

Réalisation pratique d'un montage

- [Généralités](#)
- [Cahier des charges](#)
- [Conception / lecture d'un schéma](#)
- [Avant de brancher le fer à souder](#)
- [Réaliser un circuit sur plaque de connexions](#)
- [Avantages et inconvénients de la plaque d'essai](#)
- [Réaliser un circuit sur plaque d'essai](#)
- [Matériel et petit outillage](#)
- [Mise au point et dépannage](#)

Généralités

L'électronique est une technique: sa finalité reste donc la réalisation pratique de montages (plus ou moins...) utiles.

On pourrait résumer la réalisation pratique d'un montage en quelques mots: à partir d'un schéma, on assemble un certain nombre de composants sur un support adéquat, en respectant toutes les liaisons entre composants indiquées sur le schéma.

Dans l'industrie, le support est un **circuit imprimé** (*PCB*, en anglais) et la méthode d'assemblage, la **soudure** (parfois le *wrapping*, un peu passé de mode...). Pour les grandes séries, le processus de fabrication est bien souvent robotisé. Ce type de réalisation demeure accessible à l'amateur, à condition toutefois de consentir un investissement non négligeable dans le matériel et de se montrer patient et méticuleux lors de l'assemblage.

La réalisation du circuit imprimé demeure une opération assez délicate, quelle que soit la méthode utilisée: méthode "photographique" sur plaque pré-sensibilisée, à partir d'un typon, ou méthode par masquage, à l'aide de transferts. Chaque méthode nécessite des appareils spécifiques et assez dispendieux (insoleuse, graveuse...). Il faut ensuite procéder au perçage des trous, à l'aide d'une mini-perceuse, puis éventuellement à l'étamage, avant de passer à l'étape suivante, qui consiste à souder les composants. Bref, on ne se lancera pas dans ce type de réalisation sans une forte motivation et une bonne dose de patience...

D'autres méthodes, heureusement beaucoup plus simples et moins onéreuses, autorisent des réalisations rapides dès lors que le circuit reste assez peu complexe: plaquette d'époxy à bandes de cuivre percées et surtout plaque de connexions sans soudure. Nous en reparlerons.

Cahier des charges

La première étape dans la réalisation d'un projet consiste à définir aussi précisément que possible les caractéristiques du système ou dispositif qu'on souhaite produire.

Il s'agit donc de remplir un **cahier des charges** où seront consignées toutes les exigences techniques à satisfaire, aussi bien en situation de fonctionnement normal qu'en situation dégradée.

Par exemple, si on désire réaliser une alimentation, on devra d'abord répondre aux questions suivantes:

- Quelle doit être la tension de sortie?
- S'il s'agit d'une alimentation variable, tension de sortie minimale et tension de sortie maximale?
- Quel doit être le courant maximal débité?
- Faut-il prévoir un témoin lumineux associé au bouton M/A?
- Faut-il prévoir un dispositif d'affichage de la valeur de la tension? Si oui, de quel type (voltmètre à aiguille, bargraph, affichage numérique...)?
- Faut-il prévoir un dispositif d'affichage de la valeur de l'intensité débitée?
- Faut-il veiller particulièrement au refroidissement du régulateur (utilisation intensive et courant important...)?
- L'encombrement est-il un critère décisif? Si oui, quelles sont les dimensions maximales (hauteur, largeur, profondeur)?

Ce sont là quelques unes des questions auxquelles il est indispensable de réfléchir **avant** toute chose. Il est d'ailleurs à noter que des réponses à ces questions découleront tout naturellement la valeur ou le type des composants nécessaires. Si par exemple, on désire réaliser une alimentation fixe de 9 V, capable de débiter 1 A, on s'orientera d'emblée vers un régulateur spécialisé 7809 (même si d'autres choix restent possibles).

Il va de soi que, suivant la nature de la réalisation envisagée, d'autres questions peuvent se poser. On doit aussi essayer de prévoir ce qui se passerait en cas de situation anormale: coupure de courant EDF, élévation de température, froid extrême, humidité... Diverses solutions sont alors à étudier: sauvegarde par piles, refroidissement thermorégulé, étanchéité du boîtier, etc. (L'amateur ne sera certes pas souvent confronté au problème de variation de la température ambiante, mais un ingénieur devra en tenir compte).

En définitive, il s'agit de formuler le plus précisément possible le but à atteindre, les tâches à remplir, les limites minimales et maximales à ne pas dépasser. Par exemple: un appareil capable de fournir une tension continue de 9 V, fixe et stable, et un courant permanent d'au moins 1 A, la température de service étant de 25 °C.

On peut aussi découvrir que l'une des caractéristiques initialement retenue serait trop complexe à mettre en oeuvre ou trop onéreuse. Mieux vaut faire cette découverte avant de brancher le fer à souder... S'il s'agit d'un point secondaire, ce n'est pas forcément gênant. Si au contraire il s'agit d'un point critique, il ne reste plus qu'à recadrer le projet, ou à réfléchir à un autre type de montage permettant d'atteindre le même but.

Conception / lecture d'un schéma

A la base de tout montage, il y a un **schéma**... Le schéma est la description graphique, à l'aide de symboles conventionnels, des composants du montage et de leurs liaisons. Il est à l'électronicien ce que la partition est au musicien.

Un schéma comporte souvent plusieurs parties, ou "blocs", qu'on peut lire séparément: par exemple, une partie "alimentation", une partie "fonction",

une partie "visualisation", etc. On peut ensuite analyser chacune des parties plus en détail. L'alimentation, par exemple, peut se décomposer en: transformateur, pont de diodes (redressement), condensateurs de filtrage, régulateur, etc.

En analysant le schéma, on comprend mieux à quoi servent les différents composants, quels sont leurs rôles respectifs et leurs relations avec les autres composants. On peut aussi envisager de remplacer purement et simplement tout un bloc par un autre, par exemple une alimentation par pile par une alimentation sur secteur, une DEL par un buzzer, suivant les besoins. On peut aussi ne remplacer qu'un seul composant par son équivalent.

Il est donc très utile de se constituer une bibliothèque de schémas par fonction à remplir, chacun de ces schémas pouvant ensuite être intégré tel quel, au besoin en le modifiant légèrement, dans un projet.

On passe ainsi de la lecture à la conception, ce qui implique bien souvent de calculer les valeurs des divers composants. La *data sheet* du fabricant donne la plupart des informations utiles pour la mise en oeuvre de tel composant, et des exemples chiffrés.

Cette étape, qui peut paraître fastidieuse, ne doit pas être négligée, car la réussite d'un montage, même simple, dépend en grande partie de la compréhension du schéma de principe.

A propos des logiciels de saisie, de routage, de simulation, etc.

Ouvrons ici une parenthèse à propos des nombreux logiciels disponibles, dans le commerce ou en "shareware", notamment sur Internet, destinés à saisir des schémas, réaliser des routages, simuler le fonctionnement d'un montage, etc.

Un débutant serait tenté de croire que ces logiciels peuvent, d'un coup de baguette magique, dessiner en un rien de temps un magnifique schéma et permettre *illico* l'impression d'un typon... Ne rêvez pas: dans ce domaine comme dans bien d'autres, il ne faut surtout pas croire aux miracles!

Ces logiciels, plus ou moins performants, et presque tous en anglais, donnent parfois des résultats intéressants, mais ils réclament toujours un apprentissage assez long. Une forte motivation est nécessaire! Conseil d'ami: travaillez d'abord "à la main" sur des projets très simples, vous verrez plus tard pour la CAO/DAO...

Avant de brancher le fer à souder...

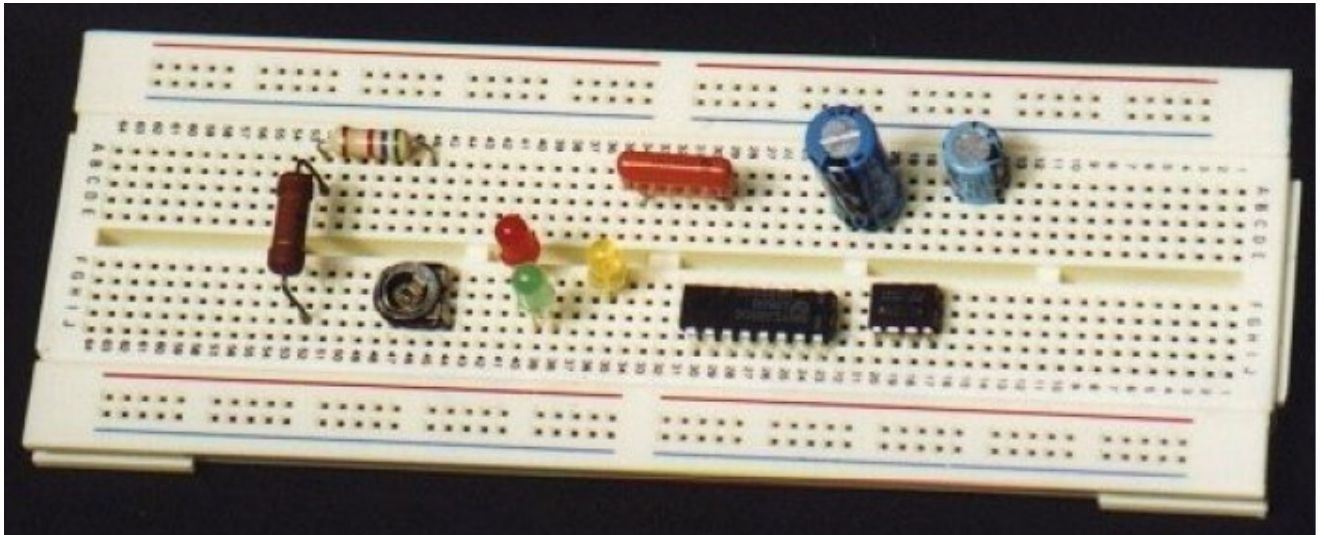
Avant de réaliser un montage sur circuit imprimé ou plaquette d'essai, il est fortement recommandé de procéder à quelques expériences sur **plaque de connexions sans soudure**. C'est facile, rapide, peu cher et très pédagogique! On peut de la sorte tester différentes valeurs pour tel ou tel composant, mesurer la variation de tel ou tel paramètre (si j'augmente cette résistance, quelle sera son influence sur l'intensité du courant?), et s'assurer que le montage fonctionne. Si on s'est trompé, l'erreur est vite réparée. Il n'en va pas de même, bien entendu, si les composants ont été soudés...

Le débutant a tout à gagner en privilégiant cette méthode, qui est d'ailleurs celle utilisée par les professionnels. On réalise toujours un prototype avant de lancer la fabrication en série! N'hésitez donc pas à acquérir un boîtier de connexions sans soudure et à vous en servir de manière systématique!

Si cette méthode peut paraître un peu fastidieuse à première vue, vous verrez qu'elle permet de progresser rapidement, sur des bases solides. Il sera toujours temps par la suite de brancher le fer à souder, avec les meilleures chances de réussite...

Réaliser un circuit sur plaque de connexions

La plaque de connexions "sans soudure", aussi appelée boîte ou boîtier de circuit, est sans nul doute le meilleur outil expérimental à l'usage de l'électronicien amateur (et même professionnel)! Cette plaque permet de câbler très rapidement et très facilement des circuits, sous réserve que ceux-ci ne soient pas trop complexes ou "touffus"...



Même sur un petit modèle, on peut aisément câbler de nombreux composants.

Les plaques ou platines "sans soudure" sont disponibles en plusieurs tailles (500, 1000 contacts...), les contacts étant toujours au pas normalisé de 2,54 mm. Suivant le nombre de contacts disponibles et la robustesse de la plaque, les prix s'échelonnent entre 15 euros environ et plus de 75 euros.

Il est à noter que certains fabricants proposent des plaques modulaires, qui peuvent s'emboîter pour agrandir la surface de travail. D'autres modèles sont munis de bornes d'alimentation, très pratiques. Il existe en outre des "straps" ou "cavaliers" (*jump wire*) flexibles, munis de contacts à leurs extrémités, permettant de relier aisément deux connexions. Ces straps sont disponibles en plusieurs couleurs, ce qui facilite le repérage. Leur prix se situe aux alentours de 4 à 5 euros la dizaine.

On ne saurait trop recommander au débutant d'acquérir l'une de ces plaques et de l'utiliser de manière systématique, surtout pour les petits montages didactiques!

Avantages et inconvénients de la plaque d'essai

La réalisation d'un montage opérationnel peut se faire de diverses manières. Le processus de fabrication dans une usine est bien entendu assez différent du "bricolage" auquel se livre un simple amateur. Pourtant, le but à atteindre est le même: assembler un certain nombre de composants électroniques sur une carte.

Une méthode déjà ancienne, adaptée à des circuits imprimés relativement simples, consiste à appliquer directement sur la plaquette d'époxy recouverte d'une mince couche de cuivre des transferts spéciaux, de manière à reproduire le tracé des pistes. Lorsque la plaquette passera au bain de perchlore de fer, ces transferts vont protéger le cuivre des pistes de l'attaque chimique. Tout le cuivre superflu sera éliminé et il ne restera que le circuit. Cette opération menée à bien, on perce ensuite les trous de passage des pattes des composants, qu'on peut dès lors souder à leur place.

La méthode dite "photographique", incontournable pour des circuits plus denses et plus complexes, est assez délicate à mettre en oeuvre et requiert, en outre, un matériel spécialisé (et dispendieux). Ce programme étant destiné au débutant désireux de découvrir (et surtout de comprendre) l'électronique, les montages proposés ici ne nécessitent pas le recours à une méthode aussi "lourde".



Les images ci-dessus montrent une partie des matériels et fournitures nécessaires à la réalisation de circuits imprimés de type "professionnel": plaques de cuivre, transferts, stylo de retouche, et bidons de perchlore de fer pour la méthode "directe", une insoleuse pour la méthode "photographique", et une graveuse.

L'utilisation de ce matériel reste sans doute à la portée de tout amateur consciencieux, mais le coût de l'investissement et le temps de réalisation risquent fort de rebuter les moins fortunés et/ou les moins patients... L'amateur occasionnel aura tout intérêt à préférer les plaques d'essai ou tout simplement les platines de connexions sans soudure.

En définitive, l'obstacle majeur à la réalisation concrète d'un montage quelconque reste la fabrication du circuit imprimé, qui risquerait d'en décourager plus d'un. Fort heureusement, il existe une excellente solution de rechange: la **plaque dite "d'essai"**. Celle-ci permet de faire l'économie de trois opérations quelque peu fastidieuses et parfois assez aléatoires: le tracé, la gravure et le perçage du circuit imprimé. On sera donc

dispensé des transferts (qui ont une fâcheuse tendance à se fendiller), du passage au bain de perchlorure (très salissant!) et de la mini perceuse (et de ses fragiles forets de 0,8)!

Une plaque d'essai est une plaque de bakélite ou de verre époxy recouverte, sur une face, de bandes cuivrées percées au pas de 2,54 mm. Son prix est modique et elle se trouve aisément chez tous les revendeurs ou en VPC.

A titre d'exemple, une plaquette en bakélite de 50 par 100 mm coûte environ 2 euros; en 100 par 160 mm, le prix est d'à peine 4 euros. Un kit de base "insoleuse-graveuse" ne coûte pas moins de 120 euros, ce qui montre bien la différence de prix très sensible entre les autres méthodes et celle que nous préconisons...

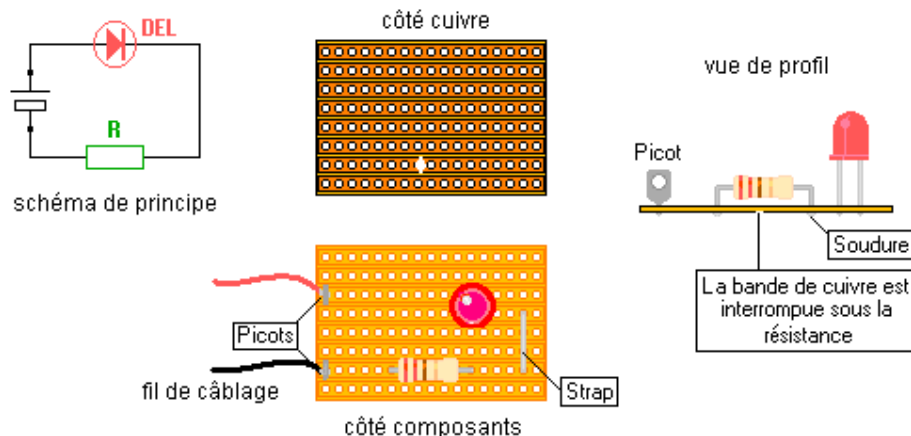
Les avantages de la plaque d'essai sont évidents: simplicité de mise en oeuvre, gain de temps appréciable, petit prix. Mais toute médaille a son revers et on ne peut passer sous silence deux inconvénients: la plaquette sera le plus souvent de dimensions supérieures à celles d'un circuit imprimé, d'une part, et d'autre part il faudra en général mettre en place un certain nombre de straps, pour rétablir la continuité des pistes, ou plutôt des bandes.

Réaliser un circuit sur plaque d'essai

L'implantation des composants sur la plaque d'essai reste une opération relativement simple si on procède avec soin et méthode.

On procédera d'abord au routage "à blanc" du circuit, pour repérer l'emplacement définitif de chaque composant et pour déterminer à quel(s) endroit(s) il faudra interrompre une bande de cuivre, pour ne pas court-circuiter un composant situé au-dessus, dans le sens longitudinal, et à quel(s) endroit(s) il conviendra de mettre en place des straps, pour établir la continuité entre deux bandes de cuivre parallèles.

La manière la plus efficace et la plus rapide d'interrompre la continuité d'une bande de cuivre consiste à agrandir, à l'aide d'une chignole ou tout simplement d'un tournevis cruciforme, l'un des trous situé sur cette bande. La coupure doit être bien nette et son pourtour soigneusement débarrassé de tout morceau de métal. On pourra utiliser la fonction testeur de continuité du multimètre pour s'assurer que ce travail préalable et essentiel est bien réalisé. On passera ensuite à l'étape suivante: l'implantation des composants.



Tout d'abord, il convient de bien dégager le plan de travail, de manière à ne pas être gêné par le fil du fer à souder. Un bon éclairage évitera une fatigue visuelle inutile et permettra de bien distinguer deux bandes de cuivre ou deux soudures voisines.

On veillera également à ce que la panne du fer soit bien propre. On l'étamera à l'aide d'un peu de fil de soudure et on l'humidifiera régulièrement (une petite éponge est souvent présente à la base du support).

Il est toujours préférable de commencer par souder les composants de petite taille, et d'abord les straps, qui risquent d'être ensuite difficiles à placer s'ils sont environnés par des composants plus volumineux. Les straps, rappelons-le, sont des fils de liaison entre pistes: ils peuvent être réalisés à l'aide de chutes de connexions, s'ils sont courts, ou à l'aide de fil de câblage rigide, nu ou sous gaine. On soude ensuite les diodes, résistances, circuits intégrés, etc., puis les composants plus gros. Les extrémités des connexions qui dépassent des points de soudure sont ensuite coupés à ras à l'aide d'une pince coupante.

On évitera de laisser les composants "flotter" à la surface de la plaquette, du fait de connexions trop longues. Pour "plaquer" une résistance, par exemple, contre la surface du support, on commence par souder une connexion, pliée au préalable à la bonne longueur, puis on tire (modérément!) sur l'autre connexion, à l'aide d'une pince, de manière à l'amener à la même longueur que la première. Les composants sont ainsi implantés de manière propre et ordonnée, ce qui par ailleurs élimine les risques de contacts entre composants voisins.

On veillera soigneusement à l'orientation correcte des composants polarisés, notamment les condensateurs chimiques et les DEL. Une erreur à ce niveau serait fatale! En ce qui concerne les circuits intégrés, ils sont toujours repérés à une extrémité par une encoche en creux, qui indique que la patte 1 est celle de gauche. Là encore, une erreur d'orientation aurait des conséquences très fâcheuses!

Les circuits intégrés seront montés de préférence sur un support prévu à cet effet, ce qui présente deux avantages: le c.i., composant fragile, ne souffrira pas du chauffage lors de la soudure et on pourra au besoin le remplacer ou le récupérer aisément. Attention: si les pattes ne rentrent pas bien dans les trous, il ne faut surtout pas forcer! On place le c.i. sur un côté, on exerce une légère pression pour redresser les pattes, on procède de même pour l'autre côté, et on l'insère ensuite sans difficulté dans son support.

L'alignement parfait des DEL, impératif si elles doivent apparaître en face avant d'un boîtier, se réalise à l'aide d'un simple gabarit en carton fort, qu'on glisse entre les pattes de chaque DEL, à tour de rôle, pour lui donner la même hauteur que ses consoeurs.

Enfin, si des fils de câblage sont utilisés pour déporter certains composants, par exemple un potentiomètre à fixer en façade d'un boîtier, on apportera une attention toute particulière à la solidité des soudures et on évitera par la suite de tirer sur ces fils. Une bonne habitude à prendre consiste à réunir tous les fils flottants en un toron, à l'aide de petits colliers. Les fils (rouge pour le +, noir pour le -, etc.) sont ainsi plus faciles à identifier et on réduit le risque de les casser au niveau de la soudure.

Un point important, à vérifier constamment: la qualité des soudures. Elles doivent présenter un aspect net et bien brillant, et assurer un contact parfait entre la pastille de cuivre et la patte du composant. Une soudure grisâtre, terne ou peu solide est à refaire. Pour cela, on la chauffe jusqu'à ce qu'elle fonde, on aspire la soudure liquide à l'aide d'une petite pompe à dessouder ou d'une tresse, puis on recommence.

Autre point crucial, auquel il faut porter une attention des plus vigilantes: les ponts de soudure accidentels entre pastilles ou pistes voisines. Ils sont parfois assez difficiles à distinguer, c'est pourquoi un bon éclairage du plan de travail s'avère nécessaire. Il va de soi qu'une liaison accidentelle entre deux pistes risque de produire des effets désastreux. On procède à l'élimination de ces ponts comme indiqué ci-dessus, à l'aide de la pompe à dessouder.

Lorsque tous les composants ont été soudés, on s'assure une dernière fois de la qualité des soudures et de l'absence de ponts accidentels. Bien que ce ne soit pas indispensable, on peut alors vaporiser, côté cuivre, un vernis spécial électronique, qui protégera la plaquette.

Matériel et petit outillage

Un minimum de matériel et d'outillage est nécessaire à la réalisation pratique d'un montage. On devra donc se procurer:

- une platine de connexions "sans soudure", parfois appelée boîte ou carte de contacts: il s'agit là, sans aucun doute, du "matériel de laboratoire" le plus important pour un débutant
- une pince coupante, un assortiment de petits tournevis

Si on désire passer du montage "sans soudure" à la plaque d'essai, on rajoutera:

- une plaquette d'essai, en bakélite ou mieux en résine époxy, à bandes de cuivre percées au pas de 2,54
- un fer à souder de 20 à 40 W, muni d'une panne fine et d'un support solide et stable
- un rouleau de soudure d'étain 60 %
- une pompe à dessouder ou à la rigueur une tresse
- facultatif mais très utile, un support articulé avec loupe ("troisième main")



Le **fer à souder** reste bien évidemment l'outil essentiel pour passer de la plaque de connexions "sans soudure" à la plaque d'essai ou au circuit imprimé. Un modèle simple conviendra au débutant, sous réserve qu'il soit muni d'une **panne** fine. Le **support** s'avère un accessoire quasi indispensable pour travailler sereinement. On s'assurera que le support est bien stable. La petite éponge sert à humecter la panne du fer entre deux soudures. On voit en outre, sur la photo, une **pompe à dessouder** (on fait fondre la soudure indésirable, on aspire à l'aide de la pompe, puis on "recrache") et un petit rouleau de **soudure d'étain**.

La **pince coupante** est un outil indispensable pour couper les pattes de connexion après soudure, couper et dénuder les câbles, etc. Un jeu de petits tournevis de précision sera utile surtout lors de la mise en coffret. Si vous réalisez un circuit imprimé classique, il vous faudra une mini-perceuse pour forer les trous.



Il est en outre fortement conseillé de disposer d'un stock de composants courants, tels que résistances 1/4 W, condensateurs, diodes 1N4007, DEL ordinaires (rouges et vertes), etc...

Ces composants sont peu onéreux et se vendent souvent à la dizaine ou en pochettes. On se procurera également le matériel d'usage courant: fil de câblage souple (en différentes couleurs, au moins du rouge et du noir), picots à souder, borniers, coupleurs de pile 9 V, interrupteurs à glissière, supports de circuits intégrés, etc...

Tout ce petit matériel est d'un prix très abordable et certains revendeurs proposent des lots, à la dizaine ou à la centaine, souvent intéressants. On tâchera de trouver un système de rangement rationnel (coffret à mini-tiroirs...), qui évitera de rechercher longuement une résistance ou un condensateur de la valeur requise...

Mise au point et dépannage

Certains montages ne nécessitent aucune mise au point préalable: ils sont opérationnels dès que la dernière soudure est sèche.

Dans bien des cas, toutefois, on devra procéder à certains réglages, par exemple: déterminer la valeur correcte d'un ajustable. Ces opérations de mise au point doivent être conduites avec calme et patience, en s'aidant au besoin du schéma de principe.

Un autre cas de figure peut se présenter: le montage refuse obstinément de fonctionner, ou ne fonctionne pas comme il le devrait...

Pas de panique, la cause est peut-être toute bête et aisément réparable (un fil débranché, un faux contact ou encore un interrupteur qu'on n'a pas basculé...). Si en revanche la panne paraît plus grave et plus mystérieuse, tout espoir n'est pas perdu pour autant.

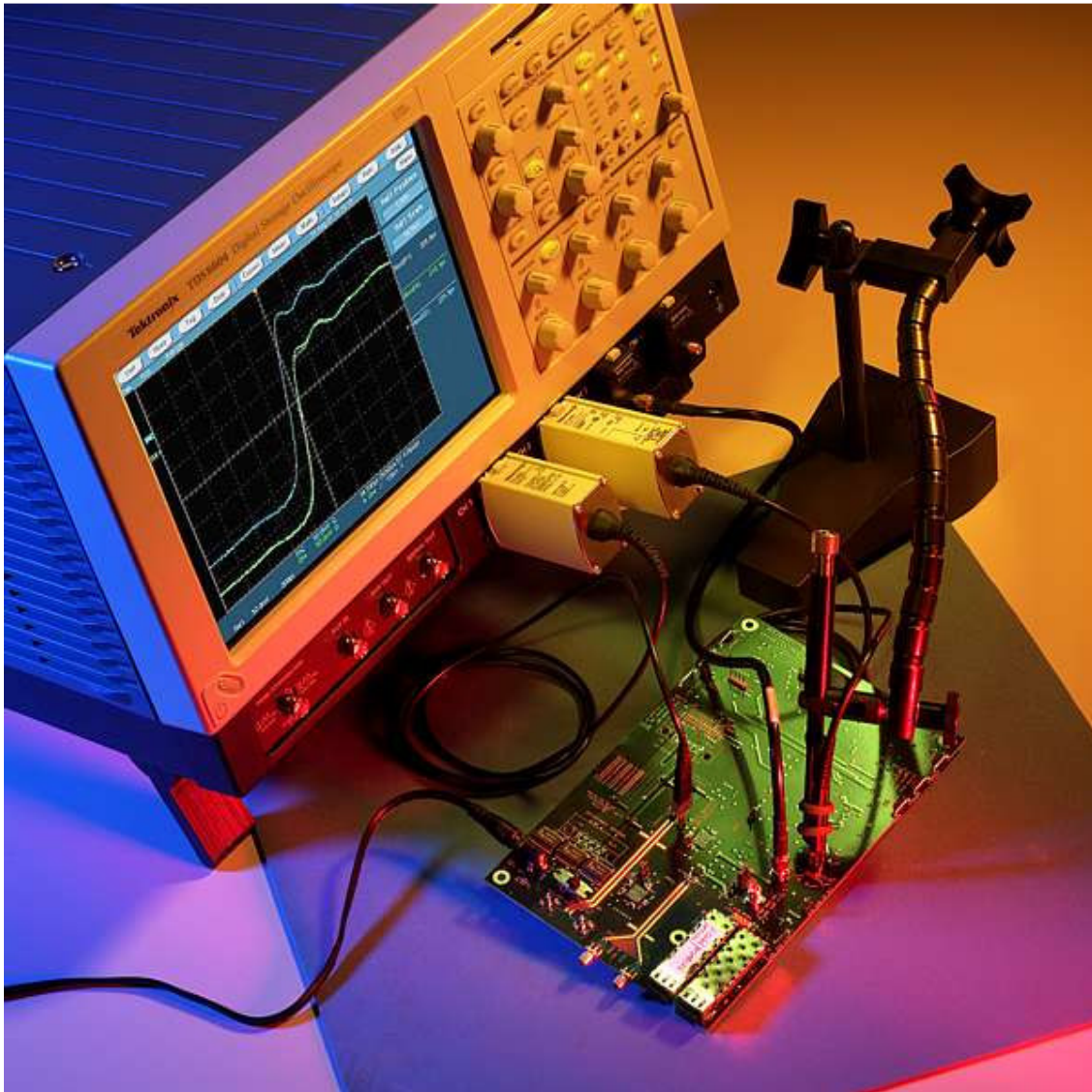
Tout d'abord, on recueillera le maximum d'indices. Prenons l'exemple d'une alimentation, qui ne fournit pas en sortie la tension de 9 V qu'on attendait. A quel point du montage le fonctionnement cesse-t-il d'être normal?

Procédons dans l'ordre, depuis la source première, qui est le transfo. A l'aide d'un multimètre, on relève la tension au primaire et on doit lire 230 V. Si tel n'est pas le cas, on s'assurera que le transfo est bel et bien relié au secteur. On relève ensuite la tension présente au secondaire, qui doit être la tension nominale. Puis on continue: relevé de la tension présente en sortie du pont de diodes, aux bornes du condensateur de filtrage, à l'entrée et en sortie du régulateur de tension, etc.

Toutes ces mesures sont à comparer aux valeurs qui ont été calculées lors de la conception du schéma. On doit fatalement, tôt ou tard, trouver une divergence qui trahira le défaut. Il ne restera plus qu'à y remédier, au besoin en remplaçant le composant défectueux.

Qu'avons-nous fait? Nous avons procédé avec logique, en remontant l'arbre des causes possibles et en les éliminant au fur et à mesure, jusqu'à trouver la cause réelle de non-fonctionnement.

Il va de soi qu'une parfaite compréhension du schéma de principe est essentielle pour mener à bien ce type de travail.



Un multimètre, ou mieux encore un oscilloscope, sera un allié de choix pour la mise au point ou le dépannage d'un montage capricieux. Ici, un superbe scope haut de gamme de chez Tektronix.

Si le montage est complexe, on décomposera les opérations de sondage en plusieurs blocs: d'abord l'alimentation du montage, puis telle fonction, puis telle autre, etc.

On le voit, le multimètre est ici un instrument indispensable, puisque le dépannage consiste, en grande partie, à relever des mesures en divers points du montage et à comparer ces valeurs aux valeurs théoriques.

En tout état de cause, on gardera bien à l'esprit que rien ne ressemble davantage à un transistor PNP qu'un transistor NPN, et qu'une cathode est souvent très similaire à une anode... Si un montage ne veut pas fonctionner, c'est qu'il y a une raison! Avec un peu de logique et de patience, on doit forcément découvrir, ou en tout cas cerner, cette cause de non-fonctionnement. C'est souvent avec ce type d'expérience, un peu frustrante sur le moment, qu'on approfondit ses connaissances...

Si rien n'y fait et si on ne parvient à aucune conclusion satisfaisante, on se consolera malgré tout en se disant que la [loi de Murphy](#) a été, une fois de plus, vérifiée...

Nota: la poussière, l'humidité et une chaleur excessive sont des ennemis héréditaires de l'électronique. Pensez-y! Des champs magnétiques ou des parasites peuvent perturber le fonctionnement d'un montage, en particulier les montages "audio": le remède consiste à blinder et à anti-parasiter. Enfin, les chocs ou chutes sont à éviter dans toute la mesure du possible, de même que les vibrations ou secousses (dans un véhicule automobile, par exemple).