

LE GUIDE DU RÉPARATEUR AU CRACS

Septembre 2021 - Février 2022



MEMBRES DU PROJET : LOLA COURTY, KEVIN HUANG, YANN LOCHET, THOMAS PERREIN, CLEMENT WANG
ENCADRANTS : TANGUY PHULPIN, PASCAL MORENTON

Table des matières

CONTEXTE ET ENJEUX.....	4
LA SECURITE.....	5
PETIT RAPPEL DES RISQUES LIES A L'ELECTRICITE.....	5
CONTACTS DIRECTS ET INDIRECTS	5
L'ARC ELECTRIQUE ET SES CONSEQUENCES	5
QUELQUES ORDRES DE GRANDEUR	6
QUELQUES REGLES DE MANIPULATION AU CRACS.....	6
LA REPARATION	9
FAIRE L'INVENTAIRE	9
DIAGNOSTIQUER	10
DEMONTER ET VALIDER.....	11
ACHETER DES COMPOSANTS	12
REMISE EN MAIN PROPRE	12
ABANDONNER ?.....	13
<u>QUELQUES ENSEIGNEMENTS ET TUTORIELS POUR REPARER DES APPAREILS ELECTRONIQUES COMMUNS.....</u>	14
COMMENT REPARER UN RADIATEUR ELECTRIQUE ?	14
PROBLEME : LE RADIATEUR ELECTRIQUE NE S'ALLUME PLUS DU TOUT.....	14
COMMENT REPARER UNE ALIMENTATION ?	16
PROBLEME : L'ALIMENTATION CESSE DE FONCTIONNER.....	16
COMMENT REPARER UN VELO ELECTRIQUE ?	20
PROBLEME : LE VELO NE S'ALLUME PLUS	20
COMMENT REPARER UNE MACHINE A CAFE ?	21
QUELQUES PROBLEMES ET SOLUTIONS TRANSVERSES A TOUS LES APPAREILS ELECTRONIQUES.....	22
COMPOSANTS DEFECTUEUX	22
SOUDURES SECHES	24

FAUX CONTACTS	24
COURT-CIRCUIT	25
<u>DROIT ET ECONOMIE DU CLUB.....</u>	25
LA DECHARGE DE RESPONSABILITE.....	25
LA CHARTE DE SECURITE	25
LA DECHARGE DE RESPONSABILITE DE L'ECOLE.....	26
<u>CONCLUSION.....</u>	26
<u>ANNEXES.....</u>	27
LA DECHARGE DE RESPONSABILITE.....	27
CHARTRE DE SECURITE	29
DECHARGE DE RESPONSABILITE DE L'ECOLE	30

Contexte et Enjeux

Tout d'abord, si vous lisez ceci, c'est que vous avez rejoint la folle aventure de la réparation électronique. Comme vous le savez peut-être, l'enjeu est double : limiter la surconsommation en conservant plutôt qu'en rachetant l'objet à réparer, et comprendre comment sont conçus les appareils électroniques de notre quotidien. Lire ce guide et procéder aux réparations sont des formidables actions citoyennes, à la fois amusantes et riches de sens. En bref vous êtes au bon endroit 😊

Le Club de Réparation d'Artéfacts de CentraleSupélec a été créé sous l'impulsion de M. Tanguy Phulpin, en coordination avec le pôle projet de la Fabrique. Le CRACS est un sous-club du Club Tech (lui-même rattaché à ViaRézo). Être rattaché à un pôle projet de l'école permet de bénéficier des ressources de l'école, qu'elles soient matérielles, intellectuelles, ou temporelles. Être un sous-club du Club Tech permet d'avoir une relation privilégiée avec l'associatif de CentraleSupélec, qui nous fournit à la fois des élèves intéressés par la réparation, et également du matériel à réparer. De plus, cela contribue également au rayonnement du CRACS.

Ainsi, il est bon de garder en tête les parties prenantes du CRACS, qui sont :

- Les étudiants du pôle projet Fabrique au CRACS : ils ont du temps dédié au CRACS, et vont dialoguer avec l'école. Ils auront également une relation privilégiée avec M. Phulpin, qui sera présent sur leurs heures de projet. Il serait intéressant qu'au moins une personne du Club Tech soit dans cette équipe pour garder le lien.
- M. Phulpin : encadrant du projet, nous aide dans les réparations, et nous fournit des objets à réparer. Il nous donne également accès à son laboratoire au département électrique (près de la fosse)
- La Fabrique : elle nous permet d'avoir accès à ses ressources matérielles et intellectuelles.
- Les autres étudiants du CRACS : nous avons réfléchi à ouvrir le CRACS aux étudiants intéressés du Club Tech. Sous réserve d'une décharge de responsabilité, cela ne pose pas de problème à notre encadrant.
- Le Club Tech en lui-même : il fournit une partie du matériel, il est possible de passer par son trésorier pour certains achats
- La Fondation : elle a financé du matériel pour le CRACS et pourrait financer la réparation d'objets à réparer appartenant à l'école
- Les clients : actuellement, nos clients sont M. Phulpin et quelques associations de CentraleSupélec.

A travers cet ouvrage, vous trouverez tout ce qu'il faut savoir et même plus pour bien débiter vos réparations et ne pas commettre les erreurs que les anciens auraient pu faire.

La sécurité

Vous n'êtes pas sans savoir que nous manipulons chaque jour des appareils qui peuvent tuer, ou en tout cas pourraient s'il n'y avait pas toutes les normes de protection électronique des appareils (disjoncteur différentiel, carter et vernis isolants...). Ces objets du quotidien perdent leur protection au moment où vous allez les démonter et les tester sous tension. Ainsi, il faut manipuler avec prudence et grand discernement, surtout à forte tension et fort courant.

Règle d'or à retenir : ne jamais manipuler seul !

Petit rappel des risques liés à l'électricité

D'après l'Institut National de la Recherche et de Sécurité (INRS), les risques liés à l'électricité, pour l'homme sont de différentes natures. Il s'agit principalement des risques d'électrisation, d'électrocution et de brûlure. Ces risques ont pour origines des contacts directs ou indirects et des arcs électriques.

Contacts directs et indirects

Un contact direct est un contact avec une pièce nue sous tension. C'est par exemple le contact avec une partie conductrice d'une borne de raccordement, avec l'âme d'un conducteur dénudé ...

Un contact indirect est un contact avec une pièce conductrice mise accidentellement sous tension. C'est par exemple le contact avec une armoire métallique non reliée à la terre et dont l'équipement électrique qu'elle contient présente un défaut d'isolement.

Les contacts directs ou indirects provoquent des électrisations ou électrocutions. Sur les muscles du corps humain les **courants électriques peuvent provoquer une tétanisation (muscles moteurs et de la cage thoracique) ou une fibrillation ventriculaire pouvant provoquer l'arrêt du cœur.**

L'arc électrique et ses conséquences

Un arc électrique est susceptible d'apparaître lorsque l'on ouvre ou que l'on ferme un circuit. En effet, sous l'influence de la tension électrique créée entre les extrémités des conducteurs que l'on sépare ou que l'on approche, les électrons libres sortent du métal et heurtent violemment les molécules d'air de l'espace interstitiel. Cela a pour conséquence d'arracher des électrons aux atomes de l'air et de le rendre subitement conducteur. Ce phénomène s'accompagne d'une projection de particules métalliques en fusion (plus de 3 000°C). C'est l'arc électrique.

D'une manière générale, les arcs électriques peuvent jaillir entre deux conducteurs ou deux récepteurs voisins portés à des potentiels différents lorsque la couche qui les sépare n'est pas assez

épaisse ou que sa qualité d'isolation a été diminuée. La liaison qui en découle est d'abord invisible (courant de fuite) puis visible (arc électrique). Les éclairs qu'on observe pendant les orages sont des arcs électriques entre deux nuages ou entre un nuage et la Terre. Dans les installations électriques, un court-circuit provoque un arc pouvant entraîner des conséquences importantes. **L'arc électrique peut être, pour l'homme, à l'origine de brûlure plus ou moins graves et pour les installations d'incendies ou d'explosions.**

Quelques ordres de grandeur



Figure 1 Ordres de grandeur d'électrisation

Quelques règles de manipulation au CRACS

Si vous êtes arrivés ici, alors vous avez dû signer la charte de sécurité. Cela est primordial car elle permet d'attester le fait que vous êtes conscients des risques et des moyens de s'en prévenir. Si ce n'est pas fait, faites-le !

Voici les règles principales :



Figure 2 Règles de sécurité au CRACS

Petite explication pour chacun de ces points :

1. Pratiquer dans un environnement rangé et dégagé est essentiel car cela permet d'éviter de toucher de manière impromptue des éléments sous tension, de déposer un fer à souder sur une surface inflammable, de provoquer des réactions en chaîne...

2. Les carcasses métalliques donnent très souvent lieu à des contacts indirects et donc peuvent provoquer des électrisations. A ce titre, essayez de démonter les cartes électroniques ou les boîtiers de leur carcasse métallique.
3. Vous n'avez pas d'habilitation électrique pour les grandes tensions, mais vos professeurs et encadrants si, alors manipulez avec eux lorsque la tension dépasse 50V alternatif, et 12V continu
4. Lorsque vous manipulez, même sous basse tension, il est toujours utile de prendre des gants et des lunettes pour éviter tout danger
5. Que ce soit un professeur ou un élève avec vous, il est nécessaire d'être toujours deux au cas où un accident arrive. Rappel : lors d'un arrêt cardiaque, chaque seconde compte.
6. Les gaz dégagés par la fonte de l'étain peuvent provoquer des cancers, la ventilation sert à s'en prémunir.
7. Sous haute tension, des arcs électriques peuvent se créer entre les deux broches du multimètre. C'est pourquoi il faut prendre la tension en des points éloignés physiquement du circuit.
8. Ce point paraît évident, mais sous la fatigue il est parfois oublié, et fatal...

La réparation

Voici l'algorithme qu'il faut suivre à chaque fois que vous souhaitez réparer un objet. Cet algorithme est général, mais fait office de guide. Il ne faut oublier aucune étape.



Figure 3 Procédure de réparation au CRACS

Faire l'inventaire

Il est essentiel de bien répertorier chaque objet dans l'inventaire du club. Pour cela il suffit d'ouvrir le fichier Excel partagé « CRACS.xlsx » sur le Teams du CRACS (dans l'onglet Fichiers à la racine) et d'indiquer :

« Nom de l'objet/Référence/Date de réception/Client/Problème du client/Diagnostic/Date de rendu souhaitée/Date de rendu réelle/Réparateur/État »

Cela sert pour savoir si le local est surchargé d'appareils, pour savoir à qui est l'objet en question, et avoir un œil sur l'exigence temporelle du client afin de prioriser les réparations.

Diagnostiquer

Pour réparer, il faut d'abord savoir ce qu'il faut réparer, pour cela il s'agit d'identifier si on est face à un court-circuit, un composant défectueux, un fusible à changer... Le client donnera souvent une indication « macroscopique » c'est à dire à l'échelle globale du système de la panne. Cette indication sert pour identifier le problème, alors il ne faut pas hésiter à poser beaucoup de questions aux clients.

Voici une liste non exhaustive des questions assez général à poser pour bien identifier la panne :

- Quand et comment avez-vous constaté la panne ?
- Y a-t-il eu des signes avant-coureurs ? (odeur, dégagement de fumée, bruit anormal, réduction de vitesse de fonctionnement)
- La panne est-elle intermittente ? (ce qui pourrait évoquer un faux-contact ou un problème de surchauffe au-delà d'un certain temps d'utilisation)
- Il est également très utile de demander la référence précise de l'appareil au client

Il reste néanmoins essentiel de vérifier au niveau microscopique le circuit pour vérifier si les hypothèses établies auparavant sont bonnes.

Il convient de commencer par une inspection visuelle des circuits : il faut vérifier qu'il n'y a pas de zones ou des composants brûlés, ou tout simplement manquants (à cette étape, la présence de liquide pour signifier que des condensateurs ont brûlés). Cette étape permet aussi de commencer à identifier les composants et structures principales.

S'il n'y a pas de problèmes apparents, munissez-vous d'un multimètre. Sur circuit hors tension, testez les composants principaux (fusibles, condensateurs, diodes, transistors notamment). Il faut également garder à l'esprit qu'il peut y avoir plusieurs composants en parallèle ce qui peut expliquer des valeurs mesurées inattendues. Vérifiez qu'il n'y ait pas de courts-circuits, notamment au niveau de l'alimentation.

Si aucun problème n'est détecté à l'étape précédente, il convient de passer au test sous tension. **À partir de ce moment il faut s'assurer qu'une autre personne peut réagir en cas de problème.** Si possible, il est préférable d'utiliser une alimentation stabilisée pour alimenter le circuit, car elle permet de limiter le courant délivré et peut limiter les dégâts en cas de court-circuit. Si l'appareil est alimenté par le secteur, il est préférable de le brancher sur une multiprise pour faciliter l'extinction en cas de problème. À l'aide d'un multimètre, il faut alors mesurer les tensions à des endroits clés du circuit. Le plus simple est de **suivre le circuit de puissance** en partant de l'alimentation. Il faut prendre garde à éviter les arcs. En cas de doute, le plus simple est toujours d'éteindre le circuit, positionner les points de mesure et rallumer.

Enfin, il ne faut pas hésiter à faire des recherches sur Internet pour voir si le problème est déjà survenu ou pour trouver la documentation. Cette dernière (manuel, datasheet, ...) peut être d'une très grande aide, s'il s'agit de matériel de l'école, il est également possible de demander à l'encadrant ou des personnes utilisant la machine.

Démonter et valider

C'est une étape cruciale de la réparation. Un bon démontage permettra un bon remontage et une faible détérioration liée à la réparation de l'appareil.

Plusieurs périls se présentent à vous lors d'un démontage :

- La perte de pièces (surtout des vis)
- L'incapacité de remonter après démontage par oubli de procédure
- L'incapacité de remonter après démontage par destruction (carcasse, embout, ...)
- Manque d'outils adaptés
- Impossibilité de démonter sans casser

Comment s'en prémunir, il faut suivre la procédure de démontage suivante :

	<p>Utiliser des boîtes en plastique ou des cartons que l'on peut refermer et stocker le temps de la réparation.</p> <p>Mettre tous les éléments (de moyennes et petites tailles) dans cette boîte. Vous pouvez aussi utiliser des pochons pour les vis.</p>
	<p>Prendre des photos à chaque étape du démontage, voire filmer la totalité du processus.</p> <p>Stocker la vidéo/photo sur un drive partagé.</p> <p>Il existe des vidéos de démontage pour certains appareils sur YouTube.</p>
	<p>De nombreux outils sont disponibles au local mais ne pas hésiter à demander des outils adéquats au lieu de forcer et ainsi prendre le risque de casser un élément.</p> <p>Acheter l'outil le cas échéant (il servira pour d'autres).</p>
	<p>Toujours débrancher les appareils lors du démontage. Faire très attention aux outils (tournevis non normés qui conduisent l'électricité par exemple). Faire attention à la décharge des condensateurs hors tension.</p>

Acheter des composants

Vous atteignez cette étape lorsque le diagnostic est très certain. Votre taux de sureté quant à vos hypothèses de dysfonctionnement doit être assez élevé pour éviter d'acheter un composant pour rien, et ainsi retarder la réparation avec un temps de test et de diagnostic supplémentaire perdu.

Avant d'acheter des composants, veuillez à vérifier si ni le CRACS, ni le Club Tech, ni la Fabrique, ni le GEEPS, ni M. Blanchard ne possèdent le ou les composants en question. Cela permet d'éviter des dépenses inutiles pour le club, et surtout des frais pour le client.

Voici une liste non exhaustive des sites intéressants pour acheter des composants électroniques :

- Radiospare <https://fr.rs-online.com/web/>
- Farnell <https://fr.farnell.com/>
- Mouser <https://www.mouser.fr/>
- Digikey <https://www.digikey.fr/>
- Arrow <https://www.arrow.com/fr-fr>
- Conrad <https://www.conrad.fr/>

Amazon, eBay et Aliexpress sont aussi possibles, attention cependant car il n'est pas possible de passer par l'école dans ce cas, et de plus les composants ne sont souvent pas certifiés.

Le choix du site sera souvent fait par rapport au stock disponible, au prix, et aux délais de livraison. Attention néanmoins si le client est CentraleSupélec, et que vous souhaitez demander un financement à la Fondation, l'école a souvent des fournisseurs privilégiés qu'elle souhaite utiliser.

Dans le cas où le client est un particulier ou une association, il faut dresser une liste détaillée des composants à acheter avec les liens vers les références en ligne, et demander au client de s'en occuper, en l'aidant si besoin. En effet, étant donné que nous ne faisons aucun bénéfice sur les réparations, il n'y a pas d'intérêt à acheter les composants par l'intermédiaire du Club Tech puis que le client rembourse, en effet pour chacune de ses deux opérations il faudrait qu'un membre du CRACS contacte le trésorier Club Tech qui lui-même se coordonne avec le trésorier ViaRézo, ce qui occasionnerait beaucoup de lourdeur administratif sans avantage réel.

Remise en main propre

Si vous êtes arrivés à cette étape, c'est que vous avez réussi à réparer votre objet et à le remonter ! Il faut désormais rendre son appareil à son propriétaire. Organisez pour cela un rendez-vous pour expliquer votre démarche et informer des potentielles détériorations que vous avez faites durant la réparation ou le montage. De même, si vous avez détruit une sécurité, il est très important de prévenir le client pour ne pas risquer de le blesser lors de sa future utilisation.

N'oubliez pas aussi de coller un sticker du CRACS sur le carter ou la carcasse de l'appareil afin de participer à la communication du club sur le campus et à l'extérieur. Le client pourra toujours l'enlever s'il le trouve superflu...

Abandonner ?

C'est dur à admettre mais parfois il va falloir lâcher prise : si cela fait plus d'un mois que vous êtes sur la réparation d'un objet sans aucune avancée, alors il va falloir considérer l'abandon. Tenter le tout pour le tout, en demandant un regard extérieur sur votre objet : les autres membres du projet, des membres du Club Tech, M. Phulpin ou M. Blanchard sont souvent de bons conseils et peuvent vous donner quelques pistes. Si même cela n'a pas suffi, alors il est temps d'abandonner. La procédure à suivre dans ce cas est d'informer le client. En effet, il faut que celui-ci valide votre choix d'abandonner. C'est peu probable qu'il refuse mais la démarche à suivre dans ce cas est détaillée dans l'annexe « Décharge de responsabilité ». Une fois l'abandon validée, le client a deux possibilités : récupérer son objet défectueux ou vous le laisser pour que vous vous occupiez de le jeter. Le premier cas implique que vous remontiez l'objet avant de le rendre. Le second cas permet au CRACS de récupérer toutes les pièces d'intérêt sur l'objet : des boutons, interrupteurs, condensateur, fusibles... tout ce que votre chargé en démontage jugera utile doit être récupéré et rangé. Puis, le reste peut être mis à la poubelle, en respectant la séparation entre les déchets électroniques et autres déchets (plastique par exemple). Il y a trois poubelles dans le local, que la DPIET se charge de vider.

Un autre cas possible où l'abandon est à considérer est si jamais le coût des pièces de rechange, que vous avez identifiées, est trop élevées pour le client. Dans ce cas, soit le Club Tech ou un membre du projet décide de payer, et dans ce cas l'objet sera désormais le sien. En effet, si l'abandon est dû à un refus de payer du client, il récupère son objet cassé ou abandonne ses droits de propriété au bénéfice du CRACS. Sinon il va falloir abandonner la réparation, ce qui implique de récupérer les pièces utiles et de jeter le reste (ne pas oublier le tri !).

Décider d'abandonner n'est jamais facile mais c'est nécessaire pour éviter l'encombrement du local, problème qui empêche d'accepter de nouvelles réparations et qui est dangereux lorsque l'on manipule.

Quelques enseignements et tutoriels pour réparer des appareils électroniques communs

Cette partie est certainement la plus utile pour réparer efficacement les appareils. Certaines pannes sont récurrentes et se traitent de la même manière. Plutôt que de chercher longtemps les solutions comme les anciens du club, cette partie permet d'atteindre directement la solution et de monter très vite en compétence pour s'attaquer à des pannes jamais vues auparavant ou plus complexes. C'est pourquoi cette partie est vouée à être chaque année agrémentée des enseignements que vous pourrez obtenir. Elle servira aussi de compte-rendu d'expérience pour que chacun puisse laisser son empreinte dans l'histoire du club...

Avant de rentrer dans le vif du sujet, voici un contact de l'école qui vous aidera dans toutes vos réparations, aussi bien en fournissant du matériel, qu'en donnant quelques conseils pour diagnostiquer :

Monsieur Julien BLANCHARD, Bureau en salle A3-28

Comment réparer un radiateur électrique ?

Problème : le radiateur électrique ne s'allume plus du tout

Les symptômes de ce problème au niveau macroscopique sont la mise en route sous tension par le biais d'un potentiomètre ou d'un interrupteur ne s'effectue pas, on ne voit même pas la lampe de l'interrupteur s'allumer.

Diagnostics possibles :

- Le thermostat est défectueux
- L'interrupteur est défectueux
- Le potentiomètre est défectueux
- Une ou des résistances sont défectueuses

Réparation :

Un schéma électrique simple qui montre comment fonctionne le chauffage électrique est disponible page suivante.

Le thermostat se présente sous la forme d'un « potentiomètre » vue de l'extérieur mais il n'en est rien. On règle simplement la « lame » qui se déforme sous la température et qui coupe ou non le reste du circuit.

Sur le schéma ci-dessus, on trouve aussi un contrôle puissance qui permet d'activer une ou plusieurs rangées de résistances afin d'augmenter la puissance de chauffage ou la diminuer.

Comme vous pouvez le voir, les blocs fonctionnels (secteur, thermostat, contrôle de puissance) sont en série. Il suffit qu'un composant soit défectueux pour rompre toute la chaîne. C'est pourquoi il faut bien tester chaque composant avant de prendre une décision sur le ou les diagnostics possibles.

En tout cas, il suffit de remplacer les composants défectueux pour faire marcher à nouveau le radiateur électrique.

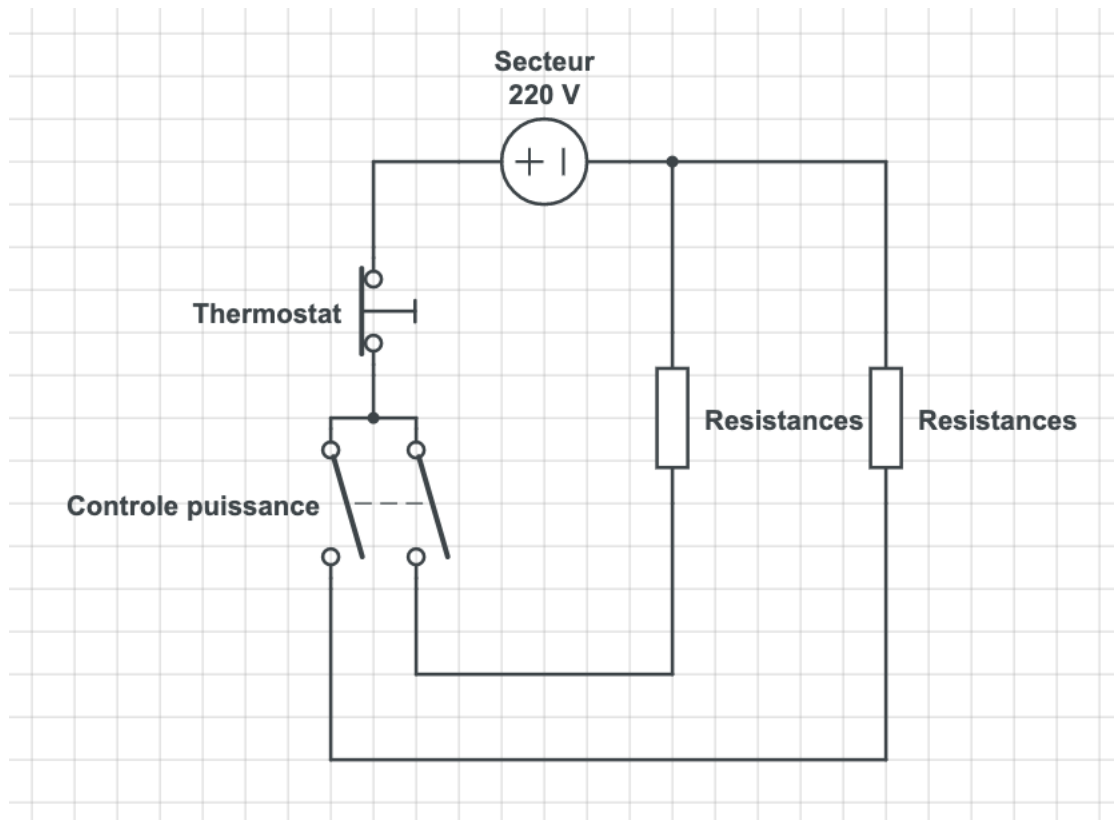


Figure 4 Schéma électrique du chauffage

Petit pro tips : lors du remontage, faire attention à ne pas laisser deux résistances se toucher. De plus, utiliser des borniers à vis pour lier votre nouveau composant au reste du circuit, c'est plus simple et plus fiable que les soudures.



Figure 5 Le chauffage électrique



Figure 6 Exemple d'interface d'un radiateur électrique défectueux avec sélecteur de puissance

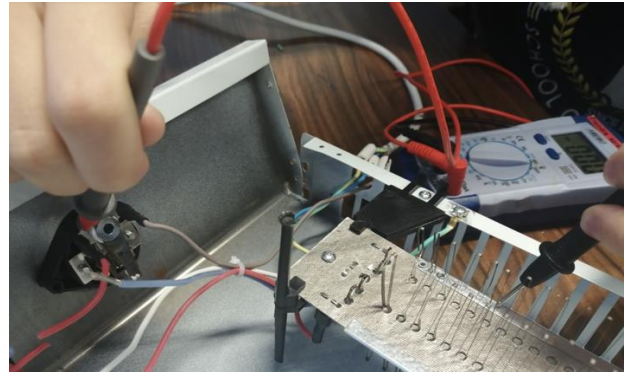
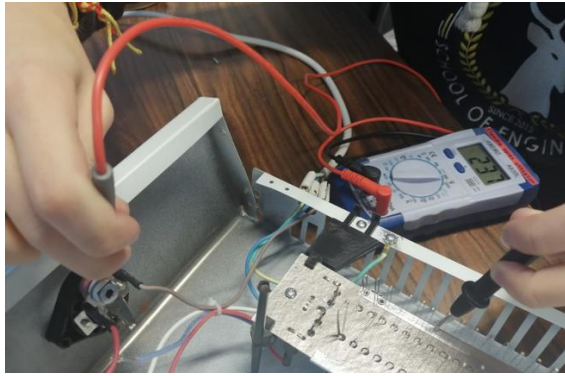


Figure 7 Photos prises lors du diagnostic : on mesure la tension entre différents points

Diagnostic : le composant défectueux est le thermostat (perte de toute la tension en sortie du composant)

Remplacement du composant : on a récupéré un thermostat équivalent sur un autre radiateur défectueux.

Le radiateur marche à nouveau ! (C'est d'ailleurs celui du local 😊)



Figure 8 Thermostat

Comment réparer une alimentation ?

Problème : l'alimentation cesse de fonctionner

Diagnostics courants possibles :

- Ce sont souvent les condensateurs qui explosent
- Le fusible est souvent fondu, mais la cause est souvent ailleurs

Réparation des condensateurs

Après avoir démonté la carcasse de l'alimentation, repérer les emplacements des condensateurs qui ont explosé.

Petit pro tips : Nul besoin de tout démonter, surtout pas le transformateur, qui une pièce souvent fastidieuse à dessouder/ressouder.

Voici un exemple de condensateur électrolytique aluminium explosé à droite.



Figure 9 Condensateur qui a explosé

Pour y voir plus clair :

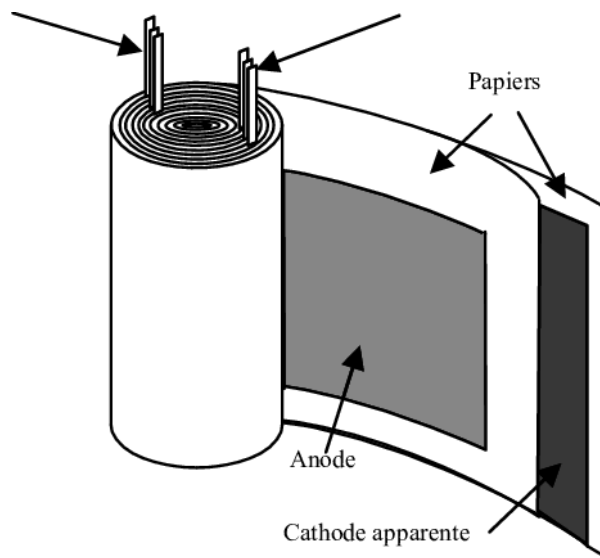


Figure 10 Schéma d'un condensateur électrolytique

Ensuite, il suffit de dessouder les pattes des condensateurs, et les remplacer par un équivalent (même capacité, voltage supérieur ou égal).

Attention : les condensateurs électrolytiques ont un sens de montage !! La bande sur le côté indique la borne – du condensateur électrolytique aluminium

Voici un exemple de réparation :

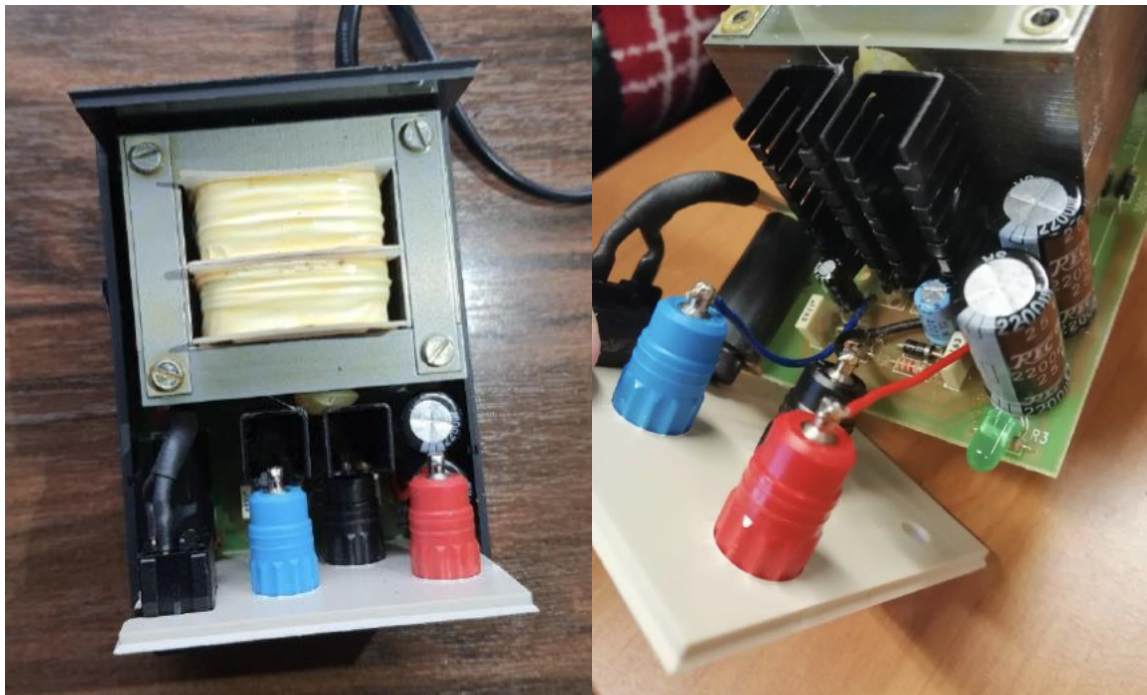


Figure 11 Photos de l'alimentation réparée

A gauche : on voit (presque) que le condensateur de droite (symétrie) a été explosé (il reste que les électrodes). A droite : on a remplacé le condensateur (noir) par un condensateur (bleu) équivalent. Après des tests, tout semble fonctionner à nouveau.

Cas des alimentations de laboratoire

Certaines alimentations de laboratoire peuvent être mise en parallèle ou en série par la reconfiguration de borniers situés sur la face arrière. Elles peuvent être donc asservies et contrôlées par une alimentation maître, les potentiomètres en façade n'ont alors aucun effet.



Figure 12 Alimentation 60V-20A

En présence d'une telle alimentation, il est donc possible que le problème soit uniquement causé par une mauvaise configuration. Cela souligne à nouveau la nécessité de se référer à la documentation lorsqu'elle est disponible, à titre d'exemple voici un extrait du manuel de l'alimentation présentée à droite.

Démarche générique

Pour diagnostiquer le problème, il convient de suivre le circuit de puissance en partant de l'alimentation. On vérifie que les différents modules remplissent correctement leur rôle.

Le schéma global d'une alimentation continue est souvent le même. Tout d'abord, un transformateur permet d'abaisser la tension alternative. Ensuite, cette tension est redressée par un pont de diodes et lissée par un gros condensateur. Enfin, la tension est abaissée de manière à obtenir la valeur désirée par le hacheur (constitué de transistors).

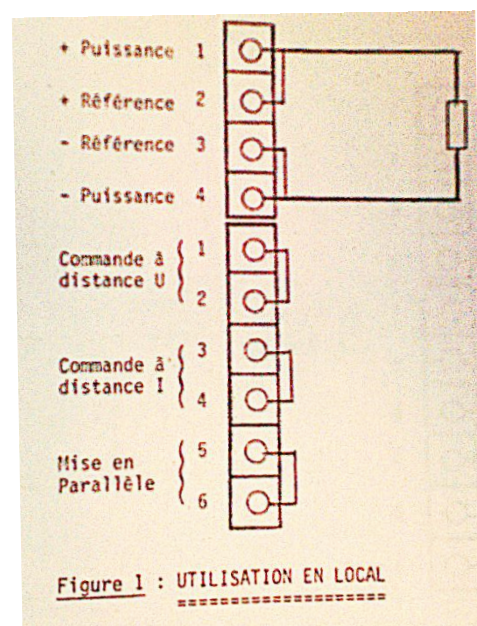


Figure 1 : UTILISATION EN LOCAL

Figure 13 Ectrait du manuel

Il est donc important d'identifier les modules principaux puis de vérifier successivement les tensions à leur sortie.

Voici un exemple :

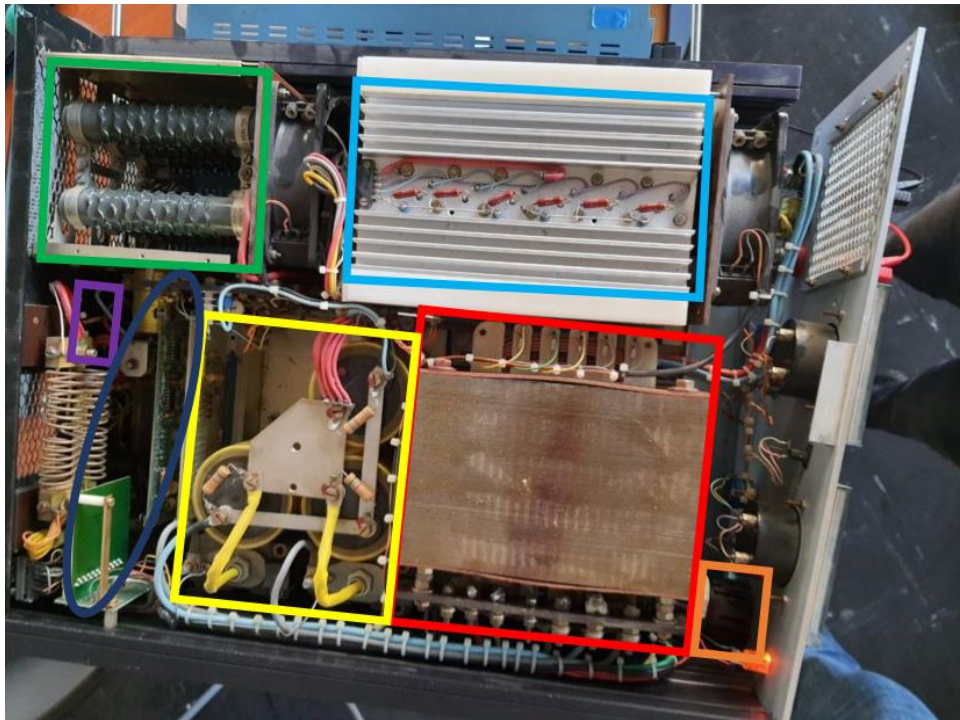


Figure 14 Intérieur de l'alimentation

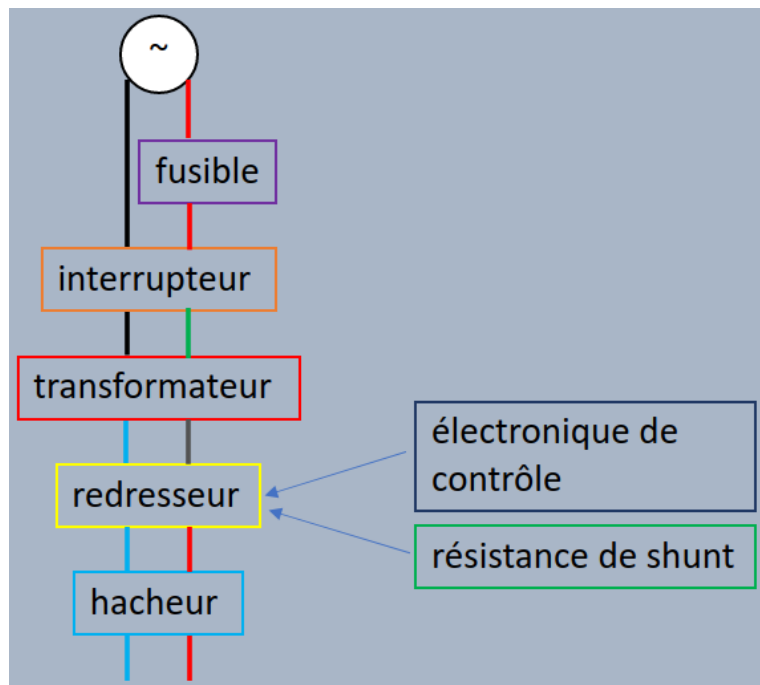


Figure 15 Schéma explicatif du fonctionnement de l'alimentation (suivre le code couleur avec la figure 14)

Sur cet exemple, on constate de plus la présence d'une résistance de shunt. C'est une résistance de faible valeur (la chute de tension générée reste donc faible) qui est mise en série avec la sortie de l'alimentation. La mesure de la tension à ses bornes permet de mesurer l'intensité fournie (il est nécessaire de la connaître dans le cas d'une alimentation stabilisée afin de pouvoir la limiter).

Comment réparer un vélo électrique ?

Problème : le vélo ne s'allume plus

Après avoir mis le contact, aucun voyant ne s'allume. Le client nous raconte qu'après un coup de chaud, le vélo a cessé de fonctionner quelques temps avant de remarcher. Puis, lors d'un second coup de chaud, le vélo ne marche plus. Cela semble correspondre à un composant qui a eu un peu chaud, mais c'est étrange que cela ait fonctionné de nouveau par la suite. Une piste a peut-être été abîmée ?

À vue d'œil, la connectique entre la batterie et le boîtier de la carte semble abîmée : les connecteurs sont tordus et leurs emplacements déformés.

Diagnostics possibles :

- Problème de connectique entre la batterie et la carte électronique.
- Composant défectueux sur la carte
- Faux contact

Réparation :

On teste si la batterie fonctionne en prenant sa tension en sortie. C'est bon !

On ouvre ensuite le boîtier abritant la carte électronique. Un condensateur en tombe : nous venons d'identifier au moins un des problèmes. Après inspection de la carte, on trouve un emplacement vide correspondant à un condensateur électrolytique (un cercle avec un + à côté d'une des pins), avec encore les pattes de feu notre condensateur soudée.

On a donc testé si le condensateur fonctionnait bien grâce à une petite astuce : on connecte les pattes du condensateur à une pile puis on le connecte à une DEL. Si celle-ci s'allume, c'est que le condensateur se charge et donc fonctionne ! Bien sûr, il est plus simple d'utiliser un multimètre de la Fabrique. Toutefois, la capacité qu'il peut mesurer est limitée à quelques centaines de microfarad, et notre condensateur était de l'ordre du millifarad.

Le condensateur fonctionne ! Deuxième problème : ses pattes sont trop courtes pour être ressoudées directement sur la carte. Avant de se précipiter en soudant des fils pour les rallonger, il nous faut comprendre pourquoi le condensateur s'est détaché dans un premier temps, afin d'éviter que cela se reproduise. Ce qui va suivre ne sont que des suppositions, mais il semble raisonnable de penser que les pattes du condensateur ont été coupées à la suite d'une vibration mécanique répétée pendant plus de dix ans (durée d'utilisation du vélo). En effet, le condensateur était couché sur la carte électronique, ce qui implique une inflexion sur ses pattes pour qu'elles soient soudées. Le condensateur est parallèle à la route ; l'utilisation du vélo entraînait donc un mouvement de va et vient verticale du condensateur, qui a fini par cisailier ses pattes.



Figure 16 Soudure de fils souples aux pattes

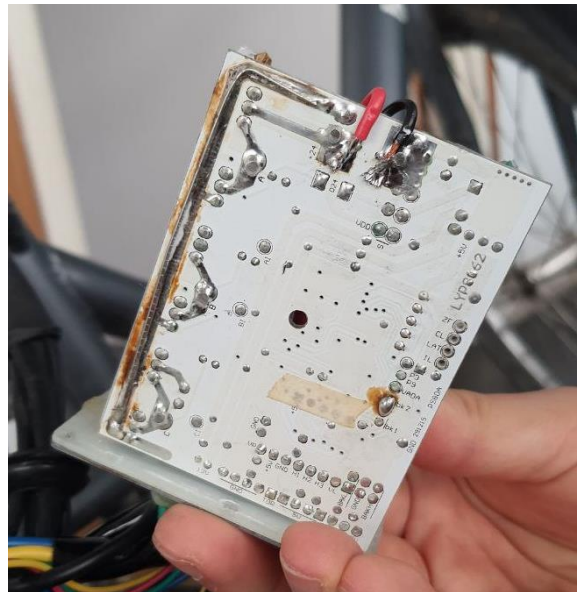
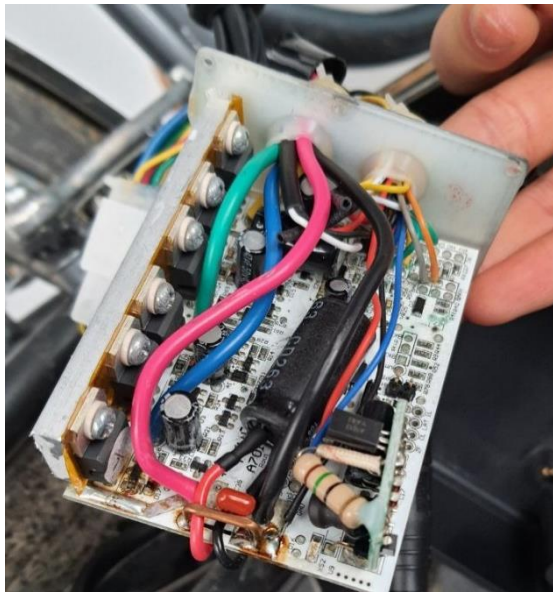


Figure 17 Condensateur ressoudée

Selon ses suppositions, il faut donc faire une soudure avec du fil souple (composé de plusieurs brins, voir figure 16) par opposition au fil rigide, au risque sinon d'avoir un point de fragilité au niveau de la soudure. Chose faite, on protège la soudure avec une gaine thermorétractable. On ressoud le condensateur (voir figure 17). On teste. Ça marche ! Les voyants du vélo s'allument et le vélo roule !

On remonte alors notre boîtier électronique, connecte la batterie : surprise, ça ne marche plus. Lors du remontage, un problème est donc survenu.

Pro tip : Pour l'identifier, redémonter progressivement et tester à chaque étape.

Dans notre cas, c'est un problème de connectique entre la batterie et le boîtier électronique. On met des bouts de papiers aluminium pour faciliter le contact. Ça marche !

Comment réparer une machine à café ?

Problème : la machine à café ne tourne plus

Rien ne se passe quand la machine est branchée et l'interrupteur actionné. De plus, l'interrupteur ne se bloque pas en position fermée et revient à sa position initiale. Cela



Figure 19 Modèle de l'interrupteur

a conduit tout d'abord à un diagnostic d'interrupteur cassé, qui a été remplacé. Puis, lors du démontage, nous avons remarqué la présence d'un capteur de contact de sécurité, actionné lorsque le couvercle était bien fermé. La partie du couvercle l'actionnant étant cassée, nous avons rajouté une vis pour faire le contact entre le couvercle et le capteur de contact de sécurité.



Figure 18 La machine à café

Quelques problèmes et solutions transverses à tous les appareils électroniques

Composants défectueux

La diode

Généralement, la panne génère un court-circuit qui provoque une deuxième panne ailleurs (fusible, résistance, transistor, ...).

Une diode fonctionnelle possède un sens passant et un sens bloquant. Le sens passant laisse passer le courant dès que la tension est supérieure à un certain seuil. Le sens bloquant ne laisse pas passer le courant. C'est donc ça que nous devons tester pour vérifier le bon fonctionnement d'une diode.

Pour tester une diode, il nous faut un multimètre. On peut utiliser le mode diode ou le mode résistance s'il n'y a pas de mode diode. Il vaut mieux tester la diode hors circuit mais la tester in situ avec le mode diode peut tout de même communiquer des informations sur les diodes. En revanche, avec le mode résistance, le reste du circuit risque de fortement impacter le résultat. Pour être certain des conclusions du test, il faudra tester la diode hors circuit. Tout se passe hors tension.

Le mode diode est symbolisé par le symbole de diode. Il permet de savoir si le courant passe. Il affiche la tension de seuil. Il faut vérifier les deux sens de la diode. Une diode fonctionnelle affichera :

- Dans le sens passant, entre 0.5V et 0.8V. Certaines diodes ont une tension de seuil plus basse. En mode résistance, on doit avoir entre 1 k Ω et 10 M Ω .
- Dans le sens bloquant, OL ou 1- pour caractériser le circuit ouvert. En mode résistance, on doit avoir aussi OL ou 1-.

Si la diode est passante dans les deux sens, alors elle est court-circuitée. Si la diode est bloquante dans les deux sens, alors elle est claquée.

Attention cependant aux diodes zener, ces dernières sont conçues pour exploiter l'effet d'avalanche, qui permet une conduction en sens inverse au-delà d'une tension seuil plus importante.

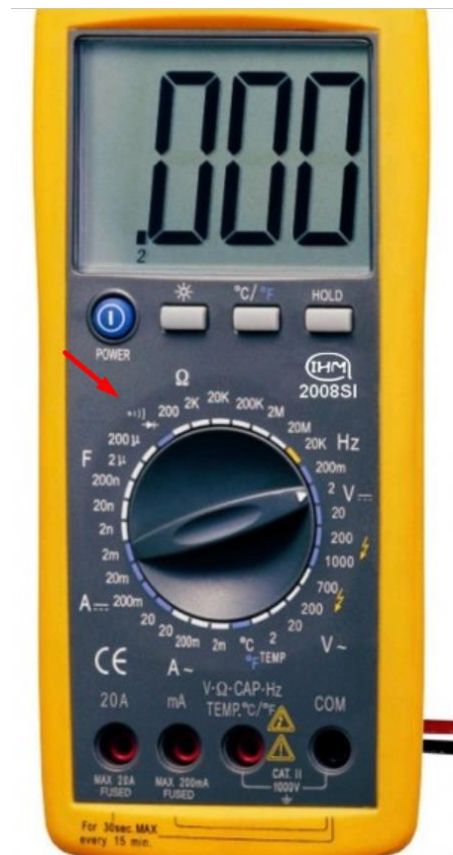


Figure 20 Le mode diode

Le pont de diodes

C'est un montage (voir figure 21) qu'on retrouve très souvent car il permet de passer d'un courant alternatif à un courant continu.

Pour le tester, il faut tout simplement regarder toutes les diodes une à une : - à AC, AC à +, + à AC et AC à -.

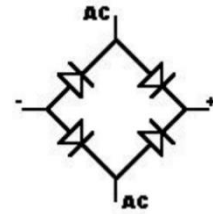
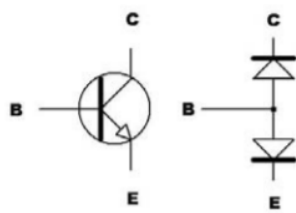


Figure 21 Pont de diodes

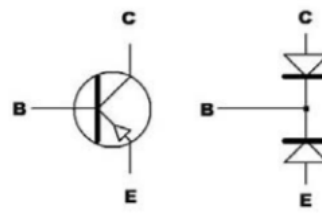
Le transistor bipolaire

Il y a deux types de transistors bipolaires (Bipolar Junction Transistor ou BJT en anglais), les PNP et les NPN, donc regardez la datasheet avant toute chose.



Transistor NPN

Figure 23 Schéma de transistor NPN



Transistor PNP

Figure 22 Schéma de transistor PNP

Ils peuvent être modélisés par deux diodes au niveau du comportement. Pour trouver les bonnes pattes, il suffit de trouver la datasheet du transistor.

Pour tester des transistors, il faut réaliser trois tests de diodes : B-C et B-E qui sont les tests classiques de diodes et C-E qui doit être bloquant dans les deux sens. Le test peut être réalisé in situ pour les petits transistors mais pour des transistors de puissance, il vaut mieux dessouder le tout pour ne pas avoir des mesures faussées.

La résistance

Les petites résistances tombent rarement en panne mais ce n'est pas le cas des résistances de puissance.

Les tests in situ sont plutôt fiables pour les petites et moyennes résistances (attention cependant aux résistances en parallèles !). Ils sont réalisés hors tension avec un ohmmètre.

Une résistance endommagée peut ou bien ouvrir un circuit, ou bien changer de valeur.

Le condensateur

Les condensateurs sont des composants avec deux armatures séparées par un isolant. Ils ont une tension de claquage, au-dessus de laquelle le condensateur est censé "claquer" et une résistance de fuite qui correspond au caractère non parfait des condensateurs.

Les condensateurs chimiques tombent assez souvent en panne avec le temps. Le diagnostic peut souvent se faire à l'œil nu. Le composant peut en effet grossir ou se rétracter avec la chaleur. Dans les cas extrêmes, le condensateur peut déverser son liquide. Il est donc assez important de diagnostiquer un condensateur qui s'apprête à fuir. Tester un condensateur avec un capacimètre est rarement

suffisant parce que la capacité peut ne varier que très peu. C'est surtout la résistance série équivalente qui compte donc on peut diagnostiquer la panne avec un testeur RSE.



Figure 24 Sens d'un condensateur : la bande claire indique la borne -

Attention lors d'un remplacement au sens du condensateur (voir figure 24).

Soudures sèches

Une soudure sèche se comporte comme une résistance élevée lorsque le courant passe. Sans grande conséquence lorsque le courant est faible, elle peut être à l'origine des dysfonctionnements en cas de courants plus importants.

Une bonne soudure a un aspect brillant et lisse. Elle s'évase en se collant au support de la soudure. A l'inverse, une soudure sèche a un aspect mat, parfois granuleux. Un exemple de soudure sèche et de bonne soudure est donnée figure 25.

L'apparition d'une soudure sèche peut être dû à une soudure mal réalisée ou au passage du temps. Dans tous les cas, il suffit d'enlever globalement l'étain qui la compose et refaire ladite soudure.

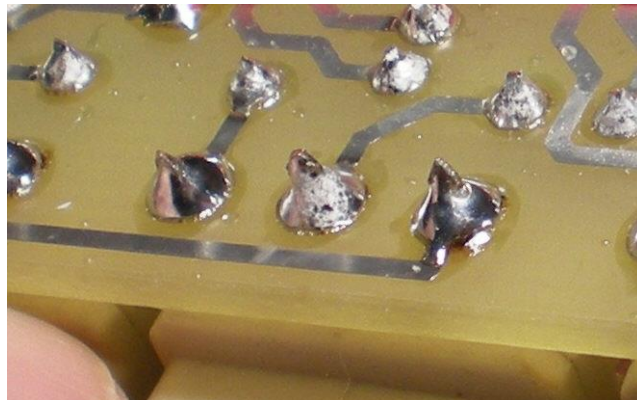


Figure 25 Exemples d'une soudure sèche encadrée par deux bonnes soldes au premier plan

Faux contacts

Les faux contacts constituent une bonne partie des pannes électroniques. On les diagnostique en observant un fonctionnement normal de temps en temps lorsqu'on tapote ou secoue un peu les composants. Elles sont souvent causées par le passage du temps sur des parties soumises à des contraintes mécaniques ou thermiques en particulier les connecteurs fins, les composants volumineux,

les transistors et les résistances chauffantes. On peut aussi avoir des faux contacts sur les circuits imprimés.

Dans tous les cas, les faux contacts ne sont souvent pas très difficiles à réparer. Le plus gros du travail consiste à localiser précisément la localisation du faux contact. Après avoir diagnostiqué le faux contact, on sait généralement à peu près où il se situe. Il suffira d'un multimètre pour localiser la panne avec précision. Réparer le problème en lui-même consiste souvent à réaliser de nouvelles soudures.

Court-circuit

Les courts-circuits correspondent à des connexions non souhaitées entre des composants. Ils peuvent apparaître sur les jonctions entre les composants ou sur les cartes électroniques. Ils sont souvent causés par de mauvaises manipulations lors de réparations ou à cause de composants défectueux. Il n'y a pas de méthode miracle pour les trouver : prendre un multimètre en mode Buzzer et pointer entre tous les points de contact possibles de façon méthodique.

Droit et économie du club

Cette partie est annexe. Elle sert ainsi aux côtés plus administratifs du club. Elle ne vous servira en aucun cas pour effectuer de meilleures réparations mais elle est indispensable à la vie du club, pour que les choses soient plus structurées.

La décharge de responsabilité

La décharge de responsabilité est un document à faire signer par le CRACS et par le client à chaque fois qu'un objet à réparer entre dans l'inventaire. Elle permet deux choses :

- Rassurer le client à propos des délais de réparation
- Protéger le club d'une plainte pour vol, détérioration/destruction de matériel privée, et tout échec de réparation

Vous pourrez trouver ce document en annexe de ce livre. Il suffit de remplir les cases correspondantes et de stocker le document dans un drive partagé.

La charte de sécurité

C'est un document à faire signer par tous les membres du club qui font des réparations. Il permet de s'assurer que chacun est conscient des risques qu'il prend, et des moyens de s'en prémunir afin d'éviter le plus d'accidents possibles.

Ce document est en annexe.

La décharge de responsabilité de l'école

Cette décharge est seulement pour les élèves du Club Tech (ou autre) qui ne sont pas affiliés au projet CRACS, mais qui souhaite quand même réparer des appareils électroniques pendant leur temps libre. Il faut penser à organiser des formations pour leur donner accès au local afin d'être certain qu'ils soient conscients des enjeux notamment de sécurité.

Vous trouverez ce document en annexe.

Conclusion

La structure de base du club est désormais fonctionnelle et un premier ensemble de réparations a pu être effectué. Il manque encore un peu de matériel pour faciliter les réparations, en particulier une alimentation stabilisée réglable. De plus, il est désormais temps d'ouvrir plus largement la réparation à d'autres étudiants et d'engager des efforts de communication plus importants.

Annexes

La décharge de responsabilité

DÉCHARGE DE RESPONSABILITÉ

Entre les soussignés :

- **CRACS**, sous la responsabilité du Club Tech, dépendant de l'ARCS (n° SIRET : 835 149 881 00012), représenté par,
membre du club.
Adresse : 1 rue Joliot-Curie, 91190 Gif-sur-Yvette

ci-après dénommé le **CLUB**

Et

-

ci-après dénommé le **CLIENT**

Dans le but de réparer :

- Nom :
- Fonction :
- Référence :
- Problèmes identifiés :

ci-après dénommé l'**OBJET**

A titre indicatif, date de rendu souhaitée :

Article 1 : Propriété

Le Client confie au Club l'Objet. Par ce geste, il cède sa propriété de l'Objet au Club. Toutefois, le Client peut demander à récupérer l'Objet, si le processus de réparation n'a pas encore démarré.

Article 2 : En cas de possibilité de réparation

Le Club s'engage à restituer la propriété de l'Objet s'il est réparé, selon les critères énoncés par le Client. Le Club ne garantit pas l'intégrité de l'Objet rendu. Si la réparation nécessite un achat de composants, ceux-ci seront à la charge du Client. Le Club s'engage à lui faire un devis complet des

références à acheter et de leur prix. Toutefois, le Club ne peut pas garantir que l'achat de ces composants permettra d'effectivement réparer l'Objet. Le Client ne pourra pas demander de remboursement.

En cas du refus du Client à payer ce devis, deux choix s'offrent à lui. Le Client peut définitivement abandonner tous ses droits de propriété sur l'Objet : dès lors, l'Objet appartient au Club, même en cas de réparation future, à la charge du Club. A l'inverse, le Client peut choisir de récupérer l'Objet non réparé. Dans tous les cas, dès l'envoi du devis par le Club, le Client a un mois pour annoncer son choix.

Article 3 : En cas d'abandon de réparation

L'impossibilité de réparer l'Objet sera déterminée d'un commun accord entre le Club et le Client. En cas de validation de l'abandon de la réparation par le Client, le Client peut récupérer l'Objet non réparé. S'il le souhaite, le Club peut disposer de l'objet. Le Club peut alors récupérer des composants de l'Objet qui lui semblent d'intérêt.

Si le Client refuse de valider la proposition d'abandon formulée par le Club, celui-ci s'engage à recommencer un processus de diagnostic et de réparation par un autre membre du Club. Après un mois à compter de la première proposition d'abandon, si cette nouvelle tentative se conclut par une autre proposition d'abandon, celle-ci est automatiquement validée. Le Client peut dès lors récupérer l'Objet non réparé ou confier sa disposition au Club. Le Club peut alors récupérer des composants de l'Objet qui lui semblent d'intérêt.

A, le,

*Signatures précédées du **nom du représentant** et de la mention « **lue et approuvée** » :*

Le Club

Le Client

CHARTE DE SÉCURITÉ DU CRACS

Par le présent document, le signataire _____ s'engage à faire tout son possible pour travailler pour le CRACS de la manière la plus sécurisée possible. Pour cela il pourra suivre au moins les indications suivantes :



Signature, avec la mention « lu et approuvé » :

Décharge de responsabilité de l'école

DECHARGE DE RESPONSABILITE DE L'ECOLE CENTRALESUPELEC

Entre les soussignés :

- **CRACS**, sous la responsabilité du Club Tech, dépendant de l'ARCS (n° SIRET : 835 149 881 00012), représenté par, membre du club.
Adresse : 1 rue Joliot-Curie, 91190 Gif-sur-Yvette

Ci après dénommé le **CLUB**

Et

-, **élève** à CentraleSupélec de la promotion

Ci après dénommé l'**ÉLÈVE**

L'Élève s'engage à suivre une formation délivrée par le Club. A la suite de cette formation, il aura accès au local et au matériel du Club. En signant cette décharge, l'Élève s'engage à respecter la charte de sécurité du Club.

S'il se blesse ou un accident se produit lors d'une de ses réparations dans le local du Club, l'école CentraleSupélec et le Club ne pourront pas en être tenus responsables : seul l'Élève le sera.

À, le

*Signatures précédées du **nom du représentant** et de la mention « lue et approuvée » :*

Le Club

L'Élève