

bureau d'études - Zone D

**D comme développement, débrouille et dur-à-cuire !
Trucs et astuces, bonnes pratiques et autres informations utiles**

Clemens Valens (Elektor Labs)

DE L'IDÉE AU PRODUIT

5^È PARTIE

Il semble que la conception de nos nouveaux produits progresse assez lentement ici, mais il est peu probable que dans la vraie vie sa progression soit plus rapide. La création d'une entreprise prend du temps. Le précédent épisode nous a laissé une nomenclature (BoM) et une *net liste*, ce qui nous permet de commencer à travailler sur un ou plusieurs circuits imprimés, selon les besoins. La complexité de la conception des PCB dépasse le cadre de cette rubrique ; sur ce sujet, je vous recommande cet autre article [1].

COMMENCER PAR LA FIN

L'une des premières étapes de cette série d'articles a été la maquette de notre futur produit, à partir de laquelle nous avons conçu les circuits qui la composent, puis nous avons sélectionné les composants adéquats. Nous allons maintenant ajouter un ou plusieurs circuits imprimés qui eux aussi devront s'adapter. Avant de commencer à placer des composants et à imaginer un possible tracé des pistes, il faut réfléchir au contour de la carte, aux trous de montage ou à d'autres moyens de fixation à l'intérieur de son boîtier. Souvent, on commence par un contour rectangulaire, dans lequel on serre les composants les uns contre les

autres autant que le routage le permet, pour rétrécir l'encombrement de la carte. Puis c'est la gravure du PCB, l'implantation, le test, et l'installation dans le boîtier. On constate alors qu'il n'y a pas ou pas assez de trous de fixation, ou qu'ils ne sont pas au bon endroit ou pas du bon diamètre ; que les connecteurs sont du mauvais côté ou que le radiateur ne rentre pas. Bref, c'est un cauchemar mécanique. Il faut redessiner le PCB. La plupart de ces problèmes auraient pu être évités en posant le futur boîtier sur le bureau du concepteur du circuit imprimé avant de commencer.

PROFITEZ DE VOTRE LIBERTÉ

La conception des PCB combine diverses disciplines, notamment l'électronique et la mécanique : vous avez à mettre au point une pièce mécanique dotée de propriétés électroniques particulières. En tant que concepteur, vous en avez le contrôle (presque) total. Exploitez toutes les possibilités offertes par l'étude des circuits imprimés. Le PCB peut être une partie du boîtier, il peut être en aluminium, il peut être souple, il peut prendre presque n'importe quelle forme. Que la plupart des PCB que vous voyez (dans Elektor) soient rectangulaires n'implique nullement qu'il faille faire pareil.



Le boîtier du légendaire détecteur TAPIR d'Elektor est fait uniquement de PCB.

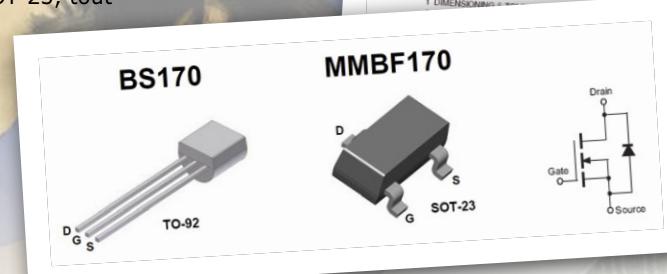
CONCEVOIR POUR PRODUIRE

En dessinant une nouvelle empreinte, il est tentant de prévoir une marge de sécurité dans les dimensions : une pastille ou un trou un poil plus grand que prévu, ce genre de choses. Une bonne idée à première vue, mais vous risquez des tracas lors de l'assemblage automatisé. Les pastilles de CMS surdimensionnées peuvent faire dériver les composants, voire les faire pivoter lors du soudage par refusion. Un excès de pâte à souder peut provoquer des courts-circuits. Une broche traversante dans un trou trop grand risque d'être mal soudée à la vague.

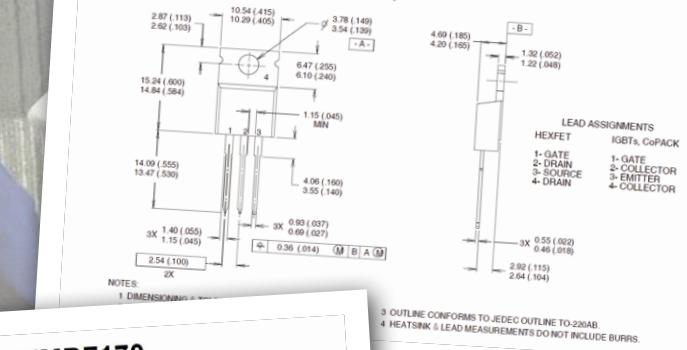
FAITES-VOUS CONFIANCE À VOS COMPOSANTS ?

L'incompatibilité mécanique est un problème fréquent des PCB, les mauvaises empreintes en sont un autre. Il ressemble aux tracas que nous avons décrits pour la capture du schéma. Tant que vous vous en tenez aux composants passifs en boîtiers 0805 et que vous n'utilisez que des transistors et des diodes SOT-23, tout ira probablement bien, mais gare à vous s'il manque ne serait-ce qu'une seule empreinte inconnue des bibliothèques de votre logiciel de CAO. Méditez les sages propos du précédent épisode : *Les créer soi-même ? Ce serait peut-être plus vite fait, mais aussi plus risqué d'aller les glaner sur l'internet. Les acheter auprès d'un fournisseur de schémas de composants pour PCB ? Dans tous les cas, vérifiez soigneusement chaque composant avant de vous y fier. Idem pour votre bibliothèque standard (qui elle aussi peut contenir des erreurs).*

Outre le téléchargement de la fiche technique de chaque composant de votre étude, il est fortement recommandé



TO-220AB Package Outline
Dimensions are shown in millimeters (inches)



Certaines fiches techniques sont des modèles de confusion. Est-il donc si difficile de rester limpide ?

d'obtenir des échantillons de chaque composant avant de commencer le tracé de la carte. Les fiches techniques peuvent être étonnamment obscures : diamètre (broche ou trou ?), vue (de dessus ou de dessous ?), unités (pouces ou millimètres), numérotation des broches, etc. Sans parler des erreurs flagrantes. Tenir le composant entre les mains vous permettra de lever le doute.

PARLEZ AVEC L'ASSEMBLEUR

Le placement de certains composants risque aussi d'entraver l'assemblage. En raison de leurs exigences thermiques contradictoires, le voisinage d'un gros composant métallique et d'un minuscule composant en plastique peut entraîner une mauvaise soudure du gros, ou endommager le petit. La position de certains composants pourrait être incompatible

avec l'automate d'implantation, il faudrait peut-être des languettes détachables (*snap-off tabs*) au PCB. La plupart de ces problèmes peuvent être résolus par les professionnels de l'assemblage. Les consulter *avant* de finaliser votre carte permettra éventuellement de leur faciliter la tâche, d'augmenter la fiabilité et de réduire vos coûts.

COÛTEUSES ITÉRATIONS DE PCB

La première version de votre PCB nécessitera probablement des modifications. Pour ne pas vous y perdre dans les itérations, marquez et étiquetez-les bien. N'oubliez pas la mise à jour du numéro de version sur le PCB à chaque modification. Prenez des notes des changements et de leurs causes. À mesure qu'augmentera votre confiance dans le produit, vous serez tenté d'en augmenter les quantités. Bravo pour la réduction du coût, mais gare aux modifications éventuelles. L'élimination de dix prototypes est probablement moins coûteuse que le remplacement d'une résistance erronée sur 1.000 cartes produites en série. Surtout si vous ne vous rappelez pas bien les raisons de la modification de cette valeur de résistance...

Lien

[1] [1] concevoir un circuit imprimé ? pas si facile : www.elektormagazine.fr/160397elektor-201707/40522

MÉFIEZ-VOUS DES EMPREINTES EN MIROIR !

L'empreinte en miroir est une faute si fréquente qu'il fallait que j'en parle. Vous avez lu le titre de ce paragraphe, il n'y a rien à ajouter. Ne faites plus cette faute, point. Fin de paragraphe.

ET LA PROCHAINE ÉTAPE ?

Notre produit est-il prêt ? Presque, nous avons quelques prototypes à tester. Des tests ? Eh oui. Tester le fonctionnement, la certification, la qualité – il reste en effet beaucoup de tests à faire. Comment ? Quelles en sont les implications ? Cette série d'articles ne finira-t-elle donc jamais ?

190369-C-01

Thermomètre à grillon et loi de Dolbear



Ce que vous voyez sur cette photo n'est pas un *Oecanthus fultoni*, mais une sauterelle. Chez Elektor, on s'y connaît en puces, mais pas en grillons...

Au risque de me répéter, la température est sans doute la grandeur physique la plus observée au monde. Il existe plusieurs méthodes pour la mesurer. En électronique, les plus courantes sont :

- **thermistance** : composant dont la résistance augmente (coefficients de température positif ou CTP) ou diminue (CTN) avec la température ;
- **détecteur de température à résistance (Resistance Temperature Detector RTD)** : exploite la relation précisément connue entre la température et la résistance d'un matériau comme le platine ou le cuivre ;
- **thermocouple** : jonction de deux métaux différents qui engendre une tension qui varie selon la température par effet thermoélectrique (Seebeck) ;
- **capteurs à semi-conducteurs** : la tension aux bornes d'une diode ou d'une jonction PN diminue d'environ 1 à 2 mV par degré Celsius ;
- **thermomètre à infrarouge** : permet de déduire la température à partir du rayonnement thermique.

Cette dernière technique est souvent utilisée pour mesurer la température du corps humain en pointant un *pistolet à température* à l'intérieur d'une oreille. Rien de nouveau, direz-vous, en réprimant discrètement un bâillement. Mais saviez-vous que pour déterminer la température vous pouvez utiliser votre ouïe elle-même ?

La fréquence de la stridulation de certains grillons est proportionnelle à la température. Y auriez-vous pensé ? Tout comme on peut estimer la distance d'un orage en comptant les secondes entre un éclair et le tonnerre qui suit, la température de l'air peut être estimée d'après le nombre de stridulations par minute. Cette corrélation a été signalée en 1881 par Margarete W. Brooks, et c'est Amos Dolbear qui publiait en 1897 l'article « *The Cricket as a Thermometer* ». Depuis, le grillon arboricole vert (*Oecanthus fultoni*) est connu sous le sobriquet de grillon thermomètre. Le calcul de la température T à partir des stridulations est facile, surtout en degrés Fahrenheit :

$$T = N_{15} + 40 \text{ [°F]}$$

Ici, N_{15} est le nombre de stridulations en 15 secondes. Converti (et arrondi) en degrés Celsius, cela donne :

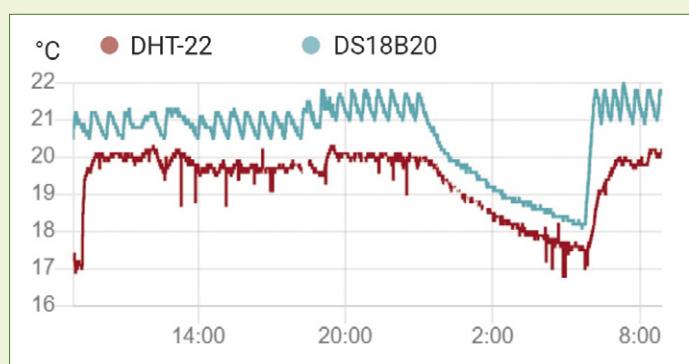
$$T = N_8 + 5 \text{ [°C]}$$

Ici, N_8 est le nombre de stridulations en 8 secondes. Le thermomètre à grillon est assez précis entre 5 et 30 °C.

Émulateur de grillon

Pour rigoler, avec un Arduino Uno, un résonateur et un capteur de température à un fil DS18B20, j'ai inversé le processus et imité les stridulations d'un grillon variant selon la température ambiante. À première vue, ce projet paraît stupide et c'est comme ça que tout a commencé. Cependant, une fois mis en marche, j'ai été frappé par la sensibilité de l'ouïe aux *changements de rythme*. À tel point que je considère maintenant cet indicateur de température comme utile dans des circonstances où il est mal pratique de garder un œil sur un thermomètre.

Les détails du projet vous attendent à l'adresse : www.elektor-labs.com/3945



Les capteurs de température ne naissent pas égaux. Ce relevé journalier compare les températures mesurées par un DHT-22 et un DS18B20 en même temps au même endroit.