

TECHNIQUES de DEPANNAGES

I - Remarques préliminaires

Remarque 1

Le matériel en panne, ou supposé en panne **a déjà fonctionné** (normalement, on peut l'espérer mais ce n'est pas garanti). Les pannes susceptibles de s'être produites résulte d'un fonctionnement normal (usure, corrosion, fatigue) ou anormal (surcharge, choc ...).

On peut, a priori, exclure un mauvais câblage ou des composants non conformes (**sauf si le matériel a déjà été donné à réparer**). => **DANGER !**

Remarque 2

Pour pouvoir réparer, il faut **constater la panne** pour vérifier après l'intervention que la réparation est effective. Le plus délicat est la **panne intermittente**, qui ne se produit pas sur demande.

Remarque 3

Des pannes peuvent avoir des causes multiples, et parfois dépendre les unes des autres. Certaines pannes provoquent des réactions en chaîne avec destruction successive de composants. Quand c'est possible, **isoler les parties de circuits** qui peuvent être vulnérables.

Avant de penser à des pannes multiples, nous parlerons de pannes simples.

II - Composition d'un ensemble - pannes génériques possibles

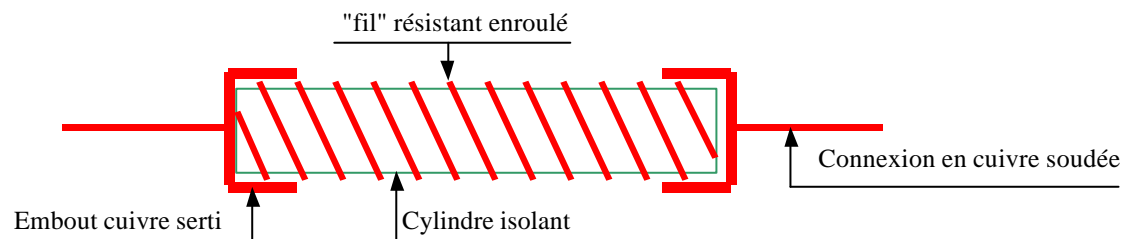
Un ensemble est constitué de composants, interconnectés par des liaisons. Le fonctionnement s'accompagne parfois d'échauffement, qui aggrave le risque de dégradation. Les pannes qui arrivent généralement sont :

- **dégradation** totale ou partielle de composants (changement de leurs caractéristiques),
- **interruption** d'une liaison ou coupure de connexion,
- **apparition** d'une liaison inattendue (court-circuit).

Toutes les pannes simples tiennent dans ces 3 causes, nous allons détailler pour chaque type de composant les pannes possibles.

III - Enumération des pannes possible par composant

1 - **Résistor** : composant le plus simple et le plus courant.



Le fonctionnement **échauffe** plus ou moins. Il peut en découler :

- mauvais contact : entre partie résistive et connexions, (parfois la soudure sur le circuit imprimé peut **fondre** par suite de l'échauffement excessif, elle peut ensuite couler, et aller faire des courts circuits ailleurs). En interne, la résistance devient **très supérieure** à la résistance nominale.
- dégradation par surchauffe de la partie résistive. Cela peut entraîner:

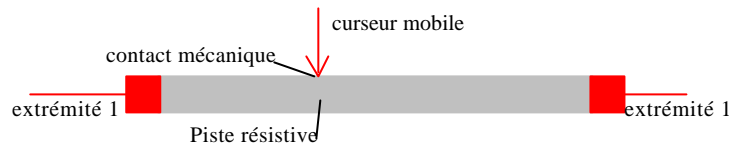
$$R > \text{ ou } \gg R \text{ nominale}$$

$$R \text{ coupée } \textcircled{R} \text{ fusible } \textcircled{R} \text{ } R = \infty$$

CONCLUSION RESISTANCES

Une résistance ne se met jamais en court-circuit. Sa valeur augmente ou devient infinie. Elle peut aussi changer de valeur à chaud (après un certain temps de fonctionnement)

2 - Rhéostat, potentiomètre :

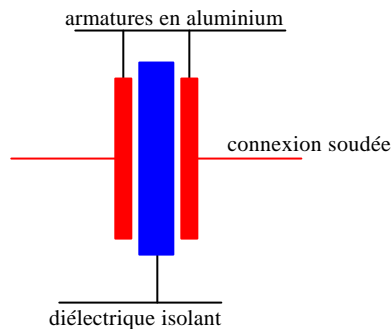


Toutes les pannes de résistances sont possibles, plus des pannes spécifiques dues à la mécanique ou au mouvement.

- curseur dégradé : mauvais contact
- piste détériorée (mécanique / électrique, usure)

En outre, en audio en particulier, un potentiomètre peut "**cracher**".

3 - Condensateur :



A l'ohmmètre, un condensateur est un circuit ouvert (résistance infinie). Il existe deux grandes familles :

- polarisés (chimiques)
- non polarisés (céramiques, film plastique, ...)

Une grande limite à respecter : tension de service. En cas de dépassement, prolongé ou non de la limite, il peut y avoir **claquage** : une étincelle traverse l'isolant. Le condensateur est alors en court-circuit : il est **claqué**, c'est **généralement irréversible**. Cela arrive aux 2 familles. (non polarisés et chimiques)

Les **armatures** sont toujours en **aluminium**. Les connexions sont en **cuivre**. On change de matériau conducteur :

- **contacts impossible à souder**
- possibilité d'**oxydation** des surfaces de contact
- perte de capacité et augmentation de résistance interne

Ceci est valable pour les deux familles. (non polarisés et chimiques)

Particularité des condensateurs chimiques :

Ils contiennent un électrolyte, **liquide**, qui avec le temps s'évapore et ils baissent progressivement de capacité.

CONCLUSION CONDENSATEURS

- | | |
|--------------------------------------|--|
| Condensateurs non polarisés : | <ul style="list-style-type: none">• C = 0 $\text{\textcircled{R}}$ coupés $\text{\textcircled{R}}$ R = ∞• court-circuit $\text{\textcircled{R}}$ R = 0 |
| Condensateurs chimiques : | <ul style="list-style-type: none">• coupés $\text{\textcircled{R}}$ C = 0 $\text{\textcircled{R}}$ R = ∞• court-circuit $\text{\textcircled{R}}$ R = 0• séchés $\text{\textcircled{R}}$ C \ll Capacité nominale |

4 - **DIODE:** semi-conducteur simple

- Passante en directe
- Bloquée en inverse

Le semi-conducteur peut subir 2 contraintes opposées, qui peuvent modifier ses caractéristiques.

- surtension **inverse** ® surintensité ® Puissance importante ® échauffement localisé de la jonction ® court-circuit dans les 2 sens.
- en direct, on apporte une **surintensité**, augmentation de la température, modérée, fusion des connexions : la diode se **coupe dans les 2 sens**. (® $R = \infty$ dans les deux sens)

CONCLUSIONS SUR LES DIODES

Pannes franches de diode :

- Coupée dans les 2 sens.
- fuite importante en inverse : très mauvais « blocage ».
- Court-circuit dans les 2 sens.

Le « test diode » donne une bonne indication :

- Passante en directe ® mesure du U_0 à 1 mA environ # 0,6 V
- Bloquée en inverse ® $R = \infty$

5 - **LED**

C'est avant tout une **diode**. Quand elle est passante (en direct), $U_0 = 1V$ à $2,5 V$ (dépend de la **couleur**). En inverse ® diode bloquée.

C'est en **direct** que la diode **s'allume**. La diode est spécifiée à un courant déterminé, exemple : 10 mA. Elle ne supporte pas bien les tensions inverses. Si U inverse trop fort ® se met en court-circuit. Si l'intensité maximale permise est fortement dépassée, la LED se coupe.

Elle **vieillit** mal (devient moins lumineuse, couleur différente ...) à l'usage on constate une « **usure** ».

NOTA : ce sont les LEDs infrarouges qui sont utilisées dans les télécommandes, utilisées avec des courants **très forts** ($> 100mA$), sous forme **d'impulsions** de très courtes durées, ce qui donne un **courant moyen** de quelques milliampères.

CONCLUSIONS SUR LES LED

- Mise en court-circuit
- Coupure : $R = \infty$ dans les 2 sens
 - Dans les 2 cas, perte de la luminosité
- Perte de rendement avec perte de luminosité.

6 - **DIODE ZENER:**

C'est avant tout une **diode**. Elle fonctionne en Zener, en inverse. Le " test diode " est assez fiable. La diode Zener est rarement en panne en inverse alors qu'elle est bonne en direct.

On ne peut vérifier U_z qu'en mode **inverse uniquement** en réalisant un montage R + Z pour essayer.

CONCLUSIONS SUR LES DIODES ZENER

- **Si bonne en direct, forte chance d'être bonne en inverse.**

7 - Transformateur :

- Un enroulement primaire (souvent 230 V)
- Un ou plusieurs secondaires (tensions différentes)

Généralement, le fil primaire est **fin**, donc **fragile**. Une surintensité au secondaire (court circuit par exemple) se répercute au primaire. Le fil peut fondre (fusible) et entraîner une coupure. Il n'y a plus de tension secondaire. **La vérification peut se faire à l'ohmmètre**.

- Résistance primaire = quelques Ω (grosses puissances), quelques $k\Omega$ (faibles puissances).
- Le secondaire est en fil plus gros (abaisseur) donc moins fragile.

Un court-circuit prolongé peut cependant couper le secondaire. Il peut présenter une résistance de 0 à 1 Ω .

Panne rare mais possible

Un échauffement excessif, a brûlé l'isolant (email). Cela entraîne des spires en court-circuit, soit au primaire, soit au secondaire. Il s'en suit un **échauffement du transformateur même à vide**.

CONCLUSIONS SUR LE TRANSFORMATEUR

- Coupure du primaire ® aucune tension au secondaire,
- Coupure du secondaire ® seul le secondaire coupé ne fournit rien (ni courant, ni tension)
- Court circuit entre spires: **chauffe à vide**.

8 - Régulateurs de tension :

Les régulateurs modernes sont remplis de protections.

- Baisse de dissipation si température trop forte ® chute de tension de sortie ® baisse du courant ® protection par baisse de la température.
- Limitation du courant de sortie si $> I_{max}$ ® le régulateur se transforme en générateur de courant constant ® baisse de tension de sortie.

Un échauffement excessif externe peut entraîner plusieurs incidents :

- coupure interne
- court-circuit interne

Résultat apparent

La tension n'est pas conforme à la théorie. **Attention** : avant de déclarer que le régulateur est hors service, vérifier que le **montage est conforme**. Pour cela, il faut procéder à une:

- Vérification de l'**alimentation** (avant le régulateur).
- Vérification du **pont diviseur de tension** de régulation.
- Vérification de la **charge**.

Placer le régulateur à vide, vérifier, puis charger par une résistance de charge extérieure R à calculer, pour simuler la charge présentée par le circuit alimenté.

CONCLUSIONS SUR LES REGULATEURS DE TENSION

Ils tombent très rarement en panne. Rechercher le plus souvent une panne ailleurs.

9 - Liaisons - connexions :

En matière de liaisons il faut distinguer

- Liaisons **fixes** (pistes de circuits imprimés, ...)
- Liaisons **mobiles** ou semi-mobiles (câbles, peignes, cordons, nappes...) qui sont amenés à se déplacer lors de l'utilisation normale. (déplacement d'une partie du montage, câble secteur ...)

a) Cas des liaisons fixes

- Elles sont sensibles à certaines déformations mécaniques (les actions sur les touches), le circuit peut se fendre et couper le cuivre (épaisseur : 35 μm)
- Elles sont sensibles à la corrosion, oxydations ... le cuivre peut se couper par action chimique avec le temps, l'humidité ... Rarement : projection d'étincelle peut occasionner un ou des courts-circuits.

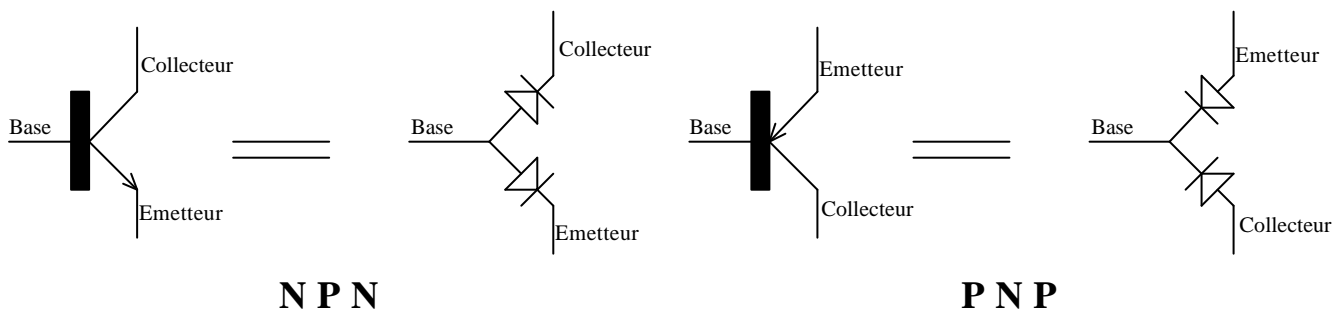
b) Cas des liaisons mobiles ou semi-mobiles

- Des déformations périodiques peuvent casser le fil surtout rigide à l'endroit du pli.
- Elles peuvent aussi entraîner un court-circuit si usure de l'isolant. Ce genre de panne peut être capricieux et sembler fonctionner dans certaines " *positions* ".

CONCLUSIONS SUR LES LIAISONS - CONNEXIONS
Coupure ou court circuit par action mécanique ou chimique. Souvent intermittente.

10 - Transistor :

On distingue deux sortes de transistors totalement incompatibles : NPN et PNP



Les jonctions BE et CB sont des diodes parfaites. La panne, **la plus fréquente** des transistors de puissance c'est le court-circuit entre Collecteur et Emetteur qui très souvent entraîne une consommation dangereuse de l'alimentation. La même panne arrive parfois aux transistors petits signaux.

CONCLUSIONS SUR LES TRANSISTORS
Modifications de caractéristiques après un échauffement anormal

Voici les quelques mesures faciles à réaliser sur un transistor, qui doit être démonté, en tout cas débranché des circuits environnants qui peuvent fausser les mesures.

On doit établir un tableau, qui mentionne les bornes utilisées, les polarités, les statuts.

Ce tableau, confronté aux modèles PNP et NPN connus, doit permettre de retrouver:

- Le type (PNP, NPN) du transistor.
- La position de la BASE. Collecteur et émetteurs étant "symétriques", on ne peut que faire des suppositions à leur sujet.

Tableau 1

+	-	Mesure	Statut
1	2	OFL	Bloqué
2	1	OFL	Bloqué
2	3	OFL	Bloqué
3	2	605mV	Passe
1	3	OFL	Bloqué
3	1	616mV	Passe

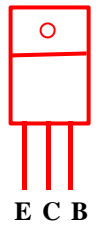
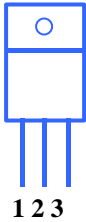
La conduction a lieu sur la base, en 3.

La polarité est "+" sur la base:

c'est un NPN.

Mesures pratiquées en « test diodes »

OFL = overflow=débordement



Sur les transistors de puissance, le collecteur est souvent au boîtier ou au radiateur.

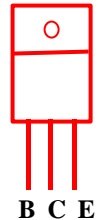
Tableau 2

+	-	Mesure	Statut
1	2	OFL	Bloqué
2	1	622mV	Passe
2	3	OFL	Bloqué
3	2	OFL	Bloqué
1	3	OFL	Bloqué
3	1	636mV	Passe

La conduction a lieu sur la base, en 1.

La polarité est "-" sur la base:

c'est un PNP.



11 - Circuits intégrés logiques

Ils comportent deux types de broches :

- Des entrées sur lesquelles on fixe ou on modifie les niveaux,
- des sorties qui déterminent (fixent) les niveaux. Elles sont capables de fournir du courant (par exemple au niveau haut), ou absorber du courant (par exemple au niveau bas).

Les entrées subissent les niveaux et doivent pouvoir, en général, rester neutres : forte impédance d'entrée.

En logique, il faut, à l'oscilloscope observer les niveaux de sortie et les entrées, en essayant de vérifier les tables de vérité. Toutes les pannes y sont possibles :

- entrée détruite qui fixe un niveau haut ou bas ou intermédiaire,
- sortie détruite qui fixe un niveau haut ou bas ou intermédiaire.

Attention : certains opérateurs multiples, tels que 4 NOR à 2 entrées par exemple. Si un seul opérateur est en panne, il faut changer le boîtier. Il faut donc procéder à l'essai des 4 opérateurs s'ils sont utilisés.

Dans tous les cas, il faut vérifier l'alimentation en premier. Les niveaux logiques doivent être francs. Une entrée en zone d'indétermination présente un danger. Si cela arrive, il faut s'assurer que c'est normal.

Il est utile, parfois, d'isoler des sorties en plaçant des « charges » d'isolation.

12 - Circuits intégrés linéaires (AOP)

Généralement, ils amplifient une différence de tension entre $e+$ et $e-$ (ε).

$$\text{Si } \varepsilon > 0 \text{ alors } V_S = + V_{SAT}, \text{ et si } \varepsilon < 0 \text{ alors } V_S = - V_{SAT}$$

Pratiquer des mesures à l'oscilloscope, qui permettent de voir certains parasites. Là également, vérifier les alimentations en premier. Mesurer ε pour savoir si V_S semble conforme.