

UTILISATION DU LOGICIEL CADENCE POUR LA SIMULATION ET LE ROUTAGE

Nous décrirons dans ces quelques pages les bases de l'utilisation du logiciel de saisie de schéma, de simulation analogique de circuits électriques et de routage. Il ne s'agit pas d'être exhaustif et de décrire complètement le logiciel; il faudrait quelques centaines de pages.

1.	Organisation typique d'un logiciel de routage	2
2.	Saisie de schéma et simulation électrique	2
2.1.	Création du projet	2
2.2.	Ouverture du schéma et placement des composants	4
2.2.1.	Placement des composants	4
2.2.2.	Placement des connexions entre composants	5
2.2.3.	Placement de la valeur d'un composant	6
2.2.4.	Placement de la masse	6
2.3.	Choix du type de simulation	6
2.3.1.	Analyse en continu	7
2.3.2.	Analyse temporelle avec une source de forme rectangulaire	7
2.3.3.	Analyse fréquentielle	8
2.4.	Lancement de la simulation	8
3.	Paramétrage d'une simulation	10
4.	Attribution des empreintes des composants	10
5.	Création d'un nouveau symbole sous Schematic Allegro	11
5.1.	Création d'une nouvelle bibliothèque	11
5.2.	Association d'un modèle spice	12
6.	Routage avec Layout	14
6.1.	Création de la Netlist	14
6.2.	Chargement de la Netlist	15
7.	Routage avec Allegro	16
7.1.	Création de la Netlist	16
7.2.	Création des pastilles	17
7.3.	Création des empreintes	17

1. Organisation typique d'un logiciel de routage

Les logiciels de routage disponibles sur le marché sont nombreux : Protel, Orcad, Pspice Design Lab, Proteus, Mentor, Cadence, PADS... Ils sont organisés quasiment de la même façon c'est à dire que les mêmes étapes doivent être franchies avant de concevoir un circuit imprimé.

Ces étapes quelles sont elles ?

- Saisie de schéma avec le logiciel Capture pour Orcad visible sur la gauche de la Figure 1.
- Définition de la forme du composant dans le schéma par Library Explorer. Le circuit PIC 16F873 a été dessiné sous le gestionnaire de « Library ».
- Attribution des empreintes de composants (*footprint*) ou spécification des boîtiers en relation avec le schéma.
- Génération d'une liste de connexions entre les composants appelée *Netlist*.
- Chargement de la netlist et placement des composants sur le circuit imprimé à gauche sur la Figure 1.
- Routage c'est à dire placement des connexions entre les composants. On obtient alors un circuit imprimé ou un *PCB* pour (Printed Circuit Board).

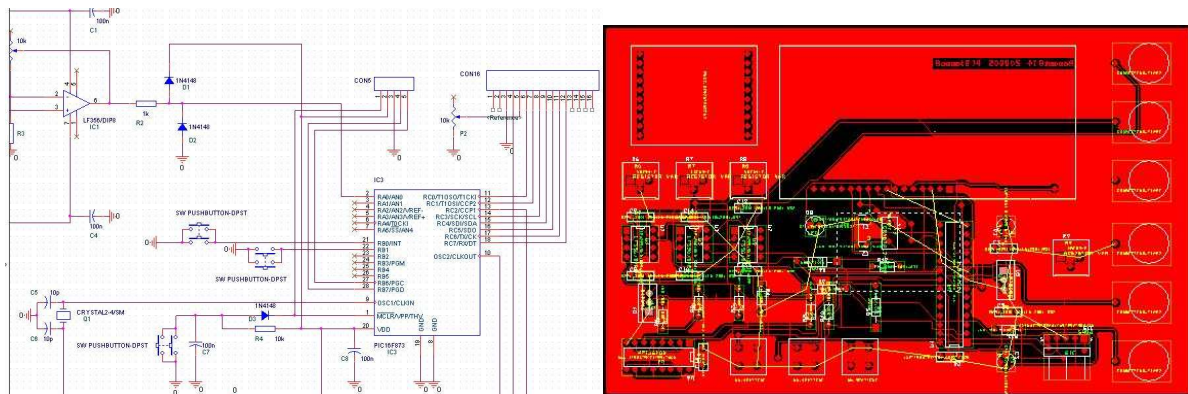


Figure 1 : schéma électrique et carte routée

2. Saisie de schéma et simulation électrique

2.1. Création du projet

La Figure 2 montre le lancement de l'outil de création de schéma (Capture ou Design Entry CIS).

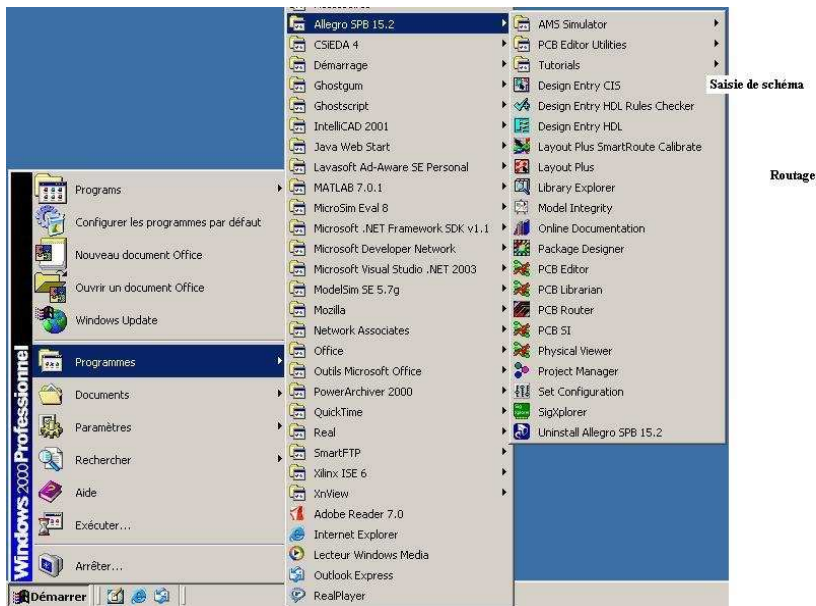


Figure 2 : lancement du logiciel de saisie de schéma

La Figure 4 ci-dessous apparaît. Faire File > New > Project pour créer un nouveau projet. Un projet est un ensemble de plusieurs fichiers (schéma, bibliothèque de schéma, bibliothèque de PCB et PCB) qui serviront à générer le PCB.

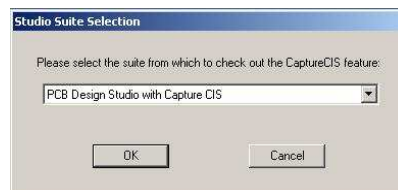


Figure 3 :

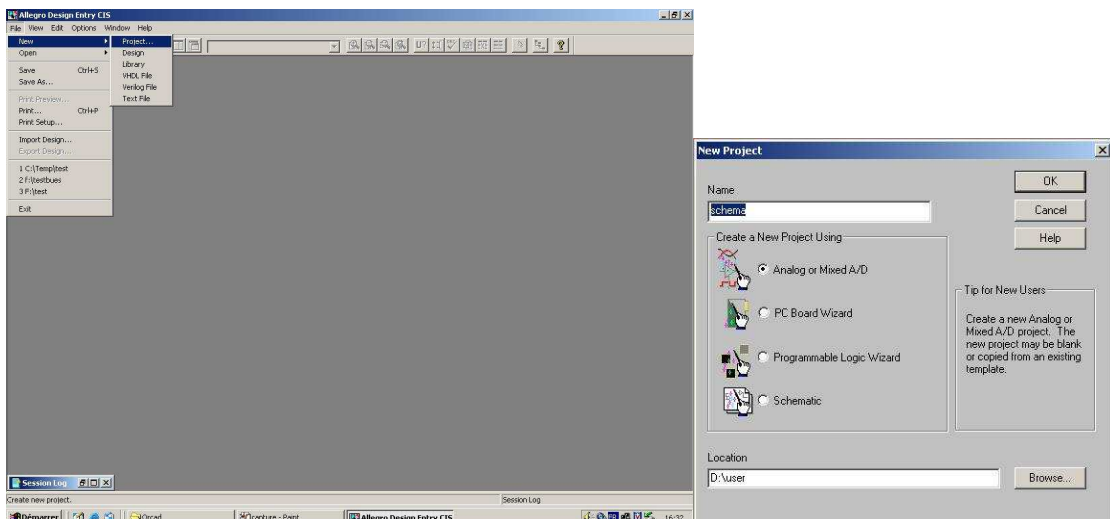


Figure 4 : ouverture projet

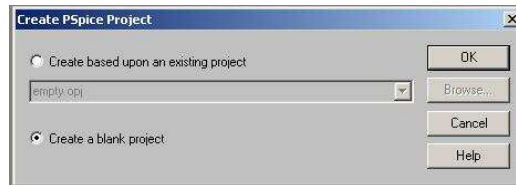


Figure 5 : ouverture d'un projet blanc

L'ouverture d'un projet blanc créer un nouveau projet sans aucune liaison avec les autres fichiers.

2.2. Ouverture du schéma et placement des composants

Après les étapes ci-dessus, le schéma s'ouvre directement ou parfois il faut cliquer sur la page 1 du schematic1 comme le montre la Figure 6. Les composants du schéma seront placés sur la fenêtre *schematic*.

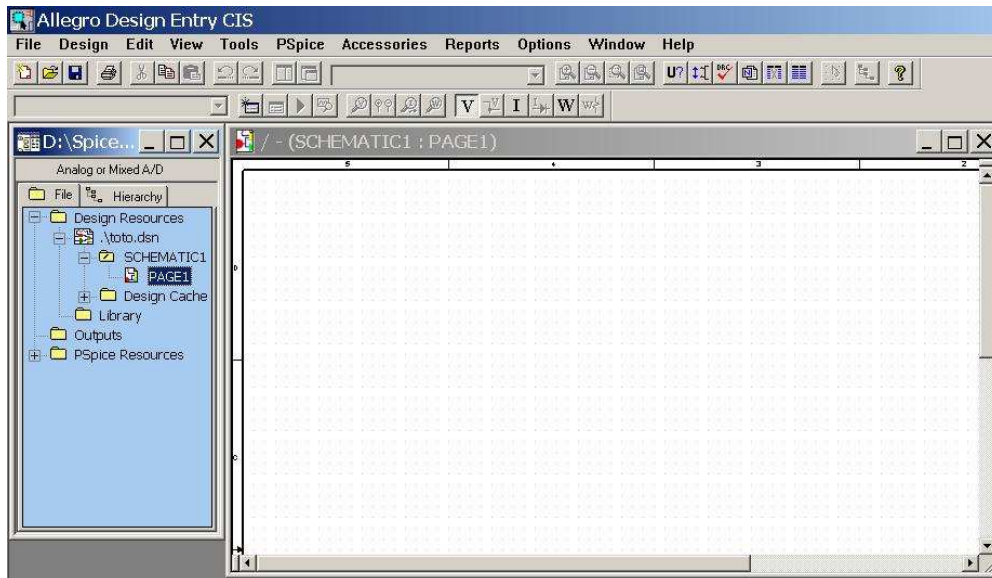


Figure 6 : ouverture schéma et fenêtre du schéma

Pour ajuster le niveau de zoom, taper *I* (In) ou *O* (Out) agrandir ou diminuer de taille.

2.2.1. Placement des composants

Avec la fenêtre du schéma active (en cliquant sur la bande horizontale de la fenêtre du schéma), les menus du haut sont modifiés et *Place > Part* (Shift P) ou  permet de placer les composants sur le schéma. Si aucune librairies n'est installée, faire *Add Library* comme le montre la Figure 7.

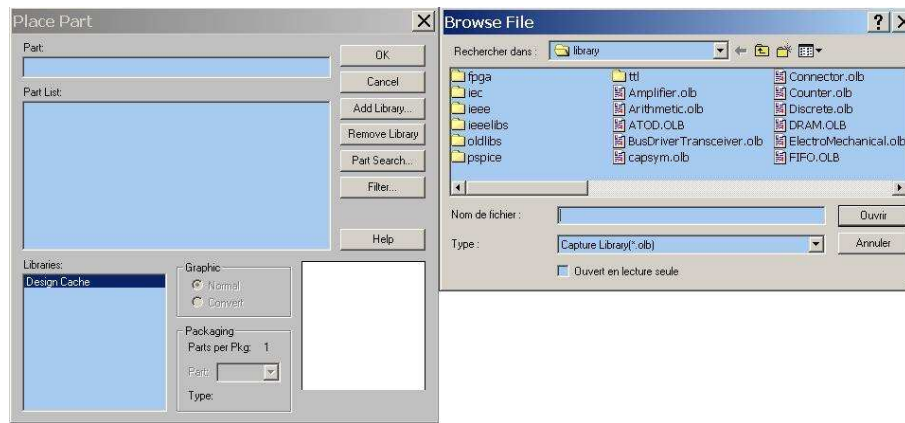


Figure 7 : ouverture d'un répertoire de composants

Quelques librairies courantes :

- *Pspice>Source* pour les générateurs de tensions et courants : *vsrc* > source de tension continue, impulsionnelle ou sinusoïdale, *vsin* > source de tension sinusoïdale avec offset, *vpulse* > source de tension rectangulaire.
- *Pspice>Analog* résistances R, condensateurs C, inductances L (K_linear pour les mutuelles inductances), générateurs liés de tension ou courant commandés en tension ou courant E - F - G - H,
- *Pspice>ABM* : additionneurs SUM, soustracteurs DIFF, dérivateurs DIFFER, filtres BANDPASS - BANDREJ...
- Opamp pour placer les AOP (LF 356, LM 358...),
- Oldlibs > Device : bibliothèque générique comportant résistances, capacités, diodes, transistors, connecteurs, relais...

Quand un composant est sélectionné, on le place avec la clé de gauche ou la barre d'espace, on le tourne avec *Shift + R* (*Rotate*) et on termine le placement par *Esc*.

Il est à remarquer qu'une fois qu'un composant a été sélectionné dans un schéma, il apparaît ensuite dans la fenêtre de la deuxième ligne en haut de l'écran et au milieu.

2.2.2. Placement des connexions entre composants

Fils de connexions

Menu *Place* > *Wire* ou *Shift W* ou .

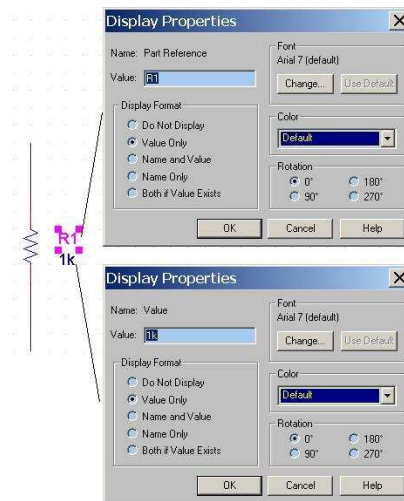
Bus de liaisons

Menu *Place* > *Bus* ou *Shift B* ou .

Pour tracer une liaison, suivre le tracé du fil avec la clé de gauche. Pour annuler, clé de droite et *End Wire*. Il est parfois utile de nommer un fils de connexions par *Place* > *Net Alias* ou  pour pouvoir retrouver facilement son niveau de tension dans les résultats de simulations.

2.2.3. Placement de la valeur d'un composant

Il est possible de cliquer sur trois endroits du composants. Par exemple sur la figure ci-dessous :



R1 est le *Part Reference* du composant obtenue en cliquant sur R1.
1k est sa *Value*.

En cliquant sur le corps de la résistance, on accède à une ligne et il est possible de modifier le *Part reference* et la *Value* mais c'est moins pratique.

2.2.4. Placement de la masse

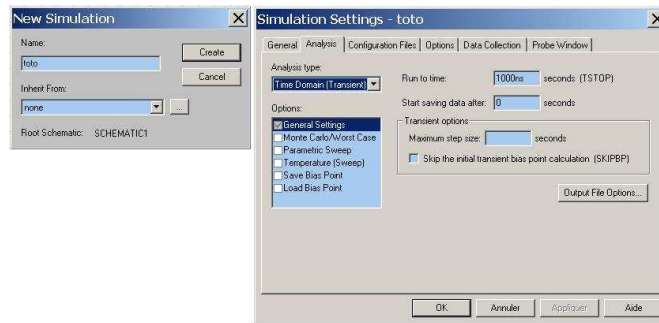
Place > Ground > 0/Source.

2.3. Choix du type de simulation

Pour simuler un circuit, il est possible de l'étudier de 3 façons différentes : en continu, en transitoire (en fonction du temps), en harmonique (en fonction de la fréquence). Pour définir le type de simulation on commence par définir un profil de simulation : *Pspice > New Simulation Profile*. Donner un nom de Profil de simulation ou en reprendre un existant. Puis *Create*.

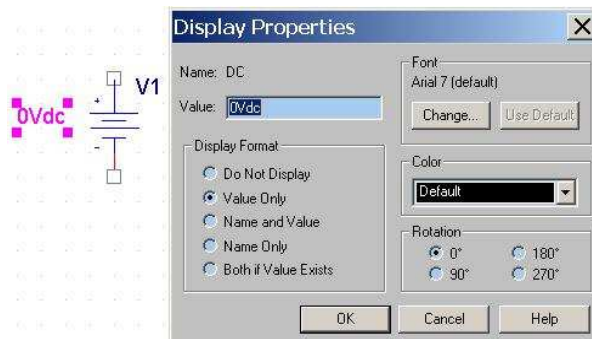
La seconde fenêtre permet de choisir le type de simulation :

- simulation en fonction du temps *Time Transient*,
- simulation en fonction de la fréquence *AC Sweep/Noise*,
- simulation en fonction d'une tension continu *DC Sweep*,
- calcul d'un point de polarisation *Bias Point*.



2.3.1. Analyse en continu

Faire *Place > Part > VDC*. Cliquer sur 0Vdc. Changer la valeur de la tension continu du générateur.

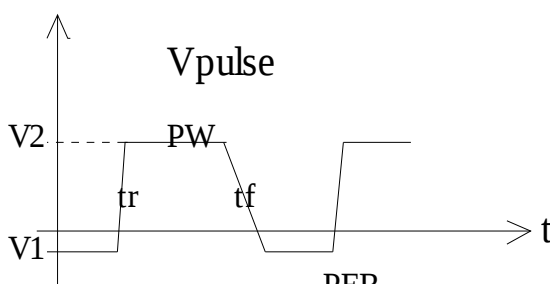


En cliquant sur le générateur en lui même, on accède à une ligne qui permet de changer la valeur de la tension continu : *Value*.

	Color	DC	Designator	Graphic	ID	Implementation	Implementation Path	Implementation Type	Location X-Coordinate
SCHEMATIC1 : PAGE1 : V1	Default	0Vdc		VDC.Normal				PSpice Model	290
Location Y-Coordinate	Name	Part Reference	PCB Footprint	Power Pins Visible	Primitive	PSpiceOnly	PSpiceTemplate	Reference	
280	/NS40	V1		☐	DEFAULT	TRUE	V*@REFDES %+ %- @DC	V1	
Source Library				Source Package	Source Part	Value			
C:\CADCEN\BSPB_15.2\TOOLS\CAPTURE\REL\LIBRARY\PSPICE\SOUR				VDC	VDC.Normal	VDC			

2.3.2. Analyse temporelle avec une source de forme rectangulaire

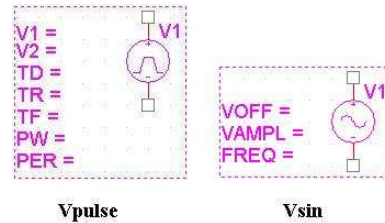
Les générateurs à employer dans ce cas sont VPULSE ou IPULSE. Avec ces générateurs, on peut réaliser n'importe quelle forme de signal rectangulaire.



V1 est la valeur du niveau bas
V2 la valeur du niveau haut
TD (time delay) le temps de retard
TR (time rise) le temps de montée
TF (time fall) le temps de descente
PW (pulse width) largeur de la durée à l'état haut

PER période

Modifier chaque valeur donnée dans le tableau précédent en cliquant sur le texte à gauche du générateur.



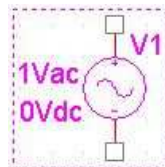
Vsin est un générateur de tension sinusoïdale et Isin un générateur de courant sinusoïdal. VOFF est l'offset et VAMPL est l'amplitude crête du signal.

Dans le menu *Pspice > New Simulation Profile*. Puis *Create* et *Simulation Settings*, choisir *Time Domain (Transient)*.

- *Run to Time* défini le temps de fin de simulation
- *Start Saving data after* défini le temps du départ de l'enregistrement.

2.3.3. Analyse fréquentielle

Utiliser VAC comme générateur de tension sinusoïdale. Vac est la tension sinusoïdale en valeur crête et Vdc sa valeur moyenne. VAC est différent de Vsin car le 1^{er} s'utilise pour l'analyse fréquentielle tandis-que Vsin s'utilise pour l'analyse temporelle.



Dans le menu *Pspice > New Simulation Profile*. Puis *Create* et *Simulation Settings*, choisir *AC Sweep (Noise)*. **Quand la plage de variation de la fréquence est supérieure à 10, choisir une variation en fréquence de type *logarithmic*.**

- *Start Frequency* défini la fréquence de début de la simulation,
- *End Frequency* défini la fréquence de fin de la simulation,
- *Points / Decade* défini le nombre de points de calcul sur une décade de fréquence.

2.4. Lancement de la simulation

Vous pouvez placer des marqueurs  (respectivement tension, tensions différentielles, courant et puissance) sur le schéma ce qui permettra de tracer directement les courbes dès l'ouverture du logiciel de visualisation des résultats Probe.

Après la saisie du schéma et la définition du profile de simulation, lancer la simulation par *Pspice > Run* ou la touche F11.

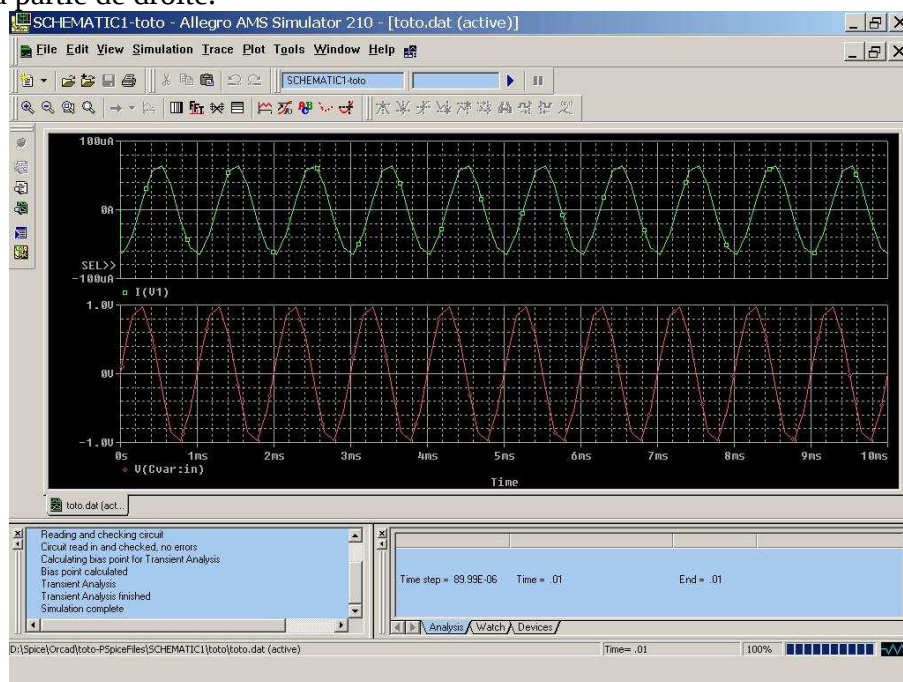
En cas d'erreur dans la simulation, examiner attentivement le fichier *Pspice > View Output File*. Dans ce fichier il est détaillé la liste de tous les composants et l'analyse de la simulation. Rechercher le mot *error* pour trouver la cause de l'erreur.

3. La visualisation des résultats : logiciel Allegro AMS Simulator

Allegro AMS Simulator est le logiciel de visualisation des résultats de la simulation. Il permet en effet de visualiser tous les courants et tensions dans un montage mais aussi des combinaisons ou fonctions mathématiques appliquées sur les courbes.

La figure suivante montre la fenêtre de visualisation des résultats. Pendant la simulation, la fenêtre en bas à droite décrit l'avancement.

Pour afficher des nouvelles courbes, faire *Trace > Add Traces*. Les signaux disponibles sont alors dans la nouvelle fenêtre de gauche et les fonctions mathématiques que l'on peut utiliser sont dans la partie de droite.



Pour rajouter un autre axe sur le même graphique comme sur la figure précédente, appliquer la commande : *Plot > Add Plot to Windows*. Pour définir l'échelle de l'axe, menu *Plot > Axis Settings*.

Pour utiliser les curseurs utiliser le bouton . Sélectionner la trace en cliquant avec la clé de gauche à l'endroit de I(V1) sur la figure précédente et avec la clé de droite pour le 2^{ème} curseur.

Les principales fonctions que l'on peut appliquer sur les courbes sont les suivantes :
P[] : phase en degré

DB[] : amplitude en décibels
 ABS[] : valeur absolue
 SIN[] : sinus en radian
 COS[] : cosinus en radian
 RMS[] : valeur efficace

3. Paramétrage d'une simulation

On utilise cette fonction pour voir l'effet sur la simulation, de plusieurs valeurs d'un composant. Il faut :

- changer la valeur (*Value*) du composant pour la remplacer par {rvar} par exemple,
- inclure dans le schéma un *PARAMETERS*. Ouvrir alors *PARAMETERS* et définissez une nouvelle colonne (New Column) portant pour nom rvar et pour valeur 100. C'est une valeur par défaut.
- Dans le menu de simulation, définir *Parametric Sweep* > *Global parameter* > *Parameter name* : rvar. Entrer alors la liste des valeurs séparées par un espace 10 10k.

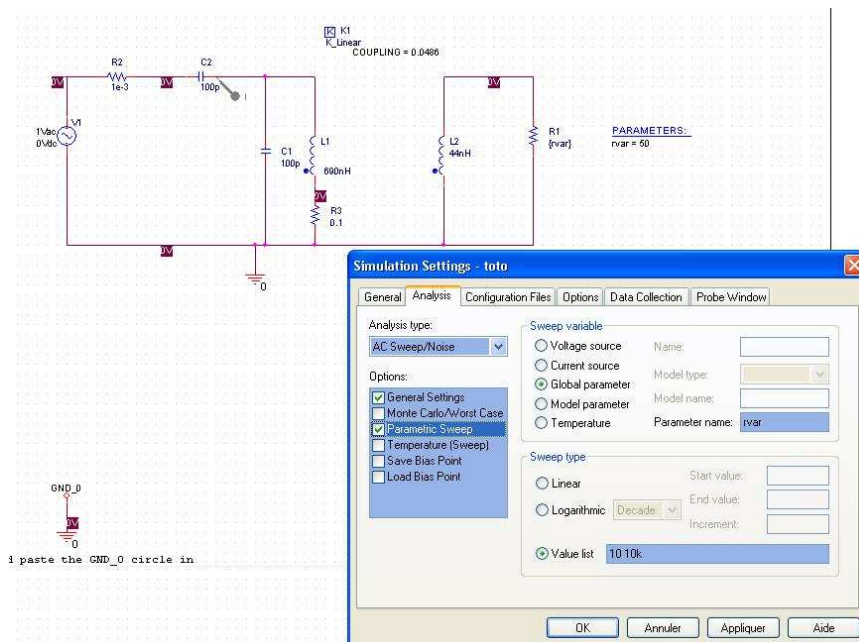
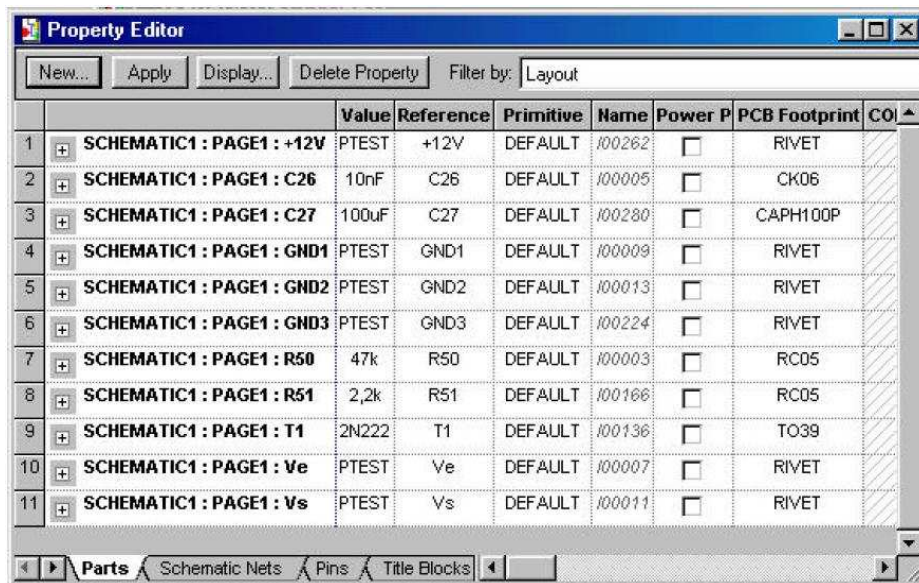


Figure 8 : analyse paramétrique

4. Attribution des empreintes des composants

On peut sélectionner un à un chaque composant et attribuer l'empreinte (PCB footprint) sur la ligne qui apparaît. On peut également sélectionner plusieurs composants, ou bien tous les composants par Ctrl A puis faire *Edit* > *Properties* (ou Ctrl E) et on accède à un tableau similaire à celui de la figure ci-dessous.

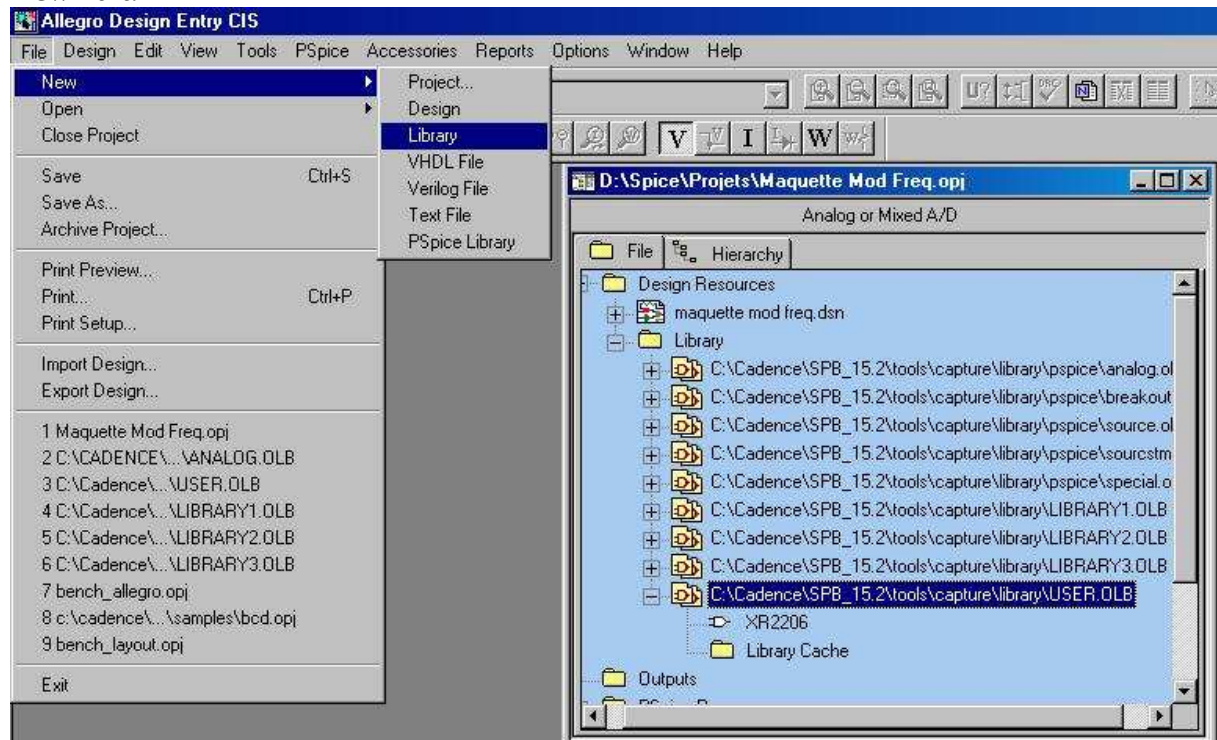


Modifier la colonne *PCB Footprint*.

5. Création d'un nouveau symbole sous Schematic Allegro

5.1. Création d'une nouvelle bibliothèque

Faire File > New > Library pour créer une nouvelle bibliothèque. Changer son nom en cliquant dans la fenêtre hierarchy. Dans la librairie, sélectionner avec la clé de droite et faire New Part.



La fenêtre de la Figure 9 s'ouvre et lui donner un nom. Dans la fenêtre suivante, utiliser l'icône  pour placer les broches du composant et obtenir

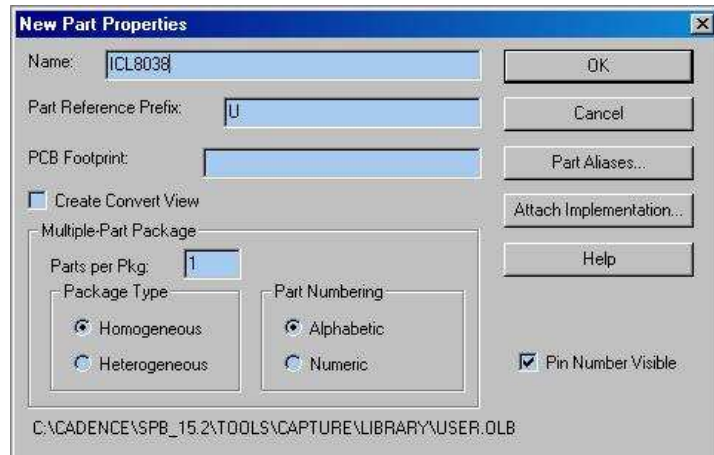


Figure 9 : New Part Properties

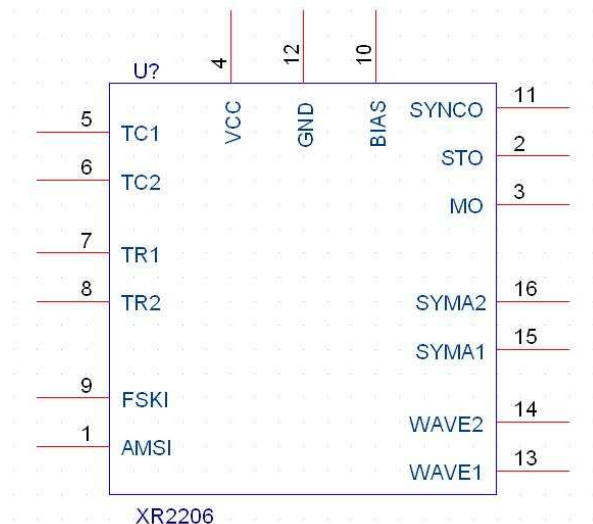


Figure 10 : Symbol d'un composant

5.2. Association d'un modèle spice

Les fichiers utiles sont : fichiers modèles avec l'extension .lib et le fichier de la liste des composants (ou Part) avec l'extension .olb.

Les modèles Spice sont placés à l'emplacement : C:\Cadence\SPB_16.01\tools\pspice\library. Ouvrir le logiciel Model Editor à l'emplacement : *Cadence SP 16.01 > AMS Simulator > Simulation Accessories > Model Editor*. Choisir l'option *Choose Default Design Entry Tool Capture*. Puis *File New* dans *Model Editor*. Puis *Model > Import* en choisissant l'option *All Files (*.*)* puis le fichier spice *.lib. *File > Save* pour enregistrer le modèle.

Nous allons créer le Part c'est à dire ce qui va apparaître dans le schéma pour utiliser le modèle spice. Dans *Model Editor*, faire *File > Export to Capture Part Library*. Choisir les fichiers .lib et .olb comme le montre la Figure 11.

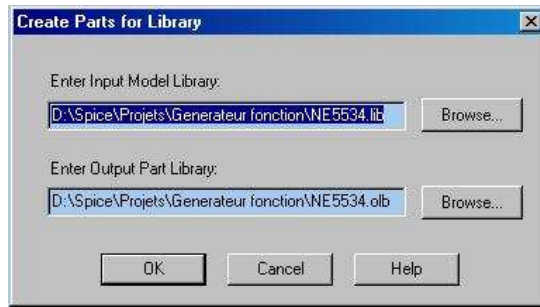


Figure 11 : choix du fichier spice de la liste des composants

Valider la fenêtre suivante. Nous allons maintenant modifier le Part créé par la commande précédente. Dans *Schematics*, faire *File > Open > Library* et sélectionner le fichier *NE5534.olb*. Une fenêtre similaire à celle de la Figure 12 s'ouvre.

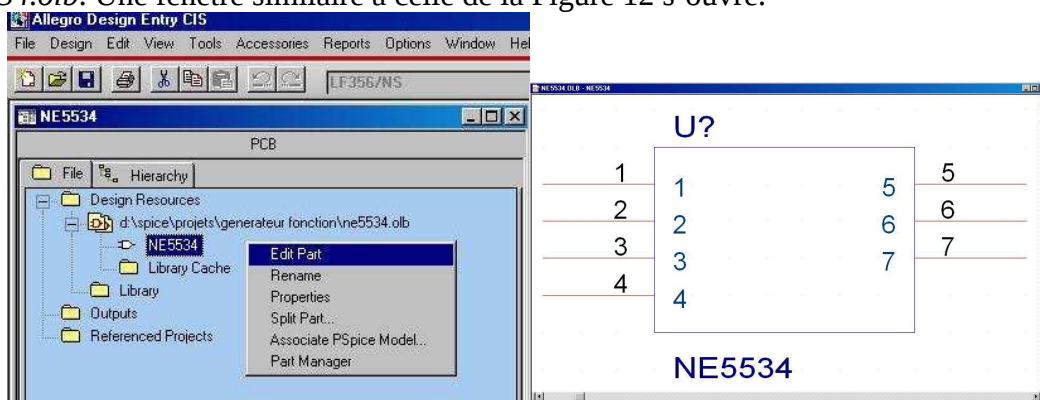


Figure 12 : modification du Part

La partie droite de la Figure 12 s'ouvre. On aura avantage à la modifier. Pour cela sélectionner le rectangle extérieur et le supprimer. Déplacer les broches pour qu'elles soient disposées comme sur la Figure 13. Rajouter les traits pour faire la jonction entre le rectangle et le triangle.

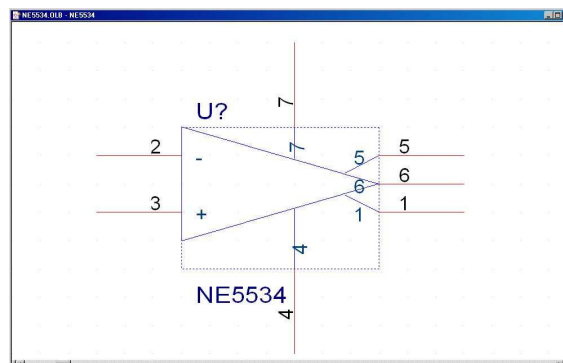


Figure 13 : modification de Part

Il est indispensable, pour déclarer la bibliothèque que l'on vient de créer, de faire *Pspice > Edit Simulation Profiles > Configurations Files* puis avec *Browse*, choisir le fichier *NE5534.lib*. Cliquer sur Appliquer.

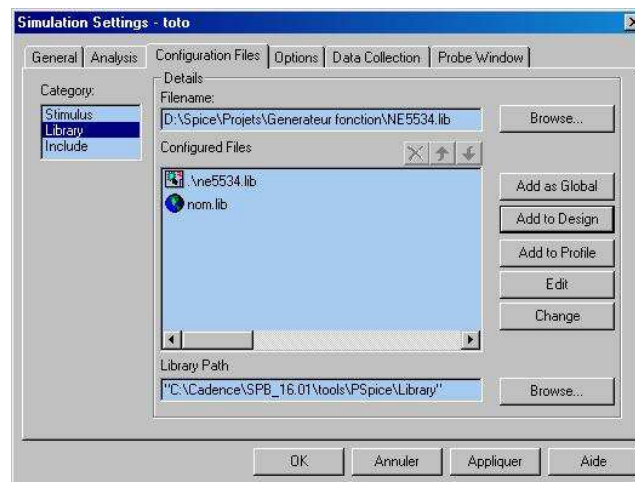
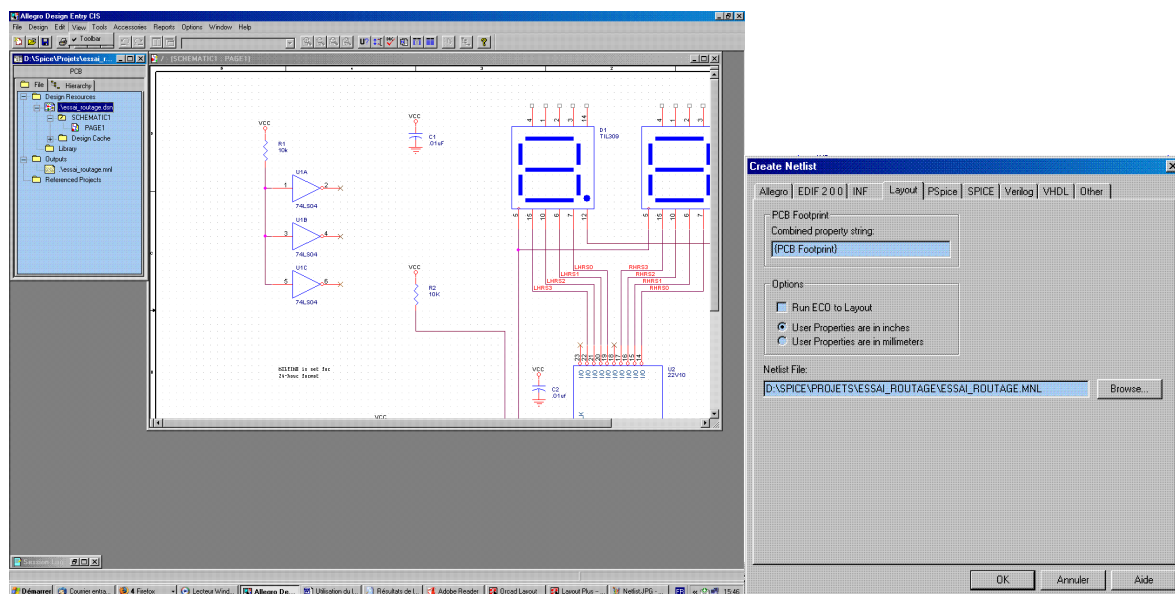


Figure 14 : déclaration de la bibliothèque

6. Routage avec Layout

6.1. Création de la Netlist

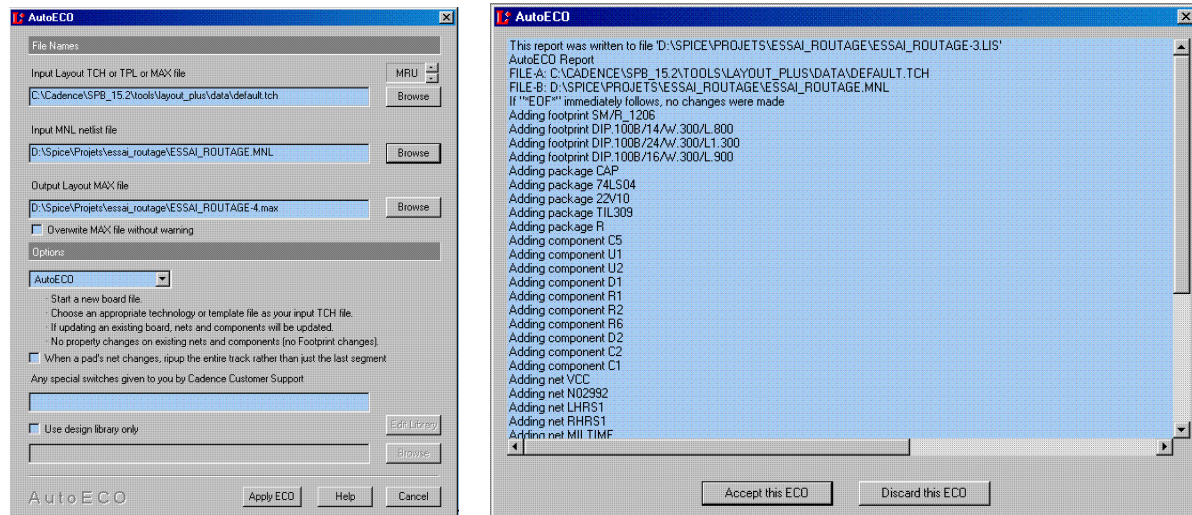
Rendre active la fenêtre Hierarchy en sélectionnant le fichier.dsn. Le menu du haut est alors changé.



Aller dans le menu *Tools > Create Netlist*. La fenêtre de droite s'ouvre. Entrer un nom de fichier pour la Netlist (extension MNL). Cliquer sur OK.

6.2. Chargement de la Netlist

Ouvrir le logiciel Layout. Créer un nouveau fichier. Spécifier le Input Layout dans la fenêtre de gauche ci-dessous. Prendre le fichier par défaut *default.tch*. Cliquer sur Apply ECO puis Accept this ECO.



Arrivé à cette étape, tous les composants sont placés aléatoirement sur la feuille et les connexions sont établies par l'intermédiaire de liaisons provisoires. Sélectionner le menu  et déplacer les composants en cliquant dessus ; pour les faire tourner utiliser R.

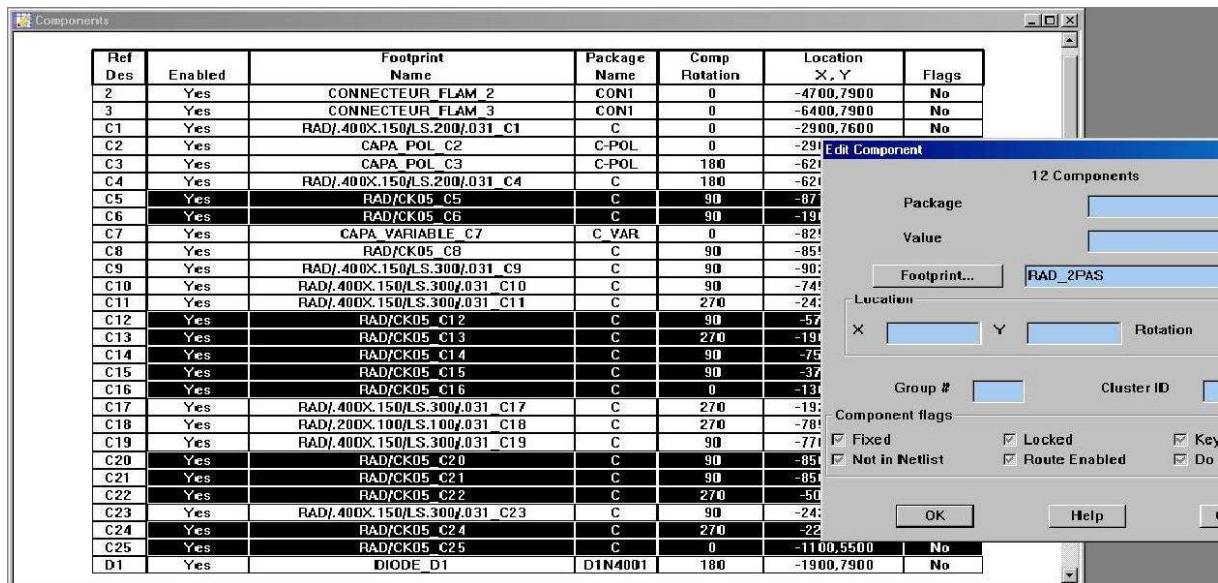
Spécification des couches à utiliser pour le routage : Tool > Layer > Properties. Cliquer sur Unused Routing pour la couche active.

Pour imprimer les couches : Options > Post Process Setting. Sélectionner la couche avec la clé de gauche dans le tableau et faire Preview. SST est la couche composants. Pour modifier l'échelle d'impression, placer 1 dans la boîte sur la gauche et 2 dans la boîte de droite donne une impression à l'échelle 1/2.

Pour modifier l'espace entre les pastilles, les pistes et les composants : Options > Global Spacing. Double cliquer sur la ligne en question.

Pour déplacer une pastille, aller dans Tool > Track > Select Tool et choisir la couche où se situe la pastille à déplacer.

Pour changer une géométrie après le routage, aller dans le menu *Components* qui se trouve en bas de l'écran derrière le routage. Sélectionner les *Footprint Name* en cliquant dessus et les changer par *Properties*.

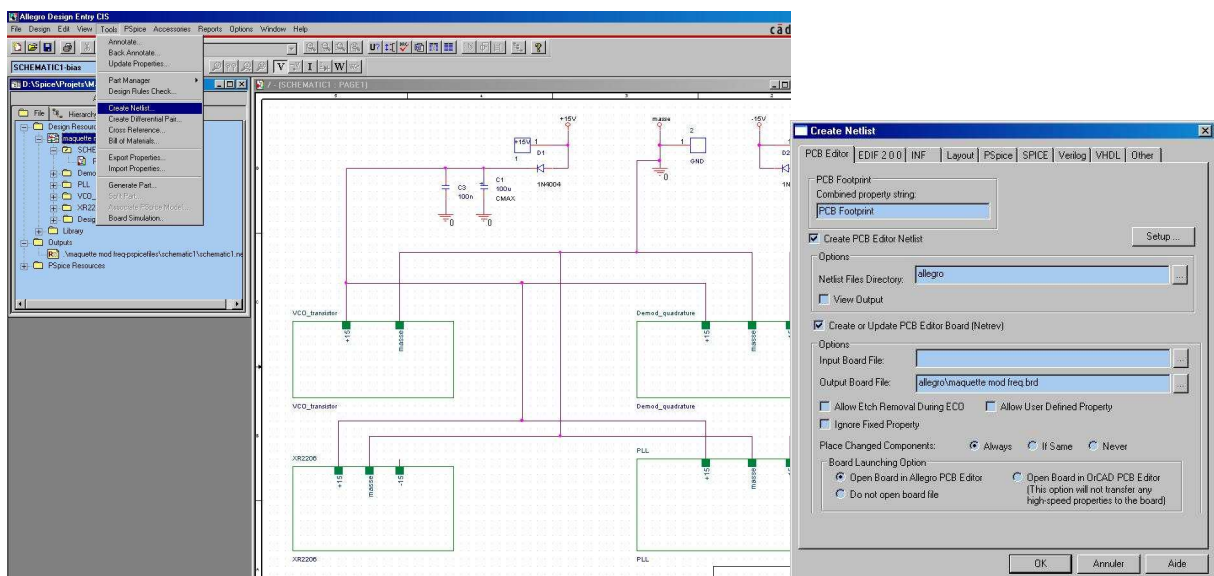


Pour placer le pourtour du circuit imprimé, placer l'origine par Tools > Dimension > Move Datum et placer la nouvelle origine. Sélectionner la couche Global Layer 0. Cliquer sur l'outil Obstacle Tool. Cliquer sur le bouton de gauche à l'endroit où vous voulez commencer le plan de masse et à chaque changement de directions. Cliquer sur le bouton droit et End Command pour terminer le plan de masse. Pour rattacher le plan de masse au nœud GND, double cliquer sur un point du plan de masse et sélectionner Net Attachment > 0.

7. Routage avec Allegro

7.1. Création de la Netlist

Rendre active la fenêtre Hierarchy en sélectionnant le fichier.dsn. Le menu du haut est alors changé.



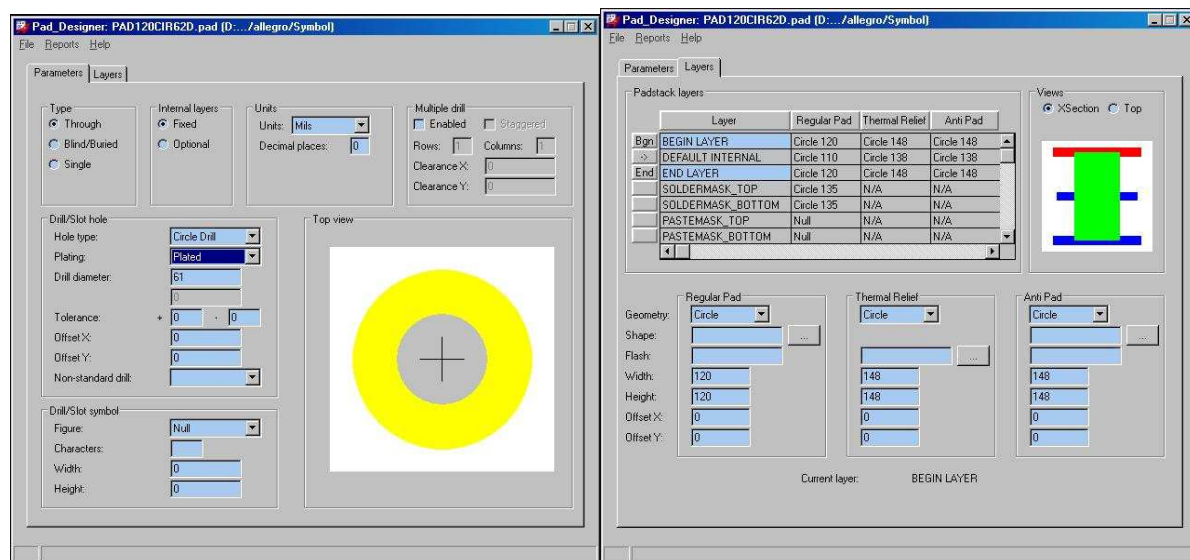
Aller dans le menu Tools > Create Netlist. La fenêtre de droite s'ouvre. Allegro PCB Editor s'ouvre alors.

7.2. Création des pastilles

A titre d'exemple, nous allons créer une pastille ronde avec pour diamètre extérieur 10 mm et le diamètre de perçage de 2,54 mm ; nous lui donnerons le nom Pad400cir100d. Il est usuel de travailler en mils (millième de inch et 10 mm correspond à 400 mils). Il va principalement être défini le diamètre de perçage (Drill), la forme de la pastille et ses dimensions. Nous éditerons une pastille du type Pad120cir62d et modifierons ses dimensions pour qu'elle convienne.

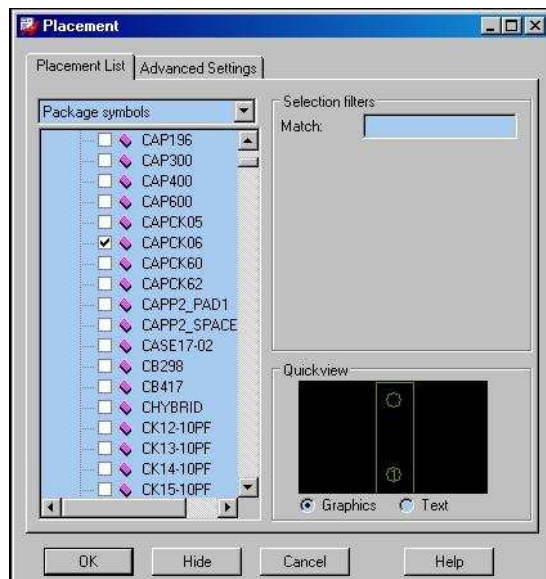
Lancer PCB Editor. Puis dans le menu : Tools > Padstack > Modify Library Padstack. Vous pouvez alors ouvrir les pastilles qui sont dans la bibliothèque sélectionnée par : Setup > Users Preference > Design_Paths > Padpath. La bibliothèque sélectionnée par défaut est celle où sont stockées toutes les pastilles à l'adresse suivante : C:\Cadence\SPB_16.01\share\pcb\pcb_lib\symbols

Remplacer *Drill diameter* de 61 par 100. En cliquant sur l'onglet Layers, vous accédez au menu de droite. Cliquer sur la ligne BEGIN LAYER, puis modifier la *Geometry* et les dimensions *Width* et *Height* (remplacer 120 par 400). Thermal Relief définie des dimensions supérieure à la taille de la pastille et est destinée à limiter l'élévation thermique de la pastille. Anti Pad est la dimension de la pastille à proximité d'un plan de masse.



7.3. Création des empreintes

Pour visualiser les Footprint, faire : *Place > Manually > Advance Setting* et cliquer sur *Data Base* et *Library*. Faire *Placement List > Package Symbol*. Cliquer sur le composant concerné et il apparaît dans la fenêtre.



Résistance	RES500 (5 pas)
Diode	DIO500 (5 pas)
Capacité non polarisé	CAP196 (1 pas)
Capacité non polarisé	CAPCK06 (2 pas)
Capacité non polarisé	CAP300 (3 pas)
Transistor (2N2222)	TO18
Boîtier circuit intégré	DIP8_3
Boîtier circuit intégré	DIP16_3

Tableau 1 : géométries les plus courante

Lancer le logiciel PCB Editor. Faire *File > New*. Dans la fenêtre qui s'ouvre, remplir avec les données suivantes pour créer une géométrie BNC et spécifier l'emplacement où elle sera sauvegardée :



Pour placer les pastilles composant l'empreinte, *Layout > Pins*. Dans le menu *Options* sur la droite de la fenêtre, sélectionner la pastille qui convient. S'aider de l'indicateur de positionnement de la souris pour placer les pastilles.



Nous allons ensuite placer des rectangles autour des pastilles pour définir la place que prend le composant : silkscreen et Place_Bound.

Faire Add > Rectangle. Sur le menu Options, choisir pour Active Class Package Geometrie et pour Subclass Silkscreen_Top.

Faire Add > Rectangle. Sur le menu Options, choisir pour Active Class Package Geometrie et pour Subclass Place_Bound_Top.

Pour ajouter la référence, faire Layout > Labels > RefDes. Choisir pour Active Class Ref Des et pour Subclass Silkscreen_Top puis pour Active Class Ref Des et pour Subclass Assembly_Top.

