

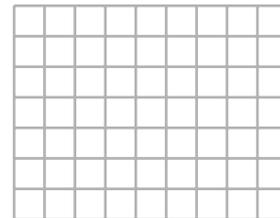
## Problèmes de fonctionnement

Si l'appareil est susceptible de ne plus fonctionner comme il faut, il convient de le mettre aussitôt hors service, et de prendre les mesures qui empêcheront une remise en service accidentelle ou involontaire. Les conditions de sécurité de l'utilisation de l'appareil ne sont plus assurées quand :

- l'appareil et son cordon d'alimentation présentent des détériorations apparentes,
- l'appareil ne fonctionne pas normalement ou
- les composants ne sont plus entièrement solidaires de la platine.

Lorsqu'une réparation s'impose sur l'appareil, utilisez uniquement des pièces conformes aux pièces d'origine. Dans le cas contraire, vous risqueriez d'endommager les composants et de vous mettre en danger.

Les réparations ne peuvent être effectuées que par un personnel qualifié.

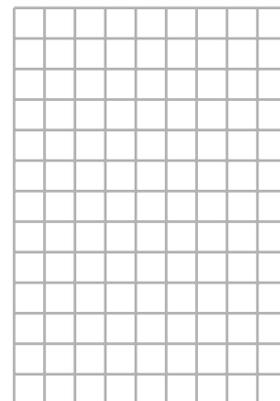


# Kit mini-régulateur

**Code : 0245 232**

**Code : 0190 040**

*Module monté et testé*



---

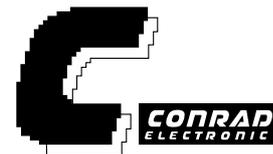
### Données techniques sujettes à des modifications sans avis préalable !

En vertu de la loi du 11 mars 1957 toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite.

© Copyright 1995 by CONRAD ELECTRONIC, 59800 Lille/France

\*2D-X20-623-8-98/04-A

Innovation en Electronique





**Attention ! A lire impérativement !** La garantie ne couvre pas les dommages résultant de la non observation des présentes instructions. Nous déclinons toute responsabilité pour les dommages qui en résulteraient directement ou indirectement. Avant d'utiliser cet appareil, il convient de lire attentivement le présent mode d'emploi.

### Conditions de fonctionnement

- Respectez la tension indiquée
- Faites appel à un spécialiste si vous voulez installer ce composant sur un appareil avec une tension  $\geq 35V$ .
- Veillez au respect des consignes dans la présente notice. Leur non-observation peut entraîner des dommages pour l'appareil et l'utilisateur.
- La température de fonctionnement doit toujours être comprise entre 0 et  $+40^{\circ}C$ .
- L'appareil ne doit être mis en service que dans des locaux secs et propres.
- En cas de formation d'eau de condensation, attendez deux heures avant de mettre l'appareil en service.
- Si le composant risque d'être exposé à des secousses ou des vibrations, vous pouvez capitonner l'endroit où il se trouve. Mais veillez à utiliser pour cela des matériaux non inflammables, car ils seront exposés à des échauffements.
- Tenir à l'écart de vases, baignoires, éviers, et de tout ce qui contient un liquide.
- Tenir à l'écart de liquides inflammables.
- Ne pas laisser à portée des enfants.
- Dans le cadre d'activités à caractère commercial, l'usage de l'appareil ne peut se faire qu'en conformité avec la réglementation professionnelle en vigueur pour l'outillage et les installations électriques des corps de métiers concernés.
- Dans les écoles, centres de formation, ateliers collectifs de loisirs ou de bricolage, l'appareil ne doit être utilisé que sous la responsabilité de personnel d'encadrement qualifié.
- N'utilisez pas le composant dans des locaux ou dans des conditions climatiques défavorables, susceptibles de contenir des gaz, vapeurs ou poussières inflammables.
- N'utilisez pour la réparation que des pièces de rechanges conformes.
- Avant toute intervention, toute réparation ou remplacement de pièces isolées ou d'ensembles, il faut impérativement débrancher l'appareil du réseau électrique. L'entretien et la réparation de l'appareil sont réservés strictement au personnel qualifié, informé des risques encourus et respectueux des règles de sécurité.
- Si le composant risque d'être exposé à des secousses ou des vibrations, vous pouvez capitonner l'endroit où il se trouve. Mais veillez à utiliser pour cela des matériaux non inflammables, car ils seront exposés à des échauffements.

**2.10** Si tout fonctionne correctement, ne tenez pas compte de la liste des erreurs qui suit.

**2.11** Si la vitesse du moteur ne se laisse pas régler, s'il tourne constamment à vitesse maximale ou si d'une façon générale, l'appareil ne répond pas à vos attentes, mettez le circuit hors tension et consultez la liste des erreurs ci-après.

### Liste des erreurs possibles

Avez-vous respecté la polarité de la tension d'alimentation ?

La tension de fonctionnement est-elle bien comprise entre 4,8 et 6V ?

L'alimentation est-elle branchée ? Les accus sont-ils suffisamment chargés ?

Débranchez à nouveau l'appareil.

Les résistances ont-elles été soudées conformément à leur valeur ? (cf. : 1.1)

Avez-vous respecté la polarité lors de la soudure des diodes ? L'anneau symbolisant la cathode est-il à sa place ?

Les potentiomètres sont-ils soudés correctement ?

La polarité des condensateurs électrolytiques a-t-elle été respectée ?

Les transistors T1, T2, T3 et T4 ont-ils été correctement soudés ? Leurs pattes se croisent-elles ? Orientez-vous par rapport au côté métallique : il est symbolisé par un double trait sur le schéma d'implantation.

Assurez-vous qu'il n'y ait pas de pontage ou de court-circuit. Avez-vous soudé tous les points de soudure ? Y a-t-il des soudures sèches ?

Rappelez-vous que l'usage de pâte à braser, de graisse décapante ou de chlorate de zinc rend un circuit imprimé inopérant. Acidifères, ils risquent d'endommager la carte imprimée et les composants électroniques. En outre, en conduisant le courant, ils provoquent des courts-circuits et des courants de fuite.

**2.12** Une fois tous ces points vérifiés, branchez le circuit en reprenant la procédure à partir de 2.6 Si aucune pièce n'a souffert de dommages engendrés par des pièces voisines défectueuses, le circuit doit fonctionner.

Le présent circuit ne peut être exploité qu'après avoir effectuée la série de tests prévue à cet effet.

## 2. Deuxième étape : Connexion / Mise en service

2.1 Une fois le montage terminé, procédez à une vérification d'ensemble afin de détecter les erreurs de montage.

2.2 Assurez-vous que le kit soit toujours alimenté par une tension filtrée générée par une alimentation ou une pile capable de fournir l'intensité nécessaire. Les chargeurs de voiture et les transformateurs pour modélisme ferroviaire ne sont pas appropriés : ils risquent d'endommager les composants et de conduire à un mauvais fonctionnement.



### **Danger de mort !**

Si vous utilisez une alimentation secteur, assurez-vous qu'elle soit conforme aux mesures de sécurité en vigueur.

2.3 Soudez un câble de servo adapté à votre système de radiocommande au point de connexion correspondant ("+", "-", "INP") de votre installation. Veillez à respecter la polarité du câble afin d'éviter d'endommager le mini-régulateur.

2.4 Soudez le cordon de branchement du moteur sur les deux cosses marquées d'un "M" et reliez-le au moteur.

2.5 Soudez ensuite sur les cosses "+" et "-" le câble d'alimentation du moteur.

2.6 Branchez le mini-régulateur sur votre récepteur et reliez les câbles d'alimentations du moteur à un accu ou une bloc d'alimentation . Veillez au respect de la polarité !

2.7 A présent, allumez le système de radiocommande. Amenez le levier du canal auquel est relié le mini-régulateur en position médiane. Réglez le potentiomètre P1 (zéro) de sorte que le moteur s'arrête.

2.8 Amenez le levier de commande doucement vers l'avant. Le moteur doit se mettre doucement en route. Poussez le levier à fond vers l'avant. Réglez le potentiomètre P2 (max.) de telle sorte que le moteur atteigne sa vitesse maximale.

2.9 Amenez le levier doucement vers l'arrière. Le sens de rotation du moteur doit s'inverser.

## Consignes de sécurité

- Avant toute ouverture de l'appareil, assurez-vous qu'il soit débranché ou mis hors service.
- La mise en service des composants et appareils n'est possible qu'après une isolation suffisante de chaque élément. Ne les branchez pas avant d'avoir fini le montage.
- L'utilisation d'outils sur des appareils ou des composants implique une mise hors tension préalable de ces appareils ainsi que la décharge des différents éléments le composant.
- Surveillez l'état des câbles. S'ils sont endommagés, mettez l'appareil hors service jusqu'à ce qu'ils soient réparés.
- Si vous installez des éléments supplémentaires, respectez toujours les valeurs électriques spécifiées dans la description du produit.
- Si vous avez le moindre doute sur la valeur d'un composant, renseignez-vous auprès d'un spécialiste.
- Avant toute mise en service, assurez-vous que l'utilisation prévue de l'appareil est conforme.
- Faites appel à un spécialiste si vous voulez installer ce composant sur un appareil avec une tension  $\geq 35V$ .
- Nous vous rappelons que la garantie ne couvre pas les erreurs de branchement, ni les dommages résultant d'une mauvaise utilisation.
- Si une mesure à boîtier ouvert est nécessaire, insérez un transfo d'isolation ou alimentez le circuit par une alimentation externe conforme aux normes de sécurité en vigueur.

## Description du produit

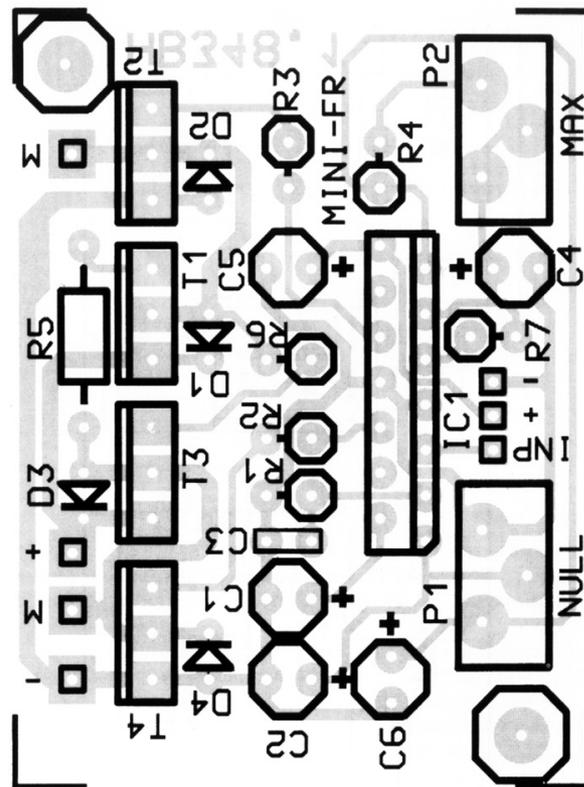
- Ce kit a été conçu pour le réglage non-échelonné de moteurs à courant continu dans le domaine du modélisme. Une utilisation autre que celle décrite ci-dessus est interdite.
- Ce circuit est un régulateur électronique pour régler la vitesse (avant/arrière) d'un moteur à courant continu. Le régulateur se branche à la place du servo sur un canal libre du récepteur. Il convient à toutes les installations à impulsions positives. Câble servo non fourni.

## Description du circuit

- Tout modéliste chevronné a envie d'équiper son modèle avec un grand nombre d'accessoires afin qu'il soit le plus réaliste possible. De ce fait, il est normal que ce souci du détail se reporte aussi sur des données comme la vitesse. C'est une accélération et un freinage non gradués qui sont demandés ici. L'organe de commande nécessaire à cette fonction est un "régulateur de vitesse". Il s'agit d'un élément qui permet de varier la vitesse de rotation du moteur, voire de l'inverser, afin que votre chef-d'œuvre dispose également de la marche arrière.

- Les régulateurs disponibles dans le commerce sont en général très décevants : Il s'agit le plus souvent de modules mécaniques munis d'un puissant potentiomètre dont le curseur est déplacé d'avant en arrière par un servo. A vitesse réduite, la puissance dont le moteur n'a pas besoin est transformée en chaleur. Les pauvres accus, que l'on a mis tant de temps à recharger, sont donc tout simplement gaspillés !
- La solution de nous autres électroniciens est bien plus avantageuse. Un régulateur électronique est relativement facile à monter. Le kit est certes un peu plus cher que la version mécanique, mais ici, on ne perd que la tension résiduelle retenue au niveau des circuits semi-conducteurs (tension de saturation des transistors). Ce qui est largement négligeable.
- C'est un IC (Circuit Intégré) qui sert ici de circuit d'attaque du servo. Le M51660 est conçu pour être branché directement sur un récepteur dont il traite les impulsions sans passer par un circuit d'adaptation. De plus, au moyen de légères modifications, il se laisse facilement utiliser en tant que modulateur de longueur d'impulsion. Pour ce faire, il ne faut pas intégrer l'IC (circuit intégré) dans un circuit de réglage fermé (comme pour un circuit d'attaque de servo) mais le régler avec le potentiomètre sur une valeur de référence arbitraire (le point zéro).
- A partir de ce point, l'IC varie les durées d'enclenchement de ses sorties de sortie d'attaque selon la position du levier de commande (y compris en ce qui concerne l'inversion de polarité du moteur). Le retour de couple attendu par le circuit est directement transmis, sans tenir compte de la vitesse réelle du moteur. De ce fait, le régulateur de vitesse est en fait un variateur puisqu'il n'est pas relié au circuit de réglage fermé.
- L'IC régulateur fonctionne ainsi : la sortie positive du récepteur (DC, sans condensateur électrolytique) arrive à la borne de connexion 5. Selon la position du levier, la durée de l'impulsion varie de 1,0 à 2,0 ms (1,5 ms en position neutre). La cadence de répétition de ces impulsions dépend habituellement de la durée des impulsions dans les autres canaux. Dans une transmission à 8 canaux, la durée d'un cycle est d'env. 20 ms c.à.d. que le canal est sollicité et actualisé 50 fois par seconde.
- L'IC génère à présent un courant constant dont la puissance dépend de la résistance à la Pin 3. Pendant le flanc positif de l'impulsion, ce courant charge le condensateur relié à l'entrée 2 sur lequel se règle une tension linéaire. Ce signal en dents de scie est comparé au sein de l'IC avec la tension continue de la Pin 1. Dès que les deux ont la même amplitude, la logique interne de l'IC effectue 2 analyses :
  - Tout d'abord, elle détermine le temps qui s'écoule entre la fin de l'impulsion et le moment d'égalité. Ensuite, elle analyse si cet état a été atteint pendant ou après l'impulsion. A partir de ce point, il détermine les signes avant-coureurs. Ainsi, la tension à la Pin 1 détermine à partir de quelle durée d'impulsion on passe en marche avant ou en marche arrière. La durée d'enclenchement de l'impulsion modulée par le circuit d'attaque de sortie est proportionnelle à la différence de durée déterminée auparavant. A la fin de l'impulsion, le condensateur de Pin 2 se recharge à nouveau, et un nouveau cycle d'impulsions débute.

## Schéma d'implantation





- Lors de courants collecteurs de 3A et de tension de saturation de 1V collecteur/émetteur, chaque transistor supporte 3W de pertes de puissance (s'il est branché en permanence). Prévoyez donc en tous les cas un inhibiteur thermique. En général une plaque d'aluminium d'env. 40 x 65 mm suffit puisqu'on ne roulera pas "plein gaz" continuellement, ne serait-ce que pour des raisons d'accus. De ce fait, le système de refroidissement peut se permettre d'être un peu plus modeste.
- Le montage se fait dans un espace relativement restreint (comme il est de rigueur dans le domaine du modélisme). Aussi, il est préférable de jouer d'une certaine expérience en la matière. Soudez d'abord la résistance R5 et le petit condensateur de 10nF C3. Enfichez ensuite l'IC car l'insertion de toutes ses pattes est plus facile tant que la platine est vide. Afin de minimiser l'effet de la chaleur provenant de la soudure, ne "fixez" pour l'instant que deux pattes de l'IC et soudez le reste tout à la fin.
- A présent, enfichez les deux potentiomètres et la diode D1 à la même hauteur que P1/P2, vous obtiendrez ainsi un semblant de "table" et pourrez donc souder sur une platine stable.
- Tous les composants devraient d'ailleurs être munis de capuchons isolants pour éviter les courts-circuits accidentels avec les pièces voisines.
- Une petite chose encore au sujet des diodes : Si vous laissez pointer l'anode de D3 et D1 et la cathode de D2 et D4 en l'air, ils vous fourniront un crochet sur lequel vous pourrez enclencher par la suite le bouton pression. D3 doit être enfiché très près de la platine pour éviter que la vis de T3 ne le gêne par la suite.
- En ce qui concerne les transistors, afin qu'ils soient bien alignés, il est conseillé de les visser d'abord sur une plaque d'aluminium (non fournie) et de couper les 12 pattes en biais. Ainsi, il sera possible de les insérer l'un après l'autre dans les trous prévus à cet effet.

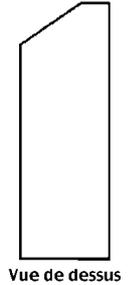


**Attention !** Les transistors doivent être montés avec une douille isolante et 1 plaque de mica car sinon, ils entrent en contact avec les plaques du collecteur et provoquent un court-circuit ! Pour diminuer la résistance thermique, recouvrez les 2 plaques isolantes de pâte thermoconductrice des 2 côtés.

- Une fois les travaux de soudure terminés, il est conseillé de procéder à un contrôle très minutieux de la platine. Pour la connexion du moteur et de l'accu, utilisez des câbles d'au moins 0,7 à 1 mm<sup>2</sup>. Vous pouvez effectuer un premier contrôle avec un testeur de servo qui simule les impulsions digitales du récepteur. Branchez votre régulateur sur la sortie du testeur et reliez M+/M- avec un moteur. Pour l'instant, il suffit de relier la tension +Uv de la platine à la tension +5V du testeur.
- Réglez ensuite l'arrêt du moteur avec P2 avec une durée d'impulsion de 1,5 ms (ou position du levier équivalente). Puis réglez avec P1 les vitesses maximales du moteur lorsque le levier est enclenché à fond dans un sens et dans l'autre (durée d'impulsion minimale et maximale de 1,0 à 2,0 ms).

IC1 = M 51660 L IC programmé  
(le côté sérigraphié doit être orienté vers R7)

1. Valeur réelle
2. Condensateur externe
3. Résistance externe
4. Circuit d'attaque 1
5. Entrée d'impulsion
6. Sortie 1
7. Masse
8. Masse
9. Sortie différentiel
10. Sortie 2
11. Dilatation de l'impulsion
12. Circuit d'attaque 2
13. Référence (+2,45V)
14. Tension d'alimentation



### 1.7 Vérification

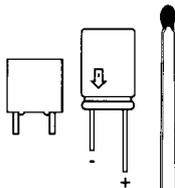
Une fois le montage terminé, procédez à une vérification d'ensemble afin de détecter les erreurs de montage.

- Pendant la vérification, mettez l'appareil hors tension.
- Vérifiez que tous les composants soient à leur place et que la polarité ait été respectée. Assurez-vous que les soudures n'ont pas endommagé les pistes conductrices afin d'écartier tout risque de courts-circuits et de ne pas détruire les composants.
- Eloignez toutes les extrémités des pattes que vous avez coupées, car elles risquent également de provoquer des courts-circuits.



**Attention !** La polarité des condensateurs électrolytiques dépend de la fabrication. Les indications du fabricant sont donc déterminantes. Parfois, seuls les symboles "+" et "-" sont imprimés.

- C1 = 0,1µF Condensateur tantale
- C2 = 0,1µF Condensateur tantale
- C3 = 0,010µF = 10nF Condensateur plastique
- C4 = 0,47µF Condensateur tantale
- C5 = 10µF Condensateur électrolytique miniature
- C6 = 2,2µF Condensateur électrolytique miniature

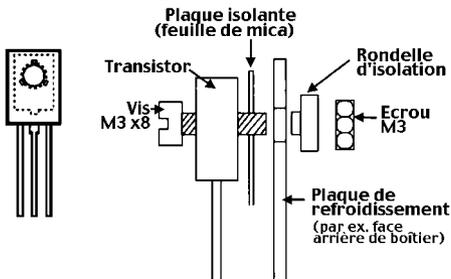


#### 1.4 Les transistors

Installez les transistors selon le schéma des composants et soudez-les.

- T1 = BD 676 ou BD 678
- T2 = BD 675 ou BD 677
- T3 = BD 676 ou BD 678
- T4 = BD 675 ou BD 677

**Schéma de montage :**



#### 1.5 Les potentiomètres-trimmers

Soudez à présent les deux potentiomètres au circuit.

- P1 = 5 kΩ (zéro)
- P2 = 250 kΩ (max.)

#### 1.6 Les circuits intégrés (ICs)

Insérez maintenant les circuits intégrés dans leurs douilles en respectant les polarités.



**Attention !**

Les circuits intégrés sont très sensibles aux erreurs de polarité. Suivez donc le marquage.

De manière générale, ne les remplacez pas lorsque le circuit est sous tension.



#### Caractéristiques techniques

- Tension d'alimentation 4 - 6V=
- Tension de fonctionnement (moteur) 6 - 15V=
- Puissance maxi 2A, 3A pendant une brève période
- Dimensions 43 x 32 mm



**Attention !** Avant de procéder au montage, prenez un instant pour lire la présente notice. Vous éviterez ainsi de perdre un temps précieux à la recherche d'erreurs que vous auriez pu éviter.

#### Remarques générales sur le montage d'un kit

- Pour réduire la probabilité que votre kit ne fonctionne pas après le montage, travaillez consciencieusement. Respectez les consignes formulées dans le présent manuel.
- La première cause de non fonctionnement est une erreur d'équipement de la platine (ex : inversement de diodes, condensateurs électrolytiques, IC, résistances ...) ou une mauvaise fixation (ex : patte repliée ou mal insérée ...).
- Mais le non fonctionnement peut aussi s'expliquer par une mauvaise soudure : Le principal ennemi du bricoleur est la soudure sèche. Elle se présente lorsque la soudure n'a pas été assez chauffée ou lorsque le composant bouge au moment où la soudure se refroidit. Elle est reconnaissable à sa surface mate. Dans ce cas, soudez à nouveau.
- L'usage de pâte à braser, de graisse décapante ou de chlorate de zinc est strictement interdite. Acidifères, ils risquent d'endommager la carte imprimée et les composants électroniques. En outre, en conduisant le courant, ils provoquent des courts-circuits et des courants de fuite.
- N'utilisez que l'étain à usage électronique SN 60 Pb (60% étain, 40% plomb) avec âme en colophane servant également de flux.
- Il est encore possible qu'un composant soit défectueux. Dans ce cas, adressez-vous à un personnel qualifié équipé d'appareils de mesure.



#### Remarques

- Utilisez un fer à souder équipé d'une petite panne afin d'écarter le risque de pontage.
- Coupez juste au-dessus du point de soudure les morceaux de pattes qui dépassent après la soudure.

## Soudage

Si vous ne maîtrisez pas encore parfaitement la technique du soudage, veuillez lire attentivement ces instructions avant de prendre le fer à souder.

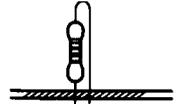
1. Pour souder des circuits électroniques, n'utilisez ni décapant liquide, ni pâte à souder. Ces produits contiennent un acide qui détruit composants et pistes.
2. N'utilisez que l'étain à usage électronique SN 60 Pb (60% étain, 40% plomb) avec âme en colophane servant également de flux.
3. Utilisez un petit fer à souder d'une puissance maxi de 30 watts. La panne du fer doit être parfaitement propre (exempte de restes d'oxyde) pour que la chaleur du fer soit bien transmise aux points de soudure.
4. Les soudures en elles-mêmes ne doivent durer que quelques instants : les soudages trop longs détériorent les composants et provoquent le détachement des pistes de cuivre.
5. Pour souder, placez la panne du fer, bien mouillée d'étain, sur le point de soudure de manière à toucher simultanément le fil du composant et la piste. Ajoutez simultanément de l'étain (pas de trop), également chauffé. Dès que l'étain commence à couler, enlevez-le du point de soudure. Attendez que l'étain restant se soit bien étalé et éloignez le fer à souder du point de soudure.
6. Après éloignement du fer, veillez à ne pas bouger le composant qui vient d'être soudé pendant environ 5 secondes. Une soudure parfaite présente alors un aspect argenté brillant.
7. Une panne de fer à souder impeccable est la condition essentielle de la bonne exécution des soudures : il est autrement impossible de bien souder. Après chaque utilisation du fer à souder, il est donc conseillé d'enlever l'étain superflu ainsi que les restes à l'aide d'une éponge humide ou d'un grattoir en matière plastique à base de silicone.
8. Après soudage, les pattes doivent être coupées aussi courtes que possible et directement au-dessus de la soudure à l'aide d'une pince coupante.
9. Pour le soudage de semi-conducteurs, de LEDs et de ICs, le temps de soudage ne doit pas dépasser 5 secondes environ, faute de quoi le composant sera détérioré. De même, il est très important pour ces composants de bien respecter la polarité.
10. La pose des composants terminée, vérifiez d'une manière générale sur chaque circuit que tous les composants ont été placés correctement et avec la bonne polarité. Assurez-vous que l'étain ne forme pas de pontages perturbateurs entre des fils ou des pistes. Ceux-ci n'entraînent pas uniquement un mauvais fonctionnement, mais aussi la destruction de composants coûteux.
11. **Avertissement** : Les soudures mal faites, les erreurs de connexion, de manipulation et de pose de composants échappent à notre contrôle et ne peuvent par conséquent engager notre responsabilité.

## Première étape : Montage des éléments sur la platine

### 1.1 Les résistances :

- Enfichez tout d'abord les résistances, les pattes légèrement coudées, dans les trous correspondants (conformément au schéma d'équipement). Pliez ensuite les pattes d'environ 45° en les écartant pour que le composant ne tombe pas lorsque vous retournerez la platine et soudez celui-ci minutieusement sur les pistes conductrices au dos du circuit imprimé.
- Les résistances utilisées dans ce kit sont des résistances au carbone. Leur tolérance est de 5%. Elles sont marquées par un anneau couleur or. Ce type de résistances possède normalement 4 anneaux. Pour lire le code des couleurs, tenez la résistance de sorte que l'anneau or soit du côté droit de la résistance. Lisez ensuite les couleurs de la gauche vers la droite.  
R1 = 18 kΩ marron, gris, orange      R5 = 220 Ω rouge, rouge, marron  
R2 = 47 Ω jaune, violet, noir      R6 = 220 Ω rouge, rouge, marron  
R3 = 47Ω jaune, violet, noir      R7 = 2 k 7 rouge, violet, rouge  
R4 = 22 kΩ rouge, rouge, orange

Soudez toutes les résistances (sauf R5) en position horizontale en ayant pris soin auparavant d'isoler le fil nu apparent.

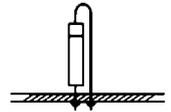


### 1.2 Les diodes

- Enfichez tout d'abord les diodes, les pattes légèrement coudées, dans les trous correspondants (conformément au schéma d'équipement). Veillez au respect de la polarité (voir trait de la cathode).
- Pliez ensuite les pattes d'environ 45° en les écartant pour que les composants ne tombent pas lorsque vous retournerez la platine et soudez ceux-ci minutieusement sur les pistes conductrices au dos du circuit imprimé. Coupez les câbles qui dépassent.

D1 = 1 N 4002    D3 = 1 N 4002  
D2 = 1 N 4002    D4 = 1 N 4002

Ici également, les diodes doivent être soudées en position horizontale et les fils correctement isolés.



### 1.3 Les condensateurs

- Insérez les condensateurs dans les trous correspondants. Ecartez les pattes et soudez-les proprement sur les pistes conductrices. Respectez impérativement la polarité des condensateurs électrolytiques.