

Les bases de la réparation

Des flippers et de leurs cartes

Par cfh@provide.net, 02/02/2010.
Copyright 1999-2010, Tous droits réservés.

Sujet: Ce document est le prérequis à tous les autres guides sur la réparation des flippers électroniques. Il décrit l'approche générale à avoir dans la réparation, l'équipement à avoir ainsi que les compétences à maîtriser pour faire des réparations génériques tant sur les flippers que sur leurs cartes imprimées (ou PCB en Anglais).

IMPORTANT! Un atelier de réparation réputé nous a contacté pour nous informer que le nombre de cartes irrécupérables (à causes de mauvaises réparations) qui leur étaient envoyées pour réparation, avait doublée. La plupart du temps parce que des novices avaient tenté leur chance. Ce document est une aide qui leur est dédiée.

Ne surestimez pas vos capacités! Ces documents sur la réparation des flippers peuvent vous faire croire que réparer des circuits imprimés de flippers est "facile" et peuvent-vous rendre trop confiant vis à vis de vos capacités. Il est presque certain que vous endommagiez vos cartes, peut-être même au-delà de toute réparation possible. Rappelez-vous que la plupart des ateliers spécialisés ne répareront probablement pas des cartes endommagées par de mauvaises manipulations.

Table des matières:

1. Avant de commencer

- a. [Introduction à la réparation des flippers](#)
- b. [Devez-vous essayer de réparer une carte?](#)
- c. [Comment apprendre à souder?](#)
- d. [La pratique, toujours la pratique](#)

2. Outils nécessaires

- a. [Une bonne loupe et un bon éclairage](#)
- b. [Utilisez une bonne station de soudage](#)
- c. [Utilisez un bon apport de soudage!](#)
- d. [Outils de dessoudage](#)
- e. [Le Multimètre \(Digital\)](#)
- f. [La Sonde Logique](#)
- g. [La Pince à Sertir](#)

3. Comment utiliser les outils

- a. [Les Symboles électroniques](#)
 - b. [Introduction aux Transistors](#)
 - c. [Introduction aux puces logiques](#)
 - d. [Explication des composants et comment les tester à l'aide d'un multimètre \(tester la tension, la continuité, les résistances, les condensateurs, les diodes, les transistors et les puces\)](#)
 - e. [Comment utiliser une Sonde logique](#)
 - f. [Comment souder sur une carte électronique](#)
 - g. [Comment dessouder sur une carte électronique \(Placer des sockets et retirer/installer de nouvelles puces\)](#)
-

1a Introduction à la réparation des flippers

Avant d'entamer quelque réparation que ce soit, il y a de simples questions que vous devez vous poser. Des choses comme, "comment retirer la vitre du plateau" ou "comment enlever la glace du Fronton"? (Si jamais vous vous posez ce genre de question, les bases décrites dans ce document ne seront pas à votre portée, et dans ce cas, nous vous recommandons de recourir à un professionnel).

Mais, la question que l'on se pose souvent est, "quels outils faut-il pour réparer un flipper"? Ce document établit l'équipement électronique à acquérir et la manière de l'utiliser. Les autres guides, dédiés aux différents systèmes de jeu, décriront les outils standards nécessaires selon le cas. Mais pour être exhaustif (compte tenu que faisons état des équipements électroniques nécessaires ci-dessous), voici quelques outils fréquemment utilisés.

- Tournevis: 2 Phillips (#1 et #2), 2 plats (un petit & un intermédiaire).
- Douilles: Jeu complet SAE (Mesure Anglaise).
- Clés: Jeu complet SAE.
- Clés Allen: Jeu complet SAE.
- Un bon éclairage d'atelier.
- Lime à ongle (Seulement pour les EM) pour nettoyer les contacts.
- Cambreur (Seulement pour les EM) afin d'ajuster les contacts.

Au-delà des outils de base, il faut être doté d'un solide "bon sens" lors des réparations. Souvenez-vous que les personnes qui ont conçu ces jeux étaient certainement bien plus intelligentes que vous et nous, aussi vous faudra-t-il avoir confiance en la définition des produits (excepté si nous disons de faire autrement...). S'il y a un interrupteur sur une carte et qu'il a brûlé, mieux vaut le remplacer (et ne pas directement souder des fils directement sur la carte pour le shunter et risquer de mettre le jeu en panne ultérieurement).

Notre ami J. Kirby dirait, "Commençons par le commencement". Savez-vous ce qu'est un Ampère ou un Volt? Savez-vous que l'électricité peut être mortelle? Avez-vous peur de regarder sous le plateau de votre jeu lorsqu'il est allumé? Pensez-y avant d'essayer d'économiser 100€ en réparant le jeu par vous-même. Pur tous ceux qui comme nous sont maladroits, pour perdre leur temps à travailler sur leurs jeux, il nous d'abord apprendre comment nous y prendre. Heureusement ce document (et un peu de bon sens) permettra aux apprentis d'éviter quelques désagréments.

[Retour TM](#)

1b Devez-vous essayer de réparer une carte?

Souder une bobine ou un contact est une chose. Mais réparer une carte imprimée en est une autre. Avant de vous y prêter, demandez-vous les choses suivantes:

- Est-ce que je sais souder?
- Est-ce que je sais souder sur circuit imprimé?
- Ai-je les bons outils pour souder sur un circuit imprimé?
- Suis-je suffisamment patient pour travailler "doucement et avec attention"?

Si vous répondez "Non" à toutes ces questions, laissez tomber. Ne touchez pas aux cartes. Envoyez-les à un professionnel. Au final, vous économiserez plus d'argent en le faisant, que de tenter de le faire par vous-même.

Souvenez-vous que certaines cartes sont irremplaçables, aussi si elles sont rendues inutilisables, bien plus d'argent sera nécessaire que le recours à un réparateur professionnel. Parfois, un jeu peut devenir totalement irréparable si une carte irremplaçable a été détruite.

Il s'agit du point crucial de ce document: Ne croyez pas, parce que les instructions semblent faciles à mettre en œuvre, que n'importe qui puisse le faire. Ne vous surestimez pas. Une malencontreuse réparation peut détruire une carte et la plupart des ateliers professionnels refuseront de travailler sur des cartes qui auront été malmenée...

[Retour TM](#)

1c Comment apprendre à souder?

Souder une nouvelle bobine, même approximativement n'aura que peu de conséquence. Mais pour un circuit imprimé, un tel travail aurait d'autres impacts... Une mauvaise soudure sur une carte peut gravement l'endommager. C'est pourquoi le matériel et les techniques sont différents entre les cartes et les bobines.

Nous nous rappelons lorsque nous avons appris. Notre père nous a appris avec un fer, de l'apport et des trombones. Nous avions 10 ans environ et nous pensions que c'était amusant. Ce qu'il nous a fait faire en 1^{er} est de réaliser une boîte faite de trombones. A l'aide de pince croco, nous avons préassemblé une des faces, puis, nous avons réalisé les points de soudage entre les différents trombones pour réaliser l'assemblage. Une fois fini, nous avions un cube de 9 côtés... Nous en étions très fiers.

Mettons la nostalgie de côté... Ce fut une bonne 1ère expérience. Cela nous a appris à souder pour le coût de quelques trombones. Si vous êtes novice, commencer petit à petit et entraînez-vous ! Sacrifiez quelques trombones et faite une boîte...

[Retour TM](#)

1d La pratique, toujours la pratique

Si vous prévoyez de vous attaquer à un flipper, alors vous devez savoir souder. Savoir comment souder des fils sur une bobine ou un contact est un minimum. Les vibrations engendrées par les bobines et l'action des joueurs sur le flipper entraînent une rupture des plots de soudage. Cela arrive et vous devrez savoir réparer.

Les techniques de base du soudage restent abordables. Achetez une station de soudage et de l'apport de bonne qualité (tel que décrit ci-dessous). Posséder les bons outils, fait déjà 75% du travail. Et puis souvenez-vous qu'une bonne soudure sur une bobine ou un contact commence par une bonne liaison mécanique. Cela veut dire que le fil doit être assemblé sur la patte de la bobine ou du contact avant qu'il y soit soudé. Après cela, le soudage ne consiste plus qu'à chauffer le fil et la patte ensemble, puis y apposer un peu d'apport. La soudure doit être appliquée sur le fil ou la patte et pas directement sur la panne du fer. Cela permet à la soudure de recouvrir le fil et la patte, car ils sont chauffés à la bonne température. Le fer à souder peut être alors retiré du plot de soudage. Maintenez les pièces en contact et laissez reposer le temps que l'apport se refroidisse, sinon, vous obtiendrez un phénomène de soudure froide (qui ne conduit pas très bien l'électricité).

Une fois cette technique de base maîtrisée, l'étape suivante (enfin peut-être) est de souder sur un circuit imprimé (PCB). Si vous n'avez jamais soudé sur une carte auparavant, ne faites pas votre 1^{ère} tentative sur une carte mère de flipper (car elle est coûteuse) ou même sur une carte driver. Entraînez-vous d'abord sur des cartes fichues (endommagées).

Il est facile de se procurer des cartes abimées. Les collectionneurs de jeux vidéo peuvent souvent vous obtenir des cartes JAMMA ou autres. Vous pourriez même prendre une vieille carte de PC (que vous ne pouvez plus vendre). De toute façon, même si vous deviez payer pour avoir de telles cartes, ça vaut le coup.

Une alternative est de vous rendre sur "Radio Shack" et d'acheter quelques résistances bon marché (autour de 50 cents) et une plaque d'assemblage dotée de trou (Réf 276-450 pour 1€ ou 276-168 pour 2€). Entraînez-vous à souder les résistances sur la plaque. Ce n'est pas aussi pointu que de s'entraîner sur un circuit imprimé, mais ce sera un début. Rappelez-vous de toujours nettoyer les pistes au tampon vert avant de souder (les circuits en cuivre s'oxydent facilement et ainsi rendre le soudage difficile). Quoiqu'il en soit, lisez les astuces et informations ci-dessous avant de commencer.

[Retour TM](#)

2a Une bonne loupe et un bon éclairage

Pour faire du bon travail dans le domaine de la réparation des cartes, vous avez besoin d'un bon éclairage! Un bon éclairage n'est pas cher. Si vous n'avez de lampe puissante dans votre atelier, allez dans votre GSB (ou sur le web) et achetez-vous une réglette néon d'1m20 (10€ environ). Nous préférons le néon pour faire les réparations, c'est abordable (en coût et disponibilité) et ça permet de travailler dans de bonnes conditions. L'éclairage fluorescent est meilleur car plus lumineux que l'éclairage à incandescence.

Exemple d'une loupe/lampe à incandescence.



Achetez une bonne loupe: Elle vous permettra d'examiner les circuits imprimés dans le détail et de voir la qualité de vos réparations. On peut trouver 2 types de loupes: Des loupes standard (il vous faudra ajuster la distance entre elles et vos yeux pour faire la mise au point), mais elles nécessitent un appoint de lumière, et celles assemblées sur un bras articulé, dotées d'un éclairage intégré. Nous préférons les secondes, car nous les trouvons extrêmement pratiques pour trouver des défauts sur les cartes. Vous pourrez en trouver entre 40 et 50€ sur le web. Il existe aussi des versions à incandescence, moins couteuse (entre 20 et 30€), mais les modèles à éclairage fluorescent sont bien plus efficaces.

Vous pouvez également trouver des loupes de lecture à éclairage intégré. Bien qu'il s'agisse de modèle à main, ils sont aussi très efficaces car dotés d'une ampoule à haute intensité. On peut les trouver en grossissement 4X pour 7€.

[Retour TM](#)

2b Utilisez une bonne Station de Soudage

Pour réparer des circuits imprimés, il est important d'avoir les bons outils. Certes, cela est couteux, mais c'est incontournable. N'achetez pas des outils bon marché. Une station de soudage a une durée de vie extrêmement longue et permet un soudage plus facile et de meilleure qualité.

Achetez une bonne Station de Soudage: Le fer à souder de votre grand Papa ne vous permettra pas de souder sur des cartes. Vous avez besoin d'une Station de soudage de bonne qualité. Faire fondre du métal à proximité de composants électroniques fragiles nécessite les bons outils. Sur les circuits imprimés, il faut la juste quantité de chaleur appliquée sur un temps très court et dans une zone très précise. Une telle station le permettant coûte entre 50 et 150€. C'est le prix pour souder à la bonne température. De plus elles sont mises à la "terre", afin d'isoler la panne de la source de tension (ce qui protège les composants de l'électricité statique).

Nous avons un faible pour les Stations "Weller" (fabriquées aux US). Weller produit des stations de modèle "Ungar" pour un prix raisonnable. Si vous êtes tenu par votre budget la marque "Tenma" est également très bien. Nous avons une "Weller" dans notre atelier, mais nous utilisons une "Tenma" dans notre garage. Quoique vous choisissiez, dotez-vous de pannes supplémentaires (1,6 mn de large). Nous préférons les pannes en formes de biseau plutôt que celles en forme de cône.

A gauche: Station Tenma #21-7930 avec affichage LED de la température, coûtant entre 40 et 80€. **A droite:** Station Weller/Ungar modèle 921ZX là encore avec affichage LED de la température, coûtant entre 90 et 120€.



Le contrôle de la température est important, pas la puissance en Watt! La raison pour acheter une Station de Soudage est de pouvoir ajuster la température, pas simplement de faire varier la puissance sans point de référence (par exemple avec une mesure de 1 à 10). La mesure de la température réelle est très importante. Le soudage est meilleur entre 600 et 700 degrés (personnellement, nous soudons soit à 650]F, soit à 700°F), mais une bonne station de soudage vous permet un réglage entre 300°F et 900°F.

Une station qui ne permet un réglage de température ne permet qu'une variation de la puissance en Watt, ce qui bien moins utile.

Sur les fers à souder bon marché, le Watt est l'unité de puissance, utilisé pour chauffer le fer. Aussi un fer de 25 Watts fonctionne toujours à ce niveau de puissance (comme le ferait une ampoule de 25 Watt) et génère de la chaleur en permanence. La panne du fer absorbe la chaleur aussi longtemps que la puissance est présente afin de devenir de plus en plus chaud, jusqu'à ce qu'il atteigne son point d'équilibre (La température maximale pour laquelle le taux de dissipation de chaleur dans l'air est le même que celui appliqué à la panne). Dès que la panne du fer entre en contact avec du métal, la chaleur est rapidement transférée. Plus grande est la puissance du fer, plus vite le fer revient à température. Lorsqu'un fer bon marché est laissé au repos, il devient bien plus chaud que nécessaire pour effectuer une soudure. Et au moment où vous l'appliquez sur du métal pour faire une soudure, il se refroidit. Pour cette raison, si vous ne l'utilisez pas pendant plus de 5 minutes, il faut l'éteindre. Autrement, il deviendra trop chaud et dégradera la panne du fer (au minimum) ou transférera trop de chaleur sur le point de soudure.

Cela démontre pourquoi les fers bon marché ne sont pas adaptés... Il n'y a pas de possibilité pour contrôler la température courante du fer. C'est pourquoi une Station de Soudage est véritablement impérative. Vous pouvez programmer la bonne température et la Station se charge de surveiller sa constance en alimentant ou en coupant la puissance sur la panne, afin qu'elle reste à la température recherchée. Les bonnes Stations possèdent une bonne isolation afin de protéger les puces de l'électricité statique.

Vous n'avez guère d'argent, devez-vous dépensez 70€ pour une Station de Soudage? Si vous voulez que vos circuits fonctionnent, OUI! Si vous n'avez pas d'argent, un fer classique – basse puissance (25 Watts) peut convenir. Mais ne prenez pas un fer de plus forte puissance. 25 Watts correspond à 700° (bien que la température ne soit pas régulée). Toutefois, gardez en tête l'avertissement ci-dessus... Vous aurez vraiment besoin d'une Station permettant le contrôle de la température.

[Retour TM](#)

2c Utilisez un bon Apport de Soudage

L'utilisation d'un bon Apport est primordiale pour réparer des circuits imprimés. Voici les spécifications produit nécessaires:

- Cœur en flux de Colophane. Les autres ne suffiront pas!
- 60% d'étain, 40% de plomb (60/40).
- Diamètre de 0,8 mm (1 mm ou plus pour les bobines).

Le Cœur en flux de Colophane est très important. Tout autre type de flux ne sera pas adapté à ce type de réparation. Pour exemple, le flux acide est conçu pour la plomberie, pas pour l'électronique. Beaucoup de GSB vendent des compositions 95/5 sans plomb, qui ne marche pas dans les soudures électroniques.

Le diamètre de l'apport est également important. Quelque chose de plus gros que 0,8 mm sera trop gros et apposera trop de soudure sur les cartes. Nous utilisons du 0,8 mm pour toutes les soudures, qu'il s'agisse de bobines ou de circuits imprimés. Certaines personnes préfèrent travailler avec du 1 mm ou du 1.6 mm pour souder les fils sur les bobines, mais personnellement nous n'en éprouvons pas le besoin.

[Retour TM](#)

2d Outils de dessoudage

Lorsque vous commencer les réparations sur cartes électroniques, vous aurez besoin d'une bonne méthode de dessoudage. Lorsque vous évalueriez le coût des outils de dessoudage, n'oubliez pas de regarder celui de nouvelles pannes. Les pannes peuvent s'avérer coûteuse, mais de nouvelles pannes peuvent s'avérer nécessaires selon le cas. Mieux vaut en acheter une ou deux lorsque vous vous doterez d'outils de dessoudage.

Les pannes de rechange peuvent avoir différents diamètre. Le diamètre standard est de 1 mm. Cette dimension sera compatible pour la plupart des opérations de dessoudage sur les flippers. Personnellement, nous préférons des diamètres 1,2 mm ou même 1,5 mm afin de pouvoir dessouder les broches mâles Molex de 3.96 mm (auquel cas une panne de 1 mm n'est pas assez grosse pour cela).

Tresse à dessouder: Elle est facile à trouver et très bon marché. Il s'agit d'une tresse en cuivre souple de 6 mm de large. Placez juste la tresse sur le plot que vous souhaitez dessouder puis placez la panne chaude de votre fer par-dessus. Comme la tresse chauffe, elle absorbera la soudure fondue du plot. Une fois terminé avec ce plot, déplacez la tresse pour utiliser un endroit vierge (vous ne pouvez pas réutiliser un morceau déjà utilisé).

L'inconvénient d'une telle solution est que la tresse chauffe. Généralement il faut plus de chaleur pour dessouder avec une tresse, et puis, ce n'est pas très rapide. Si vous devez faire beaucoup de dessoudage, son utilisation vous prendra du temps et vous demandera beaucoup de patience. Cela marche très bien lorsque vous devez dessouder de gros perçages, mais lorsque vous devez dessouder une puce, avec de petits trous pour ses petites pattes sur la carte, nous trouvons cette solution difficile à mettre en œuvre. Nous ne la recommandons pas, car nous même nous ne l'utilisons pas. Mais dans des cas particuliers, ça marche et ce n'est pas cher.

A gauche: Pompe à dessouder... Nous en utilisons une en permanence. Ça marche bien et ce n'est pas cher. **A droite:** Tresse et panne à dessouder.



Fer à dessouder: Pour le passionné "moyen", c'est un outil utilisable. Procurable pour 10€ environ, il s'agit d'un fer classique de 45 Watts doté d'une panne creuse et d'un embout d'aspiration. Après avoir laissé ce fer chauffer 15 minutes, appuyez et maintenez le bouton rouge. Puis placez la panne creuse sur le plot à dessouder. Une fois que la soudure a fondu (après quelques secondes), lâcher le bouton rouge et la soudure sera aspirée. Ce sera une opération rondement menée qui nécessite peu d'entraînement.

Mais, ce genre d'outil de dessoudage connaît la même problématique que les fers sans ajustement/régulation de température; la quantité de chaleur appliquée ne peut être régulée. Pour cette raison, il peut être dangereux de l'utiliser, car trop de chaleur peut délaminer les pistes et les platines de la carte. Il faut s'en rappeler. Il s'agit d'un fer de 45 Watts, aussi dégage t'il beaucoup de chaleur. Avec un peu d'entraînement, un fer à dessouder fonctionne très bien. Il est difficile de faire mieux en termes de prix, mais cela risque de ne pas convenir aux novices. Ainsi nous ne pouvons recommander son utilisation lors des 1ères fois car il faut pas mal de pratique sur des cartes rebutées au préalable.

Quoiqu'il en soit, si vous le prenez, assurez-vous d'acheter en même temps des pannes supplémentaires. Il en existe 2 modèles, prenez le plus résistant pour un surcote d'1€... Pour environ 2€ ce modèle durera bien plus longtemps que le modèle classique. Une panne encrassée ou élargie par l'usage, rendra cet outil inutilisable.

Pompe de dessoudage, recommandée pour les novices: Il s'agit d'un outil de dessoudage très réputé. C'est un outil en forme de seringue avec une extrémité en Téflon (procurez-vous un embout de remplacement à l'achat). Beaucoup de techniciens l'utilisent parce qu'il est bon marché et qu'il marche bien. L'inconvénient de son utilisation est que vous aurez les 2 mains prises (une tenant le fer et l'autre la pompe). Mieux vaudra vous procurer le plus grand modèle, mais il existe un petit modèle bleu (environ 8€) qui marche aussi très bien. Le plus grand modèle se décline en version standard (bleu) ou antistatique (argenté). Mieux vaut la seconde version pour 10€. Le jour où la pompe se casse, nous la jetons et la remplaçons. Elle peut être utilisée pour toutes les applications, autant sur les circuits imprimés que sur les bobines.

Le plus gros avantage d'une pompe, c'est que grâce à elle, une Station de Soudage peut être utilisée pour faire fondre les plots à dessouder. Cela signifie que la température de dessoudage peut être contrôlée grâce à la Station... C'est sûrement le plus gros avantage que peut procurer un tel outil (en dehors de son prix). Pour cette raison nous le recommandons très fortement aux novices de la réparation. Néanmoins, n'oubliez pas, il vous faudra de la pratique pour l'utiliser correctement.

Station de Dessoudage (Plus cher): Si vous avez du budget ou si vous faites beaucoup de dessoudage, vous pouvez acheter une Station de Dessoudage. Elle consiste en une petite pompe d'aspiration associée à un fer à soudé équipé d'une panne creuse. Cela marche comme un fer à dessouder, à l'exception que la pompe est électrique au lieu d'être manuelle et la température est régulée. Ces Stations de Dessoudage n'utiliseront que la plus petite quantité de chaleur nécessaire et feront ce qu'il y a de mieux en matière de dessoudage. Il existe aussi des Stations de Dessoudage à air comprimé au lieu d'avoir une pompe électrique dédiée. Celles-ci sont largement supérieures (bien qu'il vous faille une source de compression à 7 bars ou plus), mais ne sont malheureusement pas portables.

Nous ne pouvons plus insister sur le fait que ces outils sont largement meilleurs que les fers à dessoudés meilleurs marché, que nous avons précédemment décrits. Si vous travaillez sur des jeux ayant besoin d'un nombre conséquent de dessoudages, ce type d'outil rendra la tâche bien plus facile, rapide et moins problématique.

Station XYtronic "One Shot" coûtant environ 100€. Très performant pour le prix, petit et pratique, nous l'utilisons lors de nos déplacements.



Le modèle de www.XYTronic.com, présenté sur la photo possède une pompe à vide embarquée et a la taille d'un pistolet de soudage. Pour ce prix-là, c'est un très bon outil. Nous l'utilisons comme Station de Dessoudage pour nos déplacements et nous sommes étonnés de sa performance. La température peut être ajustée via une petite molette, mais il est plutôt conçu pour être réglé une bonne fois pour toute et non pour être constamment réajusté. Il lui faut environ 10 minutes pour chauffer et être prêt à l'emploi. Ensuite, posez la panne sur le plot à dessouder, attendez une seconde pour que l'apport fonde et appuyer sur la gâchette. Lorsque vous avez terminé et qu'il a refroidi, retirez l'apport de soudure retiré du tube collecteur. C'est tout ce qu'il y a à faire... Nous utilisons ce modèle depuis longtemps et pouvons vous assurer qu'il marche très bien. Il faut juste le laisser chauffer 10 minutes.

XYtronic propose aussi une Station plus robuste pour des applications professionnelles, dotée d'un contrôle de température digital de 300°F à 800°F pour environ 300€. Il existe des outils similaires, mais plus chers (par exemple: le Den-On SC7000Z pour 400€).

Station de dessoudage Tenma. Notez la présence de l'afficheur de température.



Tenma produit également des Stations de Dessoudage sympa pour 300€ (parfois 250€ selon les périodes). Elles possèdent un afficheur pour le réglage de la température compris entre 410°F et 900°F et comprend son propre compresseur.

Station de dessoudage "Circuit Specialists" Réf. Csi474 pour 115€.



Une Station de Dessoudage embarquant son propre compresseur est un plus. Pour 115€ environ, cet outil délivre une température régulée pour 50 Watts et est dotée d'une pompe à vide à 2 cylindres. La température est ajustable de 716°F à 896°F par une simple molette. Toutefois, attention, il s'agit d'un matériel Chinois pour utilisation occasionnelle. Attention la molette est graduée de 1 à 5, et à moins de calibrer la panne à la bonne température à l'aide d'un thermomètre haute température (environ 15€), il n'y aucune possibilité de déterminer quelle est la température délivrée. Toutefois, la Station alimentera et coupera la tension pour maintenir la panne en température. Il y a une LED en façade qui s'allume lorsque l'alimentation se déclenche. Elle clignote doucement lorsqu'elle atteint la température calibrée.

Station de dessoudage MPJA pour 160€.



MPJA (www.mpja.com) propose une Station de Dessoudage acceptable pour un prix raisonnable. Celle-ci comporte une pompe à vide, un contrôle de température électronique, une poignée ergonomique avec une gâchette et un ajustement de température compris entre 572 et 842°F.

Autres pièces à se procurer pour le dessoudage: Quel que soit l'outil choisi, il vous faut des pannes de rechange. Là encore, nous vous recommandons des pannes de diamètre de 1 à 1,2 mm.

De même, toutes les Stations de dessoudage utilisent des sortes de filtres afin d'éviter que la vieille soudure n'entre dans le circuit d'air (positionné dans le tube collecteur en général). Ce type de filtre peut être tout simplement un bout de coton (mais n'utilisez pas de coton synthétique, car il fondrait). Ayez des filtres de rechange sous la main, et soyez prêt à les changer à n'importe quel moment. Un autre rechange à avoir est joint de culasse en caoutchouc qui étanchéifie la liaison entre le tube collecteur et l'adaptateur en "Y"... Avec le temps, il sèche et craquelle, aussi mieux vaut en avoir quelques-uns d'avance.

Enfin, la plupart des Stations de Dessoudage comprennent un kit de nettoyage, comprenant un set de petites limes rondes. Elles devront être utilisées pour décrasser la panne et l'adaptateur en "Y" de toute soudure. Mieux vaut avoir un de ces kit sous la main également, s'il n'est pas fourni avec la station.

Achat d'un Station de Dessoudage d'occasion (sur eBay): Parfois des stations de bonne qualité peuvent être trouvées sur eBay. Faites attention lorsque vous vous lancez, car Presque toujours, il vous faudra la panne, le filtre et le joint d'étanchéité du collecteur, et souvent le kit de nettoyage initialement fourni manque. Parfois, l'élément de chauffe ou le compresseur peut être défaillant. Aussi n'hésitez pas à poser les bonnes questions et assurez-vous du prix de nouvelles pannes et autres. Rappelez-vous qu'une station d'occasion est mis à la vente pour une bonne raison (elle ne marche plus très bien?). Mais parfois, vous pouvez faire de bonnes affaires car les gens ne savent pas que les pannes et joints doivent être changés et que l'adaptateur en "Y" peut s'encrasser (surtout si la station a été utilisée avant que la panne ne soit chaude).

Quoi que vous souhaitiez utiliser, exercez-vous: Dessouder est un art. Il faut pratiquer pour devenir bon. Procurez-vous des cartes rebutées et entraînez-vous à en retirer les composants. De cette manière vous ne risquez pas d'endommager une bonne carte.

[Retour TM](#)

2e Le Multimètre (Digital)

Vous vous demandez ce qu'est un multimètre? Il s'agit de l'outil que vous utiliserez le plus lorsque vous réparerez un flipper (à l'exception du fer à souder). Il vous permet de faire un certain nombre de choses:

- Tester la continuité (lorsque 2 éléments sont directement reliés).
- Mesurer la tension (Volts).
- Mesurer les résistances (Ohms).
- Tester les diodes.
- Tester les transistors.
- Mesurer la capacitance (seulement sur certain modèles).

Une réparation sur un flipper électronique ne peut pas être envisagée sans un bon Multimètre. C'est sûrement l'instrument le plus important. La meilleure marque est très certainement "Fluke". Mais toute bonne marque fera l'affaire.

Caractéristiques d'un Multimètre: Dans la plupart des cas, plus il y a de fonctionnalité, mieux c'est. Ils testeront tous les tensions (AC et DC) et les résistances (Ohms). Toutefois, voici quelques caractéristiques à considérer:

Fortement recommandées:

- Buzzer de continuité.
- Test de Diode.

Optionnel, mais bon à avoir:

- Test de Capacitance (jusqu'à 20.000 mfd, peu utile sinon).
- Test de Transistor.
- Sonde logique.

Non nécessaire:

- RMS (uniquement pour les mesures AC fines).
- Communication RS-232 (seulement pour les ordinateurs).
- Mesure de température.

A gauche: Fluke 83 auto étalonnable: notez la simplicité du sélecteur et le boîtier antichoc. Environ 250€. **A droite:** Tenma 72-4025 qui n'est pas auto étalonnable. Le sélecteur possède bien plus de réglage. Environ 70€. Tous 2 de bons multimètres.



Auto Étalonnable? Les instruments auto étalonnables sont d'une grande aide aux novices. Les modèles dont le réglage est manuel demandent à l'utilisateur de savoir ce qu'il teste. Par exemple, si vous testez une résistance d'un méga Ohm, mais que le multimètre est réglé sur 10K Ohm, la résistance sera lue comme ouverte (KO), c'est-à-dire sans aucune résistance. Pour ce test, il faut qu'il soit réglé sur la plus grande capacité. Cela signifie que vous devez avoir examiné le composant (selon le code couleur figurant dessus) ou le schéma avant de commencer le test, pour savoir quelle valeur devrait être trouvée. Alors il vous faudra régler le multimètre en fonction.

Dans le cas d'un multimètre auto étalonnable, celui-ci fait un test préalable sur la résistance et se règle sur le bon calibre. Tout ce que l'utilisateur a à faire est de régler l'instrument sur "Résistance", et il s'occupe du reste.

Quels sont les inconvénients d'un Multimètre Auto Etalonnable? Ces instruments ne sont pas destinés à monsieur tout le monde, ils ont certains inconvénients. Premièrement leur prix, car ils seront plus chers. Ensuite, leur vitesse, car il leur faut le temps de s'étalonner correctement. Ce temps supplémentaire n'a pas d'impact sauf si vous voulez mesurer un bagottage. Par exemple une tension qui monte et qui chute sur un temps très court. Ce type d'instrument ne sera pas assez rapide pour faire la lecture, ajuster le calibre, relire et enfin afficher. Dans ce cas un Multimètre manuel sera plus adapté. Pour cette raison, les réparateurs occasionnels ne voudront pas d'un appareil auto étalonnable (quoique beaucoup de multimètre auto étalonnable permettent de désactiver cette fonction automatique et de faire le réglage manuellement).

Electrodes et Pincés de Multimètres: Certains multimètres sont livrés avec des électrodes clipsables... Cela permet d'y fixer des pincés clip/crocodile qui rendent l'utilisation plus simple. Some DMM's come with threaded probe ends on the red and black wire leads. Nous vous recommandons ce genre d'option.

Les Multimètres bon marché ne valent pas le coup! Croyez-nous, nous avons essayé. Achetez un multimètre de qualité. Ceux de moindre qualité, se cassent facilement et peuvent donner des résultats suspects. A partir de 60€, vous commencerez à trouver du bon matériel. Et s'il est doté d'un boîtier antichoc (en caoutchouc), achetez-le.

[Retour TM](#)

2f La Sonde Logique

Vous vous demandez ce qu'est une Sonde Logique? Il s'agit simplement d'un petit instrument bon marché qui montre si un circuit est à 0 ou 5 Volts. Bien sûr, certains Multimètres peuvent le faire, mais si le circuit fonctionne à une certaine vitesse, le Multimètre (qu'il s'agisse d'un modèle manuel ou non) ne sera pas capable de faire la mesure. La tâche de cette Sonde est de montrer la présence de telles tensions et le bagottage pouvant exister entre le 0 et le 5 Volts.

Pour comprendre pourquoi ce bagottage (variation de signal ou impulsion) est important, il vous faut connaître les principes de fonctionnement des ordinateurs. Globalement, un flipper électronique est un ordinateur. Les ordinateurs (à un très bas niveau) ne peuvent fonctionner qu'avec des 0 ou des 1. Un zéro est représenté par 0 volt DC (en fait 0,8 volt ou moins). Un 1 est représenté par de 5 volts (2,4 volts ou plus). La relation entre ces 2 signaux (tensions) est importante. La rapidité et la fréquence auxquelles un circuit peut varier de 0 à 1, détermine son fonctionnement. Une Sonde Logique peut indiquer si une broche est "basse" (0 volt), "haute" (+5 volts) ou bagotte (varie de l'un à l'autre). Le bagottage peut être lent ou rapide. La sonde l'indiquera à l'aide de ses 3 LED et parfois à l'aide d'un buzzer.

Malheureusement, une Sonde Logique ne fait qu'indiquer le changement d'état (un zéro ou un 1, soit de 0 à 0,8 volt et de 2,4 volts à 5 volts, respectivement). Ce sera à vous de déterminer si les variations sont attendues (normales) ou non.

Est-ce que toutes les Sondes Logiques sont identiques? Matériellement parlant, oui; La plupart des Sondes Logiques ont 3 LED (états "Bas", "haut" et "bagottage") et un interrupteur (sélection CMOS/TTL). Certaines Sondes sont plus rapides que d'autres. En matière de flipper, procurez-vous en une qui peut tester jusqu'à 5 MHz ou plus, mais ce sera le cas de la plupart d'entre elles. De même, certaines Sondes émettent un "bip" en plus des LED, ce qui est une caractéristique intéressante. On peut trouver une Sonde de bonne qualité pour une valeur de 18 à 25€.

Sonde osziFOX de "Wittig Technologies" en fonction.



Quelle est la meilleure Sonde Logique? De loin, notre Sonde favorite est celle produite par "Wittig Technologies" (wittig-technologies.com). Elle est référencée "osziFOX" et il s'agit d'une sonde de type "oscilloscope". Elle a une bande passante de 5 Mhz (largeur de bande DC. Les autres caractéristiques pouvant être trouvées [là](#)), ainsi qu'un petit afficheur LCD qui montre la forme des signaux. Elle peut même être reliée à un ordinateur via son port série (afin de permettre des fonctions plus orientées oscilloscope) ou à un a Palm Pilot IIIc! Elle fonctionne sur des circuits jusqu'à 9 à 13 volts DC (un peu comme une Sonde Logique classique). C'est un chouette instrument que nous nous sommes procuré pour 70€ chez un revendeur d'électronique et qui peut encore être disponible chez le fabricant wittig-technologies.com. Elle donne une bonne représentation du signal. Quoiqu'il en soit, nous recommanderons plutôt l'acquisition d'un Sonde classique, car cet instrument relève plus de l'oscilloscope que de la sonde. Pour un débutant en dépannage, il peut être très utile pour percevoir les signaux, même s'il ne peut pas se substituer à un véritable oscilloscope qui lui montre le signal sur une fenêtre de temps donnée.

[Retour TM](#)

2g La Pince à Sertir

Bien qu'une bonne paire de pinces à sertir ne contribue pas à diagnostiquer l'électronique ou à mesurer le courant, elle est nécessaire pour Presque toutes les réparations. Elle permet le remplacement précis et rapide des broches de connecteurs Molex, qui sont beaucoup employés dans les flippers. Vous aurez également besoin d'un outil d'extraction de broches pour parvenir à les retirer proprement des corps des connecteurs.

Pince BCT-1 pour sertir les broches de connecteurs Molex.

Photo d'aeroelectric.com



Voici le minimum d'outil à posséder pour s'occuper des connecteurs:

- **Une Pince à Sertir**: Elle sera utilisée pour toutes des différentes broches des connecteurs Molex. On peut trouver la BCT-1 pour environ 25€ (permet de sertir toutes les tailles de broches) ou une pince Molex (bon marché, mais polyvalente) ou encore la Waldom/Molex WHT-1921 ou WHT-1919, etc.
- **Un extracteur de broche**, rond de 2,3 mm: Molex réf. 11-03-0006, Waldom/Molex réf. WHT-2038 ou Radio Shacks réf. 274-223 (ce dernier est plutôt efficace).
- **Un extracteur de broche**, rond de 1,6 mm: Molex réf. 11-03-0002 ou Waldom/Molex réf. WHT-2285. Optionnel, car cette dimension n'en pas aussi utilisée que la précédente.
- **Un extracteur de broche de 4 mm, pour les connecteurs de carte**: Nous n'utilisons que cette dimension pour les jeux System80 de chez Gottlieb, aussi est-il optionnel excepté sur vous devez travailler sur ces versions. Molex réf. 11-03-0016 (avec poignée en caoutchouc) ou réf. 11-03-0003 (poignée nue), faites en acier trempé.

Pince BCT-1 et ses différentes mâchoires: "C", "D", et "E" sont utilisées pour sertir la cosse sur le fil dénudé. Photo d'aeroelectric.com



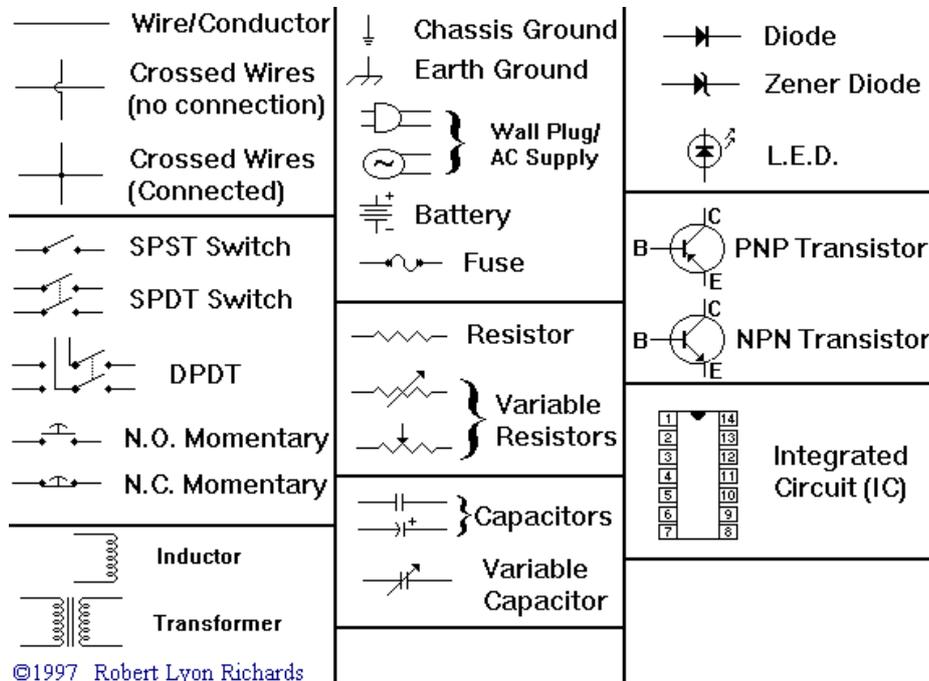
Broche Molex correctement sertie. Photo d'aeroelectric.com



[Retour TM](#)

3a Les Symboles Electroniques

Bien qu'il n'y ait pas ci-dessous tous les symboles présents sur les plans & schémas, cela devrait tout de même vous aider.



Wire/Conductor: Fil/Conducteur.

Crossed Wires (No connection): Croisement de fils (Sans liaison).

Crossed Wires (Connected): Croisement de fils (Avec liaison).

SPST Switch: Contact simple.

SPDT Switch: Contact double.

N.O. Momentary: Contact momentané normalement ouvert.

N.C. Momentary: Contact momentané normalement fermé.

Inductor: Inducteur/Bobine d'induction.

Transformer: Transformateur.

Chassis Ground: Masse/Chassis.

Earth Ground: Masse/Terre.

Wall Plug/AC Supply: Prise murale/Alimentation AC.

Battery: Batterie/Pile.

Fuse: Fusible.

Resistor: Résistance.

Variable Resistors: Résistances variables.

Capacitors: Condensateurs.

Variable Capacitor: Condensateur variable.

Diode: Diode.

Zener Diode: Diode Zener.

LED: LED.

PNP Transistor: Transistor PNP.

NPN Transistor: Transistor NPN.

Integrated circuit (IC): Circuit intégré (Puce).

3b Introduction aux Transistors

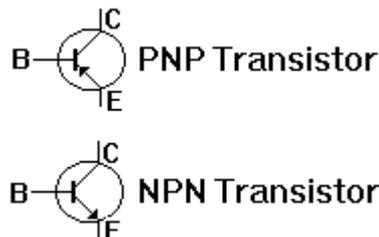
Les Transistors sont beaucoup employés dans les Flippers. Ils y a de plusieurs types, mais nous ne parlerons que de ceux qui sont le plus utilisés afin de faire simple.

Qu'est-ce qu'un Transistor? Les Transistors sont de petits composants qui amplifient de faibles signaux générés par des basses tensions. Ce sont les composants basiques de toute l'électronique existant de nos jours. Il ne s'agit que de simples interrupteurs qui peuvent être utilisés pour active/désactiver des choses. Bien qu'ils soient de conception simple, ils n'en restent pas les composants électriques les plus importants. Par exemple, ils sont les seuls composants employés dans la construction d'un processeur Pentium. Une simple puce Pentium contient 3,5 millions de transistors.

Le transistor possède 3 pattes: le Collecteur (C), la Base (B) et l'Emetteur (E). La Base (B) est l'interrupteur ON/OFF du transistor. Si une tension est appliquée à la Base, il y aura un cheminement du Collecteur (C) à l'Emetteur (E) par lequel le courant poursuivra son chemin (L'interrupteur est ON). S'il n'y a pas de tension appliquée à la Base, alors aucun courant ne passera du collecteur à l'Emetteur (l'interrupteur est OFF).

Lorsqu'une tension est appliquée sur la Base, cela change les caractéristiques du voltage pour l'ensemble du transistor et, ainsi il est possible de contrôler le flux du courant du Collecteur à l'Emetteur. Donc une légère modification de tension sur la Base engendre une grande modification de tension entre le Collecteur et l'Emetteur.

Symboles des Transistors: Remarquez le sens de la flèche tourné vers l'intérieur ou l'extérieur du transistor, indiquant un transistor NPN ou PNP.



La flèche à l'intérieur du symbole du transistor est toujours située sur la patte de l'Emetteur et indique le sens du courant conventionnel (du positif au négatif). Voici la différence entre NPN & PNP:

NPN = Ne pointe pas vers l'intérieur du transistor

PNP = Pointe vers l'intérieur du transistor.

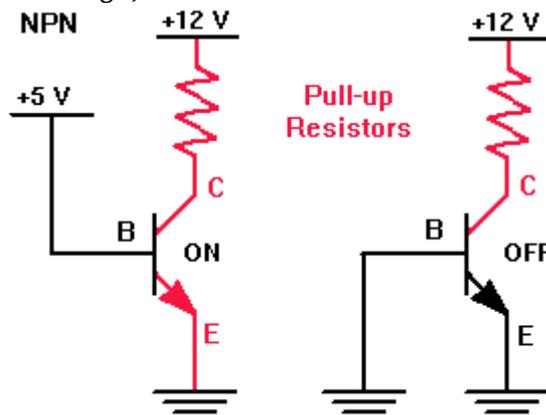
Les transistors NPN et PNP fonctionnent essentiellement de la même manière; seules leurs polarités sont inversées. Cela signifie qu'un transistor NPN possède une fréquence de réponse plus élevée que celle d'un transistor PNP (parce que le flux d'électron est plus rapide que le flux du courant). Lorsqu'un transistor NPN s'active, il y a toujours une chute de tension constante de 0,6 volt entre la Base et l'Emetteur. Cependant la Base a toujours entre +0,4 et +0,6 volts de plus que l'Emetteur. Nous en verrons la démonstration lorsque nous testerons les transistors à l'aide d'un Multimètre (Digital).

Les Transistors Bipolaires sont souvent employés dans les Flippers et sont un matériel de commande assez fréquent. Cela signifie qu'une toute petite

quantité de courant, de l'Emetteur à la Base peut commander une tension relativement importante entre l'Emetteur et le Collecteur.

Les transistors Darlington (par exemple des TIP102 et des TIP36c) sont en fait 2 transistors en un. Cela est rendu possible en assemblant les 2 transistors de telle sorte que l'Emetteur de l'un pilote la Base de l'autre et en reliant leurs Connecteurs ensemble. On connaît cela sous l'appellation "Paire de Darlington" et ils peuvent être utilisés comme de simples transistors (Emetteur en commun, Emetteur asservi, etc.). L'avantage de ce type de transistor est qu'il a un plus grand pouvoir de dissipation (ce qui veut dire qu'ils peuvent faire passer beaucoup plus de courant pour commander de grosses bobines comme les renvois verticaux et les batteurs). Leur inconvénient est leur faible réactivité dans leur activation/désactivation.

Comment un courant faible peut activer un courant plus important au cœur d'un transistor NPN. A transistor peut être conçu comme un matériel qui ne s'active que dans une seule direction. Il peut tirer plus ou moins de courant via la charge de sa résistance (parfois appelée résistance de tirage).



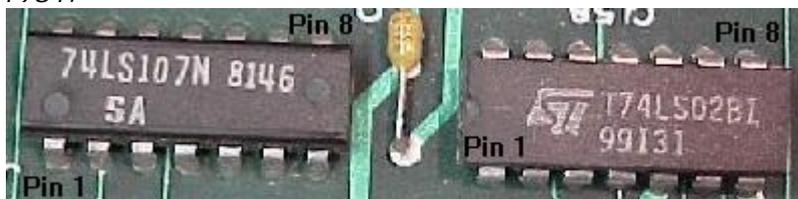
Le diagramme ci-dessus montre comment un NPN est activé. Lorsque la Base est interrompue (connectée à la masse), le courant ne traverse pas le transistor, aussi peut-on dire ce celui-ci est éteint (OFF). Lorsque la tension est appliquée sur la Base, cela "allume le transistor" (l'active ou le met sur ON), fermant le cheminement du 12 volts vers la masse (et ainsi mettant la bobine sous tension).

[Retour TM](#)

3c Introduction aux Puces Logiques

Que cela vous plaise ou non, si vous faites des réparations sur un circuit imprimé, vous devez savoir quel est le sens d'assemblage (quel côté est en haut) des puces logiques. Ce chapitre ne vous donnera pas l'ensemble des détails sur ces puces, mais vous donnera les informations de base dont vous aurez besoin.

Marquage de la broche n°1 de 2 manières différentes selon les fabricants. La puce à gauche (74LS107) est dotée d'un petit point imprimé indiquant la broche 1. La puce à droite (74LS02) est dotée d'une encoche et la broche n°1 est toujours à gauche de cette encoche (lorsque vous faite face à la puce, l'encoche dirigée vers le haut). La puce à gauche possède également une date codée: "8146" ce qui veut dire qu'elle a été fabriquée la semaine 46 de l'année 1981.



Où se trouve la broche n°1? Chaque puce est dotée d'une première broche. Il est nécessaire de savoir la repérer, car elle le point de référence de toutes les autres broches. De la même manière la broche n°1 permet d'indiquer le sens d'insertion de la puce sur un circuit imprimé ou sur un socket. Si jamais vous la montez à l'envers, la puce ne pourra pas fonctionner.

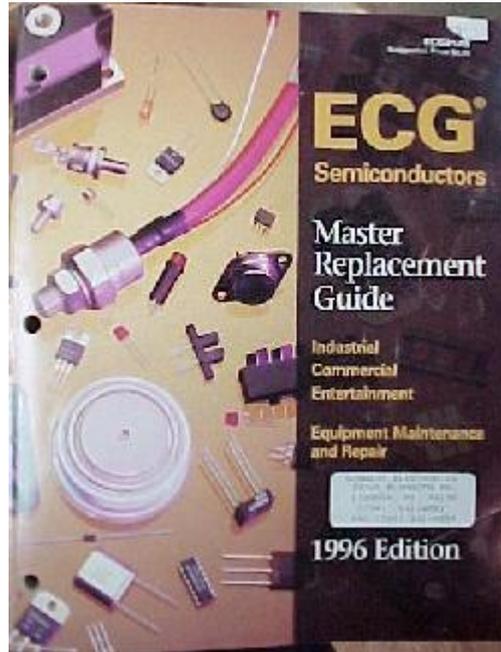
Sur toutes les puces, la broche n°1 est repérée d'une manière ou d'une autre. Souvent par un point imprimé en creux sur le corps de la puce... Mais, autrement, il y a une encoche sur la puce, auquel cas, la broche n°1 se trouve toujours à gauche de cette encoche. Plus rarement, une puce peut avoir les 2 systèmes de repérage.

La broche n°1 est également repérée sur tous les sockets. Là encore, les sockets sont en général dotés d'une encoche pour indiquer la broche n°1. Cette encoche permet lors du remplacement d'une puce de ne pas la remonter à l'envers. D'autres sockets sont marqués d'un petit signe "+" qui désigne la broche n°1 au lieu d'une encoche.

Souvent, le circuit imprimé, lui aussi, est sérigraphié pour désigner la position de la broche n°1 de chaque puce. Là encore, il peut s'agir le trace d'une boîte indiquant la position de la puce dans laquelle se trouve une encoche sur un des côtés. Ou cela peut tout simplement être un "1" ou un point à côté du perçage de la broche n°1.

Comment sont numérotées les broches des puces (où se trouve la dernière broche?): Si la première broche est identifiée, alors la dernière aussi... En effet la numérotation est séquentielle (comme vous vous y attendiez) et lorsque vous parvenez à la dernière broche d'un côté, la numérotation passe directement de l'autre côté et continue de s'incrémenter. Ce qui veut dire que la dernière broche se trouve juste en face de la 1^{ère}. Une autre méthode est de compter les broches dans le sens antihoraire.

Guide de remplacement des composants de 1996. Vous n'aurez pas besoin de la dernière version compte tenu que les puces dont vous aurez besoin datent d'un bon moment...

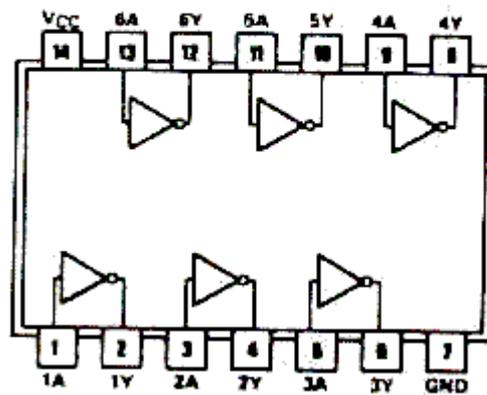


Achetez un guide de remplacement des composants: Tout revendeur d'électronique qui vend des pièces NTE ou ECG aura un de ces guides sous la main. Souvent vous pourrez obtenir un vieil exemplaire gratuitement ou pour quelques Euros... Vous n'aurez pas besoin de la dernière version car les puces que vous remplacerez ont été produites il y a un grand nombre d'années.

Extrait du guide de remplacement ECG. Remarquez que les broches de masse (GND) et du +5 volts (VCC) sont désignées de la même manière que ce que font les autres broches. Ci-dessous une puce 7406 ou 74LS06.

Diag. 8 14-Pin DIP See Fig. D6

ECG7406



**Hex Inverter/Buffer with Hi-Volt
(30 V) Open Collector Output**

Ce guide de remplacement n'est pas tant utile pour remplacer les puces (quoique que cela puisse aider), mais plutôt pour les informations relatives aux fonctions des broches figurant sur ce livre. Il montrera, pour chaque puce, ce qu'elle fait et à quoi sert chaque broche. C'est le genre d'information

qu'il vaut mieux avoir sous la main. Par exemple, la broche de masse (GRD) peut varier d'une puce à l'autre, comme le +5 volts (VCC)... Vous aurez besoin de ce genre d'information lorsque vous effectuerez des réparations sur les circuits imprimés, car vous devrez savoir où se trouve la masse et la phase, sur les puces où vous devrez intervenir.

Guide des références des Puces en ligne: Il existe aussi des guides en ligne qui référencent les puces et leurs broches de sortie. Bien qu'ils ne soient pas aussi documentés que les guides ECG/NTE, ils sont faciles et rapides d'accès (et gratuit): Essayez les liens suivants: [Catalogue n°1](#) et [Catalogue n°2](#).

Explication sur les Puces TTL: Les puces les plus utilisées dans les circuits des Flippers sont les puces TTL. Elles constituent un jeu de sous-circuits utilisés dans la conception des cartes. La famille des circuits intégrés TTL a été mise sur le marché il y a plus de 30 ans par Texas Instruments. TTL signifie "Transistor to Transistor Logic" (ou Logique de transistor à transistor), e qui veut dire que 2 transistors sont utilisés pour commander chaque sortie de chaque puce, un pour faire chuter la sortie à un niveau "bas" et l'autre pour la tirer à un niveau "haut". Les puces utilisant la technologie TTL sont plus rapide que les puces plus anciennes de génération RTL (Resistor to Transistor Logic ou Logique de Résistance à Transistor) et DTL (Diode to transistor Logic ou Logique de Diode à Transistor).et elles consomment plus de puissance que les technologies MOS (*Metal Oxide Semiconductor – Semi-conducteur à base d'oxyde de métal*) qui elles sont utilisées dans la plupart des puces VLSI (*Very Large Scale Integrated circuit – Circuit intégrés de très grande échelle*).

La famille TTL possède au moins 6 sous-familles offrant différents taux d'échange de signaux. Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous, classée plus ou moins par ordre de mise sur le marché:

Famille		Temps de réponse (ns)	Puissance (mW)
Basique		10	10
Basse-Puissance	L	35	1
Schottky	S	3	18
Schottky Basse-Puissance	LS	9	2
Rapide	F		
Schottky Améliorée	AS	1.5	10
Schottky Basse-Puissance Améliorée	ALS	4	1
CMOS Haute-Vitesse	HCT		
CMOS Haute-Vitesse	HC		

Le terme "*Schottky*" se réfère à une technologie qui rend les transistors plus rapide. A chaque génération de la famille TTL, la représentation de "*Basse-Puissance*" est 3 fois plus lente que les précédentes, mais elle ne consomme plus qu' $1/10^{\text{ème}}$ de la puissance. Aujourd'hui, les sous-familles Schottky Basse-Puissance (ou LS) est le membre le plus utilisé dans la famille TTL.

Les puces TTL sont appelées par convention 74xx ou 54xx. Tous les fabricants de puces TTL utilisent le même standard d'appellation, comme par exemple la puce SN74LS00. Le préfixe SN indique que la puce a été fabriquée par Texas Instruments, les autres fabricants ayant leur propre préfixe. Quoiqu'il en soit, le reste de la désignation concorde avec celui du modèle et les puces du même modèle fonctionneront exactement de la même manière. Il est possible

de trouver une lettre supplémentaire en tant que préfixe ou que suffixe: par exemple RSN qui indique des puces durcies par rayonnement et fabriquées Texas Instruments; SNM indique les procédures de contrôle qualité de la spécification militaire MIL-STD-883.

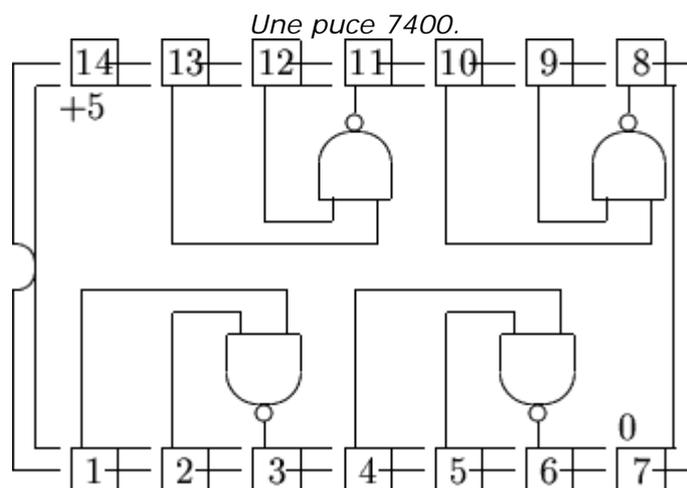
Le code numérique 74xx indique que la puce est conforme aux exigences de l'industrie de l'électronique civile, étant capable de fonctionner dans une plage de températures comprises entre 0 et 70°C, alors que le code 54xx indique la possibilité de fonctionner sur une plage de températures plus extrêmes entre -55 et 125°C, qui elles sont requises par beaucoup d'exigences Militaires et d'applications industrielles spécifiques. Les lettres LS (par exemple dans SN74**LS**00) indique la sous-famille à laquelle la puce appartient. Enfin, les 2 derniers chiffres indiquent la fonction logique exécutée par la puce.

Voici la liste de quelques puces TTL très courantes:

- 7400 (ou 5400) Quad à 2 entrées – Portes NAND.
- 7402 (ou 5402) Quad à 2 entrées – Portes NOR.
- 7404 (ou 5404) Inverseur Hex.
- 7408 (ou 5408) Quad à 2 entrées – Portes AND.

Les descriptions suivantes sont extraites du "TTL Data Book", publié par Texas Instruments. Il existe des "Data books" équivalents publiés par les principaux fabricants de Puces, tel que "Signetics", "National Semiconductor", "ECG" et "NTE".

Chaque description de circuit dans le série TTL suit un schéma commun. Des broches d'entrées et de sorties dont les identifications sont associées à leur n° de broche. Par exemple: pour une puce à 14 broches, Les numérotation vont de 1 à 14. Quelle que soit la puce, 2 des broches sont réservées à l'alimentation – la tension (+5 volts) et la masse (0 volts). Ces broches ne sont pas incluses dans les descriptions des puces. Les broches restantes sont divisées entre les "entrées" et les "sorties".



Si pour exemple on considère la puce 74LS00 chip, celle-ci possède 4 portes NAND. Les entrées de la 1^{ère} porte NAND sont les broches 1 & 2 et sa sortie est la broche 3. Les entrées de la 2^{ème} porte NAND sont les broches 4 & 5 et sa sortie est la broche 6. Le reste des portes NAND est relié aux broches 8 à 13, les broches 7 et 14 étant dédiées à la masse et la tension (respectivement) n'ont pas de nom dans les spécifications.

Puces HCT & HC: La plupart des applications des Flippers utilisent des puces TTL de type "LS". Mais aujourd'hui, les puces LS deviennent de plus en plus difficile à se procurer. Mais, la bonne nouvelle est que les nouvelles puces HCT remplaceront celles de technologie LS dans la plupart des cas (sinon dans tous). Le "T" dans HTC indique un niveau d'interface LS dans le TTL (minimum 2,4 volts en entrée pour obtenir un "1" logique), même si le HCT est un composant CMOS. Les puces HCT pourront être généralement substituées aux puces TTL classiques (comme pour une puce 7400).

Cependant, ne remplacez pas les LS – ou toute autre puce de la famille TTL – par des HC sans vérifier les spécifications au préalable, car les puces HC ne sont pas compatibles avec les puces TTL. Ce sont des CMOS haute vélocité mais elles n'ont pas d'interface TTL (les puces HC attendent des niveaux d'entrées bien plus élevés pour le "1" logique et bien plus bas pour le "0" logique). Les HC ont des niveaux d'interface similaires aux vieilles séries 4000 de circuits intégrés, excepté que les HC fonctionnent en général beaucoup plus vite.

Puces CMOS: Elles sont conçues sous la convention 40XX ou 45XX. La famille logique CMOS (Complimentary Metal Oxide Semiconductors ou Semi-conducteurs complémentaires à base d'oxyde de métal) est une étape au-delà de la famille TTL. Sa caractéristique principale est qu'il peut fonctionner sous des tensions bien plus importantes (supérieure à +12 volts) qu'une puce TTL. . Mais elle a un taux de performance identique aux TTL. Les TTL sont considérées comme des puces digitales, car elles n'ont que 2 états de validité: Bas (0) et Haut (1). Les CMOS possèdent des états proportionnels par nature.

Par exemple, comparons un CMOS 4069 – un inverseur Hexadécimal – qui est un équivalent fonctionnel d'un TTL 7404 (mais qui n'a pas le même nombre de broches, ce qui veut dire que vous ne pouvez pas directement les interchanger). Dans ce cas, nous savons que si une entrée "donnée" a, un état "Haut" (1) sur le TTL 7404, alors la sortie sera inversée pour donner un état "Bas" (0). Après tout, c'est ce que fait un inverseur Hexadécimal. Mais le CMOS 4069 est différent, d'abord, son état d'entrée peut être compris entre des tensions de 0 au niveau de tension opérationnelle (c'est-à-dire +12 volts dans cet exemple). Ainsi, si la tension d'entrée est de 4 volts, la sortie sera de 8 volts, ce qui est le double du voltage opérationnel.

Les CMOS sont très utiles pour piloter les sorties Audio et Vidéo ou pour toute situation où la tension d'entrée n'est pas en "Noir et Blanc" ou "Zéro ou Un".

[Retour TM](#)

3d Explication des composants et comment les tester à l'aide d'un multimètre (tester la tension, la continuité, les résistances, les condensateurs, les diodes, les transistors et les puces)

La tension: Un multimètre possède 2 électrodes, une rouge et une noire. La noire doit être connectée au port COM (commun) de votre instrument. C'est très important lorsque vous mesurez du VDC (courant continu).

Si votre multimètre est à ajustement manuel, la capacité doit être réglée en fonction de la tension à tester... Lorsque vous mesurez du VDC, l'électrode noire doit être placée sur la masse et la rouge sur la partie sous tension à mesurer. Si vous mesurez du VAC (courant alternatif), cela n'a aucune importance (compte tenu que le courant alternatif change de la tension positive à 0, puis de 0 à la tension en négative, etc... de nombreuses fois par secondes).

La continuité: Tester la continuité est une des tâches de base du multimètre. Cela permet si 2 points sont physiquement reliés entre eux. La continuité est définie par une absence de résistance (0 Ohm), mais en réalité, la plupart des multimètres lisent la continuité pour toute résistance inférieure à 75 Ohms.

Par exemple, si nous devons retirer une puce d'un circuit imprimé et installer un socket, nous testons toujours chaque broche du socket afin d'être sûrs qu'elles se connectent aux pistes de la carte auxquelles elles sont soudées. Cela garantit que nous n'avons pas cassé ou fissuré une lors du retrait de la vieille puce.

A l'aide de notre multimètre, réglé sur continuité, nous buzzons les points 2 à 2 avec les électrodes. Une électrode sur la broche du socket, l'autre sur la piste reliée au socket, nous devons entendre une sonnerie qui indique la continuité. S'il n'y en a pas, cela signifie que les 2 points ne sont pas reliés (ou qu'ils sont connectés mais avec une résistance conséquente au milieu).

Si jamais votre multimètre n'est pas équipé de l'option "continuité", utilisez le réglage le plus petit de mesure de la résistance (Ohms) pour faire ce test. Zéro Ohm (ou quelque chose inférieur à 1 Ohm) signifie que vous avez de la continuité. L'inconvénient d'un tel manque sera que vous devrez regarder l'afficheur de votre multimètre pour vérifier s'il y a de la continuité ou non. Par contre si votre matériel en est doté, vous n'aurez qu'à entendre la tonalité, ce qui rend un enchainement de tests beaucoup plus rapide.

Résistances: Tester des résistances est un peu comme tester la continuité, mais en plus la valeur de la résistance est mesurée. Si vous utilisez un multimètre à ajustement manuel, vous devrez connaître la valeur de la résistance à tester (pour vous placez sur la bon calibre des Ohms). Si vous vous positionnez sur 10K et que la résistance est de 12K, vous n'aurez aucune valeur. La plupart des résistances peuvent être testée "en circuit". C'est à dire soudées, sans avoir à les déposer. Positionnez juste les électrodes du multimètre à chaque extrémité de la résistance.

Les résistances sont-elles polarisées? Pour faire court, "Non". Elles ne le sont pas. Lors de la mesure, il importe peu de savoir dans quel sens doivent être positionnées les électrodes (rouge & noire). De la même manière, lorsqu'il faut installer une résistance dans un circuit, il n'y a pas de sens particulier.

Décodeur de couleur, environ 1,5€ pour convertir facilement les couleurs des résistances.



Tableau des couleurs des résistances: Voici un tableau récapitulatif des 3 premières bandes de couleur figurant sur les résistances. La 3^{ème} bande est le "multiplicateur":

Couleurs des bandes 1 à 3	Valeurs des Bandes 1 & 2	Valeur (Multiplicateur) de la bande 3
Noir	0	1
Marron	1	10
Rouge	2	100
Orange	3	1.000 (1k)
Jaune	4	10.000 (10k)
Vert	5	100.000 (100k)
Bleu	6	1.000.000 (1meg)
Pourpre	7	
Gris	8	
Blanc	9	

Couleurs de la 4^{ème} bande: La 4^{ème} bande représente la tolérance (quelle est le taux d'exactitude de la valeur, en plus et en moins). En voici les couleurs:

- Pas de 4^{ème} bande = 20% de tolérance.
- Argent = 10% de tolérance.
- Doré = 5% de tolérance.
- Rouge = 2% de tolérance.

Exemple de résistances: A partir des tables ci-dessus, voici ce que pourrait donner différents codes:

- Jaune, Pourpre, Noir, Argent = 47 Ohms, 10% de tolérance.
- Jaune, Pourpre, Marron, Argent = 470 Ohms, 10%.
- Jaune, Pourpre, Rouge, Argent = 4.700 (4,7k) Ohms, 10%.
- Jaune, Pourpre, Orange, Doré = 47.000 (47k) Ohms, 5%.
- Jaune, Pourpre, Jaune, Argent = 470.000 (470k) Ohms, 10%.
- Jaune, Pourpre, Vert, Rouge = 4.700.000 (4,7meg) Ohms, 2%.
- Jaune, Pourpre, Bleu = 47.000.000 (47meg) ohms, 20% (car pas de 4^{ème} bande).

Grace aux informations ci-dessus, le calibre du multimètre peut être correctement réglé. Rappelez-vous de toujours régler le multimètre au calibre supérieur à la valeur de la résistance ou celle-ci ne pourra jamais être lue. Dans le cas où une résistance a une valeur 10% au-dessus ou en dessous de son nominal, remplacez-la (mais si certaines résistances ont une tolérance de 20%).

Puissance (Watt) des résistances: Les bandes figurant sur les résistances n'indiquent pas la puissance des résistances. Les petites résistances logiques font généralement $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{2}$ Watt. Les résistances utilisées pour piloter les tensions d'alimentation sont généralement plus grandes, de 1 à 10 Watts. En fait, plus la résistance est physiquement grosse et plus elle peut supporter de puissance. Si une application demande une résistance de 2 Watts, seule une résistance de 2 Watts ou plus sera appropriée (ce qui veut dire 2, 5 ou 10 Watts). L'installation d'une résistance de moindre puissance la fera très certainement chauffer puis griller (elle sera alors ouverte ou la valeur de résistance en sera affectée). Le plus souvent, les résistances de plus grande puissance sont marquée de leur valeur en Watts (c'est-à-dire "5w" pour 5 Watts). Les résistances les plus petites ne possèdent généralement pas un tel marquage.

Valeurs des résistances: Dans la plupart des cas, les résistances ont un taux de tolérance de 10%. Cela veut dire que si un circuit appelle une résistance de 33K (33.000) Ohms, une valeur acceptable peut varier de 29,7K à 36,3K Ohms (soit +/- 3,3K). Idéalement, il est mieux d'avoir une résistance d'exactly 33K, mais dans un Flipper une tolérance de +/- 10% est acceptable.

Mesure d'une diode, avec l'électrode noire sur le côté repéré.



Diodes et Ponts redresseurs: Les diodes sont intensivement utilisées dans les Flippers. Dans les Flippers électroniques, il y aura une diode sur chaque bobine (mais sur certains jeux, comme chez Williams, les diodes sont placées sur la carte driver et non sur les bobines). Les diodes sur les bobines sont là pour supprimer le retour d'électricité statique (champ électro magnétique). Lorsqu'une bobine est soudainement relâchée, le champ magnétique qui s'effondre génère une tension dans la bobine qui tend à maintenir le courant. Comme la coupure de courant est généralement très rapide, la tension peut atteindre plusieurs centaines de volts. Cette haute tension, peut revenir à la carte driver et endommager ses composants (généralement le transistor de commande de la bobine).

Tester une Diode: Une diode ne peut pas toujours être testée en circuit. Souvent (mais pas toujours), une patte de la diode doit être retirée (dessoudée) du circuit afin d'être testée correctement. Ceci est également valable pour les diodes reliées aux bobines. Lorsque vous testez une diode, régler votre multimètre sur mesure de diode.

Placez son électrode noire sur le côté repéré de la diode et la rouge sur le côté non repéré. Une lecture entre 0,4 et 0,8 volts devrait être obtenue. Si vous obtenez une autre valeur, retirez une patte de la diode du circuit et testez à nouveau. Si vous restez toujours en dehors de cette plage, alors la diode est probablement défectueuse.

Echangez la position des électrodes du multimètre et vous devriez obtenir une valeur nulle ou un zéro. Dans le cas contraire, retirez une patte de la diode du circuit et recommencez le test. En cas de valeur nulle, cela signifie que la diode est défectueuse.

Les Diodes sont-elles polarisées? Pour faire court, "oui". Cela signifie que le sens de lecture avec les électrodes doit être effectué comme décrit ci-dessus. Pour obtenir une bonne lecture, il faut que le sens du courant soit respecté.

Valeurs des Diodes: La plupart des diodes sont dimensionnées selon un pic de tension (volts) et un nombre d'ampères. Une diode d'une tension ou d'une puissance plus grande est compatible. Par exemple, une diode 1N4001 (1 Amp, 100 volts) peut être remplacée par une diode 1N4004 (1 Amp, 400 volts); Les diodes les plus utilisées dans les Flippers sont les 1N4004. Les Ponts redresseurs (contenant 4 diodes dans un boîtier) sont faits de la même manière (un remplacement par des caractéristiques plus élevées est OK).

Par contre, les diodes Zener ne peuvent être substituées si facilement. En effet, elles sont dimensionnées à une tension et une puissance particulières. Cette tension dans la presque totalité des circuits doit être identique. Seule la puissance en Ampères peut être augmentée. Par exemple, une diode Zener 1N5237 (8,2 volts, ½ Amp) peut être remplacée par une diode 1N4738 (8,2 volts, 1 Amp). De même, une diode 1N4196 (8,2 volts, 10 Amps) peut également la remplacer, car la tension de 8,2 volts est maintenue, mais à une puissance de 10 Ampères. Dans la plupart des Flippers, les diodes Zener ½ ou 1 Watt sont très courantes (personnellement, nous remplaçons toujours une diode Zener 1N52xx d'1/2 Watt par une 1N47xx d'1 Watt).

Voici une liste des remplacements possibles:

Diodes Zener 1/2 Watt contre 1 Watt		
Diode Tension	1/2 Watt (1N52xx)	1 Watt (1N47xx)
2,4	1N5221	aucun
2,5	1N5222	aucun
2,7	1N5223	aucun
2,8	1N5224	aucun
3	1N5225	aucun
3,3	1N5226	1N4728
3,6	1N5227	1N4729
3,9	1N5228	1N4730
4,3	1N5229	1N4731
4,7	1N5230	1N4732
5,1	1N5231	1N4733
5,6	1N5232	1N4734
6	1N5233	aucun
6,2	1N5234	1N4735
6,8	1N5235	1N4736
7,5	1N5236	1N4737
8,2	1N5237	1N4738
8,7	1N5238	aucun
9,1	1N5239	1N4739
10	1N5239	1N4740
11	1N5241	1N4741
12	1N5242	1N4742
13	1N5243	1N4743
14	1N5244	aucun
15	1N5245	1N4744
16	1N5246	1N4745
17	1N5247	aucun
18	1N5248	1N4746
19	1N5249	aucun
20	1N5250	1N4747
22	1N5251	1N4748
24	1N5252	1N4749
25	1N5253	aucun
27	1N5254	1N4750
28	1N5255	aucun
30	1N5256	1N4751
33	1N5257	1N4752
36	1N5258	1N4753
39	1N5259	1N4754
43	1N5260	1N4755
47	1N5261	1N4756
51	1N5262	1N4757
56	1N5263	1N4758
60	1N5264	aucun
62	1N5265	1N4759
68	1N5266	1N4760
75	1N5267	1N4761
82	1N5268	1N4762
87	1N5269	aucun
91	1N5270	1N4763
100	1N5271	1N4764
110	1N5272	aucun
120	1N5273	aucun

Tester un Pont Redresseur: Un pont redresseur est essentiellement constitué de 4 diodes, assemblées dans une "boite noire". La fonction du pont est de redresser du VAC en VDC. C'est un composant très courant dans le mode de la réparation des Flippers. Un test non concluant sur un pont ne veut pas dire qu'il soit défectueux. Le pont doit être testé sans aucune charge. Seul un pont en court-circuit (donc faisant sauter les fusibles) ou ouvert ne pourra être déclaré comme défectueux. Un pont testé OK, peut ne pas fonctionner correctement. En fait, un pont testé en circuit (soudé) peut souvent ne pas produire les bonnes valeurs.

Un Pont possède 4 pattes: 2 pattes AC et 2 pattes DC (positif et négatif). Sur le côté de chaque Pont, marqué sur le boîtier métallique, se trouvent 2 infos: "AC" et "+" (également la patte "+" devrait être décalée par rapport aux autres). Devinez la correspondance des 2 autres pattes est facile: L'autre patte AC est en diagonale du marquage "AC". La patte du "-" VDC est en diagonale du marquage "+" (et décalée) de la patte VDC. Tester un Pont alors qu'il est en circuit peut ne pas indiquer les résultats indiqués ci-dessous. Tester le Pont déposé:

1. Réglez le multimètre sur mesure de diode.
2. Placez l'électrode noire sur la patte "+" (positif) du Pont.
3. Placez l'électrode rouge sur l'une puis sur l'autre patte VAC du Pont. Vous devriez trouver entre 0,4 et 0,6 volts.
4. Placez l'électrode rouge sur la patte "-" (négatif) du Pont.
5. Placez l'électrode noire sur l'une puis l'autre patte VAC du Pont. Vous devriez trouver entre 0,4 et 0,6 volts.

Si les valeurs obtenues sont en dehors de la plage des 0,4 à 0,6 volts, pour l'un des tests qui précèdent, le Pont est défectueux. En général, un zéro (un court-circuit) ou une valeur nulle (diode de pont ouverte) sur l'un des tests ci-dessus indique la défaillance.

Les Transistors et les Pucés: Les transistors sont essentiellement des interrupteurs électroniques. Et les pucés TTL, énormément employées sur les cartes des Flippers, sont basiquement un ensemble de transistors encapsulés dans une puce.

Tester des Transistors: Tester un Transistor, c'est un peu comme tester une Diode. Réglez le multimètre sur mesure de diode. Nos guides sur les différentes séries de maintenance sur les Flippers couvre la description de tous les tests nécessaires sur les Transistors. Référez-vous à ces guides pour lire les détails spécifiques à chaque fabricant et génération de Flippers. Certains multimètres possèdent un testeur de transistor intégré. Cela marche très bien, mais il faut que celui-ci soit dessoudé de la carte pour pouvoir réaliser le test (ce qui n'est pas pratique).

Dans la plupart des cas, le mode de test le plus commun sera celui des transistors "Darlington" (ce qui signifie qu'il y a 2 transistors dans un même corps, tel que les TIP102, TIP122, TIP36, etc.). Presque tous les tests seront effectués "en circuit" (installés sur le circuit imprimé). Pour tester, il vous faudra placer une électrode du multimètre sur le corps métallique (qui correspond sinon à la patte central si le corps n'est pas métallique) et l'autre sur l'une puis l'autre patte (côté externe). Une valeur comprise entre 0,4 et 0,6 volts ou entre 1 et 1,2 volts devrait être obtenue, selon la nature du transistor et de l'électrode (rouge ou noire) qui est placée sur le corps métallique. La meilleure indication qu'un transistor est HS sera une valeur

inférieure à 0,2 volts (probablement un court-circuit). Consulter nos guides de maintenance spécifiques, pour obtenir plus d'information sur le sujet. Toutefois, rappelez-vous qu'un transistor peut parfois être testé et ressortir comme "Bon" alors qu'en réalité il est défectueux.

Tester des Puces: Le mode "mesure des diodes" sur un multimètre peut également être utilisé pour vérifier la plupart des puces logiques. Mieux vaut tester la puce "hors circuit", mais souvent c'est juste impossible à faire.

Pour tester les puces, il faudra identifier au préalable la broche de masse (c'est pour ça que nous avons introduit cette problématique un peu au-dessus). Placez l'électrode rouge sur la broche de masse; ça peut vous paraître fou, car cela ira à contre sens du cheminement établi du courant. Quoiqu'il en soit, c'est comme ça qu'il faut procéder. Donc, avec l'électrode rouge sur la broche de masse, vérifiez toutes les autres broches à l'aide de l'électrode noire (à l'exception de la broche d'alimentation VCC prévue pour la tension en +5 volts). Là encore, vous devriez trouver 0,4 à 0,6 volts pour chaque broche, si vous trouvez une autre valeur, il y a de bonnes chances que la puce soit morte. La meilleure indication d'une puce HS est une valeur inférieure à 0,2 volts (probablement un court-circuit).

Testeur de circuits intégrés LBT-10.



Une manière plus évoluée de tester les puces est d'utiliser un boîtier spécifique: un testeur de circuits intégrés (IC tester). On peut en trouver entre 40 et 150€ sur le web. Quoiqu'il en soit, nous pensons que cette dépense est utile. Si la puce peut être retirée de la carte, alors il sera possible de tester toutes les puces de la famille TTL (7400 à 74xxx et leurs cousins LS, S, HTC, etc.). Il permet aussi de tester les puces CMOS (séries 40xx et 45xx), qui sont également faciles à analyser. C'est rapide, facile et fiable d'utilisation. Nous recommandons grandement ce genre de produit, surtout pour les novices. Le seul désavantage de ce boîtier est que la puce doit être retirée de la carte pour pouvoir être testée, et bien sûr il y a son prix (NDT: les prix baissent... Consultez eBay).

Numérotation des Puces: La plupart du temps, si un circuit a besoin d'un 74LS04, il devrait être remplacé par un 74LS04. Mais parfois d'autres puces peuvent être utilisées comme rechange si elles sont de la même famille. Logiquement, ces puces sont les mêmes (un inverseur hexadécimal), mais leurs spécifications de puissance et de vélocité peuvent être différentes. Nous ne pouvons garantir qu'un circuit qui fonctionnait initialement avec un 7404, marchera avec un 74HTC04. Souvent, ce sera le cas, mais dans pas mal d'applications, non! Pour exemple, un circuit d'horloge pourra réagir différemment entre un 7404 et un 74LS04. Mais vous trouverez plus d'information dans la section "introduction aux puces logiques que nous avons abordés plus haut.

Condensateurs: Les condensateurs stockent les charges électriques pendant un moment. Ils sont utilisés dans les Flippers pour filtrer des signaux ont des tensions, c'est-à-dire les atténuer ou les rendre plus uniformes (la tension d'alimentation charge le condensateur et lorsqu'elle chute, le condensateur se décharge, maintenant la tension a un certain niveau, jusqu'à ce que la tension d'alimentation remonte à nouveau).

Terminologie et valeurs des condensateurs: Les condensateurs sont mesurés en déclinaisons de Farad: Par exemple, dans les Flippers ils sont déclinés en microfarads (et parfois même en picofarads, mais c'est relativement rare). La bonne désignation pour 100 microfarads est "100µF" ou "100mfd". Voici une liste des possibles terminologies:

- F: Farad.
- mF: Millifarad ou un millième de Farad.
- **uF ou mfd: Microfarad ou un millième de Millifarad.**
- nF: Nanofarad ou un millième de Microfarad.
- pF: Picofarad ou un millième de Nanofarad.

Par exemple, 0,039 Microfarad (uF) équivaut à 0,000039 Millifarads (mF). Une autre chose déroutante, c'est la manière dont les condensateurs sont parfois identifiés. Par exemple, souvent les condensateurs céramique seront marqué du repère "104". La plupart des condensateurs sont repérés par 3 chiffres, parfois par 2. Il faut les comprendre en Picofarads. Par exemple, si vous avez "47" imprimé sur un petit condensateur, vous pouvez présumer qu'il s'agit de 47 Picofarads. S'il y a 3 chiffres, c'est similaire à un code de résistance. Les 2 premiers chiffres indiquent le nominal et le 3^{ème} est un code multiplicateur. La plupart du temps, le dernier chiffre vous dit combien de zéros ajouter après les 2 premiers chiffres (en Picofarads). Voici une table complète pour une description exhaustive:

3ème chiffre	Multiplicateur à appliquer aux 2 premiers chiffres (en Picofarads)
0	1
1	10
2	100
3	1.000
4	10.000
5	100.000
6	Non utilisé
7	Non utilisé
8	0,01
9	0,1

Exemple: Un condensateur marqué "104" équivaut à 10 multiplié par 10.000, soit 100.000 pF, ou encore à un condensateur de 0,1 Microfarad. Un condensateur marqué "103" équivaut à 10 multiplié par 1.000, soit 10.000 pF ou encore 0,01 Microfarad. "102" équivaut à 10 multiplié par 100 soit 1.000 pF ou 0,001 Microfarad. Voici un tableau pour faciliter la lecture:

Code du condensateur	Valeur du condensateur
101	0,0001uF ou 100pF
102	0,001uF ou 1000pF
103	0,01uF ou 10.000pF
104	0,1uF ou 100.000pF
105	1uF ou 1.000.000pF
221	220pF
561	560pF
881	880pF
203	0,02uF
204	0,2uF
205	2uF
223	0,022uF
224	0,22uF
225	2,2uF
473	0,047uF
474	0,47uF
475	4,7uF

En supplément, il peut y avoir une lettre après le code du condensateur... Elle indique la tolérance, tel que:

Symbole Alphabétique	Tolérance du Condensateur
B	+/- 0,10%
C	+/- 0,25%
D	+/- 0,5%
E	+/- 0.5%
F	+/- 1%
G	+/- 2%
H	+/- 3%
J	+/- 5%
K	+/- 10%
M	+/- 20%
N	+/- 0,05%
P	+100% , -0%
Z	+80%, -20%

Par exemple, un condensateur marqué "33J" équivaldra à 33 Picofarad avec une tolérance de +/- 5%.

Condensateurs électrolytiques – Radial ou Axial? Il y a 2 différents types de condensateur électrolytique: radial ou axial. Le radial possède ces 2 pattes sur une de ses extrémités et le condensateur est généralement monté verticalement. L'axial possède une patte sur chacune de ses extrémités et ce type de condensateur se monte horizontalement sur des circuits imprimés. Le type axial est très courant sur les plus vieux jeux.

Tester la Capacitance – Tester les Condensateurs: Tester les condensateurs est délicat. Le problème – pour la plupart des condensateurs – est qu'il faut les tester en pleine charge afin de déterminer s'ils sont défaillants ou non. Tout teste de capacitance réalisé au multimètre ne permet pas de le faire. Aussi faut-il qu'une patte du condensateur soit retirée su circuit pour effectuer le test.

Test d'un condensateur électrolytique de 1000 mfd. Le multimètre indique 1128 mfd, signifiant qu'il est probablement OK. Remarquez qu'une patte a été désolidarisée du circuit pour le test.



Si vous testez un condensateur de 1000 mfd, le test doit donner une valeur plus grande pour que vous puissiez le considérer comme "bon". Toute valeur inférieure à la valeur nominale et il faudra remplacer le condensateur.

Bien entendu, la meilleure chose à faire est de directement remplacer tout condensateur suspect. Ce n'est pas toujours coûteux et chronophage.

Le meilleur testeur de condensateurs – l'ESR: Il y a une autre manière de tester les condensateurs: utiliser un ESR (Equivalent Series Resistance) qui est en fait, un Ohmmètre basse capacitance. Ce matériel permet de tester les condensateurs en circuit, avec une excellente fiabilité. Cela marche très bien pour réparer les alimentations et les moniteurs de bornes de jeux vidéo, mais c'est également très utile pour les Flippers. Tester l'ensemble des condensateurs d'une carte peut être faire en quelques secondes, sans devoir les déposer. Disponible pour une valeur moyenne de 100 à 150€.

Les condensateurs sont-ils polarisés? Pour faire court, "Parfois". Les condensateurs qui sont polarisés auront des marquages indiquant la patte positive ou négative. Les condensateurs qui ne sont pas polarisés n'auront aucun marquage "+" ou "-". Souvent, la patte négative est indiquée par un simple trait noir sur une extrémité. De même, souvent une patte est plus longue que l'autre (sur les nouveaux condensateurs) afin d'indiquer la polarité.

Si vous testez un condensateur électrolytique (qui est doté d'une polarité – c'est à dire que ces pattes sont identifiées comme positive et négative), assurez-vous de placer l'électrode rouge du multimètre sur la patte positive du condensateur lors du test.

Valeurs équivalentes des condensateurs: La plupart du temps, vous pouvez augmenter la capacité en tension d'un condensateur lorsque vous le changez. Par exemple, pour une spécification de 1 mfd – 16 volts, vous pourrez utiliser un condensateur de 1 mfd – 25 volts. Par contre, il ne faut pas remplacer par une valeur en Farad différente sauf de toutes petites variations comme de 0,49 mfd à 0,5 mfd. De même, ne remplacez jamais un condensateur non-polarisé dans un circuit par un polarisé.

[Retour TM](#)

3e Comment utiliser une Sonde Logique

Apprendre à utiliser une Sonde Logique peut être quelque peu difficile. Learning to use a logic probe is a bit tricky. D'abord, vous devrez trouver la tension pour alimenter votre Sonde. La plupart d'entre elles fonctionne avec une tension de +5 à +12 VDC. La sonde aura un fil noir à connecter sur la masse et un fil rouge à connecter sur la tension du circuit. Une fois votre Sonde alimentée, vous pourrez tester toutes les broches des puces (à l'aide de l'extrémité métallique de la Sonde) présentes sur le circuit imprimé. Si la Sonde possède un interrupteur "TTL/CMOS", réglez-la sur TTL (pour les réglages CMOS, voir plus loin).

Trouver les points d'alimentation de votre Sonde Logique: Comme les Sondes Logiques doivent tirer leur alimentation de la carte qu'elles doivent tester, il faudra faire attention à relier les pinces sur des tensions vérifiées. D'abord, utilisez votre multimètre pour vous assurer que les plots de test sont à la bonne tension. En tant que réparateur, si vous vous apprêtez à utiliser une sonde, cela veut dire que vous aurez vérifié les tensions au préalable. Une faible tension ou une absence de tension est un problème fréquent et un multimètre doit pouvoir vous permettre de vous en assurer.

Les Sondes ont 2 pinces d'alimentations: une noire pour la masse et une rouge pour la tension (+5 à +12 volts). Le jeu hors tension, reliez les pinces de la sonde aux bons points de tension. Puis mettez le jeu en tension. Sur les Flippers nous préférons prendre les points de tension sur la carte driver. Nous prenons le plot de test du +5 volts pour la pince rouge et un plot de masse pour la pince noire (voir même une barrette métallique de masse dans le fronton).

Sonde osziFOX de Wittig Technologies en action. Vue d'un bagottage.



"Sondage" avec une Sonde Logique: En premier lieu, assurez-vous que l'interrupteur "TTL/CMOS" est réglé sur "TTL". Une fois que la Sonde est alimentée, placez la pointe de la sonde en contact avec les broches de la puce que vous voulez tester. Faites attention, ne touchez pas 2 broches à la fois, vous les mettriez en court-circuit. Si jamais cela arrive, généralement, nous mettons le jeu hors tension et nous recommençons (en espérant n'avoir rien endommagé, ce qui est généralement le cas).

La sonde vous dira si la broche choisie est "haute" (à +5 volts), "basse" (à 0 volt) ou en bagottage (changeant rapidement d'état entre "haut" et "bas"). Cette information est importante, comme vous allez le voir dans notre exemple opérationnel ci-dessous. Par exemple, la sonde logique vous permettra de voir si votre microprocesseur fonctionne (en bagottage) ou bien s'il est bloqué en état "haut" ou "bas".

Malheureusement, la sonde logique n'indique que le changement d'état (un zéro ou un "un", respectivement 0 à 0,8 volts et 2,4 à 5 volts). A vous de déterminer si cela correspond à la spécification.

Les sondes logiques ont généralement 3 LED (certaines sont également équipées d'un buzzer). Les 3 LED indiquent:

- Rouge: Etat logique "haut" (un "un" binaire). Les puces TTL considèrent +2,4 à +5 VDC comme "haut".
- Vert: Etat logique "bas" (un "zéro" binaire). Les puces TTL considèrent 0 à 0,8VDC comme "bas".
- Jaune: Bagottage (changement d'état rapide entre le 0 et le 1 binaire).

Utilisation de la sonde logique: Dans cet exemple nous travaillerons sur des Flippers Williams/Bally de 1990 à 1999.

Avant de commencer, il vous absolument les plans du jeu. Aussi procurez-les vous, si vous ne les avez pas et ouvrez-les à la page de la carte mère. Vous aurez vérifié les tensions au préalable (en vous aurez trouvé du +5 volts). La Sonde Logique devra être reliée à une source électrique stable, sur la carte (ou proche de la carte). Remarque: Pour un Williams, utilisez les plots de contrôle de la carte Driver.

Mettez le jeu sous tension (assurez-vous que la sonde est réglée sur TTL) et testez la Sonde en touchant un plot/élément de la carte mère sous tension à +5 volts. Vous devriez voir votre LED rouge s'allumer, indiquant un état "haut" (certaines sondes émettront une tonalité). Sur un Williams, nous testons toujours la broche 40 d'U4 (+5 volts du microprocesseur) pour trouver un signal "haut".

Ensuite, sondez un point de masse présent sur la carte. La LED verte devrait s'allumer et rester constante, indiquant un état "bas". De nouveau, sur un Williams, nous préférons tester la broche 1 d'U4 (masse du microprocesseur) pour obtenir un signal "bas".

Maintenant que vous avez testé la sonde, il est temps d'attaquer. Regardez les plans et trouvez la broche de réinitialisation (reset) de votre microprocesseur. Par exemple, sur les plans de la CM d'un Williams, il s'agit du processeur 68B09 positionné en U4. Les plans indiquent la broche de "Reset" sous l'acronyme "RST", qui est la broche 37 d'U4. Sondez-la; la sonde devrait indiquer un état "haut" (LED rouge). Lorsque le jeu est démarré, l'état de ce signal devrait être "bas", puis il devrait passer à "haut" et s'y maintenir. C'est comme ça que fonctionne toute les lignes de réinitialisation (reset) sur les cartes mères. Si la ligne "reset" est tirée par un état "bas", le microprocesseur se réinitialise et passe à un état "haut".

Pour mettre la CM Williams hors tension, laissez l'interrupteur principal du jeu activé, mais retirez le connecteur de la CM n° J210. Cela coupera la CM. Placez la sonde sur la broche 37 d'U4, le signal devrait être "bas". Replacez le

connecteur J210 et la CM démarrera. La broche 37 d'U4 devrait, après quelques secondes passer à l'état "haut" et s'y maintenir.

C'est simple, n'est-ce pas? Aussi, maintenant, sondez les broches 8 à 23 d'U4. Il s'agit des lignes d'adressage A0 à A23. La sonde devrait les montrer en bagottage. De la même manière, les broches 24 à 31 sont les lignes de données D0 à D7. Elles devraient toutes bagotter. Le sondage en bagottage de ces lignes d'adressage et de données, montre que le microprocesseur est en fonction, accédant à la mémoire et faisant circuler des données.

Quand utiliser le réglage CMOS? Le réglage CMOS est destiné aux puces qui commandent des tensions légèrement plus hautes. Comme le comparateur de tensions LM339, qui est utilisé dans les circuits d'interruption optique chez Williams et Bally. Ces circuits optiques sont alimentés en 12 volts (10 à 12 volts représentent un "1" logique et 0 à 2 volts représentent un "0" logique). Le comparateur de tensions LM339 interprète la tension et génère un "0" ou un "1" vers le contact matriciel de la CM. Dans ce cas, comme vous êtes confronté à du 12 volts, il vous faut utiliser le réglage CMOS.

Exemple sur un Flipper: Regardons maintenant comment utiliser une Sonde Logiques dans un Flipper. Dans notre exemple, un Jeu Williams entre 1990 et 1999, affiche le message "row 1 switch matrix short" (ligne 1 du contact matriciel en court-circuit). Nous en avons conclu que le problème ne vient pas du plateau (car nous avons retiré tous les connecteurs de la CM afférant aux "lignes" du contact matriciel en liaison avec le plateau, soit J208, J209 et J212... Et l'erreur est toujours affichée au démarrage).

Tester le côté Entrées (Input): La Sonde Logique étant reliée au jeu, rentrez dans l'autodiagnostic. Entrez dans le premier test des contacts. Maintenant, cherchez les puces dédiées au contact matriciel sur les plans. Sur les jeux Williams, ce sont les puces LM339 (comparateur) en U18 et U19. Dans cet exemple, la broche 11 d'U18 correspond à la ligne 1 du contact matriciel, la broche 9 à la ligne 2, la broche 5 à la ligne 3 et la broche 7 à la ligne 4. Afin d'être sûr qu'aucun contact "plateau" de la ligne 1 ne soit activé, retirez les connecteurs J208, J209 et J212. L'afficheur (dot) devrait montrer tous les contacts comme "ouverts". Placez la sonde logique sur la broche 11 d'U18 (ligne 1 du contact matriciel). Elle devrait être à l'état "haut".

Pour simuler un court-circuit de la ligne 1 du contact matriciel (problème relativement courant), prenez un fil dote de 2 pinces croco (un cavalier). Reliez une extrémité à la broche 1 du connecteur J208 et l'autre à la masse (barrette métallique de masse en haut du fronton). L'afficheur devrait immédiatement montrer que tous les contacts de la ligne 1 sont fermés.

Maintenant, sondez de nouveau la broche 11 d'U18. La sonde logique devrait indiquer un état "bas". Retirez le cavalier de la masse, et la broche 11 devrait basculer à l'état "haut". Maintenant retirez les connecteurs J206 et J207 (les connecteurs de retour/colonnes du contact matriciel). Reliez le cavalier aux broches 1 de J208 et J206. La broche 11 devrait maintenant bagotter (mais être plu globalement en état "haut").

Tester le côté Sorties (Outputs): Jusqu'à présent, nous n'avons testé que la partie des entrées de la ligne 1 du contact matriciel. Maintenant, regarder les plans et voyez que la broche 11 d'U18 à une sortie en broche 13. Assurez-vous que tous les connecteurs, ainsi que le cavalier (fil + pinces) soient

déposés. Vous pouvez maintenant sonder la broche 13 d'U18. Un signal "haut" devrait être trouvé.

A nouveau reliez J208-1 à J206-1. La broche 13 devrait maintenant bagotter rapidement. Et l'afficher devrait indiquer que le contact 11 (ligne 1 / colonne 1) est fermé).

Conclusion: Comme les connecteurs sont déposés, nous savions que la broche 11 d'U18 devait être à l'état "haut" (et passer à l'état "bas" lorsque la ligne 1 est court-circuitée). Si cela ne se produit pas, le problème peut être simplement une piste coupée ou une diode d'alimentation défectueuse en D3, en amont de la puce U18. Si le côté "Entrées" d'U18 se comporte correctement mais pas les "Sorties", nous saurons que la puce U18 doit être remplacée.

En utilisant la technique de sondage des Entrées/Sorties, on peut détecter les puces défectueuses. Le seul problème est que le réparateur doit savoir à quoi doit ressembler le signal dans un jeu en fonctionnement. C'est la plus grosse difficulté, mais souvent les plans, ou le sondage d'un jeu en état de marche, peuvent permettre de percer ce type de secret. Là, l'expérience est le meilleur des professeurs. S'entraîner avec une Sonde Logique est la seule manière d'acquérir cette expérience.

[Retour TM](#)

3f Comment souder sur une carte électronique

Voici quelques astuces de ce qu'il faut faire (ou ne pas faire) lorsque vous devez souder sur des circuits imprimés. Remarque: n'utilisez que de la colophane 60/40 (étain/plomb) sur les liaisons électroniques. Et prenez un fer à souder adéquat pour faire le boulot (tel qu'abordé précédemment).

Qu'est-ce que le soudage? Souder, c'est assembler 2 surfaces métalliques à l'aide d'un apport, en dessous de leur seuil de fusion (différent du soudage haute intensité – arc ou haute température – où les 2 surfaces atteignent leur point de fusion). Le soudage est une technique ancienne employée en joaillerie, plomberie et électricité.

L'apport que nous connaissons sous le nom de soudure est constitué de différents métaux. En joaillerie, il s'agit souvent d'argent et d'or. Pour la plomberie et l'électricité, le plomb et l'étain sont généralement utilisés. Comme nous nous attachons à des travaux de type électrique, nous serons dans le 2^{ème} cas.

La soudure électrique est généralement constituée d'une combinaison de 60% d'étain et de 40% de plomb (voir même 63/37). Elle est dotée d'un corps creux qui contient de la colophane.

Le flux (cœur) fond à une température plus basse que la soudure. Son but est de préparer la surface au soudage. Cela retire les oxydes des métaux à assembler. Cela évite également les métaux chauffés de s'oxyder lors de la montée en température. Les oxydes se forment lorsque le métal est exposé à l'air... Même les inox peuvent s'oxyder.

When soldering, the molten solder joins metallic surfaces by dissolving into the metals and forming a amalgam (mixture) with them. Often the soldered joint is stronger than the individual components it holds together.

Néanmoins, l'assemblage des métaux n'est possible qu'en cas d'absence d'oxydation et autres polluants. L'oxydation peut être retirée en abrasant les pièces en 1^{er} lieu, mais un nettoyage chimique reste nécessaire, car lorsque les pièces sont "chauffées" de l'oxydation peut se former. Le flux de colophane est le nettoyant chimique.

Le flux de colophane présent dans la soudure 60/40 peut normalement suffire à totalement nettoyer une pièce neuve ou déjà étamée (l'étamage est l'étape où on ajoute de la soudure sur une pièce avant de la relier à l'autre). Mais parfois, ce flux n'est pas suffisant.

Le parfait exemple est d'essayer de souder un circuit imprimé victime de corrosion engendrée par la fuite d'une batterie. Les oxydes empêchent la soudure d'adhérer et empêchent également le transfert de chaleur. Même une fine couche d'oxydes peut agir comme un isolant, en réduisant l'émission de chaleur du fer à souder vers le métal. La seule possibilité, dans ce cas, est de retirer cette corrosion par abrasion, jusqu'à ce que les pistes en cuivre soient brillantes (cela sous-entend que la corrosion engendrée par la batterie aura été d'abord nettoyée à l'aide d'une solution à base de vinaigre afin qu'elle soit neutralisée).

Lorsque la soudure n'adhère pas aux platines de la carte, elle tend à former une boule, comme le ferait du mercure. Si l'apport ne trouve pas d'accroche, il s'agglomère. L'apport dans un mauvais point de soudure peut parfois être maintenu en place par le flux de colophane. Les points de soudure correctement réalisés, ont tendance à avoir une apparence légèrement concave. La soudure s'étend en un film fin lorsqu'elle atteint son point de fusion. Cela arrive, car l'apport est attiré par la chaleur. Si la liaison est propre, que la bonne température est appliquée, que l'apport est bien du 60/40, alors la soudure se répandra facilement au travers de la liaison. Toutefois, ne pensez pas que plus est forcément mieux lorsque vous faites du soudage. Trop d'apport peut générer des problèmes.

Points de soudure froids: Une autre chose à laquelle il faut faire attention, est la cristallisation de la soudure, lorsqu'elle passe de l'état liquide à l'état solide. Si le point de soudure est avancé trop rapidement à ce seuil, des cristaux peuvent se former dans l'apport et ceux-ci ont une bonne "résistance" électrique... C'est ce qu'on appelle communément le phénomène de soudure froide. Sur les circuits imprimés, cela peut faire que le circuit ne fonctionne pas. Pour éviter cela ne perturbez pas le soudage avant, pendant et après l'opération.

Liaisons propres: Les liaisons à souder doivent être propres. Si le circuit imprimé présente de l'oxydation ou des traces d'ancienne soudure, il faut le nettoyer avant de commencer tout soudage. Utilisez un stylo fibre de verre ou une petite brosse métallique ou même un petit morceau de papier de verre (grain en 400). Dans certains cas, le vernis devra être décapé (retiré) pour bien préparer les pistes au soudage. Une solution nettoyante ou même de l'alcool finira le travail. La plupart des connexions d'une carte seront propres, mais si elles ne le sont pas, nettoyer-les directement avant toute tentative de soudage. Le flux à l'intérieur de l'apport fondra sous la chaleur du fer à souder et il nettoiera l'oxydation que vous n'aurez pas réussi à retirer. Cela permettra à la soudure de se répandre facilement au travers de la liaison... Mais ne présumez pas que le flux solutionnera toutes les problématiques d'encrassements, car ce ne sera pas le cas. Les surfaces sales ne laisseront pas passer la soudure, ce qui veut dire que vous ne réaliserez pas un bon point de soudage.

Premièrement, il faut une bonne liaison mécanique: les composants doivent être sécurisés avant d'essayer de les souder. La soudure ne doit pas être trop épaisse, et dosée uniquement pour maintenir les composants ensembles. Les pièces ne doivent pas pouvoir entrer en contact avec les autres.

Lorsque vous installez les composants, tordez leurs broches de telle sorte que celles-ci passent directement dans les passages du circuit imprimé. Les composants doivent pouvoir passer sans forcer. Faites attention de ne pas les abimer, car ils sont très fragiles. Ne tirez pas les broches au travers de la carte, poussez plutôt le composant au travers de la carte. Vérifier l'identification et les caractéristiques du composant avant de l'installer. Si le composant est polarisé (beaucoup de condensateurs, toutes les diodes et tous les transistors), assurez-vous de l'installer dans le bon sens. La plupart des composants doivent être ajustés contre la carte. Cependant, il existe certaines exceptions, notamment pour les composants qui chauffent. Il faut les installer avec du jeu pour l'air puisse circuler autour. Généralement cela s'applique aux résistances, aux diodes et aux transistors. Avant de souder, revérifiez toujours les valeurs, l'orientation et la position. Il est plus facile de

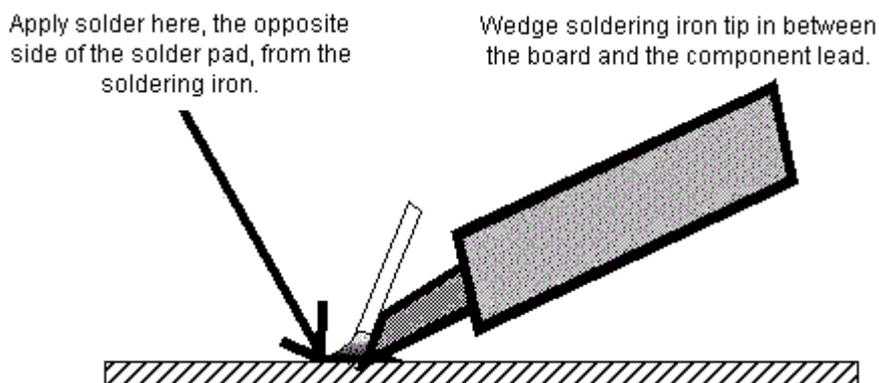
corriger un problème à ce moment-là, plutôt qu'après que le soudage soit effectué.

Examiner les liaisons dessoudées avant de ressouder: Inspectez les liaisons. Assurez-vous de savoir où sont supposés aller les nouveaux éléments à souder. S'il y a un autre emplacement à souder proche de là où vous devez intervenir, repérez-les. Soyez sûr de ne pas faire des ponts non souhaités avec l'apport de soudure, avec les liaisons adjacentes. Si vous n'avez pas réalisé de repères, parfois il pourra être difficile de dire si 2 points de soudure doivent être reliés ou non...

Étamez votre fer à souder: Après que le fer soit chaud, appliquer de l'apport sur la panne (sur tous les côtés). Puis retirez-le à l'aide d'un chiffon propre. Cela étamera la panne avec une soudure bien brillante. L'apport ne doit pas prendre la forme d'une boule et ne pas tomber de la panne. Faites-le dès que votre fer est chaud. Cela évite la formation d'oxydation sur la panne et permet un meilleur transfert de chaleur entre le fer et le point à souder. Faites-le souvent, pendant que vous soudez, pour conserver une panne propre et une chaleur efficace.

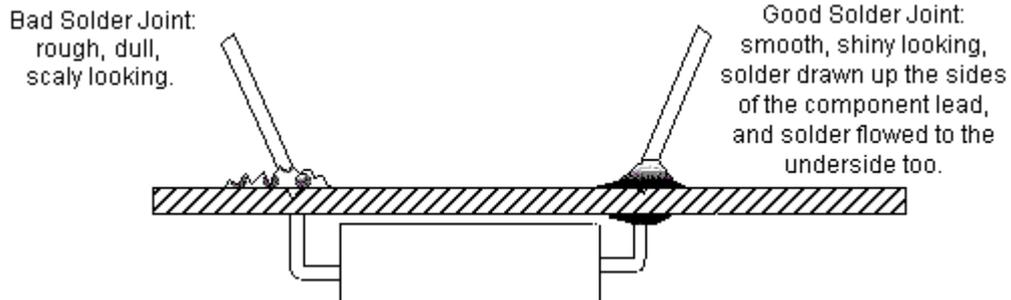
Chauffez le point à souder: La base du soudage est d'appliquer de la chaleur aux objets à souder, puis d'appliquer de l'apport sur les objets chauffés. L'apport devrait fondre au contact des objets (n'appliquez pas d'apport sur la panne du fer à souder).

Appliquer le cône de la panne de votre fer sur la liaison à souder. La panne ne doit pas être perpendiculaire au point de soudure, mais être positionner selon un angle (pour une meilleure mise en contact avec la panne). Mieux vaut directement chauffer la platine de la carte au lieu des pattes des composants (la plupart des composants sont sensibles à la chaleur). Permettez au point de devenir chaud (une seconde ou deux) puis appliquer l'apport sur la platine du circuit imprimé (**pas sur la panne du fer**). En général, nous appliquons l'apport directement sur la platine du circuit imprimé, et la soudure s'écoulera au travers du trou, permettant à la chaleur de se transférer à toute la platine, ainsi qu'à la patte du composant. Une fois que la soudure s'écoule, éloignez doucement le fer, pour garder votre point de soudure stable.



Plus d'information sur les soudures froides: Il y a certaines choses qu'il est important de se souvenir. Premièrement, laissez fondre l'apport, mais pas sur la panne du fer. Deuxièmement, stabilisez la soudure jusqu'à ce qu'elle se solidifie. Si vous échouez sur l'un de ces 2 points, vous pouvez générer un phénomène de soudure froide (une soudure soumise à la fatigue mécanique,

qui des fissure ou perd ultérieurement sa conductivité. Le terme soudure froide, vient du fait que le point de soudure n'a pas été assez chaud pour réaliser la soudure de liaison. Une soudure froide ne constitue pas une bonne liaison électrique. Lorsque l'apport se solidifie, il doit être brillant. S'il est gris, cela veut dire qu'il n'a pas reçu suffisamment de chaleur ou que la liaison a bougé alors que l'apport était en train de se solidifier.



A gauche: un mauvais point de soudure, rugueux, terne, écaillé. A droite un bon point de soudure, brillant, avec le l'apport des 2 côtés de la patte du composant.

Trop de chaleur? Souder sur un circuit imprimé avec un fer trop chaud, peut délaminer (séparer) les pistes de la carte. Les pistes sont faites de fines bandes de métal qui relient les composants électriquement entre eux. Ces pistes sont simplement tenues sur la carte par un vernis. Si vous appliquez trop de chaleur à une platine, cela la désolidarise de la carte ainsi que la piste qui y est rattachée. Et une piste qui s'est libérée sera difficile à réparer... C'est la meilleure manière de détruire un circuit imprimé.

La bonne quantité de chaleur! La chose la plus importante à se rappeler à propos de la soudure sur circuit imprimé est qu'il faut garder le minimum de chaleur possible. Ne surchauffez pas le point de soudure, car cela peut entraîner la rupture ou le délaminage de la piste. Néanmoins, il vous faudra appliquer suffisamment de chaleur pour ne pas avoir de soudure froide. C'est pourquoi la pratique fait la différence!!! Vous devez acquérir le bon ressenti pour une soudure avec suffisamment de chaleur, mais pas trop... Pour cela entraînez-vous sur des cartes rebutées. Si la liaison est propre et la panne du fer étamée, alors il ne devrait pas y avoir de problème pour souder avec peu de chaleur.

La bonne quantité d'apport! Lors du soudage, ne mettez pas trop d'apport, mais mettez-en tout de même suffisamment. Si la soudure est plissée une fois finie votre soudage, cela veut dire que vous n'avez pas appliqué suffisamment d'apport. Si le point de soudure est trop rond, c'est que vous en avez appliqué trop. Cela doit faire une petite colline sur la platine, pas plus. Là encore, pratiquez. Faites-vous aider. Développez votre œil pour appliquer la bonne quantité d'apport.

A gauche: Solution chimique de retrait de flux. Au milieu: des plots brillants après soudage. A droite: flux retiré à l'aide de la solution chimique.



Couper les pattes des composants: Utilisez une pince coupante et enlevez l'excès de longueur des pattes des composants. Coupez-les au-dessus de l'extrémité du point de soudure. Ne les coupez pas dans le corps de la soudure... Cela peut provoquer des fissurations et des problèmes de conduction électrique ultérieurement.

Retirer le flux après soudage: Une fois la soudure terminée, retirez le flux. Le flux sera une zone brillante autour du point de soudure que vous avez effectué. Certains flux sont conducteurs ou ils peuvent emprisonner des limailles qui peuvent mettre les pistes en court-circuit. Le mieux est encore de d'utiliser une solution chimique de retrait de flux. Vous pouvez aussi utiliser de l'acétone (disponible en GSB) ou encore de l'alcool à 90°, à l'aide d'une brosse à dent. Cela marche également très bien. Ne vous mettez pas martel en tête, vous pouvez engendrer des problématiques si vous êtes trop agressif dans votre opération de décapage (et rompre des pistes). Bien sûr, laissez sécher la carte avant de la mettre sous tension...

Inspection des points de soudure: Lorsque vous avez fini, examiner les nouveaux points de soudure. Utilisez une lampe-loupe et assurez-vous des bonnes liaisons et de leur bon aspect (el que décrit ci-dessus). Assurez-vous que le soudage n'ait pas atteint les platines ou les pistes adjacentes. Si jamais cela était le cas, dessoudé le supplément...

[Retour TM](#)

3g Comment dessolder sur une carte électronique (Placer des sockets et retirer/installer de nouvelles puces)

Dessolder est un art. Il faut beaucoup d'entraînement pour le perfectionner. Aussi sortez de vieilles cartes du rebus et essayez votre nouvel outil de dessoudage.

IMPORTANT: Garder ce qui suit en tête lorsque vous faites du dessoudage. Le plus gros problème du dessoudage est le risqué de détruire la carte en elle-même... La plupart des cartes ne supporte pas plus d'un ou deux dessoudage sur la même platine. Un excès de chaleur fera que les pistes se détachent ou se coupent. Une fois que cela s'est produit, réparer une carte devient plus difficile, souvent parce qu'une piste fissure ne peut être facilement détectée. Un circuit imprimé peut facilement être endommagé à cause de la chaleur excessive d'un dessoudage.

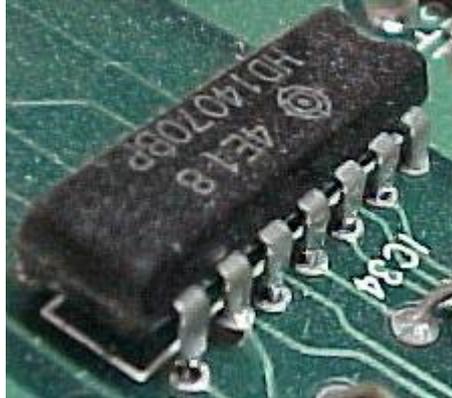
Installer toujours un socket neuf: Lorsque vous avez dessoudé une puce, remplacez-la par un socket de très bonne qualité. En effet, de cette manière, si vous devez à nouveau changer la puce, vous n'aurez plus besoin de dessolder à nouveau à cet endroit.

Dessouder à la dure: Souvent les néophytes pourront avoir le bon outil, mais pas la bonne technique. Ils tenteront de retire rune puce défectueuse à "à l'arrache". Généralement ils s'attaquent directement à la carte et dessoude la pièce à l'aide de leur outil préféré. Cela conduit le plus souvent à des platines ou des pistes délaminées ou cassées. Des trous débouchant déchirés. Souvent le néophyte ne s'aperçoit même pas des dégâts qu'ils ont générés. Bien sûr, il installe un socket pour la puce, mais cela ne fait que masquer la dégradation... et à présent, il ne sera plus possible de voir la piste rompue/délaminée car elle se trouve sous le socket. Bien entendu, la carte ne marchera pas et elle sera envoyée à un atelier pour réparation. De son côté, le réparateur professionnel s'arrachera les cheveux, car récupérer les erreurs d'autres personnes prend beaucoup de temps et le client se verra refacturer une petite fortune.

Massacre: Les platines sont ici dessoudées. Le travail semble bon, les trous sont dégagés, mais ne vous y trompez pas...



Massacre: Voici la puce dessoudée a été soulevée avec un petit tournevis (mais ce faisant, celui-ci peut casser une piste). Les platines semblent dégagées de toute soudure, mais les broches sont encore reliées aux pistes côté composant. Comme la puce a été levée, elle a arraché les pistes en même temps. Regardez la 2^{ème} broche à partir du bas...



Attention aux trous passant métallisés: Les trous passant métallisés permettent aux pistes de passer d'un côté à l'autre de la carte (pour les circuits imprimés double faces). Ils sont également utilisés pour le soudage des composants. Lorsqu'un composant est soudé dans un tel trou (puce, résistance, condensateur, etc.) la soudure remplit le trou et son pourtour et se fixe à la patte du composant. Cela fait un lien extrêmement résistant. Si la pièce n'est pas bien dessoudée, ce lien continuera d'exister (plus ou moins). Lorsque le réparateur novice essaiera de retirer le composant, la broche sortira, mais la métallisation du trou y restera attachée et elle sera arrachée de la carte. Dès lors, la conductivité d'un côté à l'autre de la carte peut être remise en question, même si un nouveau composant (ou socket) est installé.

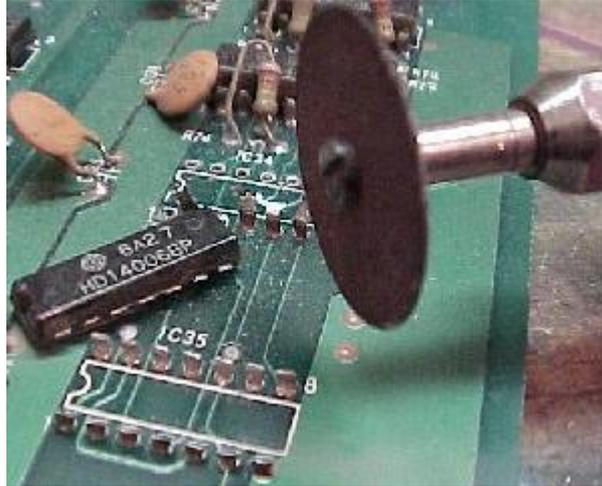
Dessouder de la manière la plus facile: A cause du risque de destruction des trous passant métallisés, souvent la meilleure approche de dessoudage est de couper les pattes du vieux composant et de dessouder ensuite. Chaque patte est chauffée séparément à l'aide d'un fer à souder et retirée avec une pince à bec. L'apport peut être ensuite dessoudé du trou passant plus facilement et sans risque de l'endommager. Il est possible que ce soit toujours facile à réaliser (comme quand il faut remplacer un vieux socket), mais c'est la meilleure manière pour un novice de dessouder en minimisant le risque de dommage.

Remarquez qu'il y a certaines fois où vous ne voudrez pas couper le vieux composant. Par exemple, si vous avez besoin d'une vieille puce ou si le composant ne peut juste être coupé. Dans la plupart des cas, le composant est remplacé, aussi s'il est endommagé, ce n'est pas grave. Souvenez-vous, c'est la carte qu'il ne faut pas endommager... Les composants ne sont pas chers alors que les cartes...

Que faut-il utiliser pour couper de vieux composants? Achetez un bon kit de pinces coupantes. Prenez des pinces de petite taille et non des outils classiques. Ces derniers ne vous permettront pas de couper au ras de la carte. Le mieux d'avoir une pince coupante à long bec, afin de passer entre les pattes. Essayez de garder les pattes le plus long possible lorsque que vous coupez. Une autre méthode est d'utiliser une Dremel équipée d'un petit disque de coupe. Cela marche très bien, mais n'est pas du tout recommandé,

surtout pour le novice, car une mauvaise manipulation et les pistes du circuit imprimé seront coupées.

Puce après une coupe à la Dremel. Remarquez la longueur des pattes dépassant de la carte.

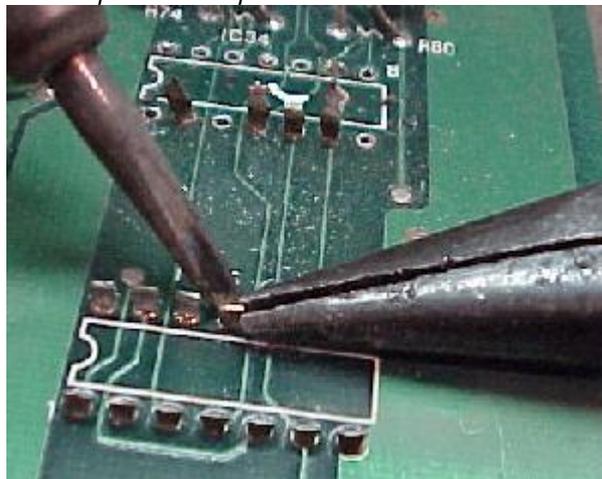


Petite pince coupante.



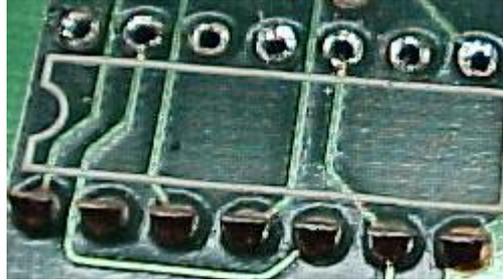
Retirer les pattes coupées: Une fois coupé le corps du composant, il faut en retirer les pattes, une à la fois. A l'aide d'un fer à souder, chauffez une patte coupée puis retirez-la doucement avec une pince à bec.

Retrait individuel des pattes coupées à l'aide d'un fer et d'une pince à bec.



Retirer la vieille soudure des trous: Une fois toutes les broches retirées, utilisez votre outil de dessoudage préféré pour enlever le vieil apport des platines. Consultez les astuces sur l'utilisation des outils de dessoudage (plus haut).

Platine d'une puce déposée après dessoudage après coupe des broches.



Installer des sockets – sécables ou doubles: Les sockets SIP (Single Inline Package ou barrette sécable), sont un bon choix pour les réparations. Achetez-les les plus longues possible, et recoupez-les à la taille souhaitée. De cette manière, vous n'aurez pas besoin de stocker différentes tailles de socket. La raison pour laquelle beaucoup de réparateurs les apprécient est qu'il est possible de voir complètement les pistes qui sont autour, une fois qu'ils sont installés sur la carte. Si jamais une piste était cassée, elle pourrait être trouvée très facilement.

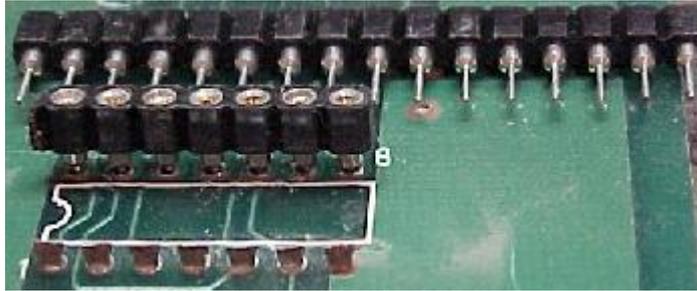
Une autre raison pour laquelle les novices les apprécient est qu'ils peuvent être soudés par le côté composant de la carte (quoique ce ne soit pas recommandé et ne devrait être fait qu'en cas d'absolue nécessité). Dans le cas d'un trou passant métallisé, fissuré ou qui a été endommagé, le socket peut avoir besoin d'être soudé des 2 côtés du circuit imprimé afin de maintenir la continuité entre le côté soudé et le côté composant.

Remarque: Souder une broche de socket côté composant est une opération de dernier recours, lorsqu'il n'y a plus de continuité entre les 2 faces de la carte. Souder côté composant peut mener à toute une variété de différents problèmes, comme augmenter le risque de court-circuit entre les broches du socket, les possibles dommages au circuit imprimé à cause de la chaleur et il est quasiment impossible d'ôter le flux parce que le socket se trouve au milieu... De même les sockets SIP ne sont pas conçus pour être soudés de cette manière (souvent on peut voir leur corps en plastique qui aura fondu lorsque quelqu'un aura trop approché le fer à souder).

Les Sockets doubles (en plastique) sont aussi d'excellents sockets. Si l'ancien composant a été dessoudé correctement sans endommager les trous passant métallisés, ils font une meilleure solution de réparation. Ce qui est important c'est qu'ils permettent une meilleure insertion des broches des puces. Quels sont les avantages des sockets doubles par rapport aux SIP? Les SIP maintiennent les puces de façon plus ajustée et c'est pourquoi les militaires les demandent. Mais pour les Flippers, les sockets doubles sont mieux adaptés et il y a moins de risques d'endommager les broches lors de l'insertion de la puce. Il y a plus de broches tordues avec les SIP à l'insertion.

Les SIP existe dans toute une variété de longueurs et ils peuvent être adaptés à toute longueur requise. Des barrettes plus courtes peuvent être mélangées avec des barrettes plus longues pour faire une seule longueur.

Socket SIP. Remarquez la bonne accessibilité aux platines. Le socket ne cache rien.



Si vous n'utilisez pas les SIP, sachez qu'il existe différentes qualités de sockets en plastique. A gauche, il est de qualité moyenne. A droite, il est de bonne qualité.



Trous passant métallisés à nouveau (soudure des 2 côtés de la carte):

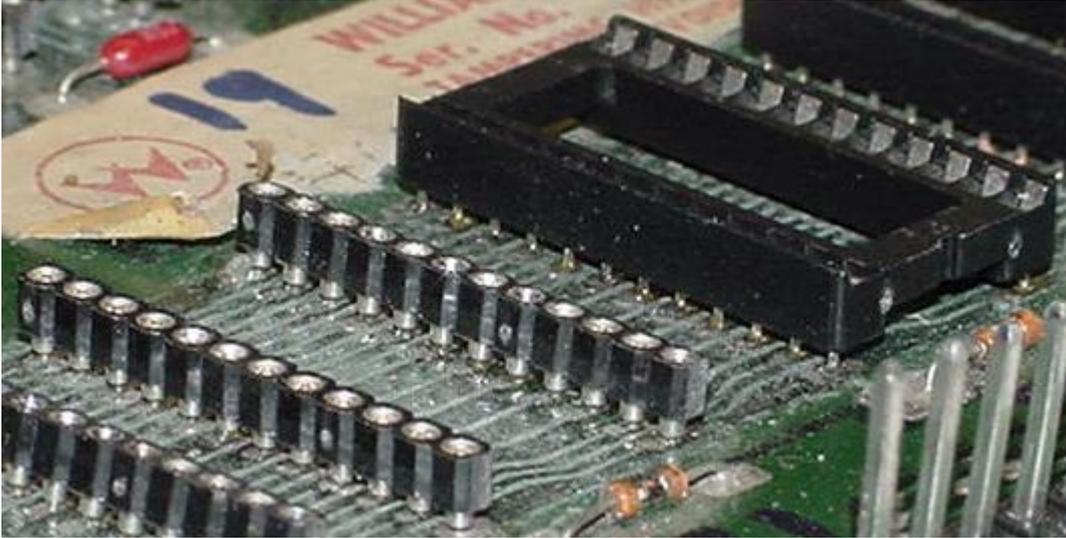
La plupart des cartes de Flipper sont conçues en double faces. Cela signifie qu'elles ont des pistes sur les 2 côtés. Si une piste doit passer d'un côté à l'autre, un trou passant métallisé est employé. A la fabrication de ces cartes, un trou a été percé dans la carte, puis il a reçu un plaquage métallique à l'intérieur. De cette manière, une piste peut poursuivre son tracé sur l'envers de la carte, via ce trou. Si un composant n'y est pas assemblé, ce type de trou est bouché avec de la soudure afin d'aider à maintenir la continuité électrique dans le temps.

Le problème avec ce genre de passage, est facile d'arracher leur revêtement ou de les fissurer lors du dessoudage. Si un composant est difficile à dessouder, parfois le revêtement à l'intérieur du trou se délaminera et partira avec le vieux composant. Cela signifie que la seule liaison restante entre les 2 côtés sera le composant passant au travers du trou. Si le composant n'est pas soudé des 2 côtés du circuit imprimé, il n'y aura pas continuité entre les 2 pistes de part et d'autres.

Là encore, voilà pourquoi il est souhaitable d'avoir des sockets SIP, pour leur capacité à être soudés des 2 côtés de la carte. Bien que cela ne soit pas recommandé (et il s'agit d'une dégradation), les SIP peuvent être soudés par le dessus si nécessaire. Mais rappelez-vous de l'avertissement mentionné ci-

dessus... Souder par le dessus ne doit être effectué que si c'est absolument nécessaire.

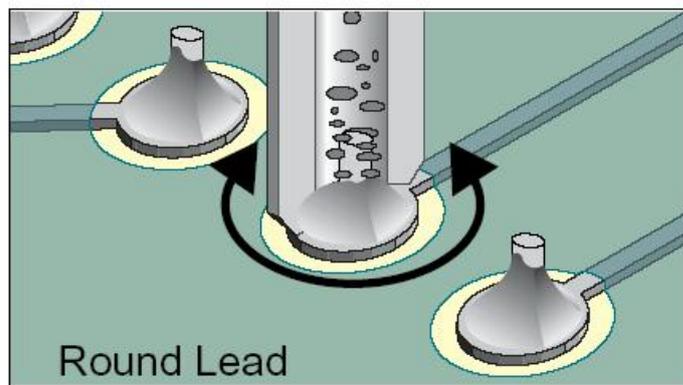
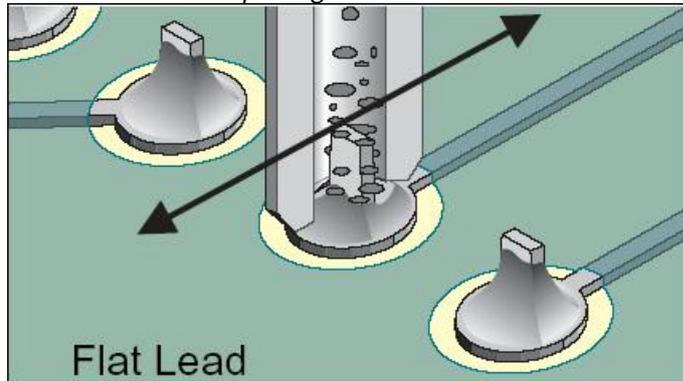
Voici les 2 types de socket, côte à côte.



Astuces génériques de dessoudage: Quel que soit l'outil que vous utiliserez pour dessouder, voici quelques astuces génériques:

- Premièrement, examiner comment la puce ou le composant est fixé côté soudure de la carte. Souvent les fabricants tordent les broches avant soudage. Si les broches ne sont pas redressées avant dessoudage, elles ne se dessouderont pas correctement. Cela risque d'endommager le trou passant métallisé, arrachant le revêtement. Si la broche est tordue, chauffez le point de soudure et à l'aide un objet pointu non métallique (un cure dent), redressez la broche. Seulement alors, une fois la broche redressée, elle pourra être dessoudée du trou.
- Si un point de soudure ne veut pas se dessouder proprement, ressoudez-le! Aussi stupide que cela paraisse, c'est la bonne chose à faire et ça marche! Utilisez le fer à souder et ajouter de l'apport sur la liaison. A présent il aura plein de soudure pour distribuer la température et chauffer toute la liaison. Cela rendra le dessoudage bien plus facile.
- Si la patte du composant est ronde, faites tourner l'outil de dessoudage en petits cercles afin d'affecter toute la soudure autour de la patte du composant. Remarque, il est presque impossible de réaliser cela à la pompe à dessouder, mais cela peut facilement être fait à l'aide d'une station de dessoudage à vide.
- Si la patte du composant à dessouder est plate, déplacez latéralement votre outil de dessoudage pour affecter toute la soudure autour de la patte du composant. Remarque, il est presque impossible de réaliser cela à la pompe à dessouder, mais cela peut facilement être fait à l'aide d'une station de dessoudage à vide.
- N'appliquez pas trop de chaleur lorsque vous dessoudez! Rappelez-vous qu'une chaleur excessive délamina les pistes de la carte. Cela peut détruire le circuit imprimé. S'il vous faut trop de chaleur ou de temps pour dessouder un plot, il y a quelque chose que vous ne faites pas bien.
- Pensez à mettre en place une méthode qui immobilisera la carte pendant que vous dessoudez. Il existe de petites pinces étau avec des mors en plastique pour ce genre de choses.

Pattes rondes et plates et comment manier l'outil de dessoudage. C'est Presque impossible à faire avec la pompe à dessouder, mais c'est très facile avec une station de dessoudage à vide. Photos: remerciements à www.ipc.org.



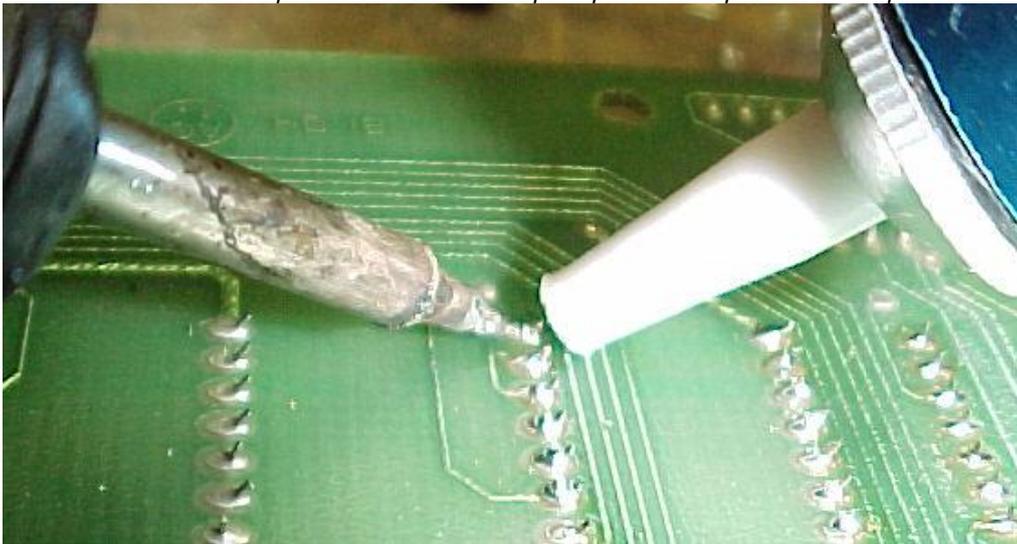
Redressage des pattes de composants avant dessoudage. Photo: remerciements à www.ipc.org.



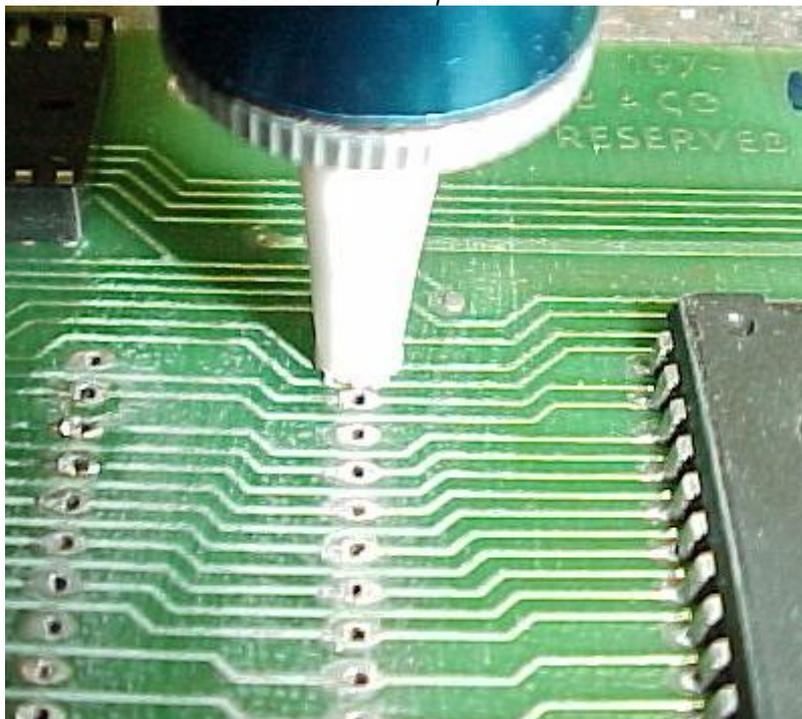
Utilisation d'une pompe à dessouder: Pour une première fois, il est préférable que les novices utilisent une pompe à vide et une station de soudage à température régulée. De cette manière, la quantité de chaleur appliquée peut être maîtrisée.

La pompe à vide dans une main et le fer à souder dans l'autre, chauffez le plot à dessouder à l'aide du fer. Ensuite appliquez la pompe à vide avec un certain angle (essayez de ne pas toucher la panne du fer avec). Retirez le fer et positionnez rapidement la pompe perpendiculairement sur le plot et enfin, appuyer sur le bouton pour enclencher la pompe. Cela aspirera la soudure fondue loin de la liaison.

Chauffe d'un plot avec un fer et pompe à vide prête à l'emploi.



Dès que la soudure a fondue, le fer à souder est retiré et l'embout de la pompe est placé sur le plot perpendiculairement à la carte. Le bouton de la pompe est enclenché et la soudure est aspirée.



Essayez de ne pas appliquer l'embout de la pompe sur la panne du fer. Ce n'ai pas toujours possible, si vous êtes dans des recoins exigus, mais la pratique vous aidera. Par exemple, si vous dessoudez une patte de l'envers d'une carte, place la pompe juste sur le plot à côté de celui que vous êtes en train de chauffer, mais n'entrez pas en contact avec. Ensuite, d'un geste, retirez le fer et placez la pompe juste sur le plot en question et enclenchez le bouton. Vous pouvez être tenté de ne pas retirer le fer (car plus facile), mais cela usera l'embout de la pompe prématurément. A vous devoir si vous voulez apprendre la technique ou changer des embouts avec le temps...

La meilleure technique pour retirer une puce, est de chauffer la broche de la puce sur l'endroit de la carte, pendant que vous maintenez la pompe à vide sur le plot côté envers de la carte. Appuyant doucement avec la panne du fer sur la patte pour la centrer dans le trou pendant que vous aspirez la soudure... C'est un vrai bonus. Lorsque la pompe est actionnée, la soudure sera proprement aspirée (les précautions habituelles pour ne pas surchauffer la patte de la puce restant pleinement applicables).

Remarque: Si une patte résiste ou si votre 1^{ère} tentative ne vous permet pas de retirer toute la soudure, voici une astuce. Ressoudez la patte avec votre fer et de l'apport. Cela donnera à votre fer plus de soudure à chauffer et la pompe à vide aura plus de matière à aspirer. Souvent, sur des cartes vraiment fragiles ou anciennes, nous ressoudons tous les points de soudure que nous souhaitons enlever, avant de tenter quoique ce soit.

Une fois l'aspiration du point de soudure réalisée, la pompe à vide laisse ressortir la plupart de l'apport. Il vaut mieux ouvrir l'instrument de temps à autre et d'enlever tous les petits morceaux qui resteraient accrochés à l'intérieur. Une couche d'apport tend à s'agglomérer contre la face du piston... Détachez-la également.

Station de Dessoudage: Ne l'utilisez pas avant qu'elle soit chaude! Ne soyez pas impatient lorsque vous utilisez une station de dessoudage. Laissez-la chauffer complètement avant de l'utiliser. Si vous la mettez en œuvre avant qu'elle soit prête, la panne et l'adaptateur en "Y" s'encrasseront presque toujours.

Entretien de la station de dessoudage: Les stations de dessoudage ont toutes besoin d'entretien pour fonctionner correctement. Toutes sont dotées de tube collecteur de soudure qui doit souvent être vide (au moins une fois par utilisation). Cela doit être fait lorsque le fer à dessouder est chaud. C'est la même chose pour le changement de panne. Dans le cas contraire, vous pouvez être sûr que vous casserez l'outil, car la panne sera soudée à l'adaptateur de liaison en "Y".

Toutes les stations de dessoudage utilisent une sorte de filtre qui empêche la vieille soudure de passer dans le flux d'air (il est généralement placé dans le tube collecteur). Le filtre peut simplement être une boule de coton (100% coton, n'utilisez pas de coton synthétique, il fondrait avec la chaleur). Préparez-vous à changer ce filtre à n'importe quel moment. Une autre pièce d'usure à remplacer est le joint d'étanchéité entre le tube collecteur et l'adaptateur en forme de "Y". Avec le temps, il sèchera et se craquelera. Aussi, mieux vaut en avoir à portée de main.

La plupart des stations de dessoudage sont livrées avec un kit de nettoyage incluant un set de petites limes rondes. Elles sont souvent nécessaires pour

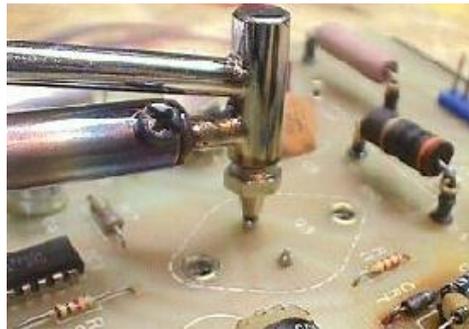
nettoyer la panne de dessoudage et l'adaptateur en "Y" adjacent. Mieux vaut avoir quelques-uns de ces kits s'ils ne sont pas livrés avec le matériel...

Utiliser de la tresse à dessouder: La tresse à dessouder est une tresse de cuivre souple imprégnée de flux. Utiliser toujours de la tresse vierge de tout apport. Ce type de matériel possède une date de péremption, car le flux peut sécher et se détacher de la tresse, qui à cause de cela commencera à s'oxyder et devenir inutilisable.

Pour l'utiliser, prenez une petite longueur de tresse et placez-la juste au-dessus du point de soudure que vous souhaitez dessouder. Apposez un fer à souder chaud et étamé. La tresse chauffera et fera fondre la soudure se trouvant dessous. Celle-ci sera absorbée par la tresse, laissant la platine libérée propre. Ne réutilisez pas un morceau de tresse. Prenez toujours un morceau neuf avant de passer au plot suivant. Coupez le morceau utilisé à environ 5 mm de la partie utilisée (le flux n'aura pas fondu plus loin).

La tresse à dessouder marche bien, mais il lui faut une quantité de chaleur supplémentaire pour qu'elle fonctionne (il faut vraiment que votre fer soit chaud). Toutefois, une chaleur excessive n'est pas bon pour les circuits imprimés, délaminant les platines et les pistes. De même, les composants électriques adjacents risquent d'être endommagés par la chaleur.

Utilisation d'un fer à dessouder.



Utilisation du fer à dessouder: Comme cet instrument est généralement un fer de 45 watts, nous ne le recommandons pas aux novices. Toutefois, c'est un outil facile d'utilisation. Voici quelques astuces pour vous aider:

- Laissez le fer à dessouder chauffer pendant 10 minutes.
- Avant de placer la panne creuse du fer sur le point à dessouder, armez le bouton rouge de la même main que celle qui tient le fer.
- Placez la tête creuse sur le plot à dessouder.
- Laissez la soudure fondre une à deux secondes, puis appuyez rapidement sur le bouton rouge.
- La soudure sera aspirée dans le fer à dessouder.
- Retirez le fer à dessouder du plot de soudure.
- Nettoyez le fer à dessouder en enclenchant le bouton rouge plusieurs fois. Écartez la panne de la zone de travail lorsque vous le faites.
- Assurez-vous que la panne de dessoudage ne soit pas usée. Généralement, elle finit par s'élargir, réduisant son aspiration. Prenez une panne en acier trempé si vous la changez... Elle durera plus longtemps.