het bord, met twee *airwires* die de nog te leggen verbindingen voorstellen.

Dit is een mooi voorbeeld van de *annotation* die automatisch gebeurt: een wijziging in het schema wordt ook automatisch doorgegeven naar het bord.

Plaats de connector op het bord, vervolledig de *routing* (automatisch of manueel) en bewaar opnieuw.

Hiermee eindigt deze initiële kennismaking met **Eagle**. Uiteraard zijn niet alle aspecten en mogelijkheden aan bod gekomen, maar die zullen wel naar boven komen als u dit pakket wat vaker begint te gebruiken. Succes ermee!

EAGLE 4.13 tutorial

DEEL 5 : TIPS & TRICKS

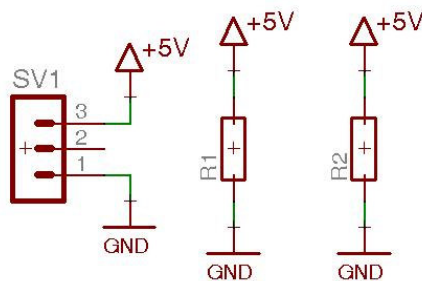
In dit gedeelte van de tutorial beschrijven we een aantal handige en/of frequent voorkomende operaties met elementen uit de *libraries*, *schematics* en *boards*.

5.1 Power & Ground symbols

De aansluitingen voor de voedingsspanning (**P&G** = *Power* en *Ground*) kunnen op het schema gewoon met netten getekend worden. In onderstaand voorbeeld wordt een 3-pins connector gebruikt voor het aansluiten van de voedingsspanningen op het PCB.

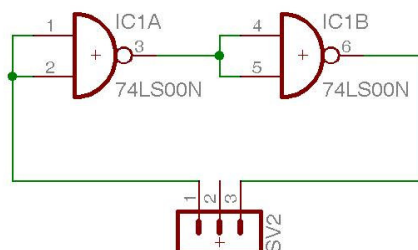


In een groter schema zal het doortrekken van de P&G-netten vlug onoverzichtelijk worden. Daarom wordt meestal gebruik gemaakt van speciale P&G-symbolen. Hierbij weten we dat er een fysieke doorverbinding is tussen alle *instances* van hetzelfde symbool, ook al is dit niet uitdrukkelijk getekend. Onderstaand voorbeeld geeft een alternatieve tekenwijze voor hetzelfde schema, en zal dan ook tot hetzelfde bord (kunnen) leiden.



Hoe zit dit nu met IC's?

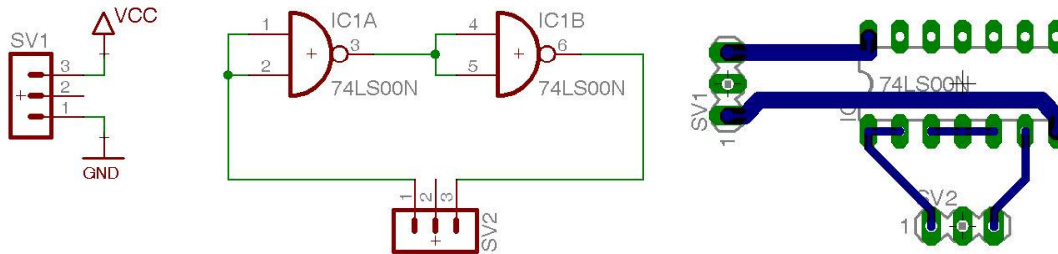
Als we bv. één of twee NAND-poorten (74LS00) op een schema plaatsen, wordt er geen vermelding gemaakt van de vereiste voedingsspanningen voor dit IC.



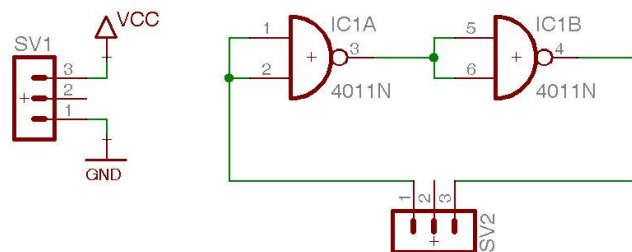
Indien we nu een Erc-controle doen, zullen we volgende foutmelding krijgen:
 ERROR: Sheet 1/1: no SUPPLY for implicit POWER Pin IC1P GND
 ERROR: Sheet 1/1: no SUPPLY for implicit POWER Pin IC1P VCC

Voorzien we nu op het schema bv. een aansluitingsconnector voor de voeding en worden hierop de symbolen VCC en GND aangesloten, dan zal deze voedingsspanning ook automatisch aangesloten worden op het IC.

In de *library* is immers voorzien dat op pen 14 van het IC V_{CC} dient aangesloten te worden en op pen 7 GND. Indien deze signalen ergens beschikbaar zijn, zullen ze ook automatisch doorverbonden worden.



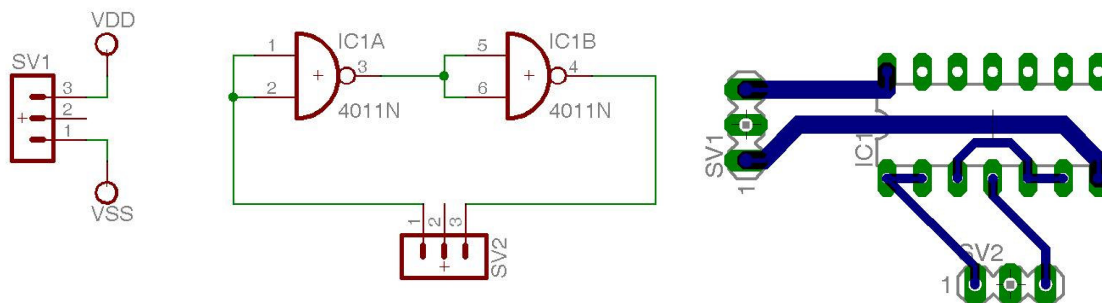
Wanneer we nu het TTL-IC 74LS00 vervangen door een CMOS 4011 (functioneel ook een *quad 2-input NAND*), krijgen we weer een Erc-fout:



ERROR: Sheet 1/1: no SUPPLY for implicit POWER Pin IC1P VSS
 ERROR: Sheet 1/1: no SUPPLY for implicit POWER Pin IC1P VDD

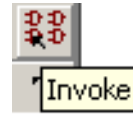
Voor CMOS-IC's wordt in de *library* VDD gebruikt voor de positieve voedingsspanning en VSS voor de massa.

Indien we op onze voedingsspanningsconnector het VCC-symbool vervangen door VDD en GND door VSS, wordt het probleem weer automatisch opgelost.



Een andere oplossing bestaat erin om toch uitdrukkelijk de aansluitingen van voeding en massa op het schema te tekenen. Om dit te realiseren dienen we gebruik te maken van het *invoke*-commando.

Indien u in de linkse werkbalk op dit icoontje klikt (of u kiest bovenaan **Edit > Invoke**) en u klikt vervolgens met <L> op een van de NAND-poortjes, dan verschijnt onderstaand pop-up venstertje waarin het gebruik van het IC wordt vermeld.

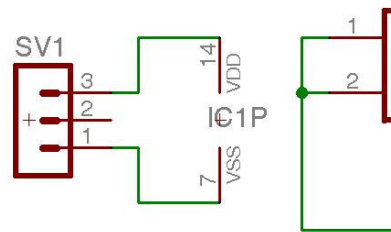


Gate A en B zijn niet meer aanklikbaar, omdat deze al in gebruik zijn in het schema. Als er nog een volgende NAND2 van de 4011 zal geplaatst worden, wordt dit normaal automatisch Gate C.

De P&G-aansluitingen (aangeduid als GATE **P** en Symbol **PWRN**) worden alleen “**On Request**” getoond.

Selecteer deze lijn en klik vervolgens op OK.

Hierdoor verschijnen in het schema aansluitklemmen voor de voedingsspanningen VDD en VSS van dit IC, die we nu zelf kunnen verbinden met de geschikte connectorpennen.

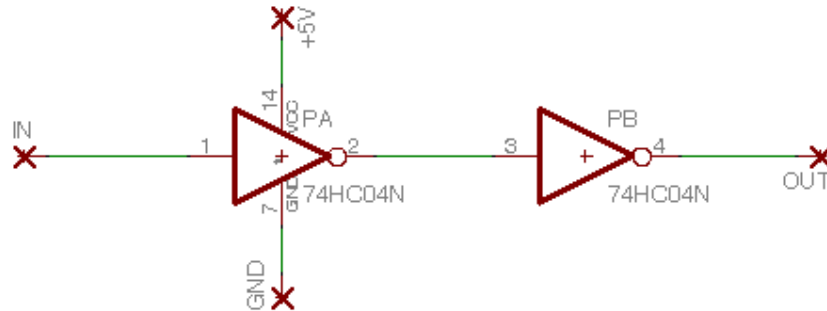


Dit kan bv. expliciet nodig zijn indien we een CMOS-IC (of een analoge IC) willen aansluiten op TTL- (of andere niet overeenstemmende) voedingsspanningen.

5.2 Net classes

Het is evident dat op een PCB de baanbreedte bepaald wordt door het soort van baan; zo zullen de voedings- en massabanen breder moeten zijn dan de signaalbanen. Op de board-layout kunnen we eventueel zelf manueel een baan breder of smaller maken. We kunnen er echter ook voor zorgen dat het programma automatisch rekening houdt met voorop ingestelde baanbreedten voor speciale netten – dit gebeurt met de *net classes*.

Laten we dit toepassen op een klein voorbeeldje.



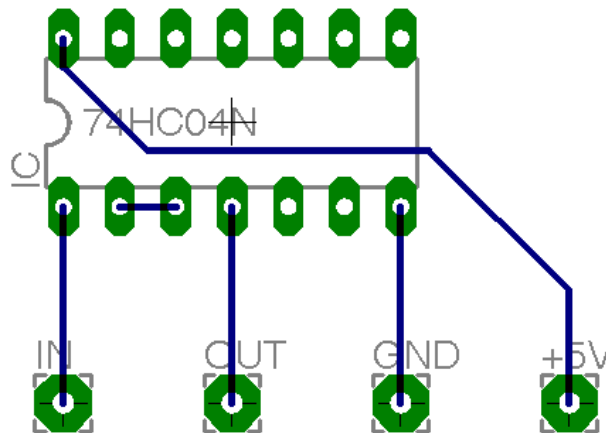
Naast één IC 74HC04 gebruiken we vier aansluitelandjes van het type “**wirepad 2.54/1.0**” uit de bibliotheek **wirepad.lbr**

Voor de verbindingen gebruiken we instructie **Draw > Net** (zeker niet: Wire !!!)



In de opties zien we dat **Net class** steeds is ingesteld op **0 default**.

Indien we hiervan automatisch een *board* genereren, krijgen we bv. volgend resultaat.



In de DRC stond de baanbreedte ingesteld op 10 mil (DRC > Sizes > Minimum Width) met een *clearance* van 8 mil (*wire-to-wire* en *wire-to-pad*).

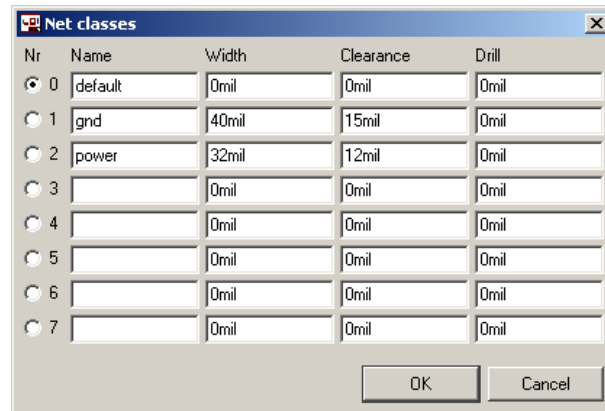
Deze 10 mil of 0,25 mm lijkt vooral voor de P&G (*Power and Ground*) te smal.

Daarom gaan we nu eerst twee klassen bijcreëren:

- **class 1** : voor de massabanen gebruiken we een (print)baanbreedte van 40 mil (d.i. ca. 1 mm) met een *clearance* van 15 mil ;

- **class 2** : voor de voedingsspanning gebruiken we een (print)baanbreedte van 32 mil (ca. 0.8 mm) met een *clearance* van 12 mil .

Selecteer bovenaan **Edit > Net classes...**



Class 0 staat reeds ingevuld als **default**. Hiervoor zijn geen specifieke waarden ingevuld – het programma zal dan de waarden nemen die in de DRC zijn ingesteld.

Vervolledig nu zelf de waarden voor **Class 1** en **2**.

Eindig met **OK**.

Terug in het schema selecteert u **Edit > Change... > Class > 1 gnd** en klikt u vervolgens op de massa-verbinding.

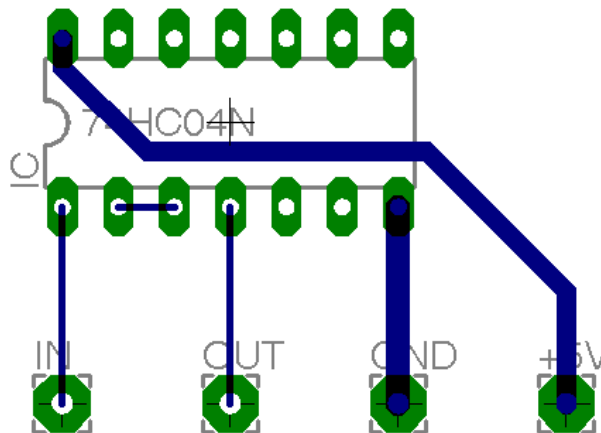
Daarna selecteert u **Edit > Change... > Class > 2 power** en klikt u op de verbinding van de voedingsspanning.

Ter controle kan u steeds op de informatieknop **i** klikken en dan op het gewenste net.

Keer nu terug naar de *board*-editor. Hierin is nog niets veranderd.

Doe eerst een *rip-up* van alle signalen en laat daarna het *board* opnieuw autorouten.

U krijgt dan bv. onderstaand resultaat, waarin de verschillende baanbreedten duidelijk zichtbaar zijn.

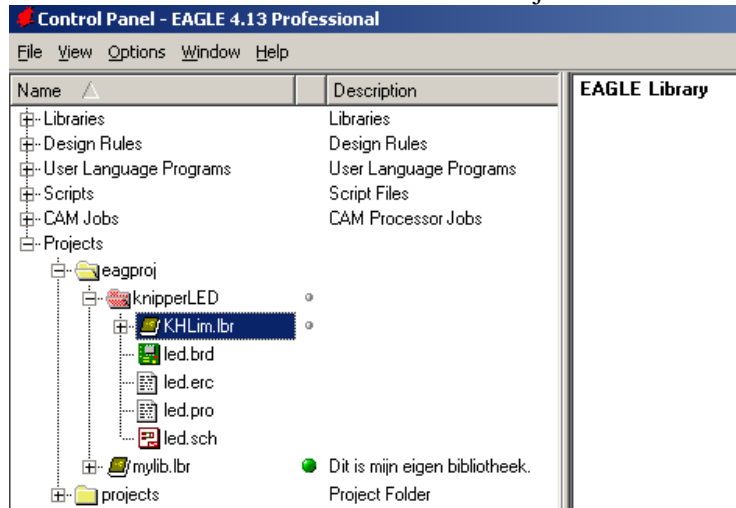


5.3 Pas een bestaande component aan in uw eigen bibliotheek

Stel dat we de component **555N** uit de **KHLim.lbr** willen gaan aanpassen. Deze bibliotheek is voor ons *read-only*; we kunnen dus best eerst de component kopiëren naar onze eigen **mylib.lbr** waar we wel lees/schrijf-rechten hebben.

- Zorg eerst dat beide bibliotheken beschikbaar zijn. Kies hiervoor in de *schematic-editor* of in de *board-editor* in de menubalk bovenaan **Library > Use** en selecteer eerst **L:(Lesinfo)\IWT\DSmets\Eagle413\KHLim.lbr** en vervolgens nog eens **Library > Use H:\eagproj\ mylib.lbr**

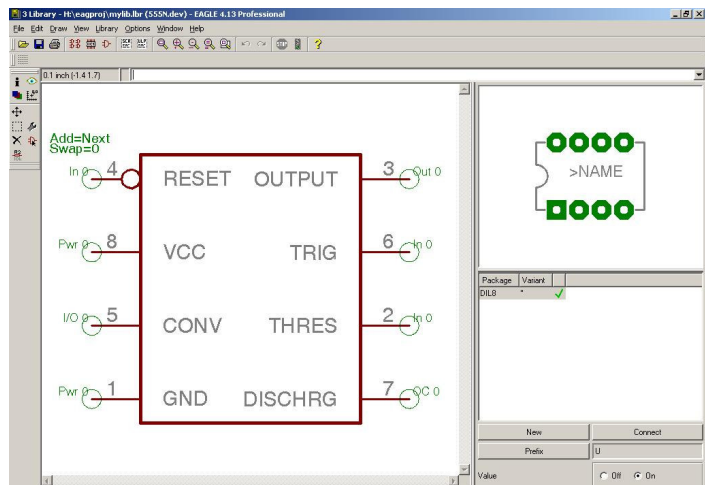
In het Control Panel moeten beide *libraries* nu zichtbaar zijn.



- Klik in de *Schematic Editor* bovenaan op **Library > Open ...** en selecteer vervolgens **mylib.lbr**
- Om de **555N** uit de **KHLim**-bibliotheek te kopiëren naar **mylib**, typen we bovenaan in het commando-tekstvak de instructie **copy 555N@L:\IWT\DSmets\Eagle413\KHLim.lbr**



Hierdoor wordt in een keer zowel het *device*, het *symbol* als de *package* gekopieerd en deze verschijnen in de overeenstemmende vensters. Save nu eerst opnieuw uw **mylib.lbr**, zodat deze component mee opgenomen is.



4. Stel dat we de *footprint* van de DIL8-behuizing wat willen aanpassen.
Klik daarom om het *Package*-icoontje bovenaan of selecteer **Library > Package...** en klik vervolgens op **DIL8** en tenslotte op **OK**.
We krijgen een uitvergroot beeld van de DIL8-package.



Om de juiste informatie te verkrijgen over de gebruikte soldeereilandjes, klikken we eerst op het informatieteken en vervolgens op één van de *pads*.

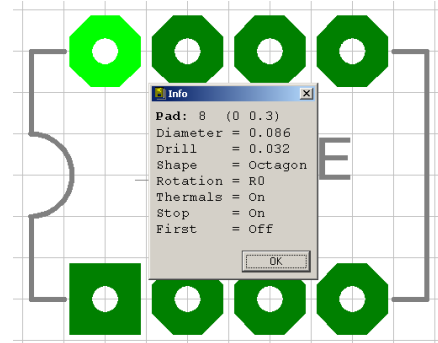


Het geselecteerde pad 8 heeft een achthoekige vorm (*Shape = octagon*).

De boordiameter bedraagt 0.032 inch of 32 mil, wat overeenkomt met 0,8 mm.

Het pad zelf heeft een diameter van 0.086 inch of 86 mil, dus ca. 2,15 mm.

Deze afmeting is vast, zodat ze op ons *board* niet kan aangepast worden om eventueel een baantje tussen twee pennen van een IC door te kunnen krijgen.



We gaan de paddiameter wijzigen naar de waarde **auto**, zodat de layout-editor rekening gaat houden met de ingestelde DRC-rules om de juiste waarde van de paddiameter te bepalen.

Klik hiervoor in de linkse werkbalk op het *change*-icoontje en kies vervolgens **Diameter > auto**. Klik vervolgens op elk van de acht soldeereilandjes, waardoor deze beduidend kleiner zullen worden. *Save* vervolgens.



In **5.5** zullen we verder ingaan op het effect van deze instelling **auto**.

5.4 Creëer een component met verschillende packages

1. Kopieer eerst de component **R4** uit de **KHLim.lbr** naar uw eigen bibliotheek **mylib.lbr** (zie eventueel vorig punt):

Library > Open ... mylib.lbr

copy R4@L:IWT\DSmets\Eagle413\KHLim.lbr

Deze weerstand van ¼ W heeft op de printplaat normaal een afstand van 400 mil tussen de soldeereilandjes; deze package heeft de naam **AX4**.

We willen nu deze component zodanig aanpassen dat we voor deze weerstand de keuze hebben of hij op de PCB een lengte van 400, 500 of 600 mil gaat innemen.

In de praktijk komt een grotere lengte neer op het verder van elkaar plooiën van de aansluitdraden; dit kan soms handig kan zijn om een printbaan meer onder de weerstand door te laten lopen.

2. Selecteer de *package* **AX4.pac** van deze component **R4** in uw **mylib.lbr** en pas deze als volgt aan:

Pads diameter 0.066 inch

Drill diameter 0.04 inch



3. Save
4. Trek een *group*-kader rond de volledige *package*. Selecteer vervolgens **Edit > Cut** en klik **<L>** in het center van het linkse *pad* (om een referentiepunt te hebben).
Ter informatie: in tegenstelling tot de gewone Windows-werking, zal het Cut bevel hier de oorspronkelijke inhoud niet verwijderen.
5. Creëer een nieuwe *package* **AX5.pac**
6. Selecteer **Edit > Paste** en plaats de layout met het centrum van het linkse pad gecentreerd op het kruisje.
7. Schuif het rechtse pad nu 100 mil naar rechts en maak het getekende symbool gecentreerd en passend tussen beide pads. Save.
8. Herhaal voor een *package* **AX6.pac** met een afstand van 600 mil. Save.
9. Selecteer opnieuw het *device* **R4**. Klik **<R>** op Package-Variant **AX4** en selecteer **Delete > Yes**.
10. Klik **<L>** op **New** onder het vakje **Package-Variant**. Selecteer **AX4** als nieuwe *package* en geef **_400mil** op als *variant name*.
11. Doe een *connect* van deze *package variant*.
12. Herhaal: **New > AX5 > _500mil > connect**
13. Herhaal: **New > AX6 > _600mil > connect**
14. Save

Ga nu naar het schema en plaats daar een weerstand R4 uit **mylib**.

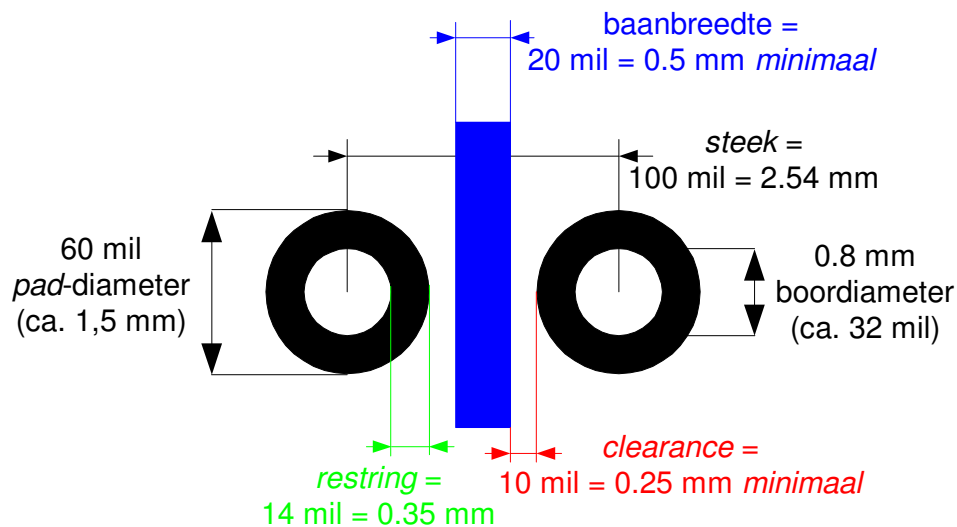
U krijgt nu ogenblikkelijk de keuze uit de verschillende *variant packages*.

Ook wanneer een dergelijke component reeds op het bord geplaatst is, kan u de geselecteerde *package* nog wijzigen met **Edit > Change... > Package**.

5.5 DRC-instellingen voor 1 baantje tussen 2 IC-pootjes

In deze tutorial hebben we reeds een aantal DRC-instellingen besproken. We hebben aangehaald hoe we een enkelzijdige print kunnen realiseren. Verder hadden we de minimale baanbreedte en *clearance* zodanig ingesteld dat er geen baantjes tussen twee pootjes van een IC door werden gelegd. Dit resulteert uiteraard in de veiligste printen, maar vaak zullen we hiermee niet al onze problemen opgelost krijgen.

In de praktijk hebben we vastgesteld dat onze LPKF-freesmachine er geen probleem mee heeft om één baantje tussen twee pootjes van een IC door te leggen. Om dit mogelijk te maken, moeten we onze *DRC-rules* gaan verfijnen. Laten we eerst alle gewenste waarden in een figuur voorstellen.



Om volgens bovenstaande figuur te werken, dienen we in de DRC het volgende in te stellen:

- DRC > Sizes > Minimum Width = **20 mil** (minimale baanbreedte)
- DRC > Clearance > Wire to Wire, Wire to Pad & Pad to Pad = **10 mil** (minimale *clearance*)
- DRC > Restring > Pads > Top & Bottom > Min > **14 mil**

Merk op dat deze *restring* alleen in rekening wordt genomen indien de afmeting van de soldeer*pads* in de *library* op **auto** staat.

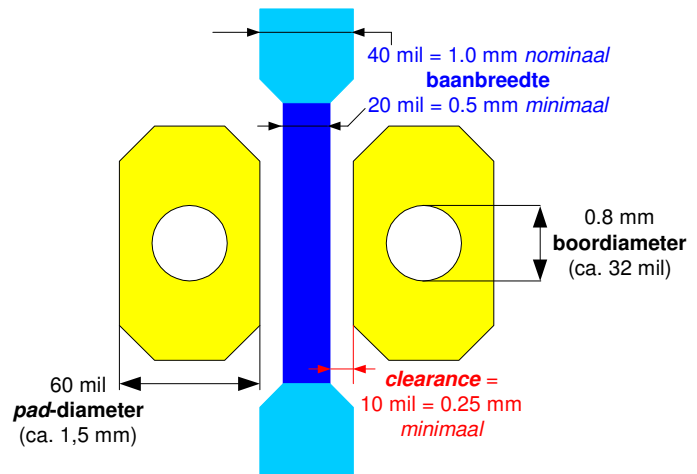
U kan misschien best steeds de te gebruiken *devices* eerst uit de bestaande *libraries* kopiëren naar uw eigen **mylib.lbr** en dan daarin alle wijzigingen aanbrengen. Zo kan u dan bv. de soldeer*pads* voor DIL14 en DIL8 vast instellen op 60 mil, waardoor de *restring* niet in aanmerking wordt genomen.

5.6 Instellingen om een gefreesde print succesvol te kunnen solderen

Op de LPKF-freesmachine moet de diepte van de frees telkenmale manueel ingesteld worden. Omdat we meestal zeker voldoende diep wensen te frezen, wordt de frees doorgaans te diep ingesteld. Hierdoor wordt er meer koper weggehaald, waardoor de baanbreedtes en soldeereilandjes kleiner worden dan voorzien. Dit leidt achteraf tot veel problemen bij het solderen.

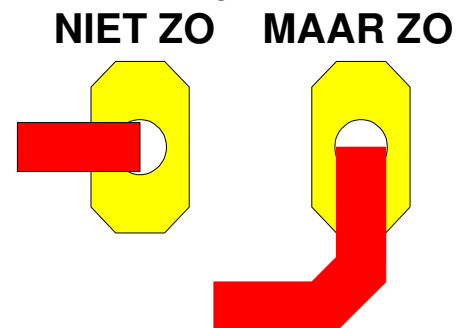
Om deze problemen tot een minimum te beperken, kan u best volgende instellingen gebruiken voor een te frezen print.

1. Gebruik een **minimale baanbreedte van 40 mil**. Alleen indien er bv. tussen twee pootjes van een IC moet doorgegaan worden, gaat u tijdelijk over op een baanbreedte van 20 mil (zie ook vorig punt).

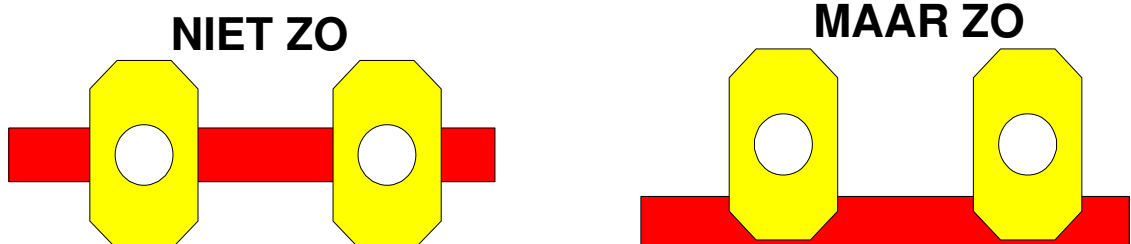


2. Gebruik steeds (alleszins zo veel mogelijk) een **langwerpig pad** voor alle soldeereilandjes (Change > Shape > Long).
Voor gewone weerstanden, condensatoren enz. zorgt u dan best voor een **paddiameter van minstens 80 mil**.
Voor IC's hebben we in vorig punt aangetoond dat er voldoende ruimte is om een baan tussen twee pootjes door te leggen indien we een paddiameter van 60 mil gebruiken.

3. Sluit de banen steeds aan in de lengterichting van het pad, want daar blijft steeds het grootste kopervlak over om op te solderen.



4. Plaats de soldeereilandjes niet midden in een doorlopende baan, maar vlak ernaast. Zo voorkom je dat de boring de baan effectief onderbreekt.



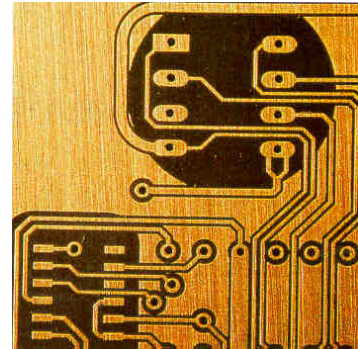
5.7 Massavlak

Wanneer een printbaan met behulp van de LPKF-freesmachine wordt gefreesd, worden eigenlijk de contouren van deze baan weggefreesd, om zodoende de baan te isoleren van de rest van het koper.

Op die manier kunnen we echter veel “zwevend koper” bekomen, dat nergens mee verbonden is.

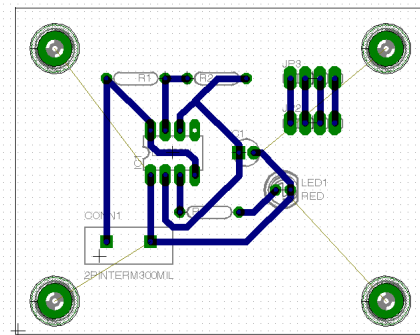
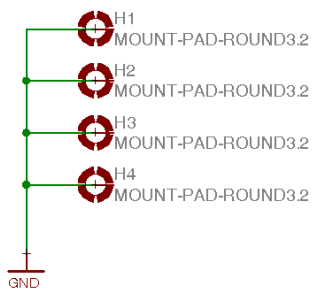
Dit is zeker niet altijd een goede oplossing.

Daarom wordt er meestal voor geadviseerd om zoveel mogelijk van het resterend koper met de massa te verbinden, zodat er een groot massavlak wordt verkregen.



Hoe moeten we dit op onze *board-layout* aangeven?

Op het **knipperLED**-schema van deze tutorial hebben we eerst 4 montage-gaten bij voorzien, die met de massa mogen verbonden worden. Vervolgens plaatsen we deze montage-gaten (zie bv. *library holes*) op het *board*, en passen de omtrek van het *board* wat aan.



Wanneer we nu de autoroute functie uitvoeren, zullen de montage-gaten met de massa verbonden worden met een blauwe verbindinglijn.

Om echter een massavlak te verkrijgen, moeten we een *polygon* tekenen net buiten het kader van de printomtrek. Dit gebeurt met **Draw > Polygon** of door te klikken op nevenstaand icoontje. Eerst klikken we <L> net buiten de linkerbovenhoek van de print (niet ingedrukt houden); vervolgens bewegen we de muis en klikken opnieuw <L> net buiten de rechterbenedenhoek en tenslotte klikken we nog eens opnieuw <L> op het beginpunt, net buiten de linkerbovenhoek. Hierdoor verkrijgen we een blauwe rechthoek net buiten de PCB contouren.



Vervolgens gaan we deze *polygon* de naam **GND** geven; hiervoor gebruiken we de functie **Edit > Name** of nevenstaand icoontje.



Als we als *Resulting name* ook GND aanklikken, krijgen we de PCB met volledig GND-vlak (resultaat is uiteraard nog afhankelijk van ingestelde DRC-rules).

Die afstand die zal worden vrijgehouden tussen de netten en de polygon, wordt ingesteld met de "isolate" parameter in de polygon-toolbar.

