

Chapitre 31 : Quelques conseils pour aller plus loin

Réaliser un montage capable de durer en soudant les composants

La platine d'essai est un instrument bien utile pour découvrir l'électronique ou pour mettre au point un montage parce qu'il suffit d'enficher les composants dans les trous et que ces composants peuvent être facilement changés ou récupérés. Mais cet avantage se révèle être un inconvénient à long terme à cause du jeu que finissent par prendre les contacts ; à cause de ce jeu, le courant passe mal, voire pas du tout, et cela engendre des pannes parfois difficiles à localiser.

Pour éviter cela, une fois la phase de découverte ou la phase de mise au point terminée, il est préférable, si on veut conserver le montage, de souder les composants sur un circuit à pistes cuivrées. La réalisation d'un circuit imprimé sort du cadre de ce cours ; on trouve sur internet des tutoriels qui permettent d'apprendre à dessiner le circuit imprimé avec des logiciels de CAO ainsi que des tutos pour apprendre à graver les circuits à partir de plaques d'époxy cuivrée. On peut aussi faire réaliser des circuits imprimés en petite série en Chine pour un prix assez compétitif.

Mais nos montages peuvent aussi se satisfaire des plaques d'époxy ou de bakélite à bandes cuivrées et perforées au pas de 2,54 mm (un dixième de pouce). Il suffit d'interrompre les bandes à certains endroits. Le schéma d'implantation des composants peut être fait sur une feuille à petit carreaux de 5 mm, soit pratiquement à l'échelle 2, en s'inspirant de l'implantation réalisée sur la platine d'essai. Toujours prévoir un circuit plus grand que ce que réclame l'implantation des composants pour pouvoir percer 4 trous en périphérie pour fixer le circuit sous le réseau avec des vis et des entretoises. Ces dernières peuvent être réalisées avec un simple bout de tuyau transparent comme on en utilise en aquariophilie pour les pompes à air, la vis de fixation à l'intérieur du tuyau donnant la rigidité.

Une fois les bandes coupées et l'implantation des composants repérée, ceux-ci sont soudés avec un petit fer à souder de 15 W et de la soudure en fil de 1 mm de diamètre maximum (moins c'est encore mieux). C'est un coup de main à prendre ; il faut chauffer en même temps la piste et la broche du composant (quelques secondes suffisent, après le composant risque de chauffer et d'être détruit) et la soudure coule d'elle-même le long de la broche pour se fixer sur la piste cuivrée. Elle doit être brillante ; si elle est mauvaise (terne ou en pâte), on peut redonner un petit coup de chauffe et si cela ne résout rien, il faut alors la refaire. On peut alors utiliser une pompe à dessouder ou bien de la tresse à dessouder pour enlever la vieille soudure. Une petite éponge humide permet de nettoyer la panne du fer. On peut aussi s'équiper d'une véritable station de soudage qui permet de bien régler la température du fer.

Pour voir comment on peut passer de la platine d'essai à un circuit à bandes cuivrées, je vous invite à reprendre le schéma du chenillard proposé au chapitre 30 (ou de l'enseigne de commerçant puisque c'est le même montage). Pour le montage sur une plaque à bandes cuivrées, nous avons modifié un petit peu l'implantation des composants de la platine d'essai, mais le schéma revient au même ; en fait, les sorties de l'ATtiny sont reliées aux résistances qui sont reliées à un bornier à 5 trous (en rouge sur la figure 31.1). Ce bornier accueille les anodes des LED. Les cathodes des LED sont reliées à un bornier à 3 trous (en bleu) lui-même relié à la masse du montage. Comme il y a 5 LED pour un bornier à trois trous, on doit mettre un ou deux fils dans un même trou. Cela revient à avoir placé la résistance avant la LED dans le montage dans le sens du courant sortant de l'ATtiny. La taille du circuit (65 x 58 mm) fait que l'implantation est aisée et ne pose aucun problème.

La figure 31.1 donne le montage sur une plaque à bandes cuivrées de 24 x 22 trous. À gauche l'implantation des composants, à droite le côté cuivre où on peut repérer les coupures (en vert) et les soudures (en gris). Attention à bien souder sur la bande sans déborder sur les bandes d'à côté, car sinon, il y aura des courts circuits ; en effet, la plaque cuivrée est prévue pour nécessiter que très peu de coupures, chaque bande horizontale étant conductrice tout du long. Les trous sont repérés **en partant du trou le plus en haut et à gauche quand on regarde le côté cuivre**. Les deux vues sont bien entendu en miroir.

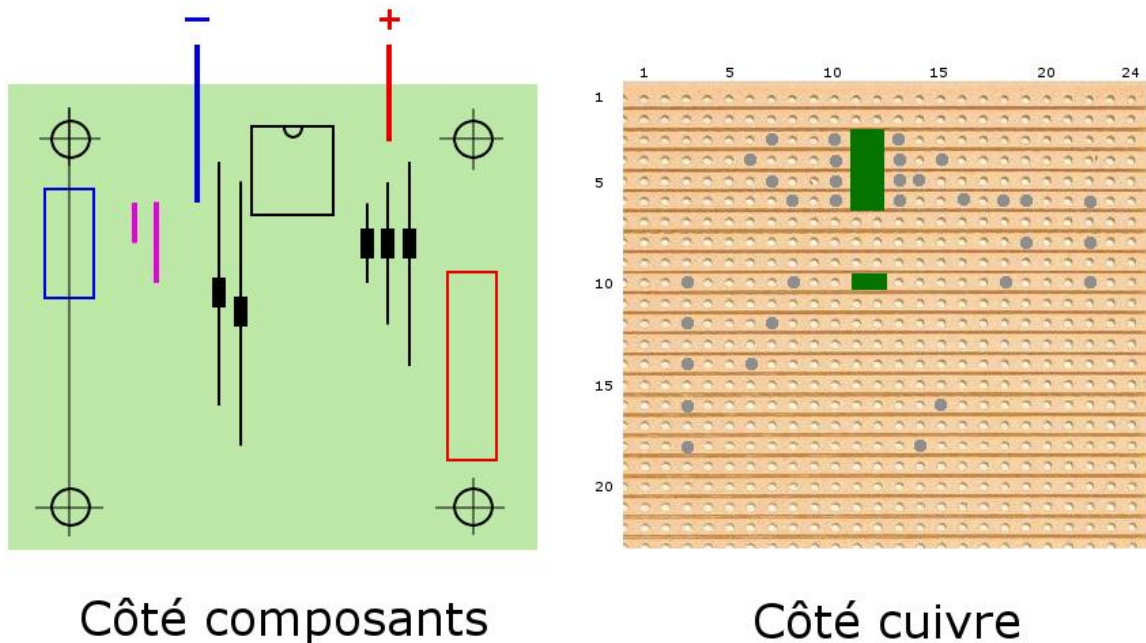


Figure 31. 1

Commencez par couper les bandes cuivrées où c'est nécessaire ; le mieux est d'utiliser une petite fraise sur une miniperceuse. Si vous n'avez pas de fraise, utilisez un foret et faites l'ébauche d'un trou (inutile de traverser la plaque). Vérifiez bien que la coupure des bandes est franche et que la continuité électrique n'a plus lieu en utilisant un multimètre en position ohm-mètre.

Percez les 4 trous de fixation puis coupez la plaque aux bonnes dimensions avec une scie à denture très fine. Bien retirer toute poussière de fraisage, de perçage ou de découpage avec une brosse ou de l'air comprimé.

Commencez par souder le support de CI (2 x 4) devant recevoir l'ATtiny en positionnant son encoche du bon côté (ce n'est pas grave si vous vous trompez, c'est juste pour se rappeler du sens de l'ATtiny, cela n'a aucune incidence sur le fonctionnement).

Soudez les borniers (5 trous et 3 trous) ; on peut réaliser un bornier à 5 contacts en assemblant ensemble, grâce à la petite rainure adéquate, un bornier à 3 contacts et un à 2 contacts.

Soudez les deux straps (violet sur le schéma) puis les 5 résistances. Terminez en soudant deux fils pour l'alimentation de 5 V.

La figure 31.2 vous montre le circuit côté composant tout en laissant apparaître les bandes cuivrées **comme si le support était transparent** (le trou (1,1) est donc en haut à droite).

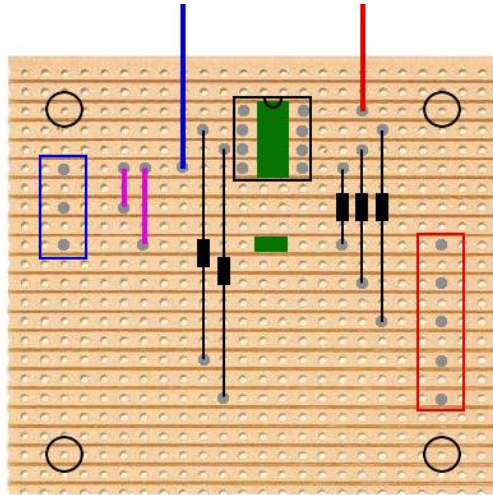


Figure 31. 2

Une fois tous les composants soudés, vérifiez bien que vous n'avez pas fait d'erreur puis insérez l'ATtiny dans son support en respectant bien son orientation. Montez les LED dans les borniers comme indiqué plus haut (montage à cathodes communes). Enfin, alimentez le montage avec une alimentation stabilisée de 5 V ou bien à partir de votre module Arduino puisqu'on peut récupérer +5 V et GND dessus.

Analyser un schéma électronique

Commencez par identifier chaque composant du schéma. Dans ce cours, nous avons souvent donné les symboles de chaque composant (transistor, porte logique, AOP, etc.). Ceci devrait être suffisant pour la majorité des schémas, mais si un composant vous échappe, regardez sa dénomination et chercher sur internet sa datasheet pour essayer de comprendre comment il se branche et à quoi il sert. Une fois que vous êtes certain de connaître tous les composants, voyez comment ils s'assemblent les uns aux autres pour reconnaître les différents **étages** du montage (étage d'alimentation, étage de comptage, étage d'amplification, etc.). Si vous avez bien étudié ce cours, vous connaissez déjà le rôle des différents étages dans un montage et comment ils travaillent ensemble pour donner au montage sa fonction.

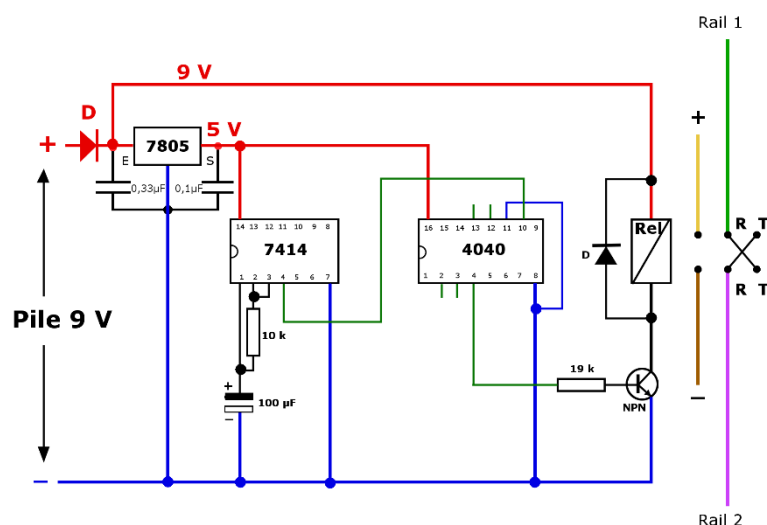


Figure 31. 3

La figure 31.3 montre un schéma électronique que nous allons essayer de comprendre. Son étude se fait de la gauche vers la droite. Nous remarquons en premier, l'**étage d'alimentation**, composé d'un CI 7805 et de ses deux condensateurs de découplage ; son rôle est d'abaisser la tension de la pile 9 V à la valeur de 5 V nécessaire pour alimenter la suite du montage. Remarquez aussi la diode D rouge qui protège le montage des inversions de polarité. Nous voyons ensuite un CI 7414 (sextuple inverseur trigger de Schmitt) monté avec une cellule RC (10 kΩ et 100 μF) ; nous pensons immédiatement à un oscillateur délivrant des signaux carrés comme cela a été décrit dans le chapitre 9. Il s'agit là de l'**étage d'horloge** délivrant des signaux périodiques. Le signal d'horloge (fil vert) attaque l'entrée 10 d'un compteur binaire 4040 que nous avons vu au chapitre 11 et qui constitue l'**étage de comptage**. La sortie 4 change d'état au bout d'un certain nombre d'impulsions en provenance de l'étage d'horloge. Cette sortie alimente un transistor qui amplifie le signal afin d'alimenter un relais qui inverse régulièrement le courant traction sur les deux rails ; il s'agit de l'**étage d'amplification**. On remarque la diode de roue libre D noire en parallèle avec le relais alimenté en 9 V par la pile. Finalement, le schéma synoptique de notre montage est donné par la figure 31.4 où on reconnaît l'étage d'alimentation, l'étage d'horloge, l'étage de comptage et l'étage d'amplification, ainsi que le relais inverseur. La finalité du montage est d'inverser périodiquement le courant dans la voie ; il s'agit donc d'un **va et vient**. La durée de la période d'inversion peut être changée en jouant sur la cellule RC ou bien en choisissant une autre sortie du compteur 4040, voire les deux en même temps.

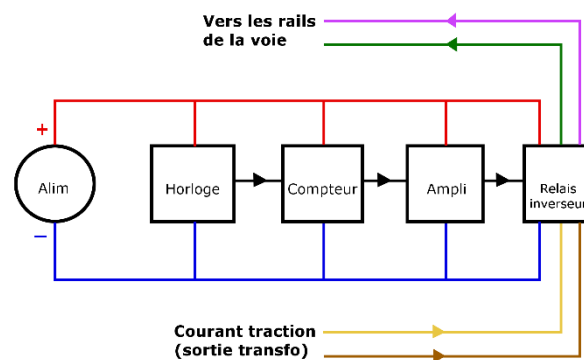


Figure 31. 4

Faire une recherche de panne

Vous venez de terminer un montage mais celui-ci ne fonctionne pas. La première chose à faire est de vérifier que les composants sont bien reliés les uns aux autres comme l'exige le schéma. Il est en effet très facile de se tromper de trou sur une platine d'essai ou bien en reportant les composants sur une plaque à bandes cuivrées et trouées. Si les composants sont soudés, prenez une loupe pour examiner les soudures ; refaites sans hésiter celles qui n'ont pas bonne allure.

Lorsque vous êtes certain que le montage est correctement réalisé, vérifiez l'alimentation ; délivre-t-elle la bonne tension et cette tension est-elle correctement distribuée à chaque composant des différents étages en aval ? Si c'est le cas, il vous reste à contrôler que chaque étage joue bien son rôle ; un oscilloscope est souvent nécessaire mais parfois, on peut se rendre compte du fonctionnement d'un circuit intégré avec une simple **sonde logique**, bricolée avec des DEL et des résistances, dont on trouve le schéma sur internet. Son rôle est de définir l'état haut ou bas d'un signal à la sortie d'un CI par allumage d'une DEL ou de l'autre, voire leur clignotement si le signal varie périodiquement à une fréquence pas trop élevée.

Pensez aussi à vérifier les composants que vous avez utilisés, car même si le type est celui préconisé, le modèle choisi ne délivre peut-être pas suffisamment de courant en sortie pour alimenter les autres

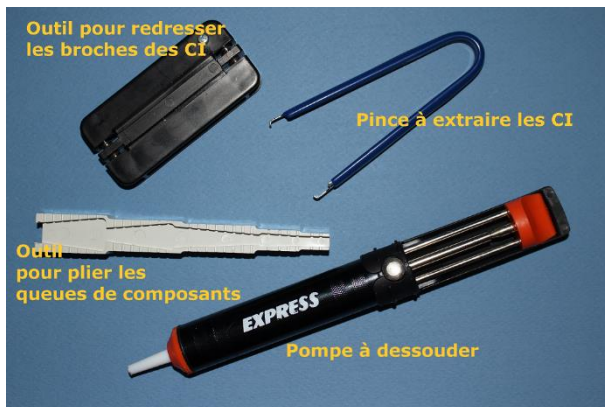
circuits. C'est par exemple le cas de certaines portes logiques qui à la sortie, ne délivrent pas suffisamment de courant pour allumer une DEL ; dans ce cas, soit on change de modèle de porte, soit on amplifie le signal de sortie. Enfin, certains composants peuvent être détruits au cours même du montage, soit parce qu'ils ont été trop chauffés lors de l'opération de soudure, soit parce qu'ils ont subi une décharge électrostatique. Ce dernier cas peut être évité en portant un bracelet antistatique pour se décharger de l'électricité statique et en utilisant un fer à souder dont la panne est reliée à la terre.

Utiliser l'informatique

L'ordinateur familial est une aide précieuse pour faire de l'électronique. Le logiciel Fritzing permet de dessiner des montages sur des platines d'essai avec tous les composants qui existent, et sa prise en main est très facile. Certains logiciels de CAO permettent de concevoir des circuits imprimés pour ensuite les faire fabriquer par les commerçants qui proposent ce service. Il existe aussi des logiciels permettant de simuler le comportement des montages à base d'Arduino et de suivre comment évoluent les variables des programmes, tout cela sans avoir à se procurer un module Arduino. Enfin, un ordinateur peut se transformer en oscilloscope si on lui adjoint une petite interface USB et le logiciel prévu pour.

Lorsque c'est possible, téléchargez les versions de logiciels en format ZIP ; une fois dézippés, vous obtenez un répertoire qui comprend tout ce qui est nécessaire au fonctionnement du logiciel. Vous pouvez ainsi mettre dans une clé USB l'IDE d'Arduino, le logiciel Fritzing, vos programmes, vos schémas de montage et également les datasheets sous forme PDF de vos composants préférés. Ainsi, vous pouvez emporter votre laboratoire d'électronique dans tous vos déplacements.

Quelques outils bien utiles



La photo ci-contre montre quelques outils qui vous rendront de grands services pour un prix modique. L'appareil à redresser les pattes des CI pour bien les inclure dans leurs supports, la pince à extraire les CI de leur supports, le plieur de queues de résistances ou d'autres dipôles, la pompe à dessouder sont des outils dont vous ne pourrez plus vous passer quand vous les aurez essayés.

Comment continuer ce cours ?

Il existe une multitude de livres qui vous permettront de consolider vos connaissances, certains sont même gratuits sur internet au format PDF. Vous pouvez aussi consulter les différents sites internet ou participer à des forums sur l'électronique et ainsi apprendre des autres. Mais le plus profitable quand on veut progresser est de s'inscrire à des MOOC (Massive Open On line Course) ; ils sont généralement gratuits et pour tous les niveaux (de débutant à ingénieur).

Pour ceux qui utilisent les modules Arduino, le meilleur conseil que je puisse leur donner est de bien explorer le site du constructeur ; vous y trouverez la description détaillée de toutes les fonctions du « langage » d'Arduino, mais aussi des schémas de montage des composants autour du module ainsi

que des exemples de programme pour les faire fonctionner. Ces exemples sont bien entendus à utiliser tels quels ou bien adaptés, dans vos propres programmes, sans avoir de droits à payer puisque tout est en Open Source (dans la mesure où on reste dans un domaine amateur et non une utilisation commerciale). Vous y trouverez par exemple l'utilisation des bibliothèques Servo et Stepper qui permettent de raccorder à un module Arduino, des servos (utilisés en aéromodélisme) ou bien des moteurs pas à pas, deux catégories de périphériques qui peuvent se révéler bien utiles sur un réseau de trains miniatures (les servos peuvent par exemple reproduire le mouvement lent des lames d'aiguilles).

Bien entendu, le site Locoduino (www.locoduino.org) est le meilleur site qui existe pour appliquer les modules Arduino au modélisme ferroviaire. Il complètera ce cours où tout n'a pas pu être abordé, mon but étant non pas de traiter le sujet de façon exhaustive, mais plutôt de faire découvrir un domaine pour vous permettre de mettre le pied à l'étrier. Le site Locoduino propose des articles de fond de tous niveaux, du débutant à l'expert, rangés dans des catégories bien ciblées, et qu'on peut facilement retrouver, contrairement à tout ce qui s'écrit sur un forum.

Enfin, la continuité d'un cours est surtout la pratique de la matière enseignée. En ayant lu ce cours, vous êtes maintenant armé pour reproduire et adapter les schémas proposés, mais vous êtes aussi capable de concevoir, à partir de ces schémas qui vous serviront de base, vos montages, vos programmes, vos applications. Bien évidemment, nous n'avons pas parlé de tout, mais ce qui a été abordé est suffisant pour que vous puissiez continuer par vous-même. C'est un monde fabuleux que vous allez explorer, un monde où (presque) tout devient possible. Tout ce que je souhaite, c'est qu'à votre retour de ce monde fabuleux, vous en fassiez profiter les copains, les autres modélistes, et qu'ainsi, l'électronique s'impose à nos réseaux pour les rendre encore plus beaux, encore plus vivants. D'autres l'ont fait avant vous, alors pourquoi ne pas tenter l'aventure ? Vous vous rendrez compte que ce n'est ni compliqué, ni onéreux et quelle satisfaction de pouvoir dire à ceux qui contempleront votre réseau, « c'est moi qui l'ai fait ! ».

Amusez-vous bien !