

Protel 99SE

Une introduction

Date : 15/02/2004

Rédacteur : Olivier Sannier (Club CLES-FACIL INSA Lyon)

INTRODUCTION

Protel 99SE est un outil de CAO/DAO pour l'électronique sous Windows. Il permet la saisie de schémas, leur vérification électrique, leur simulation... Il permet aussi et surtout de créer les circuits imprimés (PCB) à partir des schémas.

Dans ce document, je me consacre uniquement à ce qui sert le plus au CLES-FACIL : la saisie de schémas et la création des PCB. Pour le reste, en particulier la simulation, je vous invite à vous reporter à la documentation de PROTEL, disponible sur www.protel.com

SOMMAIRE

Introduction	1
Sommaire	2
Installation	3
Premier lancement	3
Création d'un design	4
Création d'un schéma	6
Trouver les composants	8
Placer les composants	10
Connecter les composants	14
Alimenter les composants	16
Remarques diverses	18
Création d'une carte	19
Trouver les Footprints	23
Affectation des footprints	24
Importer les composants	26
Placer les composants	27
Routage	30
Règles	30
Routage interactif	30
Les vias	32
Conseils	33
Plans de masses	35
Ajouter du texte	37
Imprimer les typons	39
Aller faire les courses	41
Ajouter un composant dans une bibliothèque	43
Dessiner le corps	44
Ajouter les pattes	46
Propriétés par défaut	47
Ajouter un footprint dans une bibliothèque	49
Récupérer les dimensions	49
Dessiner le footprint	50
Dessiner le contour	51
Remarques	53
Annexe I : Composants classiques	54
Annexe II : Compos.lib	56
Annexe III : Footprints.lib	58

INSTALLATION

Avant toute chose, il faut installer PROTEL 99SE. Pour ça, rien de tel que de prendre le CD, le mettre dans le lecteur et suivre les instructions d'installation.

Au niveau des options qui se présentent, il est fortement conseillé de choisir une installation complète qui prendra environ 320Mo au total sur le disque dur.

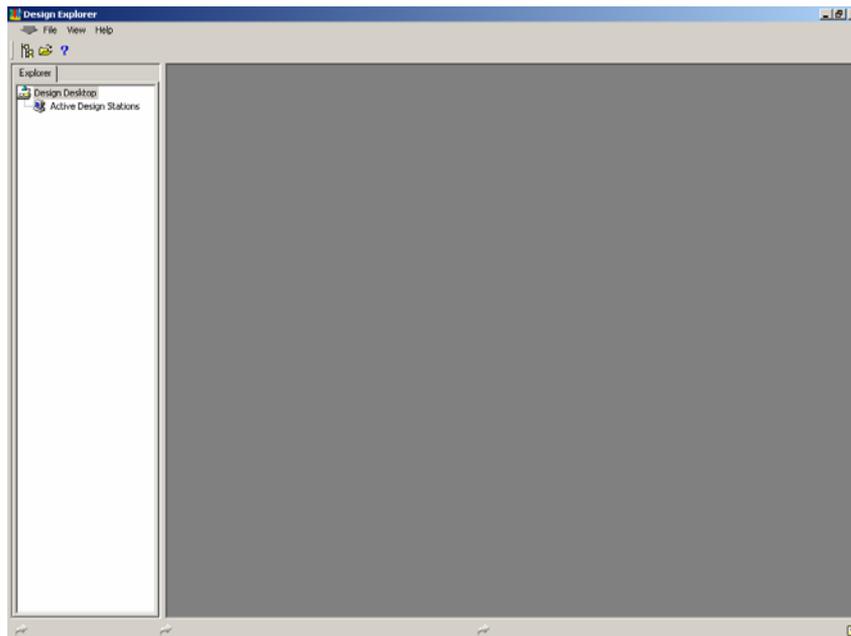
Une fois installé, ne lancez pas Protel mais lancez l'installation du service pack 6. Une fois encore, rien de tel que de suivre les instructions données, celles-ci étant encore plus simples que les premières.

Récupérez le fichier Cles-facil.ddb sur mon site (<http://obones.free.fr/cles/CLES-FACIL.ddb>) et copiez le dans le répertoire où vous placez les documents. On se servira de ce fichier dans la présentation.

Un conseil : soyez au moins en 1024*768 pour travailler avec Protel, sinon, vous ne verrez pas grand chose de l'interface. Au-delà de cette résolution, c'est encore mieux, mais après faut avoir un écran suffisamment grand (oui, on sait que Nico a récupéré un 21 pouces pour pas cher et qu'il l'a customisé... Mais tout le monde n'a pas cette chance !)

PREMIER LANCEMENT

Une fois installé, le raccourci de lancement s'appelle Protel 99 SE mais le titre de l'application est Client99SE et celui de la fenêtre est Design Explorer (bizarre ? ben... c'est comme ça, je sais pas pourquoi). Elle ressemble à ça :



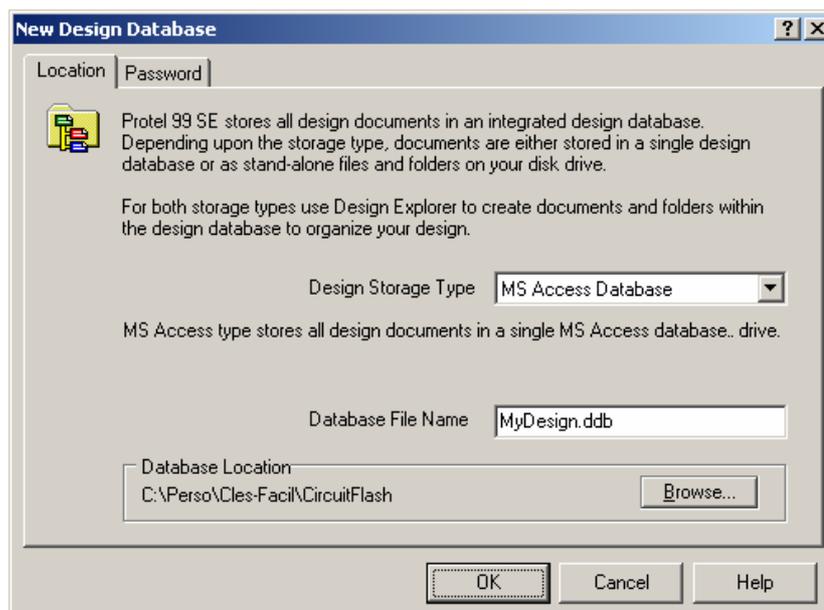
Pas top me direz-vous... Où est-ce que je rentre mon schéma, comment je fais ma carte ?

Avant ça, il faut bien comprendre le principe de fonctionnement de PROTEL :

La fenêtre principale est le berceau de l'application, elle fournit les fonctions les plus simples, c'est à dire la gestion des fichiers de projets (design). Ensuite, la gestion des schémas, des PCB, des simulations est confiée à un serveur par tâche, d'où le symbole utilisé pour l'icône. Ca permet par exemple de développer son propre serveur pour Protel 99 afin d'ajouter des fonctions. On trouve des exemples sur le site, si jamais vous voulez vous lancer là dedans...

CREATION D'UN DESIGN

La première chose est donc de créer un design qui contiendra les fichiers du projet. Pour cela, cliquez sur File, New. La fenêtre suivante apparaît :



Le type de stockage est très important. Deux types sont présents : MS Access Database et Windows File System. Protel conseille d'utiliser le type MS Access Database, ce que je déconseille formellement. Pourquoi ?

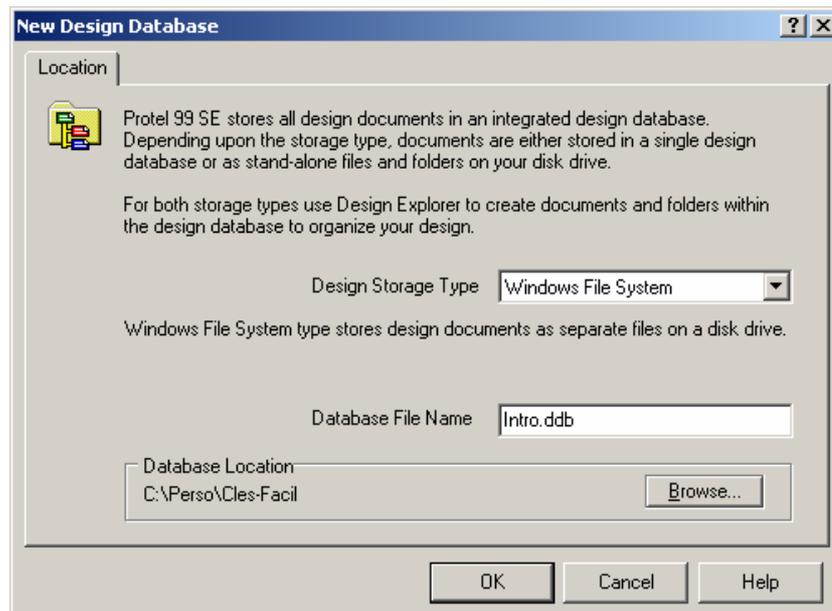
Tout simplement parce qu'avec le type Access, tous les fichiers sont regroupés dans un seul gros fichier Access et nous savons tous plus ou moins à quel point ce genre de stockage est fiable. De plus, comment faire pour envoyer à un pote à l'autre bout du monde uniquement la dernière version du schéma sans avoir à renvoyer toute la base ? Alors certes, le format Access permet de mettre un mot

de passe mais c'est le seul avantage, dont je doute fort que vous ayez besoin au CLES-FACIL...

Donc du coup, on choisit Windows File System et on tape Intro.ddb dans le nom de la base de données.

Pour le chemin, il faut savoir qu'un sous répertoire du nom de votre projet sera automatiquement créé dans le répertoire que vous indiquez en utilisant Browse. Dans la boîte de dialogue utilisée par Browse, vous pouvez aussi changer le nom de la base de données, les changements seront répercutés dans Protel.

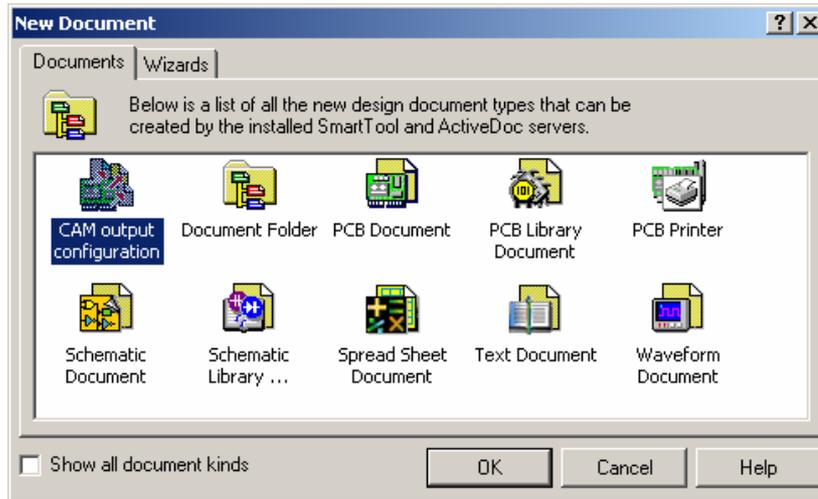
Donc si vous avez tout bien suivi jusqu'ici, vous devriez aboutir à ça :



Cliquez sur Ok. Une nouvelle fenêtre est apparue dans la partie de droite de Design Explorer. Cette fenêtre est vide mais son nom est apparu aussi dans la liste.

Comme vous vous en doutez maintenant, il est possible d'ouvrir plusieurs Design à la fois dans Protel ce qui est pratique parce que lancer plusieurs Protel en même temps reviendrait à tuer le PC... Oui, Protel est bien, mais il est un peu gourmand en mémoire...

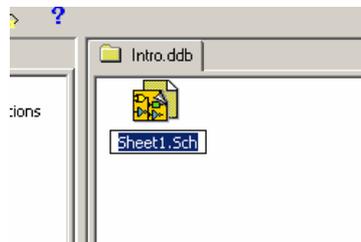
Maintenant qu'on a un projet ouvert, il faut ajouter des fichiers dedans. Pour cela, utiliser File, New pour faire apparaître le dialogue suivant :



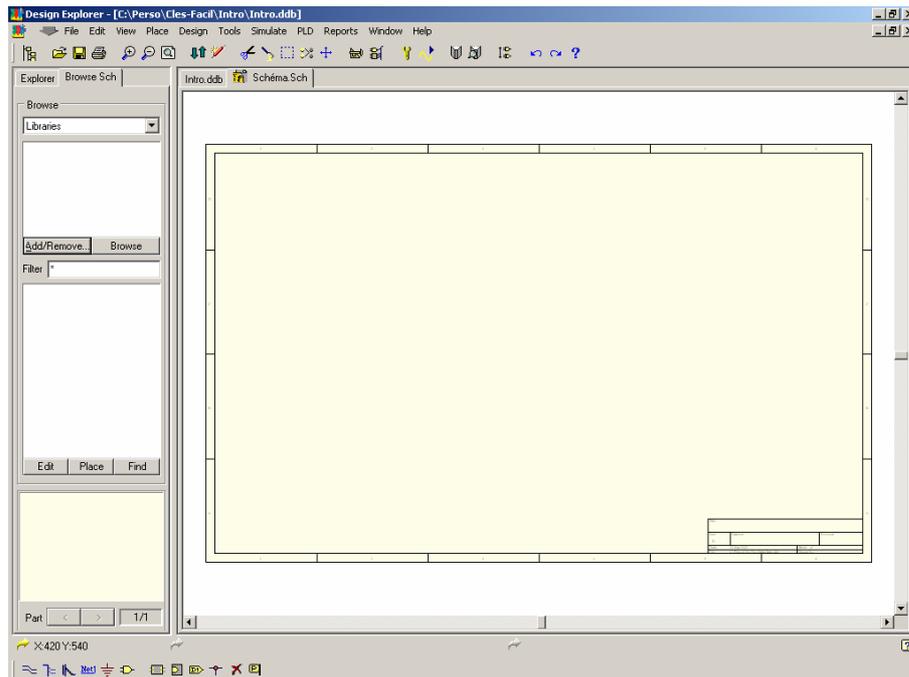
Et comme tout projet commence par un bon schéma, on va en créer un. Choisissez Schematic Document et cliquez sur Ok.

CREATION D'UN SCHEMA

Après avoir cliqué sur Ok, il ne se passe rien d'autre que l'ajout d'une icône qui attend de se faire renommer :



Appelez donc le schéma Schéma.sch et une fois renommé, double-cliquez dessus. Après un temps plus ou moins long dépendant de la machine, le fichier est ouvert, le serveur de schéma lancé et vous voyez une fenêtre proche de celle ci-après.



Il se peut que des barres d'outils flottantes soient présentes. Fermez-les toutes sauf celle des Wiring Tools que je vous conseille vivement de mettre en bas de l'écran.

La première chose à faire à chaque création de nouveau schéma, c'est de changer la taille de la page. Protel étant un logiciel suisse racheté par des américains, tout est en unités impériales et par défaut, la page est de taille B. Mais bizarrement, même dans leur propre intro, ils conseillent de passer en A4 pour travailler. Et dans notre cas, ça nous arrange, notamment au niveau de l'impression !

Pour cela, allez dans Design, Options. En haut à droite vous avez la liste des Standard Styles. Choisissez A4, ne touchez à rien d'autre et cliquez sur Ok. Comme vous pouvez le voir, la zone de dessin a été réduite et n'occupe plus toute la fenêtre.

Il faut donc zoomer. Ce qui est fait dans le menu View, Fit Document. Une méthode plus rapide est aussi de taper sur la touche V puis sur la touche D.

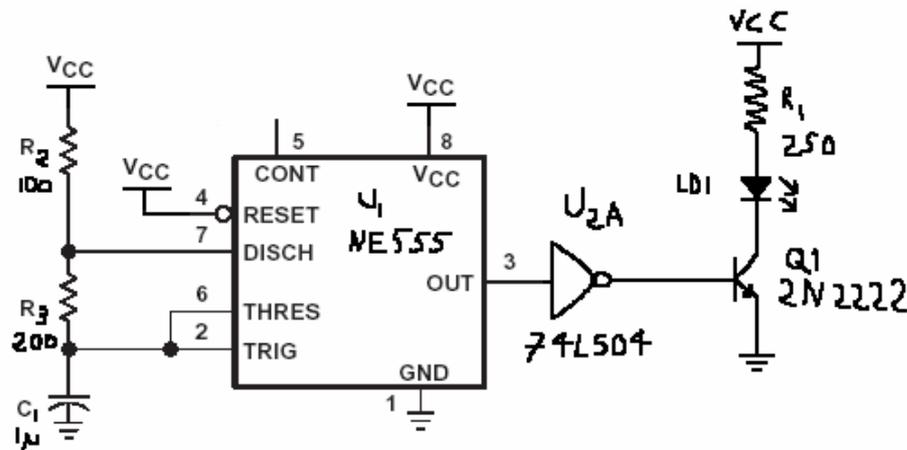
Et c'est là que commence la découverte d'une fonction ultime dans Protel : les raccourcis claviers rapides. Pas besoin de presser Alt ou Ctrl, il suffit de taper une suite de lettres pour accéder au menu.

Ainsi, V fait apparaître le menu View là où se situe le curseur et le fait d'appuyer sur D exécute Fit Document car le D dans Fit Document est souligné.

Des raccourcis comme ça, y'en a plein dans Protel et les retenir tous est quasiment impossible. Mais les plus courants sont assez facile à retenir et permettent de travailler super rapidement car la main droite reste sur la souris pendant que la main gauche reste sur le clavier.

Un autre raccourci super utile est celui permettant de sauvegarder : F,S. Du coup, inutile de balader la souris d'un bout à l'autre de l'écran et inutile de se tordre les doigts pour atteindre Ctrl et S en même temps. Deux touches et hop, c'est sauvegardé.

Il est maintenant temps de passer à la saisie du schéma proprement dit. Pour ça on va reproduire un oscillateur monté autour du NE555 ce qui, rapidement dessiné, donne ça :



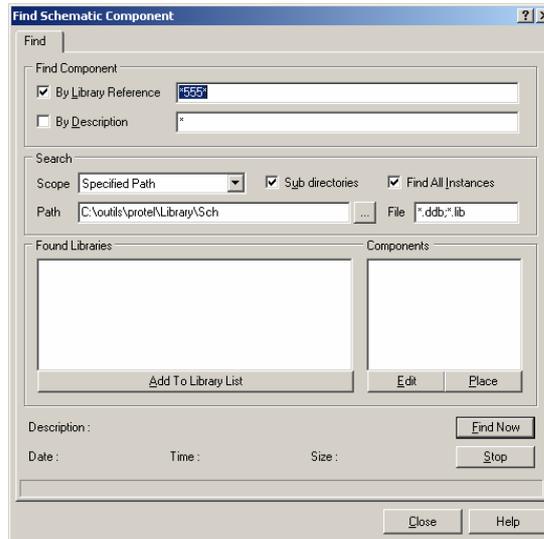
Oui, je sais, je sais pas dessiner... En fait, le schéma est une adaptation de celui trouvé dans la doc du 555 je n'ai fait qu'essayer de dessiner le reste. Mais bon, à la souris, c'est pas évident !

Pourquoi choisir ce schéma ? Et bien même si vous ne captez pas ce qu'il fait au premier abord (il fait clignoter la LED en sortie), il contient des composants suffisamment différents pour voir à peu près tous les cas auxquels vous serez confrontés dans des schémas plus élaborés. Comme d'habitude, on commence par les bases ennuyeuses et une fois qu'on a bien capté, on passe à plus intéressant...

Trouver les composants

Comme tout bon logiciel de CAO qui se respecte, Protel propose une collection énorme de symboles prêts à l'emploi pour les schémas. Le seul problème, c'est qu'il y en a beaucoup et que la logique de classement de Protel (par fabricant) n'étant pas des plus claires, il est plus sûr d'utiliser l'outil de recherche fourni.

Dans le menu Tools, choisissez Find Component (T, O au clavier) la fenêtre suivante apparaît :



Dans la zone By Library Reference, tapez *NE555* puis appuyez sur Entrée (équivalent de cliquer sur Find Now, mais plus rapide...). Les étoiles sont là pour permettre de chercher les dérivés de NE555 car les fabricants ont une fâcheuse tendance à rajouter leurs extensions à la con avant ou après le nom réel du composant.

Et là, y'a plus qu'à laisser tourner. Encore une fois, ça dépend de la vitesse du PC et du disque dur. Sur mon PC, il met environ 2 minutes pour parcourir la collection entière, sur les PC du club, attendez-vous à un délai d'environ 5 minutes... Enfin, ça donnait ça quand j'avais installé Protel sur les PC du club...

Une fois toute la collection cherchée, il doit avoir trouvé 4 bibliothèques contenant NE555 :

- Motorola Analog Timer Circuit
- Protel DOS Schematic Linear
- ST Micro Electronics Analog Timer Circuit
- TI Linear Circuits Data Book Vol 1

Cliquez sur Protel DOS Schematic Linear puis sur Add To Library List. La bibliothèque est ajoutée à la liste des bibliothèques disponibles visible à gauche, dans l'onglet 'Browse Sch'. Mais comme vous pouvez le constater, elle n'est pas la seule car elle fait partie de la collection Protel DOS. En fait quand on charge une bibliothèque, toutes celles de la collection sont chargées avec.

L'avantage de la Protel DOS est qu'elle contient les références de plein de composants utiles, notamment les 74LSxxx, le NE555 et ses frères et quelques AOP classiques (LM324).

Et il faut savoir que la liste des bibliothèques actives ne dépend pas du projet. Elle est partagée par tous les projets ce qui fait qu'il est préférable de charger une collection qui contient déjà tout !

Dans notre schéma on a aussi besoin de résistances, de condensateurs, de Led et d'un transistor.

On va donc recommencer une recherche avec cette fois-ci *RES* dans le champ des références.

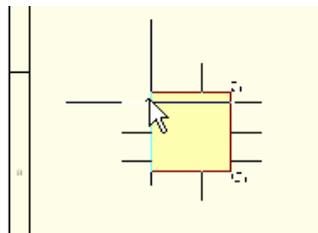
Cette fois-ci sept bibliothèques sont trouvées, et on va utiliser Miscellaneous Devices. Pourquoi celle là ? Encore une fois, elle contient plus que les symboles des résistances. En fait, c'est LA bibliothèque de base qui contient les éléments simples : Résistances, Condensateurs, Diodes, Connecteurs...

Après l'avoir ajoutée, vous pouvez fermer la fenêtre de recherche.

Placer les composants

De retour sur le schéma, sélectionnez la bibliothèque Protel DOS Schematic Linear et sélectionnez le NE555 dans la liste des composants juste en dessous. Un aperçu rapide est disponible juste en dessous, mais il est assez difficile de lire ce qui y est écrit.

Cliquez sur le bouton Place. Le curseur s'est déplacé tout seul sur le schéma avec un composant attaché à lui (cf. illustration ci-dessous)



Déplacez le curseur au milieu de la feuille. Cliquez une fois, ce qui dépose un composant sur le schéma. Mais le curseur transporte toujours un NE555. En fait, tant que vous n'appuyez pas sur Echap, le composant que vous avez sélectionné est toujours le composant actif. Ce qui est très pratique quand il s'agit de placer une dizaine de fois le même composant : On le sélectionne une fois, on clique Place et c'est parti, y'a plus qu'à cliquer 10 fois.

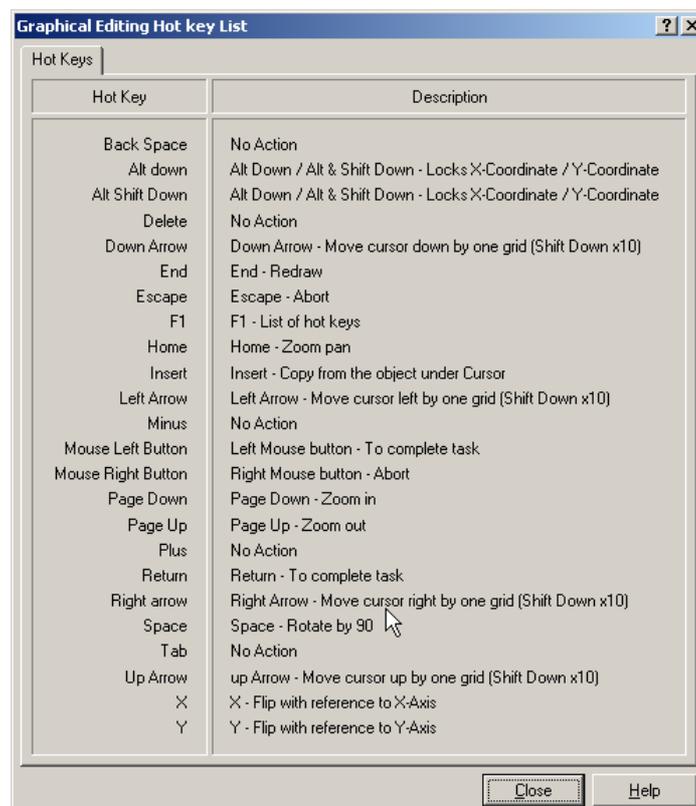
Maintenant qu'on a le NE555 au milieu du schéma, il est clair qu'on ne voit pas bien ce qui est écrit dessus. Les plus audacieux d'entre vous auront déjà trouvé l'option du zoom dans le menu View ou même sur la barre d'outils principale. Les raccourcis associés sont V,I pour Zoom In et V,O pour Zoom Out. Un truc à savoir : Le zoom s'effectue toujours centré sur le pointeur de la souris. En partant de la vision globale du document, deux niveaux de zoom sont suffisants pour voir le composant clairement tout en laissant de la place autour.

Sélectionnez maintenant Miscellaneous Devices et trouvez RES1 dans la liste. C'est le symbole standard pour une résistance dans la représentation nord-américaine. C'est pas plus mal d'utiliser celle là car les datasheets qu'on récupère sont toutes à ce format là. Ca permet de comparer les schémas et de les déboguer plus rapidement.

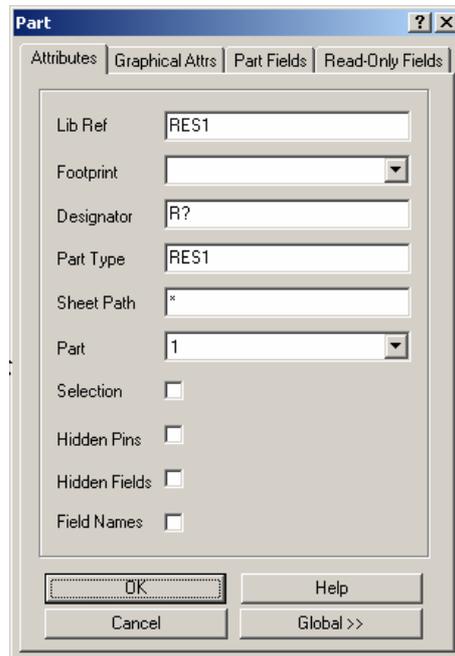
Cliquez sur Place mais avant de cliquer frénétiquement sur le schéma pour placer les 3 résistances, on va tester des commandes super utiles. Parmi celles-ci on trouve la rotation, le retournement et l'affichage des propriétés en direct.

Pour cela, déplacez la souris avec le composant attaché n'importe où sur le schéma et appuyez sur Espace. La résistance tourne de 90 degrés dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Maintenant, essayez X et Y. Ca, c'est pour faire un effet miroir sur le composant en cours de placement. Ca peut être utile pour les connecteurs, histoire d'avoir les pattes du bon côté, sans pour autant inverser l'ordre des numéros (vous verrez au fur et à mesure...)

La liste complète des raccourcis disponibles défile en bas à droite, à côté de la flèche jaune, si vous laissez la souris inactive suffisamment longtemps. Vous pouvez aussi appuyer sur F1 pour faire apparaître la fenêtre suivante :



Ce sont les raccourcis disponibles en plus de ceux présents dans les menus. De manière surprenant, il est dit que Tab n'a aucune action alors que si... Justement, appuyez sur Tab, ce qui fait apparaître la fenêtre de propriétés :



Le champ qui nous intéresse pour l'instant c'est Designator. La valeur actuelle est R? ce qui veut dire que l'identifiant de la prochaine résistance que l'on posera sera R?. C'est bien mais comme on a trois résistances, autant commencer avec R1. Donc on remplace R? par R1 et on clique sur Ok. Puis on clique pour placer les trois résistances les unes après les autres (n'oubliez pas Echap quand vous avez fini).

Et là, vous pouvez constater que les numéros se sont incrémentés tout seuls. C'est pas beau ça ? Et oui, les mecs ont pensé au fait qu'on peut avoir à placer une quantité de fois le même composant avec des identifiants dont les numéros se suivent. Maintenant, si vous préférez les lettres qui se suivent (RA, RB...) à la place des numéros, ben pas de bol, ça marche pas...

Une fois les composants placés, il est toujours possible de les déplacer. Pour cela, il suffit de les prendre et de les mettre à l'endroit voulu. Un comportement classique en fait...

Si vous voulez changer les propriétés d'un composant une fois qu'il est posé sur le schéma, double-cliquez dessus. En particulier, renommez le NE555 en U1.

Il ne reste plus qu'à ajouter le condensateur, la LED, le transistor et un connecteur pour alimenter tout ça. Vous trouverez tout ça dans Miscellaneous Devices : CAP (ou CAPACITOR POL), LED, NPN (ben oui, le 2222 est un NPN) et CON2 (deux entrées sur le connecteur, L'alim et la masse). Le 74LS04 est quant à lui dans la bibliothèque Protel DOS Schematic TTL. Comme vous pouvez le constater, une seule porte NON est apparue sous le curseur alors qu'un 74LS04 en contient 6. En fait, Protel permet de définir des composants qui se décomposent en plusieurs parties (appelées Part). Ainsi, quand vous double-cliquez sur le 74LS04,

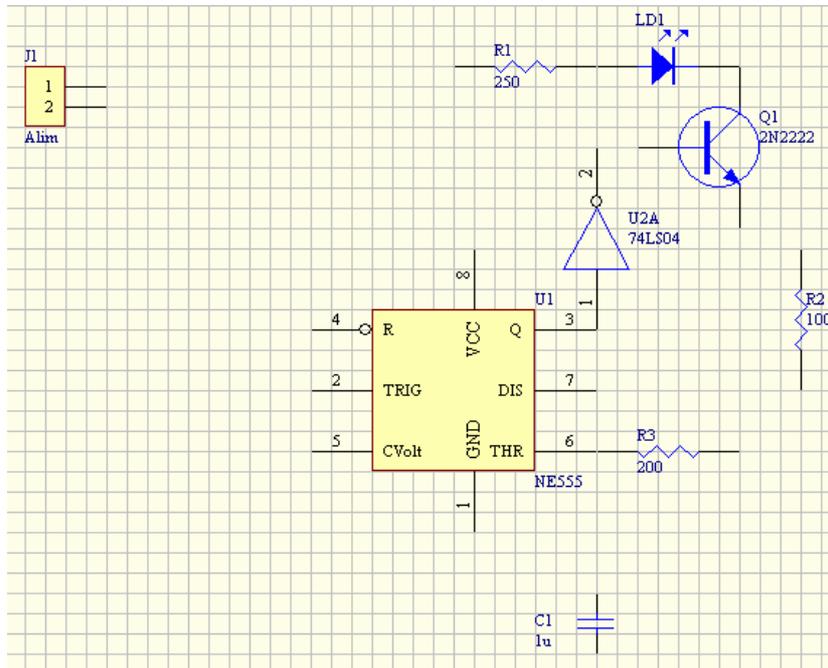
vous n'avez pas à le nommer U2A mais U2. Le A est ajouté car la partie sélectionnée est la numéro 1. De même que pour les résistances, si vous donnez le nom du composant avant de le poser, la série s'incrémentera toute seule. A la seule différence, c'est que c'est d'abord le numéro de partie qui s'incrémente (de A à F dans le cas du 74LS04) puis le numéro de composant. Très pratique !

Maintenant, il pourrait être utile de donner les valeurs à nos composants. C'est le rôle du champ Part Type dans les propriétés du composant. On aboutit alors à ça :

Identificateur	Type	Valeur
C1	CAP	1u
LD1	LED	
J1	CON2	Alim
Q1	NPN	2N2222
R1	RES1	250
R2	RES1	100
R3	RES1	200
U1	555	NE555
U2	74LS04	74LS04

Comme vous pouvez le constater, on ne met jamais l'unité dans le champ de valeur et on n'utilise pas de caractères tordus (du style μ \$ £ et tous les accents). Pourquoi ? En ce qui concerne l'unité, c'est évident, on la sait en regardant le type de composant. Un condo, c'est toujours du Farad, une résistance toujours de l'Ohm... En ce qui concerne les caractères tordus, c'est à cause du circuit imprimé, mais on verra ça plus tard...

Vous devriez donc avoir un schéma qui ressemble à ça :



Comme vous pouvez le constater, certains composants se touchent sur mon schéma. En fait, seule l'extrémité d'une patte est 'connectable', c'est à dire que si deux extrémités se touchent, elles sont considérées comme étant connectées. Tant que j'y pense, les identificateurs et les valeurs peuvent aussi être déplacés, leur position étant relative au composant auxquels ils sont rattachés. Encore une fois, il suffit de les prendre et de les déplacer. En fait, il arrive que la place donnée à ces informations par Protel ne soit pas adéquate, tellement inadéquate qu'il arrive qu'elles se retrouvent au milieu du composant !

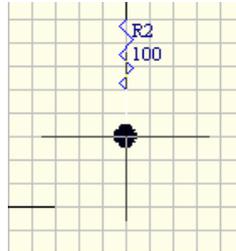
Connecter les composants

Maintenant, il faut connecter les composants entre eux, c'est à dire placer des fils aux bons endroits. Pour cela, on va utiliser l'outil Wire, le premier en bas à gauche dans la barre d'outil.



Une fois que vous avez cliqué dessus, lorsque vous déplacez la souris sur le schéma, une croix se déplace avec et s'aligne automatiquement sur la grille. Cette croix indique le prochain point de départ de votre connexion. Il est possible de faire démarrer une connexion au milieu de nulle part, mais généralement, on préfère partir d'une patte de composant. Pour indiquer qu'on est bien du côté

'connectable' de la patte, Protel affiche un rond noir au milieu de la croix, comme on peut le voir ci-dessous :



Une fois placé sur une patte, on clique une première fois pour indiquer le départ et après, on se déplace (sans avoir à maintenir le bouton enfoncé) vers la destination. Une fois arrivé à destination (un point noir indique qu'une connexion est possible), on clique et hop, un fil de connexion est ajouté. Appuyez alors deux fois sur Echap pour quitter le mode connexion.

Si vous appuyez sur espace avant le dernier clic, vous changez de mode de connexion. En effet, Protel permet de créer des fils qui seront toujours à 90°, toujours à 45°, libres... Il peut même décider de lui-même le meilleur passage pour joindre les deux extrémités.

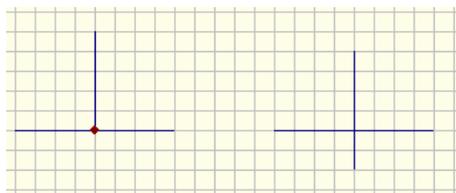
A vous d'expérimenter avec les différentes possibilités, personnellement, je préfère le placement libre.

Il est toujours possible de cliquer plusieurs fois avant d'atteindre la cible, ce qui permet de forcer le fil à passer à un endroit donné, en prévision d'une future connexion ou tout simplement pour éviter les croisements.

La première fois que vous appuyez sur Echap, la connexion en cours s'arrête (le fil est dessiné en entier) mais l'outil connexion est toujours disponible, pour en commencer une nouvelle. Si vous appuyez une deuxième fois sur Echap, vous quittez l'outil de connexion.

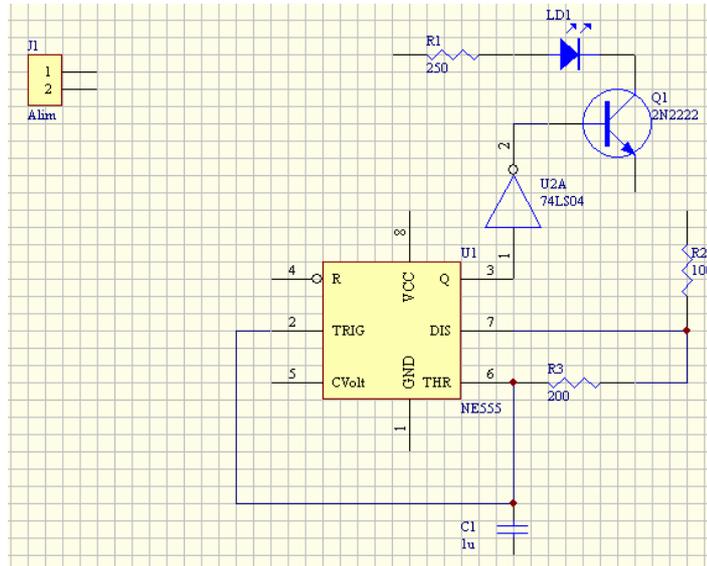
Pendant que l'outil de connexion est actif, si vous sortez la souris du cadre du schéma, il défilera automatiquement pour montrer la partie cachée. Ce qui est bien pratique, car on pas tous une roulette sur la souris, encore moins une roulette horizontale !

Pour créer une bifurcation sur une connexion, il suffit de repartir du milieu d'un fil et d'aller vers la destination (ou l'inverse). Pour indiquer que les deux fils sont reliés, un point marron est ajouté, c'est une 'Junction'. Par contre, si vous croisez un fil sans vous arrêter dessus, aucune jonction n'est ajoutée, comme on peut le voir sur le schéma ci-dessous.



Il est bien sûr possible d'ajouter une jonction à la main. Pour cela, utilisez l'outil Junction situé sur la barre d'outil du bas.

Maintenant, à vous de jouer pour connecter tout le monde en respectant le schéma voulu, sans vous préoccuper de VCC et GND. Normalement, on arrive à ça :



Alimenter les composants

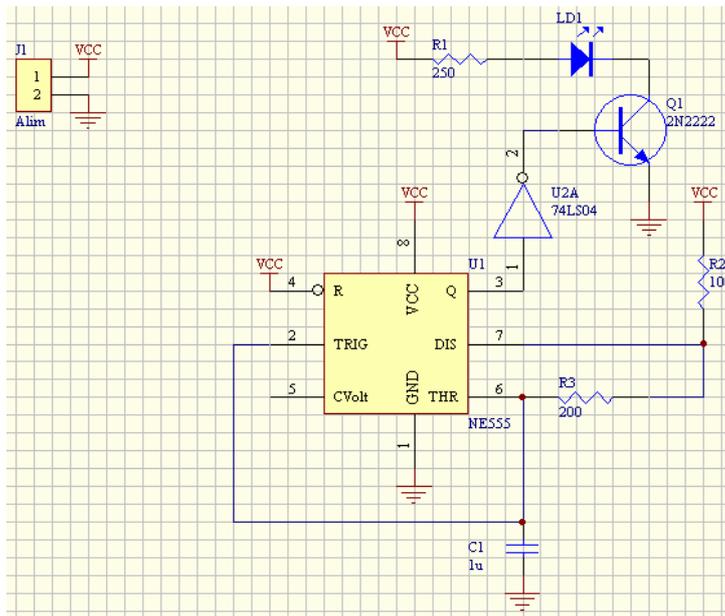
Comme on le voit sur la figure précédente, les composants ne sont pas alimentés, il manque VCC et la masse. Pour cela, on va utiliser des 'Power ports' qui s'ajoutent avec l'outil du même nom :



Cliquez sur ce bouton, déplacez la souris sur le schéma puis appuyez sur Tab pour faire apparaître les propriétés du prochain Power port.

Dans la zone Net, indiquez GND, dans le style, choisissez Power Ground et indiquez 270 pour l'orientation. Placez alors les power ports de masse aux endroits requis sur le schéma.

Une fois placés, réappuyez sur Tab et indiquez VCC, Bar et 90. Puis placez les power ports VCC sur le schéma. Vous arrivez alors à ça :



Comme vous l'avez compris, toutes les pattes qui ont un power port à VCC sont reliées entre elles, de même pour GND. Ce comportement est bien pratique, ça évite de surcharger le schéma avec des tonnes de fils.

Par contre, il peut sembler que U2 ne soit pas alimenté... Hors on sait tous combien il est important d'alimenter tous les composants ! Alors, me direz-vous, comment fait-on pour alimenter ce composant ? Et bien, on n'a rien à faire ! En fait, la première porte du 74LS04 (U2A) a des pattes cachées. Pour les voir, double-cliquez sur U2A, et cochez la case Hidden Pins. Maintenant, les pattes précédemment cachées sont visibles et vous constatez qu'elles s'appellent VCC et GND.

Il faut donc bien comprendre que quand les pattes cachées sont cachées sur le schéma elles sont automatiquement connectées aux autres pattes connectées à un lien du nom de la patte. Mais si vous les affichez sur le schéma, vous DEVEZ les connecter vous-même. C'est pourquoi, sauf cas exceptionnel, on préfère les laisser cachées, tout en ayant vérifié que leur nom respectif correspond bien à celui des liens qui amènent l'alimentation. En effet, il arrive que le schéma du composant cache les pattes d'alimentations mais que celles-ci ne s'appellent pas VCC et GND, mais VCC et VSS par exemple. Dans ce cas là, il peut être plus simple de connecter deux power ports sur le schéma, un appelé GND et l'autre VSS. Ça évite d'afficher les pattes cachées qui généralement sont mises un peu n'importe comment sur le composant.

Assurez-vous que les pattes sont bien de nouveau cachées avant de passer à la suite.

Remarques diverses

Le schéma page précédente est terminé et prêt à être utilisé. Mais si vous voulez vous entraîner un peu plus, voici quelques conseils :

Un lien entre deux pattes peut être déplacé en glissé-déposé direct (à la souris donc) mais dans ce cas, ça ne maintiendra pas les connexions. C'est le comportement obtenu en utilisant Edit, Move, Move (M, M). Pour maintenir les connexions, utilisez Edit, Move, Drag (M, D).

Si vous voulez déplacer uniquement une extrémité, cliquez une première fois sur le lien, ce qui fait apparaître un petit carré gris sur chaque angle. Déplacez ensuite en glissé-déposé le carré correspondant à l'extrémité à déplacer. Il faut cependant savoir que si vous alignez parfaitement 3 carrés, celui du milieu est supprimé. Par contre, il n'y a pas moyen de rajouter un angle au milieu d'un segment.

Il est tout à fait possible de sélectionner plusieurs composants et plusieurs liens à la fois, notamment pour les déplacer. Pour cela, encadrez les à l'aide de la souris. Ils apparaissent alors avec des bordures en Jaune. Effectuez vos modifications et remarquez bien que la sélection ne disparaît pas. Encore plus surprenant, si vous encadrez d'autres composants, ils s'ajoutent à la sélection, plutôt que de l'annuler et la remplacer. C'est pour cela qu'une fois que vous avez fini de travailler avec une sélection, il est conseillé de l'annuler en utilisant Edit, DeSelect, All (E, S, A ou X, A). (Et pas E, D car ça, c'est Delete !). Pour supprimer les composants présents dans une sélection, Suppr ne fonctionne pas, il faut utiliser Ctrl+Suppr ou E, L (Edit, Clear) à la place.

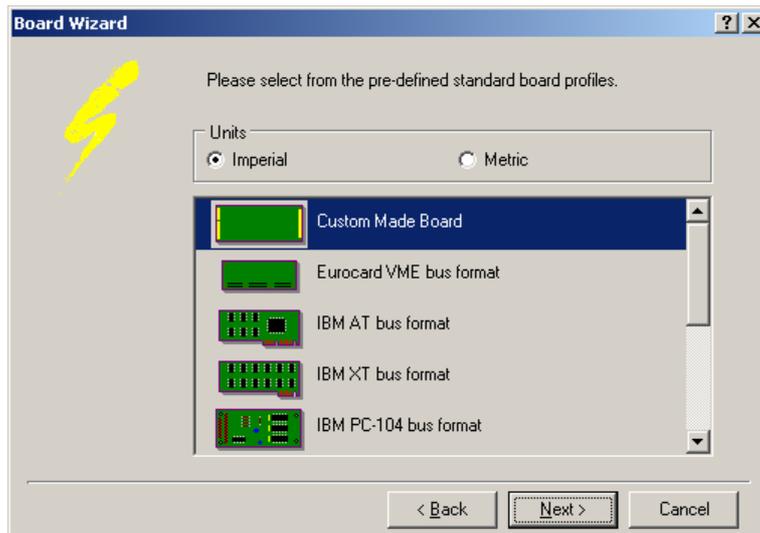
Il est clair que la description de l'éditeur de schéma que je viens de faire est loin d'être complète. En particulier si vous prévoyez de faire des grands schémas, il est fortement conseillé de passer le schéma en A3. Une autre fonction utile est la hiérarchisation des schémas à l'aide des Sheets. Reportez-vous à l'aide pour savoir comment ça marche, c'est un peu trop compliqué et un peu hors sujet ici.

Certains d'entre vous on peut être vu que les schémas que j'amenais avait l'adresse et le logo du CLES-FACIL en bas à droite. Or le schéma que l'on vient de faire à juste cadre tout moche en anglais. Il est possible de remplacer ça en utilisant les Templates (Modèles) fournis dans le design CLES-FACIL.ddb que vous avez téléchargé. Pour cela, ouvrez le design CLES-FACIL, retournez à votre schéma, allez dans Design, Template, Set Template file Name. Sélectionnez CLES-FACIL.ddb dans la liste et cliquez sur le template approprié en fonction de la taille de votre schéma. Le titre se remplit tout seul quand vous allez le modifier dans les options de votre schéma par Design, Options (D,O) onglet Organization.

Pour ceux qui connaissent Eagle, je sais que la sélection des composants n'a pas inclus la sélection de leur aspect physique. Je vais justement y venir dans la section suivante, le comportement de Protel étant assez différent de celui de Eagle sur ce point là.

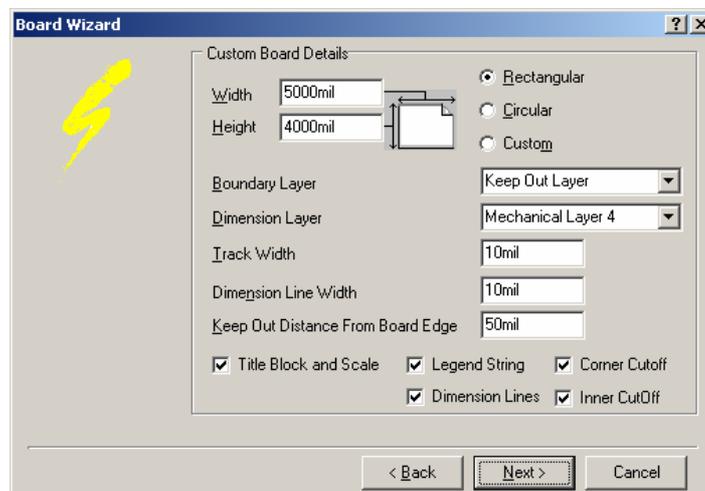
CREATION D'UNE CARTE

Maintenant qu'on a un beau schéma tout propre, il faut passer à la création de la carte. Pour cela, allez dans le menu File, New. Pour les non anglophones, une carte à circuit imprimé, ça se dit Printed Circuit Board, PCB en abrégé. On pourrait donc directement choisir PCB Document, mais ce serait se prendre la tête pour rien et ignorer un outil bien puissant qu'est l'assistant de PCB. Cliquez donc sur l'onglet Wizard et choisissez Printed Circuit Board Wizard. Cliquez sur Ok et l'assistant se lance. Après avoir passé l'écran de bienvenue, l'écran suivant est affiché :



Assurez-vous que les unités sont bien les unités impériales (oui, je sais, on utilise le système métrique en France, mais dans le cas des PCB, c'est extrêmement plus agréable d'utiliser le système impérial) et choisissez Custom Made Board. Si jamais vous voulez créer des cartes à un format standard, y'a déjà tout ce qu'il faut pour ça dans la liste, mais ça m'étonnerait qu'on fasse des cartes PCMCIA au CLES !!!! Cliquez alors sur Next.

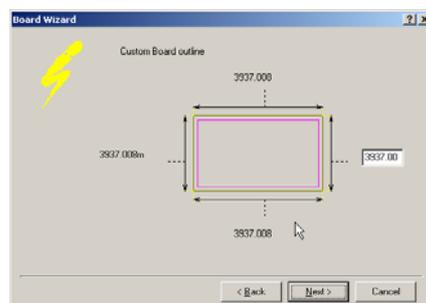
L'écran suivant apparaît :



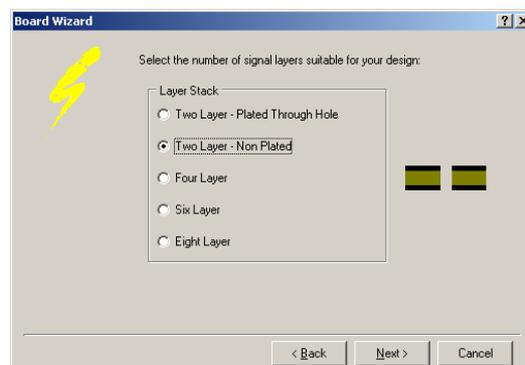
On veut créer une carte de 10cm par 10cm (c'est un essai, je vous le rappelle). Mais là, les mesures données sont en mil ce qui représente un millième de pouce. Donc pour passer des centimètres aux mil, il suffit de diviser par 0.00254 !!!! Heureusement, vous pouvez ranger la calculatrice, Protel fait les conversions tout seul, entre les millimètres et les mil uniquement. Il suffit alors de taper 100mm dans les zones Width et Height.

Indiquez 5 dans la zone 'Keep out distance from board Edge' et décochez toutes les cases en bas. Laissez le reste tel quel et passez à la suite

L'assistant vous affiche alors un résumé de votre carte et comme on peut le voir, les dimensions ont été converties correctement.

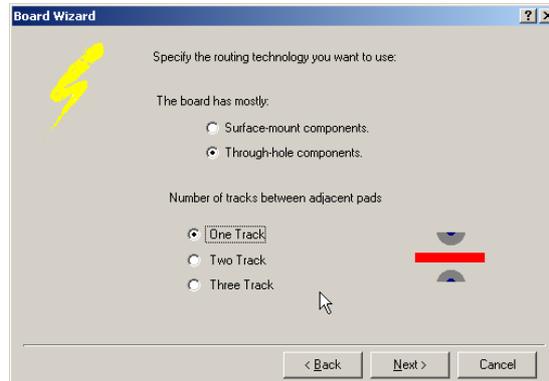


A part admirer, y'a rien à faire dans cette fenêtre alors passez à la suite. La fenêtre suivante apparaît :



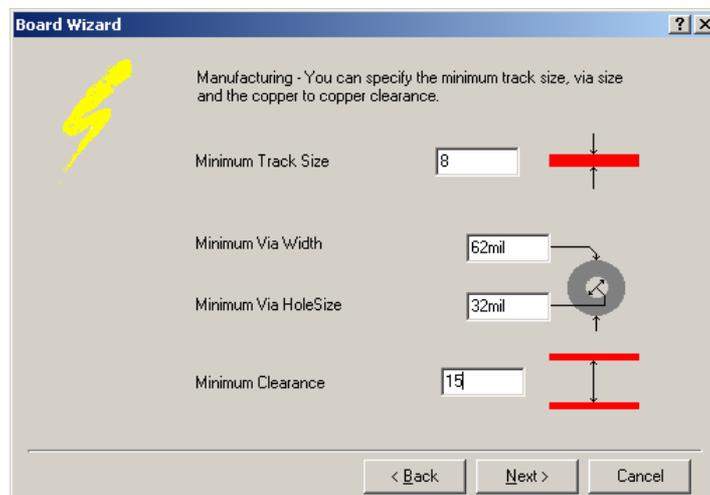
Au CLES, vu la technique employée, on ne peut faire que des cartes double face sans métal dans les trous (c'est ça que ça veut dire Plated Through Hole). Sélectionnez donc 'Two Layer - Non Plated' et passez à la suite. Choisissez 'Thruhole Vias Only' car ça m'étonnerait que vous soyez capable de percer des trous dans une carte jusqu'à la moitié de l'épaisseur...

L'étape suivante ressemble à ça :



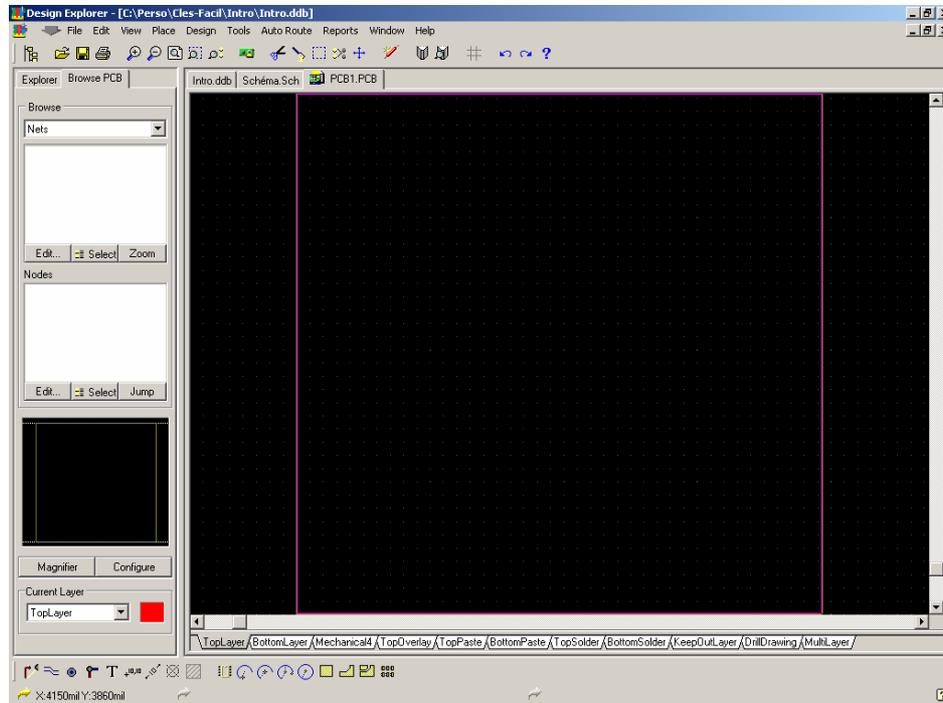
En fait, même si on prévoit de mettre des composants de surface sur la carte, il est évident qu'en majorité on aura des composants dont les pattes traversent la carte. Pourquoi ? Parce que c'est plus facile à souder et à déboguer en cas de problème. Ensuite, comme on a pas une graveuse professionnelle qui coûterait bien trop cher, on ne met jamais plus d'une piste entre les pattes de composants. Et encore, on évite d'en faire passer entre les pattes de composants, pour faciliter les opérations de soudage.

L'étape suivante permet de spécifier des règles pour la taille des pistes et des vias :



Indiquez 8 pour la taille minimale de piste et 15 pour l'espace minimal entre les pistes. Je sais bien que 8 est bien trop petit (en fait, le minimum pour une vraie piste est de 20) mais des pistes de 8 sont utilisées pour dessiner les plans de masse. On verra ça en détail plus loin dans cette introduction. Dans tous les cas ces valeurs peuvent être modifiées en dehors de l'assistant. L'étape d'après vous demande si vous voulez enregistrer la carte comme modèle de carte ce que vous ne voulez pas. Passez alors à la suite et finissez l'assistant.

L'assistant se ferme, le serveur de PCB se lance (c'est affiché en bas...) et la carte se crée sous vos yeux ébahis (mais si, laissez moi rêver !). Vous obtenez alors ça :



Si vous avez des boîtes à outil flottantes, fermez les toutes sauf 'Placement Tools' que je vous conseille de mettre en bas. Utilisez View, Fit Board (V,F) si nécessaire.

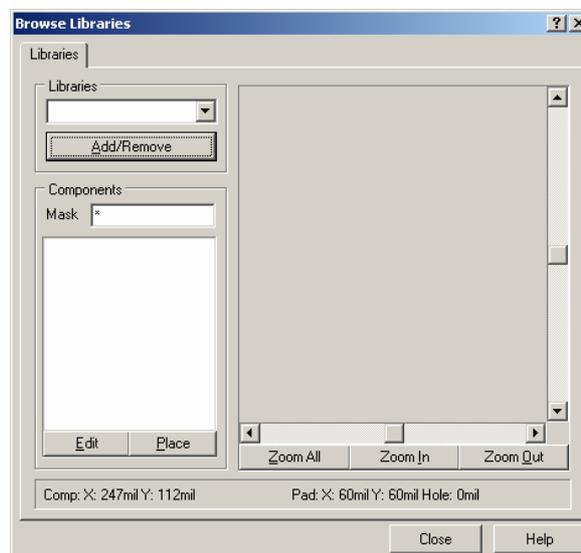
Comme vous le constatez, le fichier est déjà créé et s'appelle PCB1.PCB ce qui honnêtement n'est pas génial. Cliquez alors sur l'onglet Intro pour amener la fenêtre de Design, Renommez le fichier en 'Carte.PCB' par exemple et retournez sur Carte.PCB. Il se peut que l'icône affichée à côté du nom se transforme en un peu n'importe quoi lors du renommage, mais c'est pas grave, elle revient à ce qu'elle devrait être lorsqu'on retourne sur le document.

Jusqu'à maintenant, on a spécifié nulle part sur le schéma quelle forme avait nos composants. En fait, contrairement à Eagle où on doit choisir son composant de schéma en fonction de la tête qu'il aura sur le circuit, avec Protel, on n'a pas à s'en soucier. Ça permet de faire des schémas qui ne sont utilisés que pour des explications, et ça permet aussi de réécrire le serveur de PCB si on veut. Il n'y a pas de lien explicite. Alors évidemment, ça amène des complications mais dans l'ensemble, je préfère la manière de fonctionner de Protel

Trouver les Footprints

Bien sûr, comme pour les composants de schémas, Protel est livré avec une cargaison de bibliothèques de description de composants physiques. Sous Protel, ça s'appelle un Footprint (une empreinte). Malheureusement, il n'y a pas d'outil de recherche pour les footprints ce qui peut se comprendre car les fabricants ont une fâcheuse tendance à utiliser chacun des noms différents pour la même description physique des composants.

Le seul moyen de faire son choix est de parcourir les bibliothèques une à une à la recherche du composant voulu. Pour cela allez dans le menu Design, Browse Components (D, B). En haut à gauche se situe la liste des bibliothèques chargées. Pour l'instant, elle contient PCB Footprint.lib. C'est la bibliothèque par défaut, comme expliqué plus bas.



Cliquez sur Add/Remove et c'est là que commence l'aventure... En effet, il faut d'abord trouver le répertoire où se situent les bibliothèques de Footprints. Celles par défaut sont dans le sous répertoire \Library\Pcb et sont classées en trois sous catégories : Connectors, Generic footprints, IPC footprints.

Comme son nom l'indique, Connectors, ce sont tous les connecteurs possibles et imaginables (pour un consommateur américain, vous ne trouverez pas ceux qu'on peut acheter chez Electronique Diffusion). IPC Footprints, ce sont les footprints pour les supports de circuits intégrés montés en surface. En clair, on ne s'en sert pas. Enfin, Generic footprints contient les divers, en particulier les supports de CI classiques, les transistors, les résistances...

Maintenant, il faut savoir qu'en général, on a besoin de 4 ou 5 bibliothèques en même temps pour une seule et même carte. Alors qu'on ne prend qu'un ou deux footprints par librairie. Or, comme celle des schémas, la liste des librairies est partagée entre tous les projets. Elle est donc chargée à chaque lancement de

serveur ce qui peut s'avérer extrêmement long. D'autre part, les footprints pour les supports de CI classiques ne sont pas tout à fait adaptés à notre utilisation (ils ne permettent pas de faire passer des pistes de 20 mil entre les pattes), ce qui fait qu'il faut les adapter. C'est pour toutes ces raisons que j'ai créé une bibliothèque spéciale CLES-FACIL avec tous les footprints nécessaires à 99% des projets. Si vous avez bien suivi cette introduction, vous devez déjà avoir le fichier. Sinon, reportez-vous à la section Installation.

Sélectionnez alors cette bibliothèque, ce qui vous oblige à vous souvenir où vous l'avez mise... Je sais, c'est pas facile, on en est déjà à la 24^{ème} page, mais bon, croyez-moi, une fois qu'on l'a bien pris en main, Protel est un outil génial.

Une fois chargée, vous pouvez voir les footprints que la bibliothèque contient. Dans notre montage, on va avoir besoin de ceux là :

- AXIAL0.4 pour les résistances
- 1206 pour une résistance en CMS (juste pour voir ce que ça fait)
- DIP8 pour le NE555
- DIP14 pour le 74LS06
- HDR1X2 pour le connecteur
- LEDVERTICALE pour la Led
- RAD0.2 pour le condensateur
- TO-92B pour le 2N2222

Vous pouvez maintenant fermer la fenêtre.

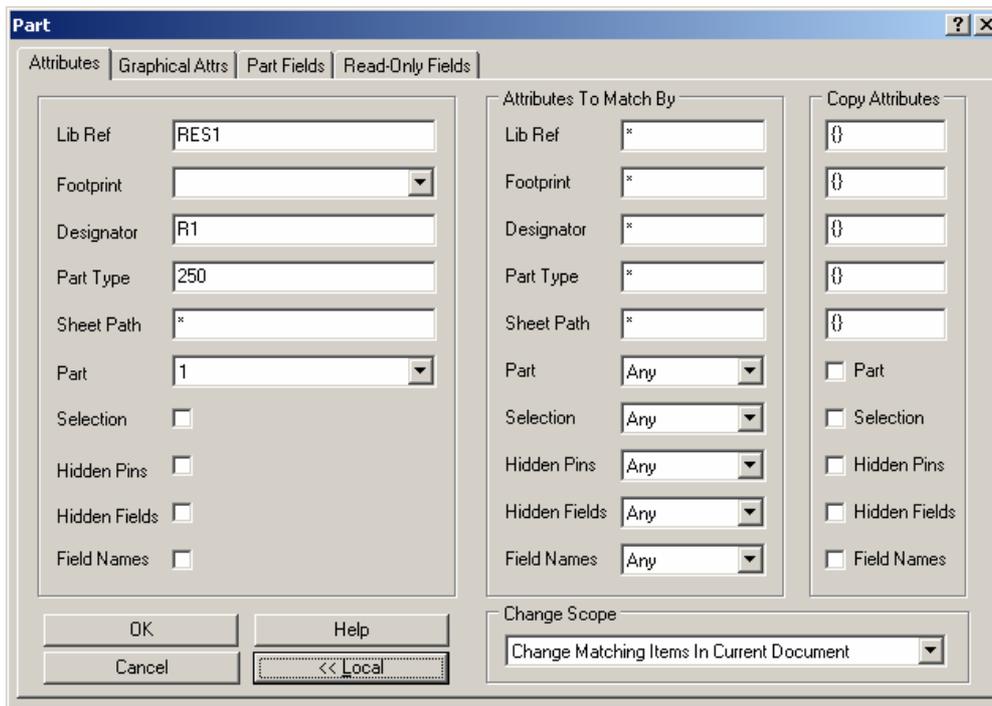
Remarquez que certains footprints contiennent un chiffre à virgule à la fin de leur nom. Ca indique l'écartement en pouce entre les deux pattes.

A ce point là, on a choisi les footprints que l'on veut pour nos composants mais on ne les a toujours pas affectés aux composants.

Affectation des footprints

Pour affecter les footprints, il faut retourner sur le schéma car c'est une propriété des composants sur le schéma. Double-cliquez sur le NE555 et changez la valeur de la case Footprint pour mettre DIP8 à la place de DIP-8. Certains composants ont une valeur par défaut pour le Footprint, mais généralement, elle n'est pas bonne...

Double-cliquez sur une résistance mais avant de mettre AXIAL0.4 dans la zone Footprint, cliquez sur le bouton 'Global >>' en bas à droite. Vous avez alors une fenêtre comme celle là :



Et c'est là qu'on découvre une autre fonctionnalité bien agréable de Protel : la modification groupée de propriétés. En fait, les valeurs entrées dans la colonne 'Attributes To Match By' sont comparées à toutes les valeurs dans tous les composants et si ça correspond, les valeurs dans la colonne 'Copy Attributes' sont appliquées. Nous, on veut changer tous les footprints de toutes les résistances. Les résistances ont comme Lib Ref 'RES1' et on veut mettre AXIAL0.4 comme footprint.

On entre donc RES1 dans la case Lib Ref des 'Attributes To Match By' et on entre AXIAL0.4 dans la case Footprint de la zone 'Copy Attributes', à la place des accolades.

Puis on clique sur Ok.

Protel nous indique qu'on va modifier 3 objets, les 3 résistances, ce que l'on veut et on clique Yes pour effectuer les modifications. En cas d'erreur de manipulation, il est toujours possible d'annuler (E,U).

Continuez à modifier les éléments un par un pour leur affecter les footprints choisis.

Enfin, modifiez le footprint de R1 pour mettre 1206 à la place de AXIAL0.4. Je sais, on aurait pu directement le mettre, mais après, comment je fais pour vous montrer l'intérêt de la modification globale ?

Tout ceci est bien beau, mais comment on fait pour l'envoyer sur la carte, ou l'importer depuis le schéma (ce qui revient au même, ce n'est qu'une question de point de vue) ?

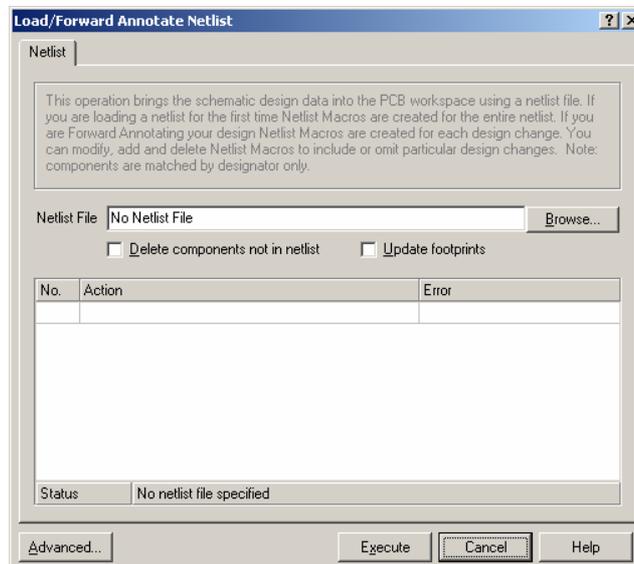
Importer les composants

En fait, il faut passer par un document intermédiaire qui est la NetList. C'est un fichier texte qui va contenir une description de tous les composants et toutes les connexions que l'on trouve dans le schéma. Le serveur de PCB va utiliser cette NetList pour créer autant de composants que nécessaire et les mettre sur la carte.

Dans le schéma, cliquez sur Design puis Create Net List (D,N). Laissez tout par défaut et cliquez sur Ok. La Net List est créée avec pour nom le nom de votre schéma et comme extension NET.

Allez sur la carte et cliquez sur Design, Load nets (D,N). Comme vous le remarquez, c'est le même raccourci ce qui bien agréable. Ce n'était pas le cas dans la version 98 de Protel mais bon, vous ne vous en servirez jamais alors...

Vous obtenez alors la fenêtre suivante :



Sélectionnez la Net List avec le bouton Browse et en retour, la liste se charge. L'état doit indiquer que toutes les macros sont validées. Si ce n'est pas le cas, c'est que vous n'avez pas indiqué correctement les footprints (ça m'est arrivé pendant la réalisation de cette introduction !). Pour corriger, consultez la liste et trouver le composant impliqué par cette erreur de footprint introuvable. Notez son nom, annulez, retournez sur le schéma, corrigez, réexportez la liste, retournez sur la carte, et réimportez la liste.

Certes, il est vrai que ce processus peut être long et rébarbatif, surtout quand il y'a plein d'erreurs. Mais c'est bien le seul inconvénient que je trouve à Protel. Et puis au bout de quelques temps, on ne se trompe plus sur les footprints et là, on apprécie la facilité d'utilisation.

Dans le cadre d'une utilisation plus normale que cette introduction guidée, vous pourrez être amenés à changer les footprints (pour prendre en compte la place allouée), ou même à supprimer des composants (pour corriger des bugs).

Dans ce cas là, n'oubliez pas de cocher les cases correspondantes pour que les footprints soient mis à jour et que les composants virés soit supprimés. Il faut bien sûr le faire avant de charger la Netlist. Attention, même si le nom est déjà le bon dans la zone correspondante, le fait de cocher ou décocher une case ne mettra pas à jour la liste des actions...

Cliquez maintenant sur le bouton Execute et observez. Protel a créé les composants et les a automatiquement arrangés par famille sur le coté droit de la carte. On ne les voit pas tous très bien alors recentrez le zoom sur l'ensemble du document avec View, Document (V,D). Si vous zoomez sur un composant, vous verrez que son identifiant et son commentaire sont affichés. Au début, il est préférable de masquer le commentaire, pour des raisons de visibilité lors du placement et du routage. Mais on les réaffiche généralement lorsqu'on veut faire une impression de l'implantation des composants.

Pour cela, double-cliquez sur n'importe lequel des composants et utilisez la modification globale pour rendre le commentaire (et lui uniquement) invisible. C'est dans l'onglet Comment, la case Hide. Si vous cliquez sur celle de gauche, celle de droite (dans Copy attributes) est cochée automatiquement aussi. C'est pratique, ça économise un clic.

Acceptez la modification et demandez à redessiner la carte (V,R ou Fin) pour bien voir les modifications.

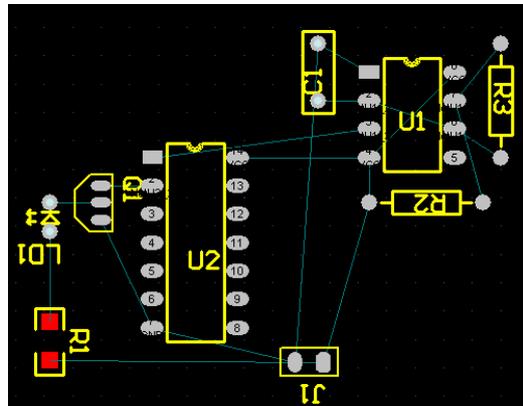
Placer les composants

Un conseil : Déplacez maintenant tous les identificateurs à l'intérieur de leur composant respectif, ça facilite le suivi lors du placement et du routage. Certains compos ne permettent pas, de par leur taille, de mettre l'identificateur à l'intérieur. Mettez-le le plus près possible pour éviter les confusions.

Vous avez aussi sûrement remarqué que les pattes des composants sont reliées par des fils verts-bleus. Ce sont les connexions importées du schéma. Elles indiquent uniquement là où il doit y avoir une connexion, ce n'est pas le routage.

Placez maintenant les composants (en utilisant la souris, en glissé-déposé) sur la carte en pensant déjà au routage. Comme lors du placement des composants sur le schéma vous pouvez utiliser la barre d'espace pour faire tourner les composants. Par contre, il NE FAUT PAS utiliser les touches X et Y pour faire des effets miroir. En effet, même si sur une résistance ça ne pose pas de problème, imaginez ce que ça peut donner sur un composant asymétrique tel que le NE555 par exemple. Il vous faudrait retourner les pattes à la main avant de le mettre dans le support ! Mais bon, je le dis là, mais j'ai comme l'impression que y'en a bien un ou deux qui feront cette erreur et s'en rendront compte une fois la carte tirée... On voit tellement de chose au CLES !!!!

Pour faciliter la compréhension de la suite de cette explication, je vous conseille de placer les composants comme sur l'illustration ci-dessous :



Je n'ai pas retourné les identifiants, ce qui devrait vous aider à vous y retrouver.

Avant d'aller plus loin je dois expliquer un principe commun à tous les logiciels de routage. Tout est organisé en couches car physiquement, votre carte est une succession de couches. La couche de cuivre inférieure (coté opposé aux composants) est appelée 'Bottom Layer', celle du coté des composants est appelée 'Top Layer'. La couche qui contient les dessins des composants sur le coté supérieur est appelée 'Top Overlay', les couches qui contiennent les dimensions mécaniques de la carte sont appelées 'Mechanical1' à 'Mechanical4'. 'KeepOutLayer' est une couche que vous utiliserez pour indiquer des passages où rien n'a le droit de se trouver (pour signaler un trou dans la carte, par exemple). 'MultiLayer' est la couche spéciale qui est utilisée pour représenter des objets (des pattes de composants généralement) qui traversent toutes les couches.

Dans le cadre du CLES, vous n'utiliserez pas les autres couches.

En résumé on a ça :

Couche	Couleur par défaut	Utilisation
Top Layer	Rouge	Pistes sur le coté supérieur (coté composants)
Bottom Layer	Bleu	Pistes sur le coté inférieur (opposé aux composants)
Top Overlay	Jaune	Dessin des composants
Mechanical4	Ocre	Bord physique de la carte
KeepOutLayer	Rose	Bord logique de la carte
MultiLayer	Gris	Pattes de composants

Ces couches sont représentées par des onglets en bas de la fenêtre et au début, 'Top Layer' est sélectionnée. Or on veut de préférence router du coté opposé aux composants, donc sur 'Bottom Layer'. Sélectionnez alors cette couche.

Maintenant, si on regarde les composants implantés, on se rend compte que les pattes de R1 sont en rouge. En effet, on a choisi d'utiliser le footprint 1206 qui est celui d'une résistance en CMS. Oui mais voilà, si cette résistance est à monter en surface, elle devrait se trouver sur le coté Bottom avec des pattes en bleu. Comment la faire changer de coté ? Et bien figurez-vous que c'est une propriété du composant. Double-cliquez dessus, et sélectionnez Bottom Layer pour le Layer dans l'onglet Properties. Cliquez sur Ok. Vous constatez comme moi que les pattes sont bien devenues bleues mais le contour et le nom de la résistance ont disparu. En fait, en passant le composant sur Bottom Layer, on a fait passer son dessin sur Bottom Overlay qui ne fait pas partie des couches sélectionnées (pas d'onglet pour elle en bas). Pour ajouter Bottom Overlay, allez dans Design, Options (D,O) et cochez la case Bottom Overlay.



Du coup, vous voyez réapparaître la résistance et constatez deux choses : elle est inversée et son identificateur est affiché à l'envers. Pour l'inversion, rien de plus simple, faite tourner la résistance de 180° et remplacez là. Pour l'identificateur, ne le remettez pas à l'endroit avec X mais réfléchissez avant. Comme le composant est sur le coté inférieur de la carte, quand on la retourne, on veut pouvoir lire son nom. Or la vision qu'on a là, est une vision transperçante à partir du coté supérieur. Du coup, on doit voir les composants qui sont sur la face inférieure comme s'ils étaient vus dans un miroir. C'est un peu comme regarder un verre avec un texte gravé dessus depuis l'arrière de la gravure.

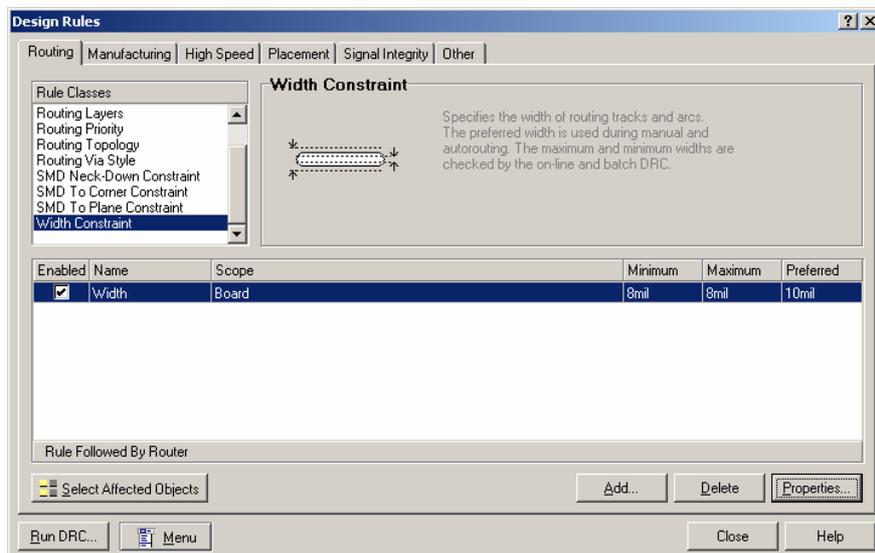
Les composants étant maintenant tous placés correctement, on peut passer au routage à proprement parler.

Routage

Règles

Pour comprendre le mode de fonctionnement du routage, il faut bien comprendre qu'il est géré par des règles de routage. Ces règles définissent la taille des pistes, l'écartement entre les composants, la longueur maximale des pistes, la topologie, j'en passe et des meilleures !

Celles qui nous intéressent sont celles de taille des pistes. Toutes les règles sont accessibles par Design, Rules (D,R). Dans l'onglet 'Routing', sélectionnez 'Width Constraint'



Vous constatez comme moi que les tailles minimale et maximale sont définies à 8 et la taille préférée à 10. Il faut changer ça pour permettre d'avoir des pistes plus larges que 8 et de préférence 20. Cliquez sur 'Propriétés' et modifiez les valeurs pour mettre 8 minimum, 80 maximum, 20 préféré. Validez en fermant la fenêtre.

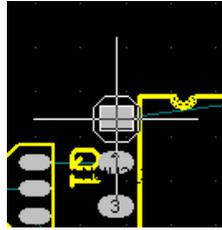
Routage interactif

Pour commencer le routage, sélectionnez l'outil de routage interactif :

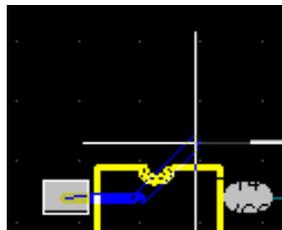


Comme sur les schémas, la souris se voit affublée d'une croix de placement. Positionnez là sur la patte n°1 de U2, Vous devez voir un rond en plus de la croix,

ce rond indiquant que vous êtes pile au centre de la pastille ce qui assure une connexion parfaite.



Cliquez puis déplacez la souris. Comme vous le constatez, un début de piste est dessiné, lequel début de piste suit la souris. Ce début de piste est décomposé en deux parties, une pleine et l'autre en contour.



La première partie représente la piste qui sera effectivement ajoutée lors du prochain clic alors que la deuxième indique la piste qui sera posée au clic suivant. Si l'orientation ne vous plaît pas, vous pouvez utiliser la barre Espace pour la changer.

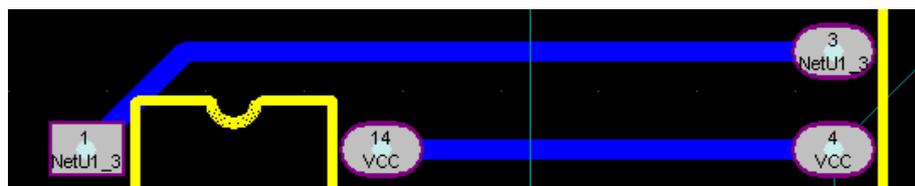
D'autre part, ce mode de routage vous empêche de passer à travers un objet qui n'est pas connecté à la même connexion (Net) que celui d'où vous êtes parti. Dans ce cas là, la piste ne viendra pas jusqu'à l'emplacement de la souris mais s'arrêtera à l'endroit où la règle d'espacement lui permet d'aller.

De plus, le fil vert-bleu qui reliait les deux pastilles part de la souris pour aller à la pastille d'arrivée, afin de vous indiquer la direction globale où aller.

Enfin, toutes les pastilles et les pistes utilisant le même Net sont entourées de blanc pour vous aider à router et à réaliser des connexions parfaites.

Celle sur laquelle on travaille est assez facile, je vous laisse la finir. Rappelez-vous, Echap la première fois quitte la connexion en cours, et la deuxième quitte l'outil.

Routez aussi entre la patte 14 de U2 et la patte 4 de U1.



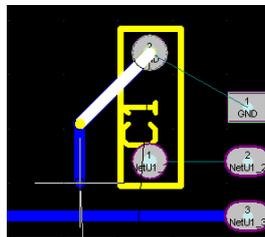
Les vias

Comme on le sait, il n'est pas toujours possible de tout router sur une seule face. Dans ce cas là, il faut faire un pont entre la face inférieure et la face supérieure pour passer au dessus des pistes qui obstruent la voie. Le passage d'une face à l'autre s'appelle un Via. On en crée donc deux quand on fait un pont : un pour passer de BottomLayer vers TopLayer et un pour retourner à BottomLayer. Par exemple, si on veut relier la patte 2 de C1 à la patte 2 de J1, on est obligé de passer à travers les deux pistes déjà routées.

On pourrait bien sûr placer des Vias à la main (avec l'outil correspondant), puis router sur BottomLayer, passer sur TopLayer et router le pont. Mais il y a plus efficace :

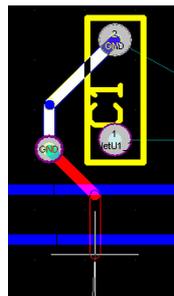
Vérifiez que vous êtes toujours sur BottomLayer (onglet sélectionné) puis démarrez une piste depuis la patte 2 de C1. Dirigez vous le bas et vous constaterez peut être que le fil de direction en blanc n'est pas celui que l'on veut router. En fait, ça n'est pas grave, c'est juste que Protel vous indique généralement l'emplacement de la patte de même Net la plus proche. Mais rien ne vous empêche de relier à une autre patte. C'est pas parce que Protel met ses fils de connexions dans un ordre particulier que vous êtes obligés de faire pareil !

Routez cette piste en commençant à 45° (utilisez espace si nécessaire) et placez la première partie de la piste. Vous devriez voir ça :

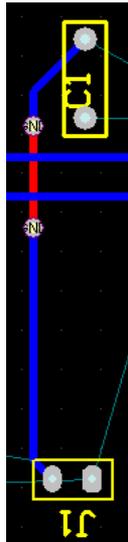


Appuyez alors sur Tab. La page de propriété des pistes en cours apparaît. Sélectionnez TopLayer et cliquez sur Ok (au clavier, ça fait Maj+Tab puis Flèche Haut puis Entrée). Si un avertissement sur la taille des Vias apparaît, cliquez sur Ok, ce n'est pas grave.

Vous constatez alors qu'une pastille a été ajoutée à l'angle entre vos deux morceaux de pistes. C'est le Via. Posez le au bon endroit (pas trop près des autres pistes) en cliquant. Vous êtes maintenant sur la couche TopLayer



Du coup, le prochain segment de piste sur la couche Top ne part pas dans le bon sens. Appuyez sur espace pour corriger et placez la souris de l'autre côté des pistes qui nous gênent, sans cliquer. Réappuyez sur Tab, sélectionnez maintenant BottomLayer (Maj+Tab, Flèche Bas puis Entrée). L'avertissement ne doit pas réapparaître. Un autre Via est créé à l'angle entre les deux segments et vous êtes retournés sur Bottom Layer. Posez le Via en cliquant, changez l'orientation de la piste avec Espace et finissez le routage vers la patte 2 de J1. Au final, vous avez ça :

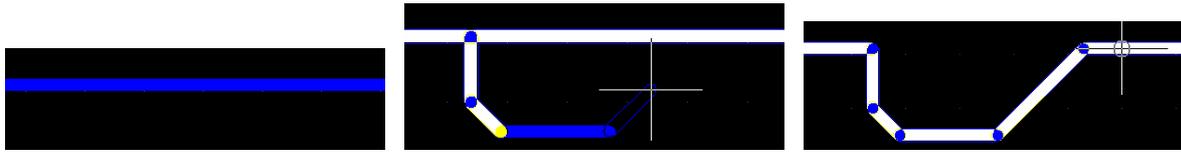


Ce pont étant le seul nécessaire pour cette carte, je vous laisse finir le routage sur la couche Bottom. Lisez la suite si jamais vous avez des problèmes pour router

Conseils

Il est possible de créer des cartes n'ayant pas une forme rectangulaire. Pour cela, commencez par créer une carte rectangulaire, et forcez l'origine (E,O,S) à être en bas à gauche de votre rectangle, sur les pistes du layer Mechanical4. Puis ajoutez autant de pistes que nécessaire pour faire votre contour. Ces pistes doivent être sur Mechanical4 et avoir une largeur de 10. Créez les mêmes pistes sur KeepOutLayer en prenant soin de les décaler de 5mil vers l'intérieur de la carte. Pour faciliter les choses, il est toujours possible d'indiquer les dimensions en millimètres, en tapant mm dans les zone de coordonnées.

Pour supprimer une piste, la solution standard consiste à quitter l'outil de routage, cliquer sur la piste, et appuyer sur Suppr. Mais il est aussi possible de 'repasser' sur une piste. C'est à dire que si vous voulez rerouter une piste pour qu'elle passe plus loin que là où elle passe, vous pouvez repartir de la piste, faire une boucle, revenir sur la piste. Protel supprimera tout seul le morceau qui était avant quand vous appuierez sur Echap. C'est illustré sur la série suivante :



Si, lors du routage, les pistes ne s'affichent pas correctement, appuyez sur Fin (ou V,R) pour forcer à redessiner l'écran.

Commencez toujours à router avec une taille de piste à 20. C'est la taille minimale à utiliser au club et c'est la seule qui vous permette de passer entre les pattes de composants si jamais vous ne pouvez pas faire autrement.

Vous pouvez sélectionner une piste et la déplacer, comme une connexion dans un schéma. De même pour les composants. Utilisez (M,D) pour maintenir la connectivité, (M,M) si vous voulez juste déplacer un groupe.

Le copier coller entre documents d'une partie ou de toute une carte ne fonctionnera pas car la liste des connexions ne sera pas copiée avec. Du coup lorsque vous collez, les associations entre les pastilles et les connexions sont supprimées.

Une fois que votre routage est terminé, utilisez l'outil de vérification pour vous assurer que les règles sont respectées, en particulier que toutes les connexions ont été routées. Cet outil est le 'Design Rule Check' dans le menu Tools (T,D). Laissez les options comme elles sont et cliquez sur Run DRC en bas à droite. Un rapport est créé vous indiquant les erreurs. Si tout est bien routé, vous devriez n'avoir aucune erreur.

Pour faciliter la gravure et la soudure, repassez ensuite sur toutes les pistes pour qu'elles soient plus grosses, l'idéal étant aussi grosses que les pastilles des pattes de composants, soit 60mil au moins. Pour cela, commencez une piste et changez sa taille dans la page de propriétés obtenue avec Tab. Je sais bien qu'il n'est pas toujours possible de router à 60, en particulier sur des petites cartes ou entre les pattes de composants, mais dans ce cas là, mettez à 60 la plus grande partie de la piste et ne laissez à 20 que là où c'est vraiment nécessaire. Une fois ceci fait, relancez le 'Design Rule Check', on sait jamais... Dans le cadre de cette introduction, ne vous prenez pas la tête avec ça, mais pensez-y pour les projets réels (je sens que y'en a encore qui vont oublier...)

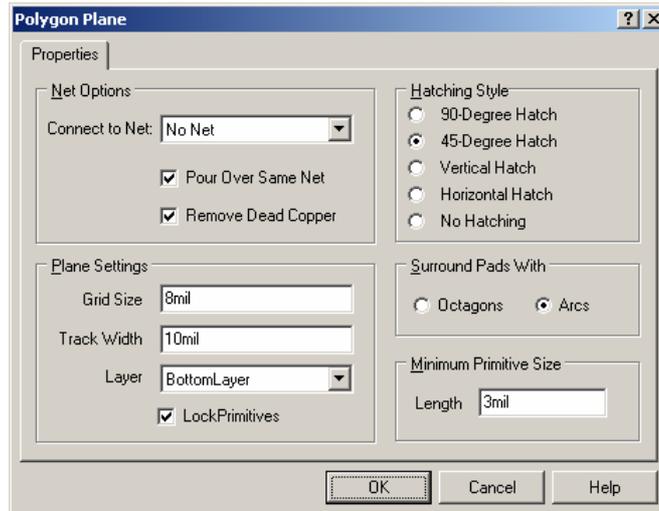
Enfin, pour économiser le perchlorure de fer et diminuer la sensibilité aux interférences radio-électriques, il est conseillé d'ajouter des plans de masse. C'est ce qui est décrit dans la section suivante.

Plans de masses

Pour ajouter un plan de masse, il faut utiliser l'outil Polygon Plane :



Quand vous cliquez dessus, la boîte de propriétés du polygone s'affiche :



Sélectionnez alors GND comme Net car on veut un plan connecté à la masse. Le style de hachage est à mettre à 45°, c'est le meilleur. Cochez 'Pour Over Same Net' pour obliger le polygone à passer par dessus les pistes. Cochez 'Remove Dead Copper' pour enlever les morceaux du plans qui se retrouvent dans une zone où ils ne peuvent pas être connectés au net sélectionné. Ce comportement peu parfois être ennuyeux mais en général il est préférable de l'utiliser.

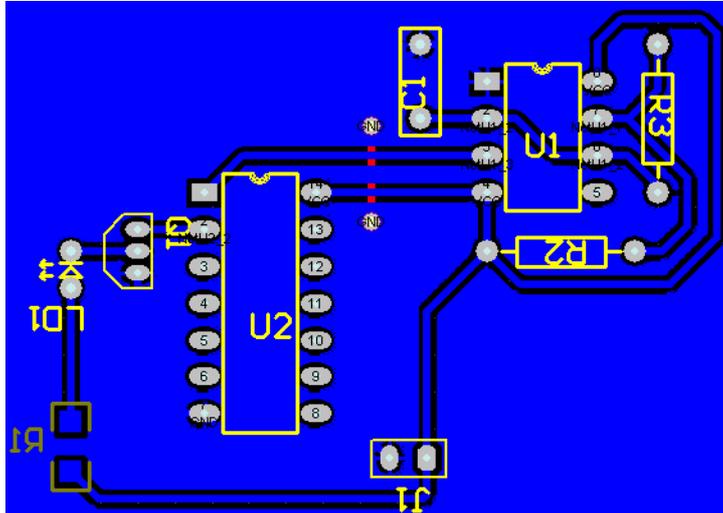
Indiquez que vous voulez entourer les pastilles avec des arcs (c'est plus joli) et indiquez les tailles de grille (8) et de piste (10) à utiliser pour dessiner le polygone. En effet, un polygone est dessiné en utilisant uniquement des pistes de la taille donnée et espacés selon la grille donnée. Donc si vous donnez une grille plus grande que la taille des pistes, vous aurez des trous dans votre polygone. Ca peut être utile si vous voulez faire un polygone de refroidissement directement sur le cuivre. Si c'est pour un plan de masse, je vous conseille de mettre la grille plus petite que les pistes pour qu'elles se recouvrent bien.

Enfin, le layer à utiliser est Bottom Layer, bien évidemment.

Laissez le reste comme c'était et cliquez sur Ok.

Vous avez maintenant une croix qui se balade avec la souris. Cliquez sur le coin supérieur gauche du rectangle encadrant les composants puis déplacez vous vers le bas et vers la droite. Essayez les différentes possibilités offertes avec la barre Espace. Personnellement, je vous conseille le mode qui ne vous permet que de placer des lignes verticales, horizontales et à 45°.

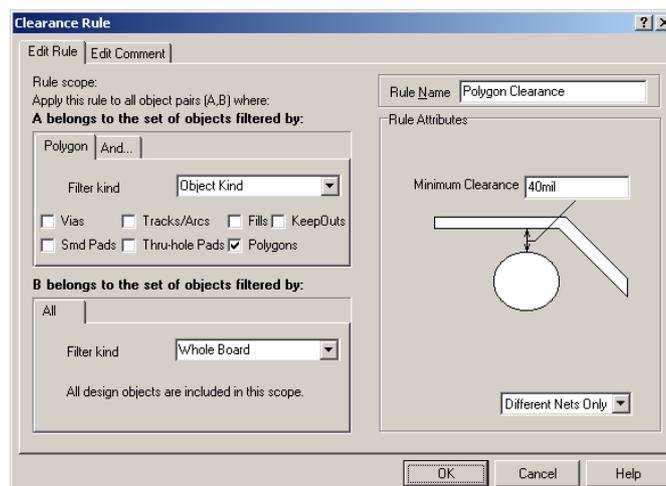
Encadrez bien les composants et pour terminer le polygone, ce n'est pas Echap mais un Clic droit. Je sais, c'est surprenant, mais c'est comme ça. Le polygone se dessine et donne ça :



Comme moi, vous constatez que le polygone s'approche bien trop près des pistes pour permettre une gravure et une soudure sans soucis (tiens, faut que je dépose un copyright sur ce principe..)

En fait, le traceur de polygone a suivi les règles de routage et comme la règle d'espacement dit 15mil entre les objets, et bien il a mis 15mil entre le polygone et les pistes, les pastilles...

Il faut donc créer une deuxième règle qui impose un espace plus grand entre un polygone et le reste des objets. Allez dans Design, Rules (D,R) sélectionnez Clearance Constraint et cliquez sur Add :

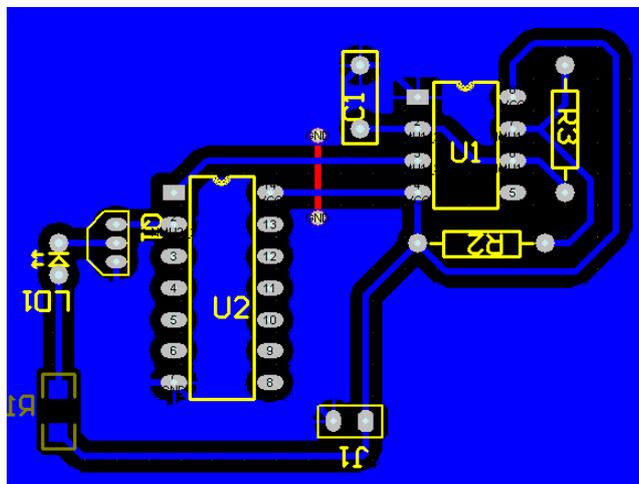


Dans le filtre, sélectionnez Object Kind, et cochez Polygons. Appelez cette règle 'Polygon Clearance' et indiquez 40mil pour l'espace minimal.

Ainsi, cette règle indique qu'entre un polygone et les autres objets, on doit avoir au moins 40mil. Cliquez sur Ok, et fermez la fenêtre des règles.

Le vérificateur de règle se lance et c'est là que commencent les problèmes. En effet, d'un coup, toutes les pistes constituant le polygone violent la nouvelle règle et Protel va toutes les mettre en vert pour indiquer une erreur ! Ca prend énormément de temps c'est pourquoi je vous conseille d'appuyer sur Echap pour annuler la vérification.

Double-cliquez alors sur le polygone, ne changez rien dans les options et répondez 'Yes' à la question vous demandant si vous voulez redessiner le polygone. Vous devriez alors obtenir ça :



Si vous n'avez pas la partie inférieure droite du polygone, c'est que vous l'avez fait passer trop près des pistes la première fois (je me suis fait avoir aussi !). La seule solution consiste à supprimer le polygone et à en recréer un autre. Pour ça, Shift-Clic sur le polygone, Ctrl-Suppr le supprime. Pensez à forcer la fenêtre à se redessiner (Fin). Enfin, recréez le polygone de façon à ce qu'il soit plus large que le précédent.

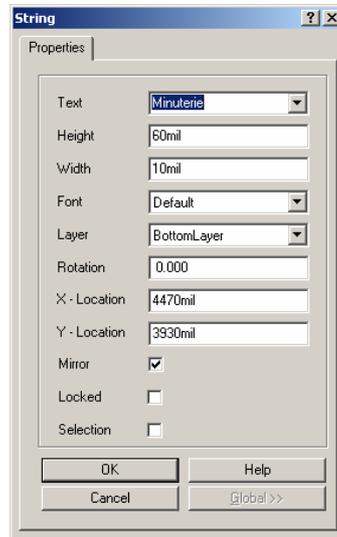
Vous pouvez aussi créer un polygone sur Top Layer, de la même façon. Créez toujours les polygones en dernier, car ils vous empêcheront de router une fois mis en place.

Ajouter du texte

Il est généralement agréable d'avoir un texte de chaque côté de la carte identifiant de manière formelle le côté que l'on regarde. Parce que quand la carte est percée, il peut parfois être difficile d'identifier le côté composants au premier coup d'œil. Pour cela, on va utiliser l'outil texte :



Appuyez alors sur Tab pour faire apparaître la page de propriétés



Comme vous le constatez, la dernière fois que je m'en suis servi, je faisais une minuterie...

Libre à vous de taper le texte que vous voulez. Vous pouvez aussi sélectionner un texte spécial qui sera remplacé par sa valeur lors de l'impression (e nombre de pistes, par exemple).

Height indique la hauteur des lettres alors que Width indique la largeur des pistes utilisées pour dessiner les lettres. Pour Layer, je pense que vous avez compris tout seul. Par contre, il est bien important de mettre le texte en miroir si vous utilisez la couche BottomLayer. J'ai déjà expliqué pourquoi lors du placement de R1, je n'y reviendrais donc pas.

Il n'est pas possible de mettre des retours lignes dans le texte. Pour cela, il faut créer deux chaînes et les placer l'une en dessous de l'autre.

Cliquez sur Ok quand vous avez indiqué ce que vous vouliez mettre et placez la chaîne en plein milieu du polygone. Bien évidemment, vous ne voyez pas le texte et ça déclenche une flopée d'erreurs car le texte est en violation avec les pistes du polygone. Double-cliquez sur le polygone, choisissez celui qui est conflit dans le menu, et forcez le à se redessiner.

Placez aussi un texte sur l'autre face et n'oubliez pas de redessiner le polygone concerné.

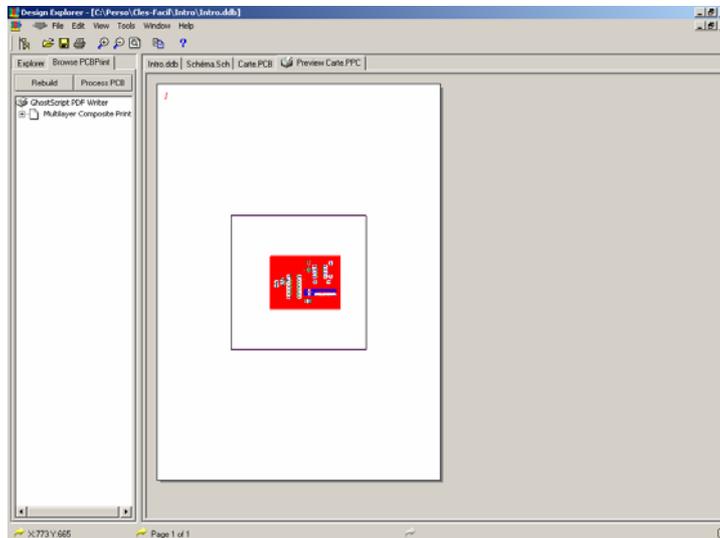
Imprimer les typons

Maintenant que la carte est parfaitement routée, il ne reste plus qu'à la tirer. Je dis plus, même si on sait tous à quel point cette étape peut donner lieu à de nombreuses erreurs...

Heureusement, Protel permet d'en éviter certaines grâce à son système d'impression. Cliquez sur le bouton d'impression, ou allez dans File, Print (F,P)

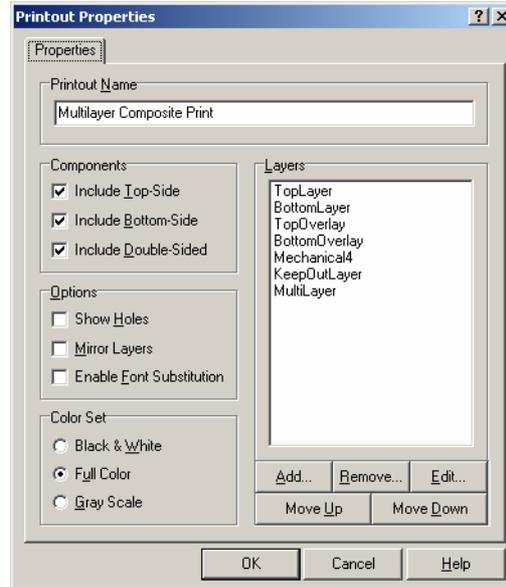


Ceci lance le serveur d'aperçu avant impression qui vous permet de gérer vos impressions :



Dans la liste à gauche, vous trouvez tous les aperçus que vous avez créés (onglet Browse PCB print) et à droite, vous voyez celui que vous avez sélectionné. Oui, vous avez bien lu, vous pouvez créer plusieurs aperçus différents, les visualiser et les imprimer uniquement quand vous êtes sûrs de vous. Ca évite les prises de tête sur le fait que l'on doit mettre en miroir ou pas...

Par défaut, Protel crée un aperçu qui contient toutes les couches utilisées sur le design, ce qui en plus d'être illisible est inutile. On va le modifier en choisissant Properties dans le menu obtenu en cliquant avec le bouton droit dessus.



On va créer le dessin d'implantation des composants sur la face supérieure. Pour cela, on va avoir uniquement besoin des couches TopOverlay (pour les composants) et Mechanical4 (pour le bord de la carte). Je ne vous ferais pas l'affront de vous expliquer comment modifier la liste des Layer utilisés, les boutons en dessous sont assez explicite (enfin, j'espère).

Laissez les trois cases de Components cochées, ne cochez aucune des options et sélectionnez Gray Scale pour les options de couleurs. N'oubliez pas de renommer le printout, par exemple 'Implantation Top'.

Ajoutez ensuite 3 printouts, un pour l'implantation des composants sur Bottom et les deux pour les typons, Top et Bottom. Le tableau ci-dessous résume les options à sélectionner :

Layout	Layers	Options	Couleur
Implantation Bottom	Mechanical4 BottomOverlay	Mirror layers	GrayScale
Typon Top	TopLayer Mechanical4		Black & White
Typon Bottom	MultiLayer BottomLayer Mechanical4	Show holes Mirror layers	Black & White

L'ordre des layers est important, surtout pour le Typon Bottom. En effet, comme on demande à voir les trous, si un layer est au dessus de MultiLayer, les trous seront cachés. Or on veut voir les trous, en particulier pour faciliter le perçage des cartes. Un pré-trou évite à la mèche de glisser.

Et maintenant, vous pouvez directement imprimer vos implantations et vos typons, sans oublier de coller un calque pour les typons...

Oui, mais me direz-vous, c'est bien beau d'imprimer au centre, mais comment je fais pour imprimer où je veux sur la feuille ? Parce que j'ai pas vu de propriétés de marge sur les Printouts...

Et c'est là que ça ce gâte... Je ne sais pas pourquoi mais les marges sont spécifiques à l'imprimante et pas au PrintOut ce qui fait que vous êtes obligé de modifier les marges à chaque fois que vous changez de Printout pour éviter d'imprimer deux fois au même endroit. Un volontaire pour écrire à Protel et leur demander de changer ça ? Comment ça personne ?

Mais bon, à part ce point de détail, je trouve qu'il est quand même plus agréable de pouvoir créer ses aperçus avant de les imprimer.

Attention : le bouton imprimer sur la barre d'outils lance l'impression de tous les printouts. Si vous ne voulez en imprimer qu'un seul, sélectionnez-le et choisissez Print Current dans le menu File (F,U).

Si vous voulez afficher de nouveau les commentaires des composants pour l'impression, retournez sur la carte et modifiez leur état de manière globale. Passez 5 bonnes minutes à les positionner de manière adéquate, revenez sur les printouts et cliquez sur le bouton Process PCB. La mise à jour s'effectue et vous pouvez imprimer avec les commentaires.

Et voilà ! Ca n'a pas été sans mal mais on est enfin arrivé au bout de cette carte.

Mais les plus habitués d'entre vous auront remarqué que le typon produit ne peut pas être utilisé car les pattes du 2N2222 sont mal placées. En fait, le schéma du 2N2222 ne correspond pas à la réalité, ses pattes étant mises dans n'importe quel ordre. C'est pour cela que vous devez utiliser la référence 2N2222 plutôt que NPN.

Les sections suivantes sont uniquement destinées à ceux qui veulent aller plus loin avec Protel, notamment pour ajouter des composants et des footprints à la bibliothèque du CLES-FACIL et comprendre le problème du 2N2222.

Aller faire les courses

Une fois votre schéma terminé, votre carte prête, il peut être intéressant d'aller acheter les composants. Et pour ça, une jolie liste des composants à utiliser est bien pratique. Alors, évidemment, vous pourriez utiliser la netList mais ce n'est pas des masses pratiques. Un tableau serait meilleur.

Encore une fois, les mecs de Protel ont pensé à ce problème et on prévu un outil pour ça. Retournez sur le schéma, et choisissez Reports, Bill of Material (R,B).

Un assistant apparaît vous demandant l'étendue de la liste de matériel. Choisissez toujours Project. Cliquez sur suivant.

Dans cette étape, cochez uniquement Footprint et Description. Passez à l'étape suivante.

Dans cette étape, vous pouvez changer le titre des colonnes. A vous de voir, vous pouvez effectivement mettre des titres en français. Personnellement, je change rien, ça évite de se fatiguer pour pas grand chose... Passez à l'étape suivante.

Dans cette étape, cochez uniquement 'Protel Format'. Les deux autres sont inutiles, d'autant plus que le dernier plante assez régulièrement. Passez au suivant et finissez l'assistant. Vous devriez obtenir ça :

Used	Part	Type	Designator	Footprint	Description
1	1u		C1	RAD0.2	Capacitor
1	2N2222		Q1	TO-92B	NPN Transistor
1	74LS04		U2	DIP14	
1	100		R2	AXIAL0.4	
1	200		R3	AXIAL0.4	
1	250		R1	1206	
1	Alim		J1	HDR1X2	Connector
1	NE555		U1	DIP8	

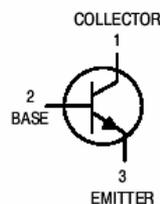
C'est un fichier texte comme un autre, libre à vous de réorganiser les lignes comme bon vous semble. Ensuite, imprimez-le et allez faire les courses !

N'oubliez pas de demander une facture si vous voulez vous faire rembourser...

AJOUTER UN COMPOSANT DANS UNE BIBLIOTHEQUE

Dans le cadre du CLES-FACIL, il se peut que vous vouliez utiliser des composants qui ne se trouvent pas dans les bibliothèques fournies avec Protel. Dans ce cas, il faut ajouter ce composant à une bibliothèque de composants. Le plus simple est de l'ajouter à la bibliothèque spécial CLES, celle que vous avez téléchargée au début de cette introduction. Si vous voulez le faire dans votre propre bibliothèque, je vous conseille de la mettre toute seule dans un nouveau design. Pour la méthode à employer, je vous invite à relire la section concernant la création d'un design.

La première chose à faire quand on veut ajouter un composant dans une bibliothèque, c'est de récupérer la datasheet avec le schéma associé. Pour l'exemple, nous allons considérer le 2N2222 dont voici le schéma



A la fin de la section 6, je vous disais que les pattes du 2N2222 n'était pas dans le même ordre que celles présentes dans le NPN. En fait avec le NPN, on a les pattes dans cet ordre : Base, Collecteur, Emetteur. Du coup, la base et l'émetteur sont inversés sur la carte finale ! C'est pour cela qu'il faut toujours faire attention à ce que les composants utilisés sur le schéma aient leur pattes numérotées dans le même ordre que sur leur datasheet.

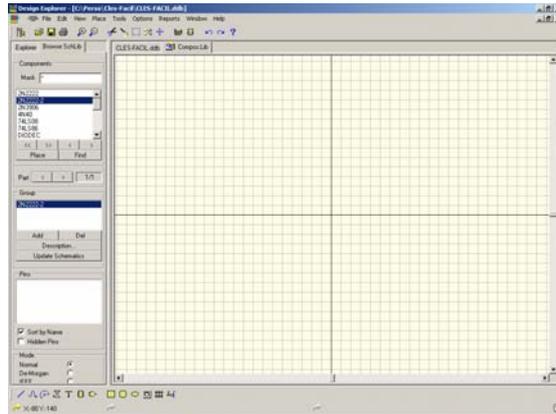
Bien sûr, on aurait pu trouver le 2N2222 dans une bibliothèque existante (BJT.lib dans Sim.ddb par exemple) mais les bibliothèques qui le contiennent sont un peu particulières. Elles sont utilisées pour la simulation ce qui ajoute des propriétés aux composants.

Et puis, il faut bien trouver un exemple pour expliquer l'ajout d'un composant à une bibliothèque !

Assez parlé, il est temps de commencer.

Ouvrez Compos.lib dans CLES-FACIL.ddb. Si vous avez des barres d'outils flottantes, fermez les toutes, sauf 'Drawing Tools' que vous devriez placer en bas. Comme vous le constatez, le 2N2222 est déjà dans la liste des composants. Je l'ai laissé, juste au cas où personne ne voudrait faire cette partie.

Dans le menu Tools, sélectionnez New Component (T,C). Appelez-le 2N2222-2, pour ne pas confondre avec celui qui existe déjà. Vous obtenez alors la fenêtre suivante :



Placez la souris au centre et zoomez une fois (V,I) pour avoir une meilleure vue.

Dessiner le corps

En général, on préfère commencer par dessiner le corps du composant pour ensuite ajouter les pattes. Ca permet d'éviter de déplacer toutes les pattes parce qu'on a pas prévu assez de place pour les jolis dessins que l'on veut mettre dans le composant.

Nous allons donc commencer par dessiner l'intérieur du transistor. Sélectionnez l'outil 'Place line'



Placez-vous au milieu de la zone de dessin et ajoutez une ligne verticale à cheval sur la ligne du milieu, comme celle-ci :

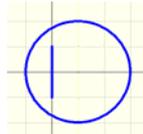


Sélectionnez maintenant l'outil 'Place Elliptical Arc'

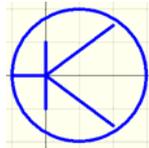


Placez la souris une case à droite (2 étapes par case) de la ligne déjà posée, pile sur la ligne noire marquant le milieu du dessin. Cliquez pour définir le centre du cercle. Déplacez vous de deux cases vers la droite, en restant parfaitement sur

la ligne noire. Cliquez pour définir la largeur du cercle. Déplacez-vous de deux cases vers le haut puis cliquez pour définir la hauteur du cercle. Retournez sur la ligne du milieu, trois cases à droite de la ligne bleue pour définir l'angle de début de l'arc. Cliquez. Restez au même endroit et cliquez pour définir l'angle de fin de l'arc. Appuyez sur Echap pour quitter l'outil de dessin de cercle. Vous devriez avoir un dessin comme celui là :



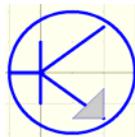
Ajoutez trois lignes pour aboutir à ça :



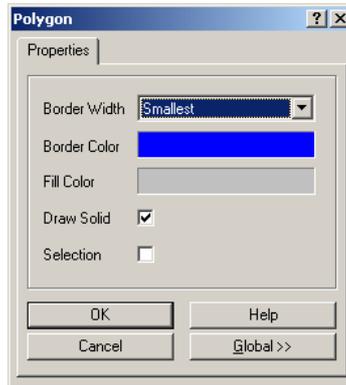
Nous allons maintenant ajouter la flèche de l'émetteur. Pour cela, on va utiliser l'outil polygone :



Placez vous sur l'extrémité de la ligne du bas et cliquez pour définir le point de départ du polygone. Déplacez-vous d'une case vers la gauche et cliquez pour définir le deuxième sommet. Déplacez-vous d'une case vers la droite et d'une case vers le haut pour définir le troisième et dernier point du polygone. Appuyez sur Echap pour arrêter le dessin du polygone. Vous devriez obtenir ça :



Comme vous le constatez, la couleur du polygone n'est pas la même que celle des lignes. Pour changer ça, double-cliquez sur le polygone ce qui fait apparaître la fenêtre suivante (après avoir choisi le polygone dans le menu) :



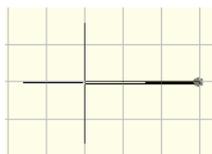
Choisissez Small comme largeur de bordure et la couleur 229 comme couleur de remplissage. C'est la même que la couleur de la bordure. Cliquez sur ok pour aboutir au dessin final. Il ne manque plus que les pattes du composant. On pourrait bien sûr les dessiner avec des lignes mais elles n'auraient pas les propriétés requises pour être considérées comme des pattes de composants par Protel.

Ajouter les pattes

Sélectionnez donc l'outil 'Place pin'

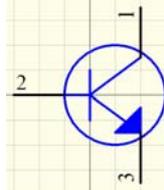


La souris est alors affublée de la prochaine patte de composant



Remarquez bien que l'une des extrémités est affublée d'un rond gris. C'est l'extrémité connectable de la patte. Il est donc conseillé de toujours la mettre en dehors du corps du composant pour éviter les prises de têtes dans le schéma. En effet, seul le côté connectable sera considéré par Protel, même si vous faites arriver une connexion de l'autre côté de la patte.

Appuyez sur Tab pour faire apparaître les propriétés de la prochaine patte de composant. Laissez le nom vide, indiquez le numéro 1 et donnez une longueur de 20 à votre patte. Placez alors les pattes dans l'ordre suivant : Collecteur, Base et Emetteur, c'est à dire en allant de haut en bas. Faites bien attention au placement, histoire de ne pas laisser de trous entre les lignes et les pattes de composants. Vous devriez aboutir à ça :



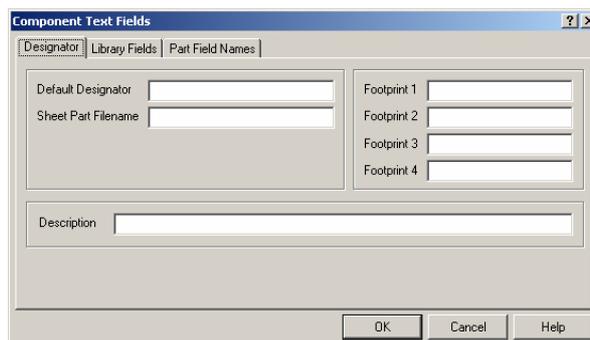
Comme vous le voyez, les pattes 1 et 3 ne se terminent pas sur une intersection de la grille. Or il est plus que souhaitable que toutes les pattes se terminent sur une intersection de grille pour faciliter l'utilisation du composant dans l'éditeur de schéma. Pour corriger cela, il faut juste donner une longueur de 25 aux deux pattes concernées. Profitez-en pour donner les noms des pattes : C, B et E.

Du coup, le dessin est particulièrement moche à cause des noms et des numéros apparaissant au milieu du corps du composant. Dans le cas du 2N2222, on peut masquer ces informations sans que ça nuise à la compréhension. Pensez à utiliser la modification globale pour faire ça...

Propriétés par défaut

Maintenant que notre composant est parfaitement dessiné, il faut définir ses propriétés par défaut, telles que son nom, le footprint associé, les commentaires...

Pour cela, allez dans le menu Tools, Description (T,D). Vous obtenez la fenêtre suivante :



Pour Default Designator indiquez Q?, pour Footprint 1 indiquez TO-92A et pour Footprint 2 indiquez TO-226AA. Indiquez une description aussi si vous voulez. Ces valeurs sont celles que l'on retrouve dans l'éditeur de schéma quand on ajoute un composant. Il faut donc bien faire attention à ce que l'on met car certaines personnes risquent de ne pas se préoccuper des valeurs par défaut.

Les footprints que nous avons indiqués comme étant ceux par défaut sont des footprints standards, le deuxième n'étant pas encore dans la bibliothèque du CLES-FACIL car il est l'objet de la partie sur la création de footprints.

Il est bien sûr possible de dessiner le composant de manière plus satisfaisante et dans ce cas là, vous pourriez avoir besoin de modifier la taille de la grille. C'est dans Options, Document options (O,D) la case Snap Grid. Ne changez pas la grille visible, c'est celle sur laquelle vos pattes de composants doivent être alignées.

Mais dans le cadre de cette introduction, ce que nous avons fait est bien suffisant. Je vous invite à explorer cette partie, notamment pour utiliser des pattes cachées et plusieurs Parts par composant, comme dans le 74LS86 que j'ai redessiné pour prendre moins de place que celui fourni par Protel.

AJOUTER UN FOOTPRINT DANS UNE BIBLIOTHEQUE

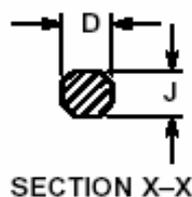
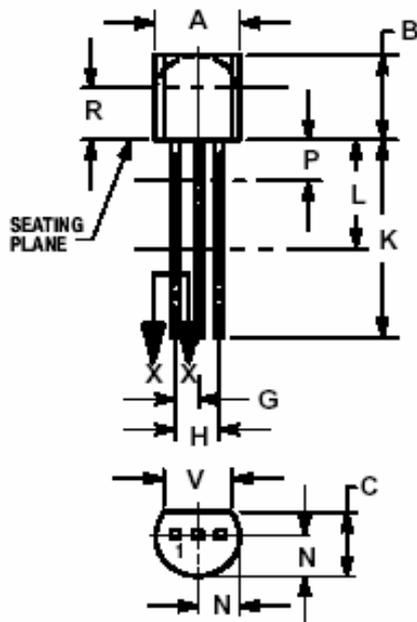
Comme je l'ai dit à la section précédente, cette partie est consacrée à la création du footprint TO-226AA, celui utilisé par le 2N2222 et qui ressemble à ça :



Récupérer les dimensions

Comme toujours il faut se reporter à la Datasheet pour avoir les informations exactes concernant les dimensions du boîtier, l'écartement entre les pattes... Ca se trouve généralement dans les dernières pages des datasheet. Dans le pire des cas, il faut sortir la règle, mesurer et convertir en mil.

Dans notre cas, j'ai reproduit page suivante les données de la datasheet.



NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. CONTOUR OF PACKAGE BEYOND DIMENSION R IS UNCONTROLLED.
4. LEAD DIMENSION IS UNCONTROLLED IN P AND BEYOND DIMENSION K MINIMUM.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.175	0.205	4.45	5.20
B	0.170	0.210	4.32	5.33
C	0.125	0.165	3.18	4.19
D	0.018	0.021	0.407	0.533
G	0.045	0.055	1.15	1.39
H	0.095	0.105	2.42	2.66
J	0.015	0.020	0.39	0.50
K	0.500	---	12.70	---
L	0.250	---	6.35	---
N	0.080	0.105	2.04	2.66
P	---	0.100	---	2.54
R	0.115	---	2.93	---
V	0.135	---	3.43	---

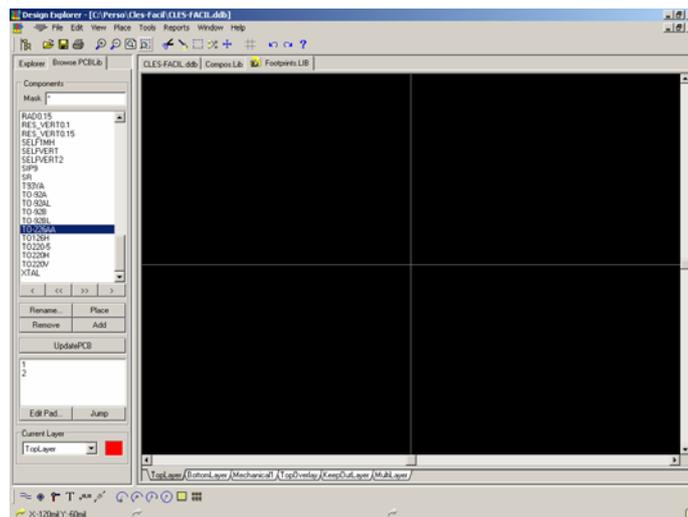
Les dimensions qui nous intéressent ici sont la taille du boîtier et l'écartement entre les pattes. Et attention à ne pas confondre les deux, sous peine de donner lieu à un délicieux sandwich...

Ici, c'est $A=0.19$, $C=0.14$, $N=0.09$, $V=0.14$ et $G = 0.05$ en valeurs arrondies. Pour information, l'écartement classique pour les circuits intégrés entre les pattes est de 0.1 pouces soit 2.54mm.

Ouvrez la bibliothèque Footprints.lib dans CLES-FACIL.ddb. Fermez toutes les barres d'outils flottantes à l'exception de 'Placement Tools'

Dessiner le footprint

Il faut maintenant ajouter le footprint à la bibliothèque. Ca se fait dans le menu Tools, New Component (T,C). Un assistant apparaît. Cliquez sur 'Cancel' directement, cet assistant n'est pas utile. Un nouveau footprint appelé PCB_COMPONENT1 a été ajouté à la liste. Il faut donc le renommer avec Tools, Rename Component (T,E). Appelez-le TO-226AA. Vous obtenez alors cette fenêtre :



Contrairement à un composant de schéma, on préfère commencer par placer les pattes sur un footprint. Ca facilite le placement du contour du composant.

Sélectionnez l'outil 'Place pad'

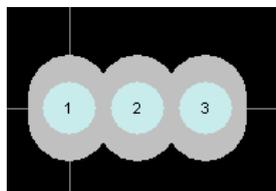


Appuyez sur Tab pour changer les propriétés et indiquer celles-ci :

X-Size	60
Y-Size	80
Shape	Round
Designator	1
Hole Size	40
Layer	MultiLayer

Ca devrait vous donner une pastille ovale. Placez trois pastilles aux coordonnées suivantes : (0,0) (50,0) et (100,0). Utilisez la barre d'état en bas pour vous repérer

En effet, l'écartement entre les pattes est de 0.05 pouces soit 50mil. Une chose importante à savoir est que la première pastille d'un footprint doit toujours être aux coordonnées (0,0) pour permettre à Protel d'utiliser correctement le footprint. Vous obtenez ça :



Et vous constatez comme moi que les pastilles se touchent ce qui n'est pas bon du tout. Pourtant, par expérience, je peux vous dire que faire des pastilles plus petites que 60 par 80 avec un trou de 40 ce n'est pas ce qu'il y'a de plus facile à souder. C'est pourquoi, sauf cas exceptionnel, il ne faut pas descendre en dessous de ces dimensions.

Maintenant, ceci est un cas exceptionnel. Utilisez la modification globale pour changer X-Size en 40 et Hole Size en 20.

On peut alors commencer à dessiner le contour du footprint

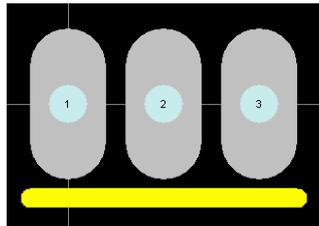
Dessiner le contour

Le contour d'un footprint est toujours dessiné avec des pistes sur la couche TopOverlay. Dans le cas où on place un composant de sur BottomLayer, le contour sera dessiné sur BottomOverlay (cf. section 6) sans qu'on ait à s'en soucier au moment de la conception du Footprint

En se reportant à la datasheet, on constate que le côté plat du boîtier est placé en bas de nos pastilles. On utilise donc l'outil 'Place line' pour dessiner la ligne :



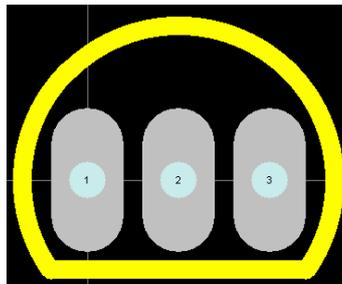
De plus, on obtient les coordonnées de la ligne : (-20, -50)-(120, -50) ce qui donne ça :



Il ne reste plus qu'à ajouter la partie circulaire. Pour cela, on va utiliser l'outil 'Place any angle arcs by edge' :



Cliquez la première fois sur l'extrémité droite de la ligne pour fixer le point de départ de l'arc. Cliquez la deuxième fois sur le centre de la pastille n°2 pour fixer le centre du cercle contenant l'arc. Enfin, cliquez sur l'extrémité gauche de la ligne pour fixer le point d'arrivée de l'arc. Le résultat est le suivant :



Et c'est tout, le footprint est terminé !

Remarques

Comme on vient de le voir, il est très simple de créer un footprint. Si jamais vous voulez créer des composants CMS, n'oubliez pas que la création de footprints considère toujours que vous placez vos composants sur TopLayer. C'est pourquoi les pastilles doivent être créées sur TopLayer, même si vous prévoyez d'utiliser le footprint pour un composant placé sur BottomLayer. Protel changera de lui-même les layers pour que ça corresponde.

Encore une fois, ne confondez pas l'espace entre les pattes avec la taille du boîtier.

Sur les composants asymétriques, assurez-vous de placer un moyen de reconnaître l'orientation. Dans le cas du 2N2222, c'est le côté plat qui le donne, dans le cas d'un boîtier DIP, c'est l'encoche...

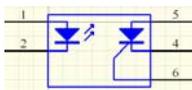
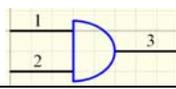
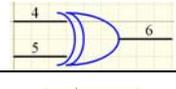
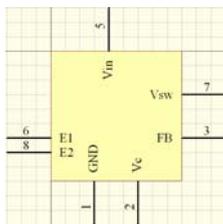
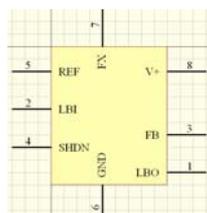
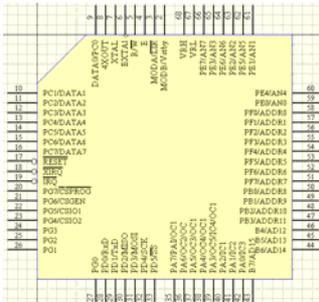
ANNEXE I : COMPOSANTS CLASSIQUES

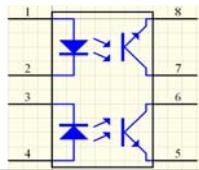
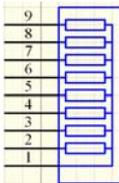
Vous trouverez dans cette annexe les références et les bibliothèques associées pour les composants les plus classiques.

Composant	Référence	Bibliothèque	Footprints
2N2222	2N2222	Compos.lib	TO-92A
2N3906	2N3906	Compos.lib	TO-92A
68HC11F1FN	MC68HC11F1FN (68)	Compos.lib	PGA68x11
Bascule D (74LS74)	74LS74	Protel DOS Schematic TTL	DIP14
Bouton poussoir	SW-PB	Miscellaneous Devices	KSA
Condensateur	CAP	Miscellaneous Devices	RAD0.x
Condensateur polarisé	CAPACITOR POL	Miscellaneous Devices	POLRAD0.x
Condensateur polarisé chimique	ELECTRO2	Miscellaneous Devices	POLRAD0.x
Connecteurs	CONxx	Miscellaneous Devices	HDR1Xx HDR2Xx
Cristal	CRYSTAL	Miscellaneous Devices	XTAL
Diode	DIODE	Miscellaneous Devices	DIODE0.4
Interrupteur	SW-SPST	Miscellaneous Devices	HDR1X2
Inverseur	SW-SPDT	Miscellaneous Devices	INVERTER
Porte ET (74LS08)	74LS08	Protel DOS Schematic TTL	DIP14
Porte OU (74LS32)	74LS32	Protel DOS Schematic TTL	DIP14
Porte NON (74LS04)	74LS04	Protel DOS Schematic TTL	DIP14
Porte NON ET (74LS00)	74LS00	Protel DOS Schematic TTL	DIP14
Porte OU EXCLUSIF (74LS86)	74LS86	Protel DOS Schematic TTL	DIP14

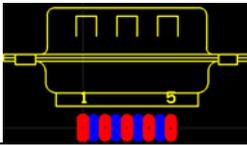
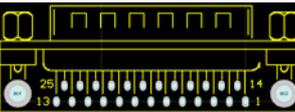
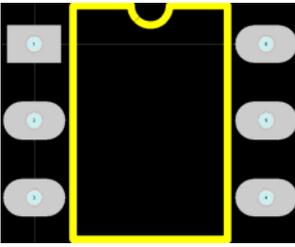
Potentiomètre (résistance variable)	POT1	Miscellaneous Devices	POT_H POT_V T93YA
Réseau de 8 résistances à 1 point commun	RES8COMM	Compos.lib	SIP9
Résistance	RES1	Miscellaneous Devices	AXIAL0.4 1206 (CMS) RES_VERT0.1x
Self	INDUCTOR	Miscellaneous Devices	AXIAL0.4

ANNEXE II : COMPOS.LIB

Référence	Exemple	Commentaire
2N2222		Un transistor NPN prêt à être utilisé avec le footprint TO-92A
2N3906		Un transistor PNP prêt à être utilisé avec le footprint TO-92A
4N40		Un opto-thyristor
74LS08		Une porte ET, version courte pour schémas condensés
74LS86		Une porte XOR version courte
DIODEC		Une diode version courte
LT1170-8		Une famille de hacheurs de chez Linear Technology
LT1170T		
LT1171-8		
LT1171T		
LT1172-8		
LT1172T		
MAX761		Une famille de hacheurs de chez Maxim
MAX762		
MC68HC11F1FN (68)		Le microcontrôleur le plus utilisé par le CLES-FACIL. Attention aux pattes cachées, elles respectent la doc officielle.

MCT6		Un double opto-coupleur
MOC3020		Un opto-triac de mauvaise qualité
RES8COMM		Réseau de 8 résistances à 1 point commun. A utiliser de préférence avec le footprint SIP9

ANNEXE III : FOOTPRINTS.LIB

Footprint	Exemple	Commentaire
1206		Résistance CMS
AXIAL0.4		Résistance classique en différentes tailles
AXIAL0.4 - LONG		
AXIAL0.7		
AXIAL0.8		
AXIAL0.9		
DB9SM		Prise DB9 à monter à cheval sur une carte en plaçant la moitié des contacts au dessus, la moitié en dessous
DB25SED		Prise DB25 au format de celle qu'on peut acheter chez Electro Diff
DIODE0.3		Une diode
DIODE0.4		
DIP6		La famille des composants en boîtier DIP.
DIP8		
DIP14		
DIP16		
DIP18		
DIP20		
DIP28		
DIP40		

HDR1X1		<p>La famille des connecteurs à une rangée de contacts espacés de 100mil (2.54mm)</p>
HDR1X2		
HDR1X3		
HDR1X4		
HDR1X5		
HDR1X6		
HDR1X7		
HDR1X9		
HDR1X10		
HDR1X11		
HDR1X12		
HDR1X17		
HDR1X20		
HDR2X5		<p>La famille des connecteurs à deux rangées de contact.</p>
HDR2X10		
HDR2X12		
HDR2X5HA		<p>Les mêmes mais coudés</p>
HDR2X10HA		
HDR2X12HA		
INVERTER		<p>Un footprint pour faire un inverseur à jumper</p>
KSA		<p>Le bouton poussoir de type KSA vendu par Electronique Diffusion</p>
LEDVERTICALE		<p>Une LED soudée à la verticale, pratique pour faire les panneaux de signalisation.</p>
PGA44x8		<p>Les footprints à utiliser pour les composants en support PLCC</p>
PGA68x11		

POLRAD0.1		Les condensateurs polarisés radiaux
POLRAD0.2		
POLRAD0.3		
POLRAD0.4		
POLRAD0.05		
POLRAD0.15		
POT_H		Des potentiomètres classiques. Voir aussi T93YA pour les potentiomètres 25 tours de précision
POT_V		
RADO.1		Les condensateurs non polarisés radiaux
RADO.1 PLAT		
RADO.2		
RADO.3		
RADO.4		
RADO.15		
RES_VERT0.1		Des résistances classiques montées à la verticale pour des raisons de place
RES_VERT0.15		
SELF1MH		Une self de 1mH vendue par Electro Diff
SELFVERT		Des selfs énormes, utilisées dans les alimentations
SELFVERT2		
SIP9		A utiliser pour RES8COMM
SR		Pour les résistances de shunt
T93YA		Potentiomètre de précision 25 tours vendu par Electronique Diffusion, référence T93YA

TO-92A		Footprint pour les transistors classiques. La version B a les pattes inversées
TO-92B		
TO-92AL		Les même qu'au dessus mais avec un espace de 100mil (2.54mm) entre les pattes
TO-92BL		
TO126H		Un boîtier TO126 à l'horizontale pour permettre une fixation et un refroidissement sur la carte
TO220-5		Version 5 pattes du boîtier TO220
TO220H		Le boîtier TO220 couché pour permettre un refroidissement dans la carte
TO220V		Le même en vertical
XTAL		Un cristal

Note de l'auteur :

Le CLES-FACIL est un club de fusées expérimentales exerçant ses activités au travers du secteur Espace de Planète Sciences. Protel est un outil des sciences et techniques comme on peut les rencontrer en astronautique, en robotique et incontournableement à Planètes Sciences. Nous espérons que cette documentation vous sera utile et vous souhaitons bon courage pour la longue route qui se dessine après la conception électronique.

Puisse votre projet vous enrichir,

Olivier Sannier
