

SOCIAL PROFILES

[Popular](#)[Tags](#)[Blog Archives](#)

A DÉCOUVRIR !

Zonetronik

TRANSLATE

Fourni par [Google](#) Traduction

Comment mesurer la résistance d'une prise de terre ?

08:00 [No comments](#)

Pour vérifier si la prise de terre d'une installation électrique est dans les normes et surtout si elle est efficace, il faut la mesurer et, pour ce faire, on doit disposer d'un instrument de mesure appelé Mesureur de Terre ou "Ground-Meter". Etant donné que de tels instruments sont très coûteux et assez difficiles à trouver, nous nous proposons de vous expliquer comment ils fonctionnent et de vous aider à en construire un.



Selon les normes CEI, tous les appareils électriques fonctionnant sur le secteur monophasé 230 V ou triphasé 400 V, doivent être reliés à une prise de terre efficace pour protéger les usagers d'éventuelles décharges

électriques.

On ne peut en effet exclure que le vernis isolant recouvrant un fil électrique s'écaille, laissant dénudé le cuivre qui pourrait ainsi entrer en contact avec le métal du boîtier : dans ce cas, si une personne par inadvertance venait à toucher une partie métallique de ce dernier, elle serait sur le champ foudroyée.

Dans l'enceinte de la maison se trouvent beaucoup d'appareils électroménagers potentiellement dangereux et ils le sont d'autant plus qu'ils ont besoin d'eau pour fonctionner (lave-linge ou lave-vaisselle...). Si, en effet, se produisait une fuite d'eau de la cuve, en principe étanche, vers le circuit électrique interne, la tension du secteur 230 V pourrait très bien être présente sur l'enveloppe métallique de la machine. Et l'utilisateur, ne se doutant de rien, en venant simplement récupérer le linge ou la vaisselle, recevrait, au moment du contact de sa main avec la porte, une décharge pouvant être mortelle (rappelons que les accidents domestiques, et celui-ci en est un, sont, et de loin, bien avant les accidents de la route, la première cause de mortalité dans les pays développés). Potentiellement dangereux, les autres appareils électroménagers dont nous nous servons tous les jours le sont aussi : réfrigérateur, fer à repasser, chauffage électrique, ventilateur, chaîne audio-vidéo, etc. Et les enfants ne sont pas épargnés, hélas ! les statistiques macabres étant là pour nous le rappeler.

Pourtant il y a presque toujours une prise de terre dans une installation domestique, d'ailleurs, pour une maison neuve, EDF n'effectue pas le raccordement au réseau sans un avis d'expert (le consuel) et ce dernier ne donnerait pas le feu vert au fournisseur historique s'il ne constatait pas l'existence de ladite prise de terre (généralement un piquet standard en acier galvanisé planté dans le sol à l'aplomb de la face nord et relié au tableau électrique par un fort câble jaune/vert ou un câble nu en cuivre torsadé). La grosse borne mâle saillant de nos prises de courant lui est reliée par un fil plus petit, jaune/vert toujours (figure 14).

Ce fil de terre (ou prise de terre) a pour rôle de décharger à la masse les pertes électriques (ce sont en fait des charges concentrées là où elles ne devraient pas l'être) pouvant se trouver dans n'importe quel appareil électrique.

Sur les chantiers de construction, la prise de terre est contrôlée avec beaucoup de soin car beaucoup de grosses machines électriques y sont présentes et la chasse aux risques d'accidents de travail y est presque une profession à part entière. (Pas encore, en fait, mais cela viendra : un jour, les Comités d'Hygiène et de Sécurité ne seront plus constitués de bénévoles se réunissant après le travail mais seront l'affaire de professionnels formés pour cela et ne faisant que cela... Des vies humaines seront épargnées et on s'apercevra, ô surprise pour les Cassandre, que cela est rentable !).

Notre montage

Mais revenons à la réalité présente : pour vérifier la qualité et l'état de la prise de terre d'une installation électrique, domestique ou professionnelle, il faut faire des mesures à l'aide d'un instrument dénommé "Mesureur de Terre" ou "Ground-Meter".

En fait, cet instrument permet de mesurer la résistance ohmique entre le fil de terre présent dans chaque prise de courant (et désormais dans chaque arrivée sur une charge, même les douilles pour ampoules) et la mise à la terre (le piquet de terre planté dans le sol le moins desséché possible près de la maison ou du chantier). Etant donné qu'un mesureur de prise de terre valable coûte plus de 600 euro, beaucoup de personnes, y compris des professionnels, croyant mesurer une résistance ohmique entre un fil électrique et la terre, exécutent la mesure avec un simple multimètre calé sur l'échelle ohmique.

Tous ceux d'entre vous qui l'ont essayé savent qu'on ne fait ainsi aucune mesure correcte. En effet, un mesureur de prise de terre est un appareil de mesure de la résistance (oui mais) fonctionnant avec une tension alternative d'une fréquence de 600 à 700 Hz, de manière à ne pas être influencé par la fréquence du secteur 50 Hz.

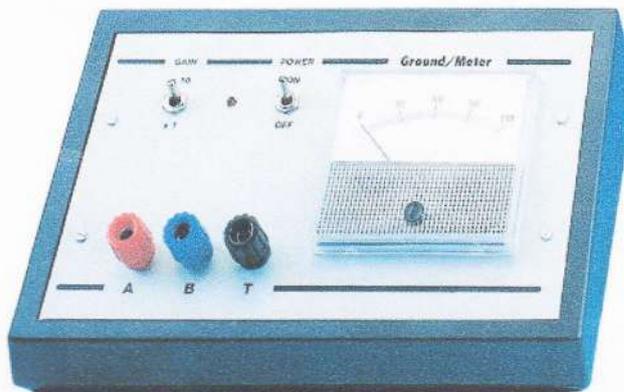


Figure 1 : Notre mesureur de prise de terre dans son boîtier plastique, prêt à fonctionner.

Le schéma électrique

Commençons la description du schéma électrique, figure 2, par l'étage de gauche, constitué par les deux amplificateurs opérationnels IC1-A et IC1-B et les deux transistors TR1 et TR2.

Le premier amplificateur opérationnel IC1-A est utilisé comme générateur d'ondes carrées. Avec les valeurs données à R3 et C1, nous obtenons une fréquence de sortie comprise entre 600 et 700 Hz. Cette fréquence, avant d'entrer sur la broche inverseuse du second amplificateur opérationnel IC1-B, est stabilisée en amplitude

par les deux zeners de 3,3 V DZ1 et DZ2, en série et en opposition de polarité.

Ce second amplificateur opérationnel IC1-B constitue, avec TR1 et TR2, un générateur de courant constant, nous servant à appliquer sur la douille de sortie A, un courant de 1 mA ou 10 mA.

Etant donné que le galvanomètre mA connecté en sortie possède une échelle graduée de 0 à 200, nous pouvons considérer ces nombres comme des valeurs ohmiques et donc, lorsque l'inverseur S1 est placé sur x1, nous lirons de 0 à 200 ohms.

Quand, en revanche, S1 est sur x10, l'échelle est multipliée par 10 et nous lirons des valeurs ohmiques de 0 à 2 000 ohms.

Le signal alternatif de 600-700 Hz, présent sur la douille A du générateur de courant, est appliqué sur un piquet métallique de 50 centimètres de longueur (figure 15), à enfoncer ensuite dans le sol à une distance de 10 mètres de la douille B. La douille T (terre) du générateur de courant est reliée à la borne mâle en saillie de nos prises électriques domestiques au moyen d'un morceau de fil.

A la douille B, on applique un second et identique piquet métallique de 50 centimètres de longueur (figure 15), à enfoncer ensuite dans le sol, comme le premier et à une distance de 10 mètres de celui-ci.

Si la prise de terre est efficace, le courant présent dans la douille A se propage dans le sol et arrive, sans rencontrer une importante résistance ohmique, à la prise de terre T, mais ne pourra pas atteindre le piquet métallique relié à la douille B enfoncé à 10 mètres de distance du piquet A.

Si le fil de terre T relié au piquet de terre était oxydé, voire coupé, la propagation du courant dans le sol n'aurait pas lieu. Dans ces conditions, le courant alternatif présent dans la douille A se propagera dans le sol, mais il rencontrera une résistance ohmique élevée dans son parcours vers la prise de terre T et se dirigera vers le piquet relié à la douille B.

Le signal alternatif atteignant le piquet relié à la douille B, est transféré à travers C4 sur la broche non-inverseuse du troisième amplificateur opérationnel IC2-A qui l'amplifie.

Le signal présent sur la broche de sortie de IC2-A, avant d'atteindre le quatrième amplificateur opérationnel IC2-B, passe à travers un filtre notch à 50 Hz, ce qui élimine toute fréquence de 50 Hz pouvant influencer la lecture.

Le signal ainsi filtré atteint la broche inverseuse du cinquième amplificateur opérationnel IC3-A, monté en redresseur idéal pour convertir en une tension continue la tension alternative de 600-700 Hz prélevée sur le piquet relié à la douille B.

A la sortie de IC3-A et plus précisément aux bornes du condensateur électrolytique C13, se trouve une tension continue qu'on applique sur la broche non-inverseuse du sixième amplificateur opérationnel IC3-B servant à piloter le galvanomètre de 200 μ A connecté à sa broche de sortie.

Pour alimenter le circuit, nous avons besoin d'une tension double systématique de 9 + 9 V, obtenue avec deux piles 6F22 de 9 V. Le montage ne consommant que 15 mA, l'autonomie est plus que confortable.

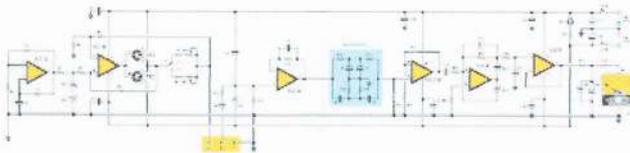


Figure 2 : Schéma électrique du mesureur de prise de terre. Pour le réaliser, il faut mettre en oeuvre trois amplificateurs opérationnels NE5532 et deux transistors, un NPN (TR1) et un PNP (TR2).

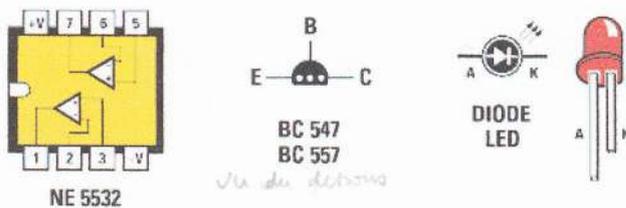


Figure 3 : Brochages du circuit intégré NE5532 vu de dessus et repère-détrompeur en U vers la gauche, des deux transistors BC547 et BC557 vus de dessous et de la LED vue en contre-plongée.

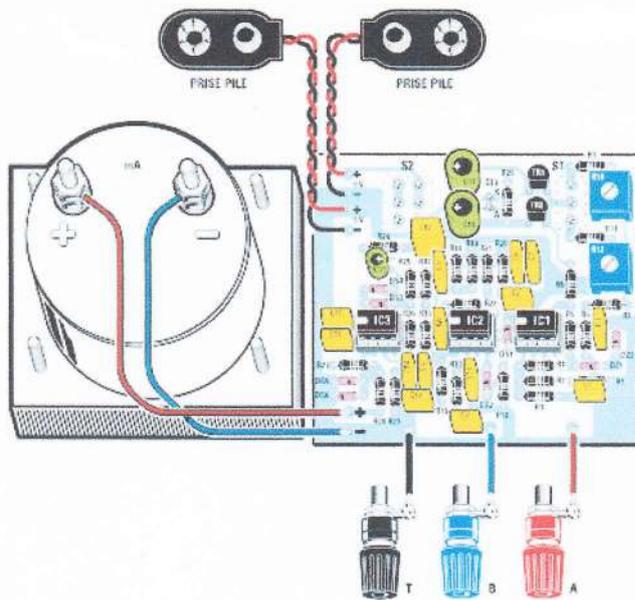


Figure 4a : Schéma d'implantation des composants du mesureur de prise de terre. Pour obtenir la tension double symétrique nécessaire pour alimenter les 3 amplificateurs opérationnels et les 2 transistors, vous devez utiliser 2 piles 6F22 de 9 V.

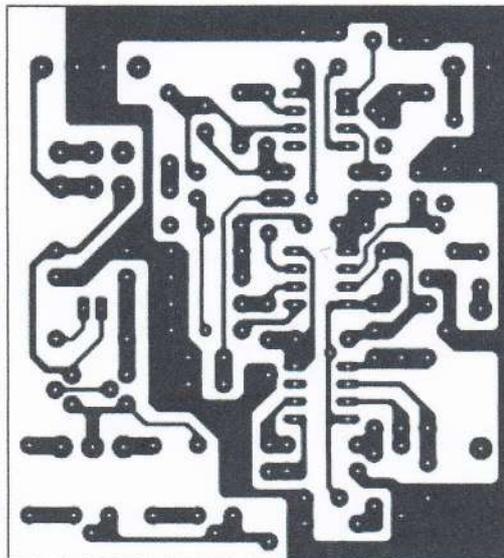
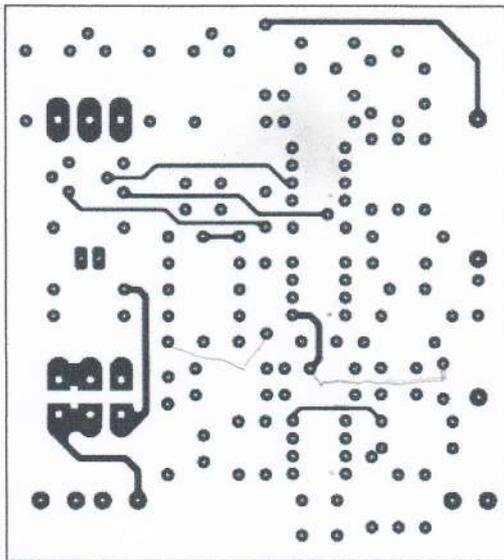


Figure 4b : Dessins, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés.

Liste des composants

R1 = 100 kΩ

R2 = 100 kΩ

- R3 = 18 kΩ
- R4 = 1 kΩ
- R5 = 100 kΩ 1%
- R6 = 100 kΩ 1%
- R7 = 100 kΩ 1%
- R8 = 100 kΩ 1%
- R9 = 330 ohm
- R10 = 100 Ω trimmer
- R11 = 3,3 kΩ
- R12 = 1 kΩ trimmer
- R13 = 1 MΩ 1%
- R14 = 1 MΩ 1%
- R15 = 1 MΩ
- R16 = 680 kΩ
- R17 = 680 kΩ
- R18 = 680 kΩ
- R19 = 680 kΩ
- R20 = 1 MΩ 1%
- R21 = 1 MΩ 1%
- R22 = 1 MΩ 1%
- R23 = 6,8 kΩ
- R24 = 10 kΩ
- R25 = 22 kΩ
- R26 = 10 kΩ
- R27 = 8,2 kΩ
- R28 = 1,2 kΩ
- R29 = 1,2 kΩ

- C1 = 47 nF polyester
- C2 = 100 nF polyester
- C3 = 100 nF polyester
- C4 = 47 nF polyester
- C5 = 1 nF polyester
- C6 = 4,7 nF polyester
- C7 = 4,7 nF polyester
- C8 = 4,7 nF polyester
- C9 = 4,7 nF polyester
- C10 = 100 nF polyester
- C11 = 100 nF polyester
- C12 = 1 μF polyester
- C13 = 10 μF électrolytique
- C14 = 100 nF polyester
- C15 = 100 nF polyester
- C16 = 100 nF polyester
- C17 = 47 μF électrolytique
- C18 = 47 μF électrolytique
- DS1 = Diode 1N4148
- DS2 = Diode 1N4148
- DS3 = Diode 1N4148
- DS4 = Diode 1N4148
- DS5 = Diode 1N4148
- DS6 = Diode 1N4148
- DZ1 = Zener 3,3 V 1/2 W
- DZ2 = Zener 3,3 V 1/2 W
- DL1 = LED
- TR1 = NPN BC547
- TR2 = PNP BC557
- IC1 = Intégré NE5532
- IC2 = Intégré NE5532
- IC3 = Intégré NE5532
- S1 = Inverseur
- S2A-B = Double inverseur
- mA = Galva. 200 μA

bleu
pour les large drapeau
drapeau
bleu
céramique) dans une
céramique

drapeau

16V
16V

BZY 88 C3,3
79
(BZY 88 C3,3)

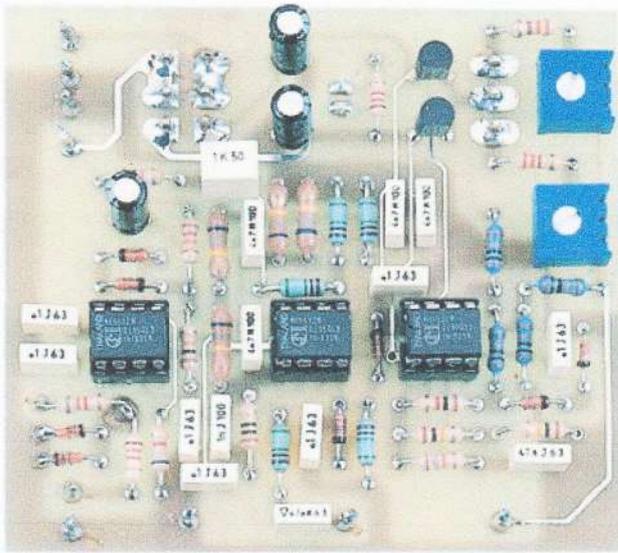


Figure 5 : Photo d'un des prototypes de la platine du mesureur de prise de terre. Il s'agit de l'un des 10 exemplaires que nous avons utilisés pour les essais.

Le modèle professionnel de circuit imprimé double face à trous métallisés est dûment sérigraphié et protégé par vernis. Notez la présence des picots auxquels il faudra souder les fils du galvanomètre mA, des prises de piles 6F22 de 9 V et des 3 douilles T, B et A.

La réalisation pratique

Vous n'aurez vraiment aucune difficulté pour mener à bien ce montage si vous utilisez les figures 4a à 10 : ces dessins et photos détaillent en effet les phases de réalisation pas à pas. Une fois en possession du circuit imprimé double face (figures 4b et 4c disponible sur l'internet), commencez par monter les trois supports des circuits intégrés IC1, IC2 et IC3.

N'oubliez aucune des broches lors des soudures.

Insérez et soudez ensuite les diodes DS et les zeners DZ sans les confondre (elles ont en commun un boîtier en verre) : DS1, DS2, etc., comportent une inscription de type 1N4148 ou 1N4150 et une bague noire en indique la polarité ; DZ1, DZ2, etc., comportent un nombre, en l'occurrence 3,3, indiquant leur valeur de tension en volts et, là aussi, une bague noire indique leur polarité. Orientez donc bien ces diodes comme le montre la figure 4a.

Après les diodes, poursuivez avec les résistances : insérez-les toutes, non sans avoir lu attentivement leur valeur ohmique grâce au code des couleurs et soudez-les. Insérez et soudez, sur la droite du circuit imprimé, les deux potentiomètres R10 (marqué 101 : 100 ohms) et R12 (marqué 1K : 1 kilohm).

Insérez et soudez ensuite, sur la face opposée du circuit imprimé, les broches des deux inverseurs S1 et S2 (figures 6 et 7) : leurs écrous serviront à solidariser la platine et le verso de la face avant du boîtier (figure 8).

Insérez et soudez maintenant les condensateurs polyester puis les électrolytiques, en respectant bien la polarité de ces derniers : c'est facile, non seulement le "-" est inscrit le long d'une génératrice du boîtier cylindrique, mais de plus (si j'ose dire !) le "+" est la patte la plus longue (détail mnémotechnique que le condensateur électrolytique partage avec la LED).

Insérez à présent le transistor NPN marqué C547 sur l'emplacement du circuit imprimé sérigraphié TR1, méplat tourné vers le bas. Faites de même avec le C557 sur TR2, méplat vers le bas. Soudez-les sans raccourcir leurs pattes. Vous pouvez alors insérer les trois circuits intégrés NE5532 dans leurs supports en orientant leurs repère-détrompeurs en U comme le montre la figure 4a.

Dans les trous destinés aux prises des piles 6F22 de 9 V, aux douilles T, B, A et au galvanomètre mA, enfoncez et soudez des picots. Quand vous soudez les fils des piles et du galvanomètre, veillez à bien respecter les polarités.

Le montage dans le boîtier

Ce sont les figures 8, 9 et 10 qui vous y aideront. Avant de monter la platine à l'intérieur du boîtier plastique, prenez la face avant en aluminium, percée et sérigraphiée et fixez dessus, dans la partie basse, les trois douilles T, B et A. La douille rouge est à placer en A, la noire en T et la bleue ou jaune en B.

Important : Pour fixer ces douilles, vous devez enfiler par-derrrière les rondelles isolantes plastiques puis visser les écrous plats et les cosses (figure 9).

Fixez ensuite en face avant le galvanomètre mA (qui est en fait un micro-ampèremètre de 200 μ A fond d'échelle) à l'aide de deux écrous à visser sur les deux axes derrière le panneau (figure 10).

Insérez alors côté cuivre du circuit imprimé, entre les deux inverseurs, la LED rouge, en respectant bien la polarité (la patte la plus longue est l'anode A), mais sans souder, pour le moment, ses pattes (car il va falloir ajuster l'affleurement de ce composant en face avant).

Enfilez dans les trois trous supérieurs de la face avant les tubes filetés des deux inverseurs et, entre les deux, le

corps de la LED (réglez l'affleurement de celle-ci sur la face extérieure) et vissez les deux écrous des inverseurs (figure 8). Soudez alors les pattes de la LED. Ce sont ces deux écrous qui maintiendront la platine en place. Avec de courts morceaux de fil de cuivre isolé, câblez (sur leurs trois cosses) les trois douilles sans les intervertir puis, avec une torsade ou une nappe à deux fils, câblez le galvanomètre en respectant la polarité de ses cosses. La face avant, dotée de la totalité du montage, est à fixer au reste du boîtier plastique à l'aide de quatre petits boulons.

Les deux prises des piles 6F22 de 9 V passent à travers la petite fente du couvercle du boîtier.

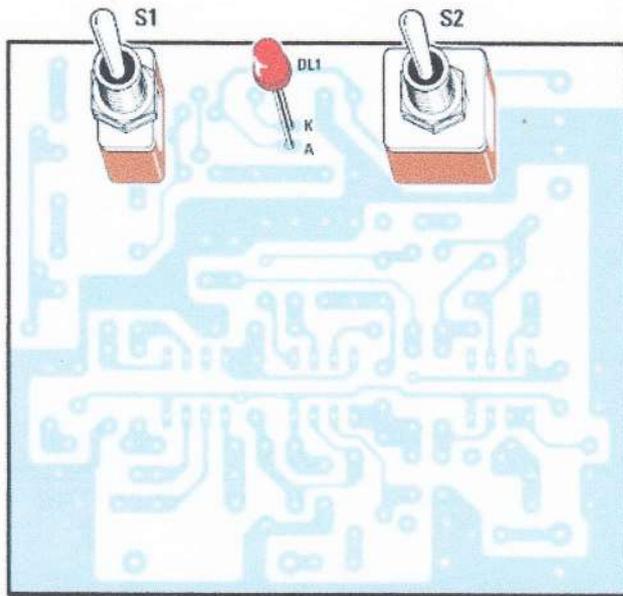
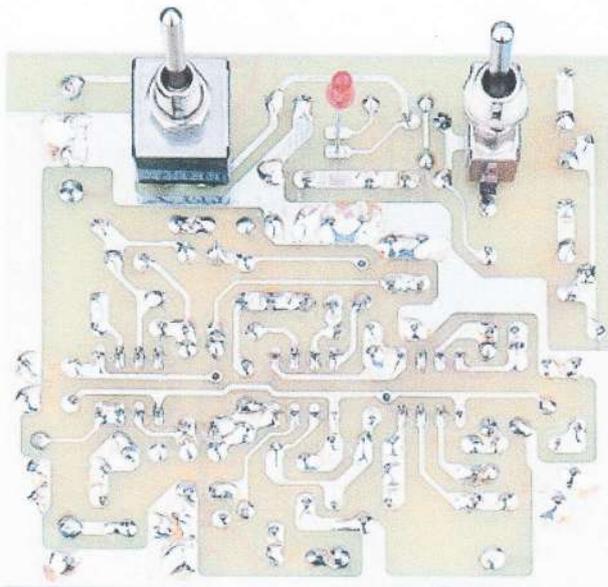


Figure 6 : Sur la face opposée du circuit imprimé, vous devez insérer dans la position indiquée ici les deux inverseurs à leviers S1 et S2, ainsi que la LED DL1 en respectant bien la polarité A et K de ses pattes (la patte la plus longue est l'anode A).



usage inverse

↔

Figure 7 : Photo de la platine vue du côté où il faut insérer les deux inverseurs et la LED.

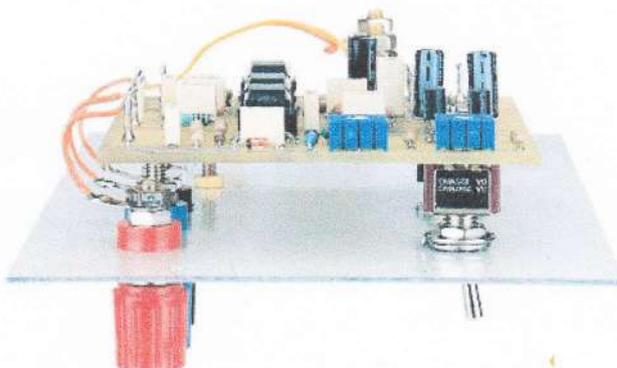


Figure 8 : Après avoir fixé en face avant du boîtier plastique les 3 douilles T, B et A, vous pouvez immobiliser la platine à l'aide des deux écrous des inverseurs.

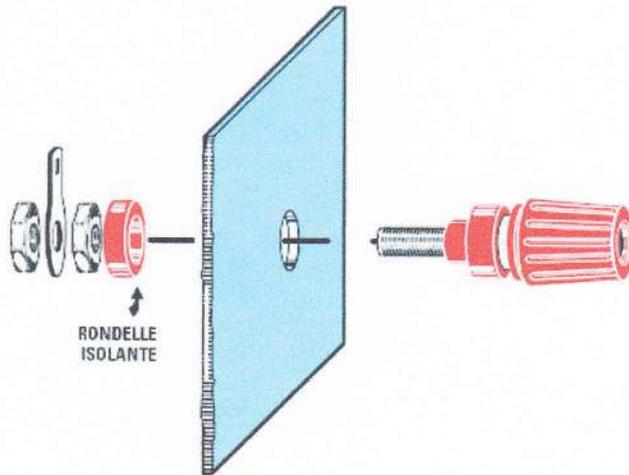


Figure 9 : Pour fixer les 3 douilles T, B et A en face avant, vous devez enfiler par-derrrière les rondelles isolantes plastiques puis visser les écrous plats et les cosses.

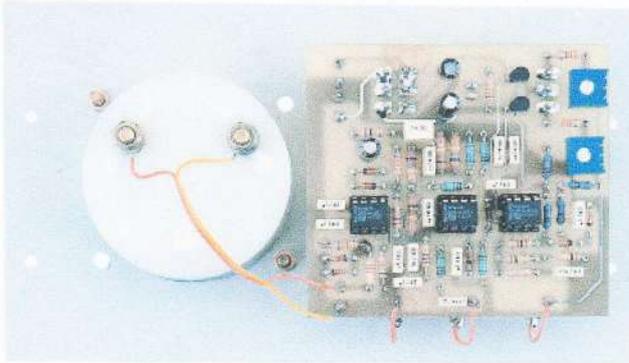


Figure 10 : Comme le montre cette photo, le galvanomètre est fixé en face avant à l'aide de ses deux axes filetés et de deux écrous vissés par-derrrière. Deux morceaux de fil de cuivre isolé (tresse ou nappe) permettent de relier les cosses du galvanomètre aux picots de la platine (respectez la polarité +/-).

Le réglage

Il va consister, bien sûr, à retoucher la position des curseurs de R10 et R12 (figures 11 et 12).

Court-circuitez avec du fil de cuivre dénudé les deux douilles A et B et, entre celles-ci et la douille T, connectez en série deux résistances de 100 ohms (ce qui fait 200 ohms) : figure 11. Placez le levier de S1 en position x1, alimentez l'appareil avec S2 puis, avec un petit tournevis, réglez R10 pour une déviation de l'aiguille du galvanomètre en fond d'échelle. Coupez l'alimentation avec S2.

Remplacez les deux résistances de 100 ohms par des 1 kilohm (ce qui fait 2 kilohms). Placez le levier de S1 en position x10, réalimentez l'appareil avec S2 puis, avec le tournevis, réglez R12 pour une déviation de l'aiguille du galvanomètre en fond d'échelle (figure 12). Coupez l'alimentation avec S2, retirez le court-circuit et les deux résistances en série : votre Mesureur de terre est réglé et il est maintenant prêt à l'emploi.

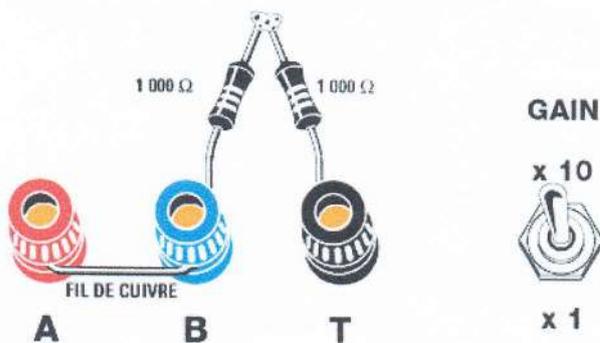


Figure 11 : Pour régler le trimmer R10, vous devez d'abord court-circuiter les douilles A et B puis relier entre les douilles B et T deux résistances de 100 ohms en série. Après avoir placé le levier de l'inverseur S1 en position x1, vous pouvez régler R10 jusqu'à la déviation maximale de l'aiguille du galvanomètre (fond d'échelle).

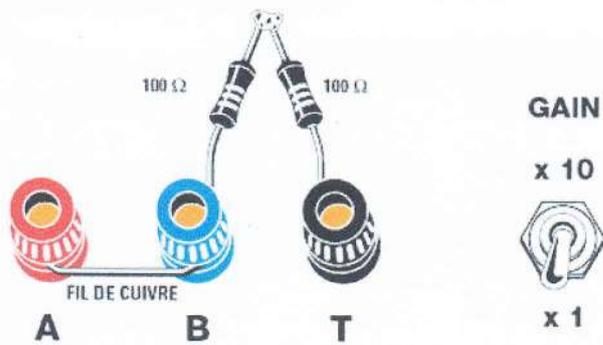


Figure 12 : Pour régler le trimmer R12, vous devez court-circuiter les douilles A et B puis relier entre les douilles B et T deux résistances de 1 000 ohms en série. Après avoir placé le levier de l'inverseur S1 en position x10, vous pouvez régler R12 jusqu'à la déviation maximale de l'aiguille du galvanomètre (fond d'échelle).

Les piquets à enfoncer dans le sol

Voyez les figures 13, 14 et 15. Vous devez acheter deux piquets métalliques (galvanisés, chromés ou en inox) comme ceux de la figure 13. Si vous n'en trouvez pas, vous pouvez prendre des piquets torsadés en tire-bouchon, utilisés pour attacher les chiens à la plage ou une tente ou un parasol en camping (on s'en sert également pour immobiliser au sol les planeurs, les avions ou les chars à voile, etc.) : vous les trouverez en grandes surfaces au rayon "Plein air" ou "Camping". Le tire-bouchon n'a d'intérêt que dans la pénétration du sol et l'extraction facile du piquet : au besoin, on pourra prendre aussi des piquets de terre pour installation définitive (chez les marchands de matériaux de maçonnerie au rayon "Electricité").

A chaque piquet, connectez un fil électrique de 10 mètres de long environ, au besoin à l'aide d'une pince crocodile costaude, comme celles utilisées pour les chargeurs de batterie ou les câbles de démarrage de secours (figure 15).

L'autre extrémité du fil est à relier, à l'aide d'une fiche banane, aux douilles A, B de la face avant (figure 14).

La troisième douille étant la T, voici quelles sont les attributions des trois :

Douille A : cette douille rouge sert à prélever le signal de 600, 700 Hz appliqué au moyen d'un fil de 10 mètres à l'un des deux piquets métalliques.

Douille B : cette douille bleue ou jaune va, au moyen d'un fil de 10 mètres, à l'autre piquet enfoncé dans le sol et sert à prélever le signal de 600, 700 Hz provenant, à travers le sol, de la douille et du piquet A.

Douille T : cette douille noire est reliée par un fil souple à la borne mâle en saillie d'une prise de courant de l'installation électrique à tester. La borne mâle en saillie de la prise de courant est, bien sûr, normalement connectée au piquet de terre de l'installation électrique.



Figure 13 : Pour contrôler une prise de terre, il faut deux piquets en acier de 50 centimètres de long, à enfoncer dans le sol dont on veut mesurer la qualité de prise de terre.

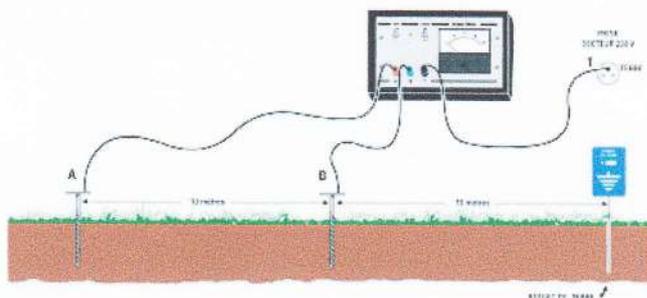


Figure 14 : Les deux piquets étant enfoncés dans le sol, à une distance de 10 mètres environ l'un de l'autre, reliez-les électriquement aux douilles A et B à l'aide de deux longs fils de cuivre. La douille T est à relier à la terre de la prise de courant (fil jaune/vert ou borne mâle en saillie) la plus proche.

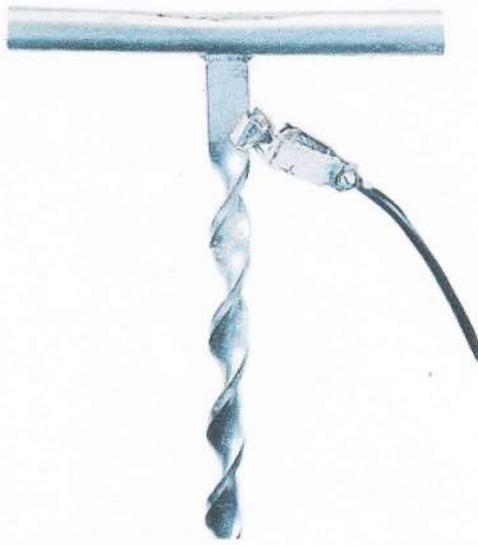


Figure 15 : Pour relier électriquement les douilles A et B aux piquets enfoncés dans le sol, vous pouvez appliquer sur leurs extrémités de robustes pinces crocodiles (type chargeur de batterie ou câbles de démarrage).

Le fil de cuivre à relier aux douilles

Pour relier les douilles A et B aux deux piquets métalliques enfoncés dans le sol, vous pouvez utiliser deux longueurs de fil souple (multibrin) isolé d'un diamètre de 1,5 ou 2 millimètres carrés. A l'une des extrémités, reliez la pince crocodile (ou le collier de serrage, etc.) et à l'autre la fiche banane adaptée à la douille A ou B.

Pour relier la douille T à la borne mâle en saillie de la prise de courant, vous pouvez de nouveau utiliser une longueur de fil de cuivre souple isolé du même diamètre. A une extrémité, reliez aussi une fiche banane (elle ira à la douille) et à l'autre une pince crocodile plus petite (à relier à la borne de terre de la prise de courant). A la place de cette pince crocodile, on peut monter sur cette extrémité une fiche secteur tripolaire dont on n'utilisera que la borne femelle (de terre), mais pour éviter tout accident, il vaudrait mieux ôter les deux bornes mâles (de phase et de neutre), en les dévissant, en les arrachant ou en les coupant à ras, selon le matériau isolant et le modèle utilisé.

La distance entre piquets de 10 mètres n'est pas critique et 5 à 10 mètres suffiront au besoin. D'autre part, le piquet de terre de l'installation électrique, avec son étiquette d'identification, n'est pas toujours facile à trouver près de la maison. Dans le cas où vous ne le trouveriez pas, vous pouvez tout de même contrôler la résistance de terre en procédant comme suit :

- Enfoncez en un quelconque lieu du sol le piquet (à relier à la douille) B et, à une distance de 10 mètres, enfoncez le piquet A.
- La douille T sera alors reliée normalement à la borne de terre d'une prise électrique du secteur 230 V.
- Pour mesurer la résistance de terre, mettez S1 sur x1 et, si tout est correct, vous devriez lire sur le galvanomètre une résistance de moins de 200 ohms.

Note : Même si sur le cadran du galvanomètre l'indication Ohms ne figure pas, considérez tout de même que l'aiguille indique des valeurs ohmiques.

Meilleure sera la prise de terre de l'installation, plus petite sera la valeur ohmique indiquée par l'aiguille. La portée x10 permet de mesurer une valeur ohmique entre 0 et 2 kilohms et ne servira qu'à contrôler des prises de terre défectueuses.

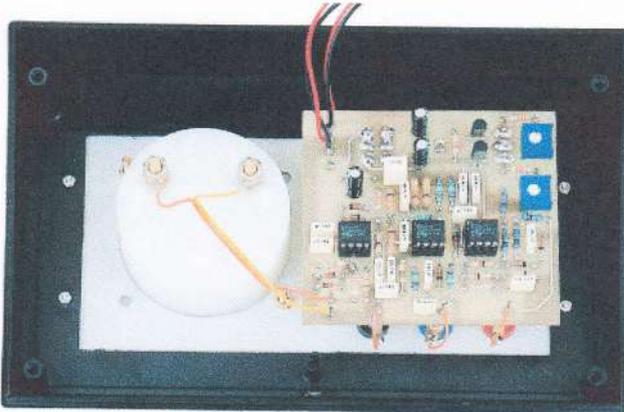
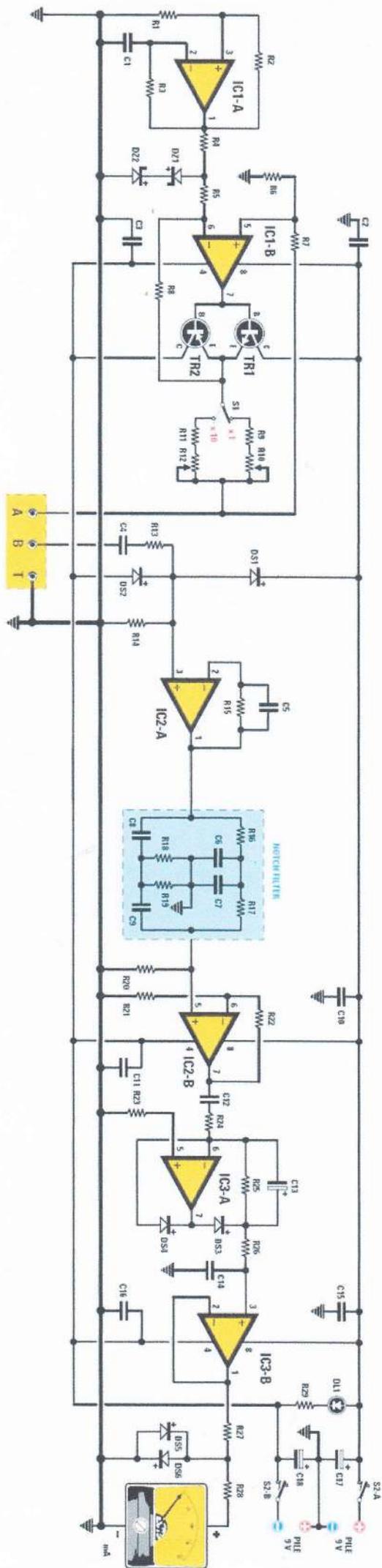
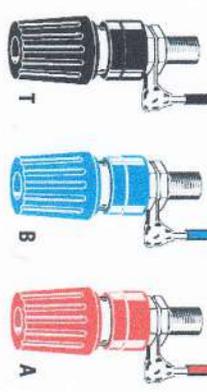
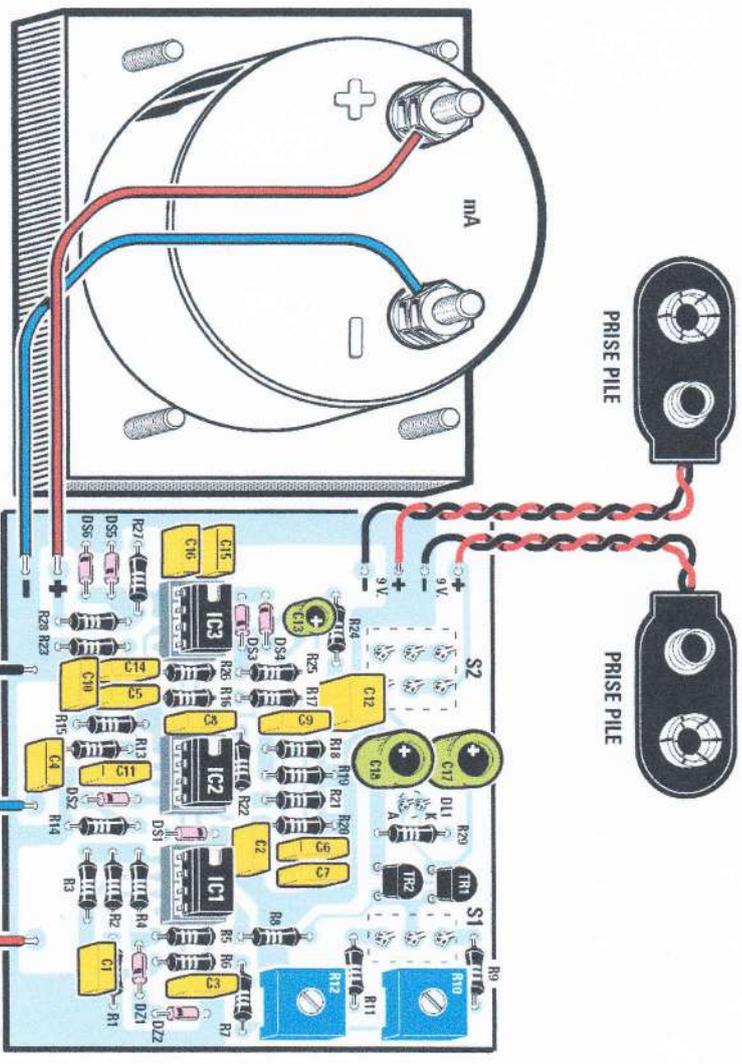


Figure 16 : La face avant est fixée sur son boîtier plastique à l'aide de 4 petits boulons. Dans le couvercle du boîtier plastique se trouve un logement pour les deux piles 6F22 de 9 V.





PRISE PILE

PRISE PILE

mA

+

S2

S1

R10

R11

R12

R13

R14

R15

R16

R17

R18

R19

R20

R21

R22

R23

R24

R25

R26

R27

R28

R29

R30

R31

R32

R33

R34

R35

R36

R37

R38

R39

R40

R41

R42

R43

R44

R45

R46

R47

R48

R49

R50

R51

R52

R53

R54

R55

R56

R57

R58

R59

R60

R61

R62

R63

R64

R65

R66

R67

R68

R69

R70

R71

R72

R73

R74

R75

R76

R77

R78

R79

R80

R81

R82

R83

R84

R85

R86

R87

R88

R89

R90

R91

R92

R93

R94

R95

R96

R97

R98

R99

R100

R101

R102

R103

R104

R105

R106

R107

R108

R109

R110

R111

R112

R113

R114

R115

R116

R117

R118

R119

R120

R121

R122

R123

R124

R125

R126

R127

R128

R129

R130

R131

R132

R133

R134

R135

R136

R137

R138

R139

R140

R141

R142

R143

R144

R145

R146

R147

R148

R149

R150

R151

R152

R153

R154

R155

R156

R157

R158

R159

R160

R161

R162

R163

R164

R165

R166

R167

R168

R169

R170

R171

R172

R173

R174

R175

R176

R177

R178

R179

R180

R181

R182

R183

R184

R185

R186

R187

R188

R189

R190

R191

R192

R193

R194

R195

R196

R197

R198

R199

R200

R201

R202

R203

R204

R205

R206

R207

R208

R209

R210

R211

R212

R213

R214

R215

R216

R217

R218

R219

R220

R221

R222

R223

R224

R225

R226

R227

R228

R229

R230

R231

R232

R233

R234

R235

R236

R237

R238

R239

R240

R241

R242

R243

R244

R245

R246

R247

R248

R249

R250

R251

R252

R253

R254

R255

R256

R257

R258

R259

R260

R261

R262

R263

R264

R265

R266

R267

R268

R269

R270

R271

R272

R273

R274

R275

R276

R277

R278

R279

R280

R281

R282

R283

R284

R285

R286

R287

R288

R289

R290

R291

R292

R293