

# ELECTRONIQUE

ET LOISIRS

magazine

<http://www.electronique-magazine.com>

n° 118

PRINTEMPS 2012

**SURVEILLEZ LES FISSURES****RÉDUISEZ VOS FACTURES ÉLECTRIQUES**

- Selfmètre
- Distorsiomètre simple
- MINILAB : mesurez la Température
- Platine universelle pour LM358

**SOMMAIRE  
DÉTAILLÉ  
PAGE 4**

N° 118 MARS 2012

M 04662 - 118 - F: 7,50 € - RD



# LES KITS DU MOIS...LES KITS DU MOIS

## MINILAB OU APPRENDRE L'ÉLECTRONIQUE EN SE DIVERTISSANT

### VERSION AVANCÉE



### VERSION JUNIOR



Pour étudier facilement l'électronique, il ne suffit pas d'apprendre les formules dont dépendent les circuits mais il est indispensable de pouvoir construire ces derniers et d'en expérimenter le fonctionnement. Ce kit est un mini laboratoire d'électronique – oh vous verrez tout de suite qu'il n'a de mini que le nom et cette «accroche» n'a pas d'autre but que d'éviter de vous effrayer – destiné aux petits ou aux grands commençants (jeunes et moins jeunes mais désirant se former à l'électronique sans «se faire suer»). Ce MINILAB comporte en effet une plaque d'essais permettant d'essayer le circuit (voir s'il fonctionne) avant même de le monter sur circuit imprimé; mais il contient aussi tous les appareils de laboratoire nécessaires. En effet la console **MINILAB EN3000** comprend:

- une alimentation double symétrique  $\pm 15\text{ V} - 0,4\text{ A}$  ;
- un générateur de signaux sinusoïdaux, carrés, triangulaires, variable de  $1\text{ Hz}$  à  $8\text{ kHz}$  ;
- un générateur d'impulsions - un multimètre comprenant voltmètre, ampèremètre et ohmmètre - un amplificateur + haut-parleur.

Le **MINILAB EN3000** est disponible en deux versions: Junior pour les débutants et Avancée pour les élèves de niveau supérieur. Le **MINILAB EN3000** est également disponible tout monté et réglé, à la norme CE pour ceux qui le demandent pour seulement 50 € supplémentaires.

- La version Junior **EN3000J** comprend le MINILABEN3000 plus l'ensemble des cours d'électronique publiés dans la revue - Apprendre l'électronique en partant de zéro- (Disponible sous forme de CDROM)

- La version Avancée **EN3000A** comprend le MINILABEN3000 plus l'interface oscilloscope/analyseur de spectre BF EN1690 et son logiciel.

**EN3000A ... Kit complet version avancé, livré avec boîtier ..... 299,00 €**  
**EN3000AKM Kit complet version avancé, livré monté..... 360,00 €**

**EN3000J .... Kit complet version junior, livré avec boîtier ..... 229,00 €**  
**EN3000JKM Kit complet version junior, livré tout monté ..... 280,00 €**

### UN SELFMÈTRE POUR MESURER L'INDUCTANCE DES SELFS AVEC UN MULTIMÈTRE.



Le kit EN1731 permet à l'aide d'un simple multimètre analogique ou numérique de mesurer la valeur d'une self comprise entre  $10\text{ }\mu\text{H}$  et jusqu'à  $100\text{ mH}$  au maximum sur trois calibres :  $1\text{ mH} - 10\text{ mH} - 100\text{ mH}$

#### \*Caractéristiques techniques :

Alimentation : pile de 9 V de type 6F22 non fournie.  
 Trois calibres :  $1\text{ mH} - 10\text{ mH} - 100\text{ mH}$   
 Fréquence de mesure :  $10\text{ kHz}$   
 Courant de mesure :  $4,5\text{ mA}$  (constant)

**EN1731..... Kit complet avec boîtier ..... 90,30 €**  
**EN1731KM.Kit complet avec boîtier version montée ..... 117,50 €**

### STAND-BY (VEILLE) OFF RÉACTIVABLE AVEC LA TÉLÉCOMMANDE



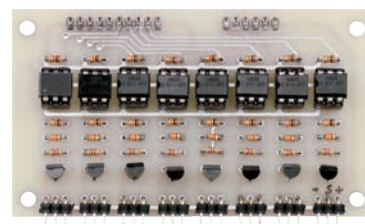
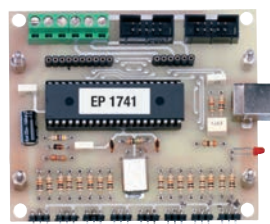
Ce kit élimine complètement la consommation due à la veille des appareils domestiques et permet d'éteindre et d'allumer un téléviseur à l'aide de sa télécommande. Ce circuit peut être utilisé aussi avec le lecteur DVD, l'enregistreur DVD, décodeur satellite ou le vieux magnétoscope, etc., ce qui économise du courant.

#### \*Caractéristiques techniques :

Alimentation : 2 piles LR06  
 Pouvoir de coupure :  $5\text{ A } 230\text{ VAC}$  ( $1\text{ kW}$ )  
 S'active à l'aide de n'importe quelle télécommande du marché.

**EN1783..... Kit complet avec boîtier ..... 91,70 €**  
**EN1783KM.Kit complet avec version montée ..... 119,20 €**

### SURVEILLER LES FISSURES DES MURS AVEC L'USB



Ce kit est composé d'une platine USB dotée d'entrées analogiques, numériques et de sorties numériques. Avec le logiciel fourni et quelques capteurs adéquats elle permet de mesurer et d'enregistrer dans un fichier les variations d'un phénomène lent (les capteurs sont à prévoir en supplément en fonction de l'application envisagée).

#### \*Caractéristiques techniques :

Alimentation  $230\text{ VAC}$   
 8 entrées analogiques à 12 bits de résolution  
 8 sorties numériques permet de piloter 8 relais  
 8 entrées numériques à opto-isolées  
 Sortie  $12\text{ V}$  ou  $24\text{ V DC}$  pour alimenter des capteurs externes  
 L'état de chaque entrée et sortie est visualisé par le logiciel.

**EN1741 ..... Kit complet sans boîtier ..... 139,86 €**  
**EN1741KM. Kit complet sans boîtier version montée ..... 169,30 €**  
**EN1742 ..... Kit complet sans boîtier ..... 27,00 €**  
**EN1742KM. Kit complet sans boîtier version montée ..... 37,45 €**  
**EN1701..... Kit complet sans boîtier ..... 40,60 €**  
**EN1701KM.Kit complet sans boîtier version montée ..... 52,70 €**

Expéditions dans toute la France. Moins de  $5\text{ Kg}$  : port  $8,40\text{ €}$ . Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. Bons administratifs acceptés.



# LES KITS DU MOIS...LES KITS DU MOIS

## UN DISTORSIOMÈTRE POUR MESURER LA DISTORSION AVEC UN SIMPLE MULTIMÈTRE

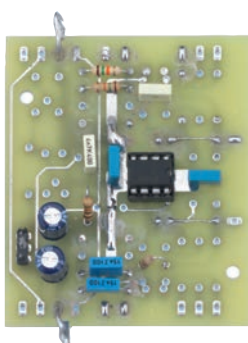


Le kit EN1743 permet à l'aide d'un simple multimètre numérique de mesurer la distorsion de n'importe quel amplificateur Hifi. Attention l'utilisation de ce kit nécessite au préalable un générateur BF par exemple le Générateur d'ondes sinusoïdales EN1744. Ce distorsiomètre permet de récupérer une tension continue, variable en fonction de la distorsion de l'amplificateur à travers un filtre Notch. Cette variation permet de déduire le taux de distorsion THD (Total Harmonic Distorsion).

**\*Caractéristiques techniques :** Alimentation : secteur 230 VAC

EN1743 ..... Kit complet avec boîtier ..... 71,25 €  
EN1743KM. Kit complet version montée ..... 91,90 €

## PLATINE UNIVERSELLE POUR LM358



Ce kit est une platine universelle pour amplificateur opérationnel de type LM358. Selon les composants utilisés on peut réaliser différents types de circuits :

- amplificateur inverseur
- amplificateur non inverseur
- amplificateur différentiel
- filtre Sallen Key passe-bas du second ordre
- filtre Sallen Key passe-haut du second ordre
- comparateur de tension à anneau ouvert
- oscillateur sinusoïdal à pont de Wien
- comparateur à fenêtre avec alimentation double
- amplificateur différentiel avec alimentation simple

- sommateur inverseur et non inverseur avec alimentation double
- convertisseur tension / courant
- comparateur trigger de Schmitt
- intégrateur inverseur
- dérivateur inverseur
- amplificateur pour DDS

**\*Caractéristiques techniques :**

Alimentation +/- 15 V - AOP de type LM358 - Permet de réaliser des montages en simple ou double alimentation (symétrique) - Logiciel de simulation LTSpice fourni. Kit alimentation non fourni.

EN1788 ..... Kit complet (sans boîtier ni alimentation) ..... 21,00 €  
EN1788KM. Kit version montée (sans boîtier ni alimentation) ..... 30,45 €

## THEREMIN PROFESSIONNEL



Ce kit est composé d'un boîtier électronique équipé de deux antennes, le théremin a la particularité de produire de la musique sans être touché par l'instrumentiste. On commande la hauteur de la note de la main droite, en faisant varier sa distance par rapport à l'antenne verticale. L'antenne horizontale, en forme de boucle, est utilisée pour faire varier le volume selon sa distance par rapport à la main gauche.

**\*Caractéristiques techniques :** Alimentation 230 VAC - Réglage du volume - Réglage du pitch (intonation) - Réglage de la vitesse - Réglage de l'effet par commutateur - Sortie BF out - Sortie MIDI (0-5V) pitch - Sortie MIDI (0-5V) volume. L'alimentation, l'antenne ainsi que le boîtier sont inclus dans le kit.

EN1790 ..... Kit Theremin complet avec boîtier ..... 340,00 €  
EN1790KM. Kit Theremin complet version montée ..... 399,00 €

## GÉNÉRATEUR BF 950 - 1 200 HZ



Ce générateur BF est capable de fournir un signal sinusoïdal qui, partant d'une fréquence de 950 Hz, puisse atteindre 1,2 kHz afin de s'accorder sur la fréquence du filtre notch présent à l'intérieur d'un distorsiomètre. La fréquence est réglable par potentiomètre.

**Caractéristiques techniques :**

Alimentation 2 piles de 9V (9V+9 V) - Consommation 10 mA - Bande de fréquence 950 à 1 200 Hz environ - Amplitude minimale du signal sinusoïdal 1 V crête-crête environ - Amplitude maximale du signal sinusoïdal 12 V crête-crête environ - Distorsion 0,8% environ.

EN1744 ..... Kit complet avec boîtier ..... 57,20 €  
EN1744KM. Kit complet version montée ..... 80,30 €

## SYNTHÉTISEUR 143 MHZ À 970 MHZ



## GÉNÉRATEUR DDS 1 HZ À 120 MHZ



Ce kit est un synthétiseur de fréquence qui relié à la sortie VHF du générateur DDS EN1645 permet de générer une fréquence comprise entre 143 et 970 MHz avec une résolution de 10 Hz.

**\*Caractéristiques techniques :** - Alimentation 230 VAC - 8 gammes visualisées par LED : \*143 - 178 MHz - \*168 - 211 MHz - \*209 - 274 MHz - \*273 - 372 MHz - \*334 - 422 MHz - \*419 - 548 MHz - \*546 - 744 MHz - \*690 - 970 MHz - Entrée BF 2V crête à crête pour modulation FM - Entrée RF pour générateur DDS.

EN1750 ..... Kit synthétiseur complet avec boîtier ..... 199,25 €  
EN1750KM. Kit synthétiseur version montée avec boîtier ..... 281,20 €  
EN1645 ..... Kit générateur DDS BF-VHF avec boîtier ..... 247,00 €  
EN1645KM. Kit générateur DDS complet version montée ..... 299,00 €

# COMELEC

CD 908 - 13720 BELCODENE

Tél. : 04 42 70 63 90

Fax : 04 42 70 63 95

[www.comelec.fr](http://www.comelec.fr)

**Surveiller les fissures des murs avec l'USB ..... 05**

Ce que nous vous proposons ici est l'évolution naturelle de la platine présentée dans ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE. En augmentant le nombre des entrées A/N et en ajoutant des sorties et des entrées numériques, nous avons réalisé une platine USB professionnelle, qui vous permettra de surveiller les fissures sur les murs de votre habitation en utilisant un mini PC de dernière génération. Mais souvenez-vous que ... c'est seulement une des innombrables applications possibles.

**Stand-by (veille) off réactivable avec la télécommande ...22**  
**Réduisez votre facture d'électricité**

Peut-être ignorez-vous que même en veille votre téléviseur continue à consommer une certaine quantité de courant, ce qui représente un gaspillage annuel de plusieurs dizaines de kW. Le dispositif que nous vous proposons de construire élimine complètement la consommation due à la veille et vous permet d'éteindre et d'allumer comme d'habitude votre téléviseur à l'aide de sa télécommande. Ce circuit peut être utilisé aussi avec le lecteur DVD, l'enregistreur DVD ou le vieux magnétoscope, etc., ce qui va vous faire économiser pas mal de courant.

**Mesurer la distorsion avec un simple multimètre ..... 33**

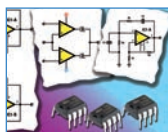
Certains passionnés de Hi-Fi nous ont demandé comment ils pourraient mesurer la distorsion de leur amplificateur Hi-Fi sans utiliser le PC et nous avons retourné la question à nos «anciens collaborateurs», dans cet article vous trouverez leur réponse.

**Un selfmètre pour mesurer l'inductance des selfs ..... 45**  
**avec un multimètre**

Si vous réalisez ce circuit vous pourrez lire, à l'aide d'un simple multimètre analogique ou numérique, la valeur en mH ou  $\mu$ H d'une self ou n'importe quel bobinage en partant d'un minimum de 10  $\mu$ H jusqu'à un maximum de 100 mH, sur trois calibres : 1 mH-10 mH-100 mH.

**Mesurer la température avec le Minilab..... 60**

Nous vous expliquons dans cet article comment construire un thermomètre électronique à NTC sur la plaque d'essais du Minilab. À l'aide de quelques expérimentations simples, nous vous aiderons à comprendre en quoi consiste la résistance électrique et à quoi sert une des lois fondamentales de l'électronique, la Loi d'Ohm.

**Platine universelle pour LM358 (suite) ..... 85**

Vous devez réaliser rapidement des préamplificateurs, des comparateurs et des filtres ? La réponse est notre platine universelle avec double opérationnel (réalisée dans le numéro précédent d'ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE) à partir de laquelle vous pouvez vous lancer dans les applications pratiques les plus diverses. Avec cette platine et un fer à souder, vous allez maintenant pouvoir réaliser une myriade de nouveaux circuits. La première partie a rencontré un vif succès ; la suivante (celle que vous êtes en train de lire) est dédiée à des circuits tout aussi passionnants que vous pourrez expérimenter et modifier à volonté.

Nous allons vous proposer en particulier de construire :

- un comparateur à fenêtre avec alimentation double
- un amplificateur différentiel avec alimentation simple
- un sommateur inverseur et non inverseur avec alimentation double
- un convertisseur tension / courant
- un comparateur trigger de Schmitt
- un intégrateur inverseur
- un dérivateur inverseur
- un amplificateur pour DDS

Le bulletin d'abonnement se trouve page..... 96

Les petites annonces se trouvent page..... 97

**LISEZ**  
**ELECTRONIQUE**  
ET LOISIRS  
**LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS**

Tous les articles et les revues sont  
téléchargeables sur notre site internet  
<http://www.electronique-magazine.com>

*Les projets que nous vous présentons dans ce numéro ont été développés par des bureaux d'études et contrôlés par nos soins, aussi nous vous assurons qu'ils sont tous réalisables et surtout qu'ils fonctionnent parfaitement. L'ensemble des typons des circuits imprimés ainsi que la plupart des programmes sources des microcontrôleurs utilisés sont téléchargeables sur notre site à l'adresse : [www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com) dans la rubrique REVUES. Si vous rencontrez la moindre difficulté lors de la réalisation d'un de nos projets, vous pouvez contacter le service technique de la revue, en appelant la hot line, qui est à votre service du lundi au vendredi de 16 à 18 H au 0820 820 534 (N° INDIGO : 0,12 € / MM), ou par mail à [redaction@electronique-magazine.com](mailto:redaction@electronique-magazine.com)*

**Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 7 Mars 2012**

Crédits Photos : Corel, Futura, Nuova, JMJ



# Surveiller les fissures des murs avec l'USB

Ce que nous vous proposons ici est l'évolution naturelle de la platine présentée dans **ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**. En augmentant le nombre des entrées A/N et en ajoutant des sorties et des entrées numériques, nous avons réalisé une platine USB professionnelle, qui vous permettra de surveiller les fissures sur les murs de votre habitation en utilisant un mini PC de dernière génération. Mais souvenez-vous que ... c'est seulement une des innombrables applications possibles.



**L**a platine **USB EN1734** que nous avons publiée dans le numéro 113 d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** a su mériter la grande faveur de nos lecteurs : ils ne se sont pas limités à la réalisation des applications que nous avons suggérées et ils se sont risqués à en essayer d'autres, série ou semi série ou d'autres encore ... fantastiques.

Tel lecteur a transformé la platine **EN1734** en un sonomètre, tel autre en une jauge pour liquides, tel encore en un mesureur de hauteur de neige et ainsi de suite. Ce bel enthousiasme nous a fait nous interroger sur l'opportunité d'étendre la gamme des applications possibles avec notre

interface, en intégrant le montage avec d'autres entrées analogiques et numériques et, pourquoi pas, avec d'autres sorties numériques.

C'est pourquoi nous avons étendu les prestations de la **EN1734** et cela donne une platine de type industriel, que nous avons adaptée à nos exigences pour réaliser l'interface présentée dans cet article et qui est dotée des caractéristiques suivantes :

- 8 entrées analogiques** à 12 bits de résolution ;
- 8 sorties numériques** permettant de piloter 4 + 4 relais ;



Figure 1 : Sur cette photo vous pouvez voir notre platine USB reliée à l'ordinateur, à la platine d'alimentation EN1701 et à la platine relais EN1412.

**8 entrées numériques avec isolation optique** et, si vous en avez besoin, la possibilité d'amener la tension de l'extérieur pour alimenter des capteurs spéciaux.

Pour la plupart des applications il nous faut du **12 V** ou du **24 V**, nous avons utilisé notre **alimentation EN1701** publiée dans le numéro **106** d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** (voir figure 4) : c'est elle qui fournit de l'extérieur la tension nécessaire pour d'éventuels capteurs ou atténuateurs sans surcharger l'alimentation du PC.

Nous avons ainsi augmenté les potentialités de cette platine **USB**, en ajoutant entre autres la possibilité d'utiliser les PC ultra portables qui font fureur aujourd'hui et qui peuvent facilement être employés en milieu industriel à des coûts très accessibles.

Un de nos techniciens s'est récemment intéressé à l'achat d'un «**LOGO**» **PLC** de Siemens et il se l'est vu proposer à environ 180 euro !

Avec quelques euro de plus il a acheté un petit notebook avec **XP** déjà installé, il y a installé **Visual Basic 6** (ce logiciel,

désormais hors commerce, est disponible sur Internet en version freeware ou logiciel libre) et obtenu ainsi un «**maître**» **PLC** adapté aux exigences les plus diverses et permettant de voir les données de contrôle bien clairement sur le moniteur (bien sûr cela dépend de votre programme...).

Avec notre platine **USB** couplée à un ordinateur de ce type, maintenant très répandu, vous pourrez satisfaire une gamme très vaste de besoins.

Nous n'exagérons pas en affirmant qu'avec cette interface vous pourrez même donner à manger aux poissons de votre aquarium pendant que vous êtes bien assis à naviguer sur Internet, ou bien monter et descendre les volets roulants, éteindre ou allumer les lumières, vérifier la température, l'humidité, les champs magnétiques, etc.

Toutes les applications que nous vous avons proposées avec l'interface **EN1734** sont en effet parfaitement compatibles avec celle que nous vous présentons dans cet article, la seule particularité est que maintenant vous aurez une seule routine de réception

de l'interface et des instruments de contrôle en plus à diviser avec un programme bien structuré.

Nous avons en outre associé ce nouveau montage avec la platine à relais **EN1412** (voir figure 3) laquelle est parfaitement adaptée pour obtenir un périphérique ergonomique doté de **quatre relais** : avec deux interfaces on peut donc utiliser les huit sorties numériques et aboutir ainsi à un total de **huit relais**.

Grâce à la flexibilité et à la modularité caractérisant la platine, vous pourrez la «configurer» à volonté en fonction de vos besoins. Quant à nous, nous vous proposons à titre d'exemple une application contenant une «demo» riche de petits objets virtuels et un véritable appareil pour la sécurité : une station permettant de surveiller l'état des fissures des murs.

Rappelons à ce propos à nos plus jeunes lecteurs que **ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** a toujours été sensible à la mise au point d'appareils de détection des événements météorologiques et sismiques.



Notre sismographe, pour ne parler que de lui, a des caractéristiques professionnelles : il est capable d'enregistrer en temps réel des tremblements de terre qui se produisent à très grande distance de l'endroit où nous nous trouvons. La seule limite de ces appareils est qu'ils constatent la tragédie lorsqu'elle s'est produite !

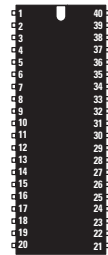
L'application que nous vous proposons à cette occasion est particulièrement intéressante : elle permet en effet de surveiller jusqu'à huit fissures en même temps, à vous de choisir celles que vous considérez comme les plus importantes et qui vous donnent du souci au chapitre de la stabilité et de la sécurité de votre maison.

Même sans devoir penser à l'événement catastrophique du tremblement de terre, les phénomènes qui peuvent provoquer la déstructuration des murs sont multiples et on les décèle par les fissures et les fentes : c'est le cas, par exemple, des maisons construites sur des terrains alluvionnaires qui ont tendance à se contracter ou à se dilater en fonction des conditions climatiques, sécheresse ou humidité.

Dans les murs contenant du fer et autres structures de liaison, cela provoque l'ouverture de fissures lesquelles, avec le temps, s'élargissent pour passer de 1 mm à 2 mm, puis à 3 et ainsi de suite jusqu'à devenir des fentes.

Même si ce processus est visible à l'œil nu, il est particulièrement intéressant d'en suivre l'évolution dans le temps au moyen de capteurs qui envoient les données à un ordinateur : ce dernier les mémorise et les affiche pour présenter clairement son évolution dans le temps.

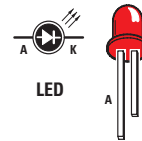
Une augmentation progressive du phénomène doit de toute façon vous persuader de la nécessité d'en prévenir les conséquences fâcheuses (à supposer qu'il y en ait d'heureuses, nous ne voyons pas lesquelles...à part aérer les murs) et de demander conseil à un homme de l'art : expert mandaté par l'assureur décennal, architecte ou entrepreneur de maçonnerie, etc., en tout cas un spécialiste connu pour sa compétence en la matière.



EP 1741



BC 337



LED



4N35 - 4N37

## Brochage des composants.

### Liste des composants EN1741

R1 .....	4,7 k
R2 .....	470
R3 .....	10 k
R4 .....	180
R5 .....	10 k
R6 .....	180
R7 .....	10 k
R8 .....	180
R9 .....	10 k
R10 ..	180
R11 ..	10 k
R12 ..	180
R13 ..	10 k
R14 ..	180
R15 ..	10 k
R16 ..	180
R17 ...	10 k
R18 ..	180

R19 ..	390
R20 ..	1 M
R21 ..	10 k
R22 ..	1,5 k
C1 .....	100 nF polyester
C2 .....	100 nF polyester
C3 .....	22 pF céramique
C4 .....	22 pF céramique
C5 .....	100 nF polyester
C6 .....	1 µF polyester
C7 .....	100 µF électrolytique
DL1 ...	LED
DS1 ..	1N4150
XTAL ..	quartz 20 MHz
IC1 ....	CPU EP1741
CONN1	connecteur USB
CONN2	conn. 5+5 broches mâle
CONN3	conn. 5 + 5 broches mâle
CONNA	conn. 10 broches femelle
CONNB	conn. 6 broches femelle

### Liste des composants EN1742

R1 .....	10 k
R2 .....	330
R3 .....	4,7 k
R4 .....	10 k
R5 .....	10 k
R6 .....	330
R7 .....	4,7 k
R8 .....	10 k
R9 .....	10 k
R10 ..	330
R11 ..	4,7 k
R12 ..	10 k
R13 ..	10 k
R14 ..	330
R15 ..	4,7 k
R16 ..	10 k
R17 ...	10 k
R18 ..	330
R19 ..	4,7 k
R20 ..	10 k

R21 ..	10 k
R22 ..	330
R23 ..	4,7 k
R24 ...	10 k
R25 ..	10 k
R26 ..	330
R27 ...	4,7 k
R28 ..	10 k
R29 ..	10 k
R30 ..	330
R31 ...	4,7 k
R32 ..	10 k
TR1 ...	NPN BC337
[...]	
TR8 ...	NPN BC337
OC1 ..	photocoupleur 4N37
[...]	
OC8 ..	photocoupleur 4N37
CONNA	conn. 10 broches mâle
CONNB	conn. 6 broches mâle

Note : toutes les résistances sont des 1/8 W

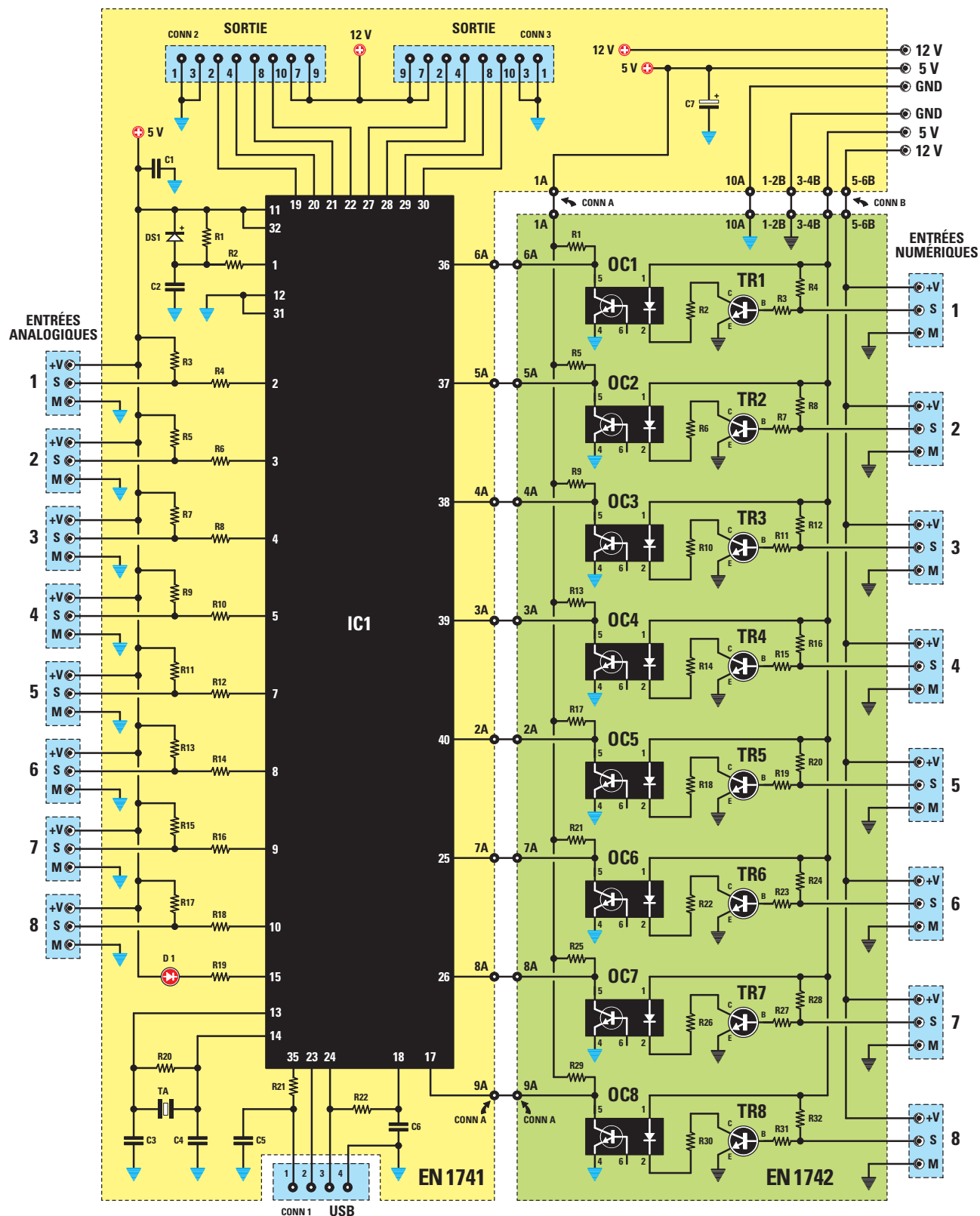


Figure 2 : Schéma électrique du circuit



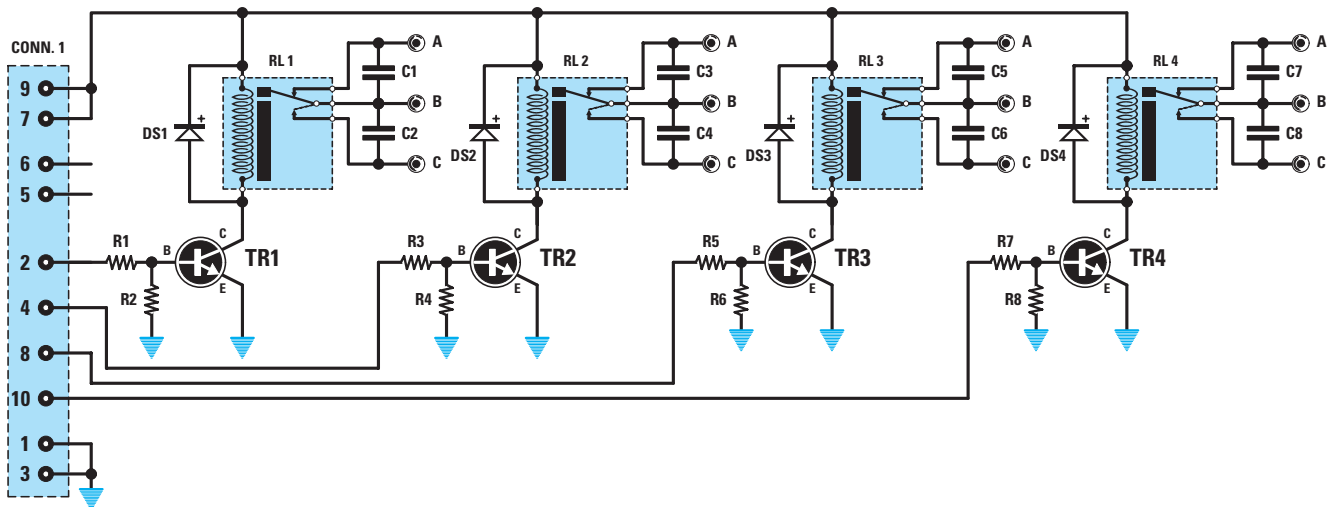


Figure 3 : Schéma électrique de la platine relais EN1412 pilotée par quatre sorties numériques. Pour avoir huit relais activables, il faut bien sûr utiliser deux platines.

## Liste des composants EN1412

R1 ..... 4,7 k  
R2 ..... 39 k  
R3 ..... 4,7 k  
R4 ..... 39 k  
R5 ..... 4,7 k

R6 ..... 39 k  
R7 ..... 4,7 k  
R8 ..... 39 k  
C1 ..... 47 nF 400 V polyester  
[...]  
C8 ..... 47 nF 400 V polyester  
DS1 .. 1N4007  
[...]

DS4 .. 1N4007  
TR1 ... NPN BC547  
[...]  
TR4 ... NPN BC547  
RL1 ... relais 12 V  
[...]  
RL4 ... relais 12 V  
CONN1 connecteur 10 pôles

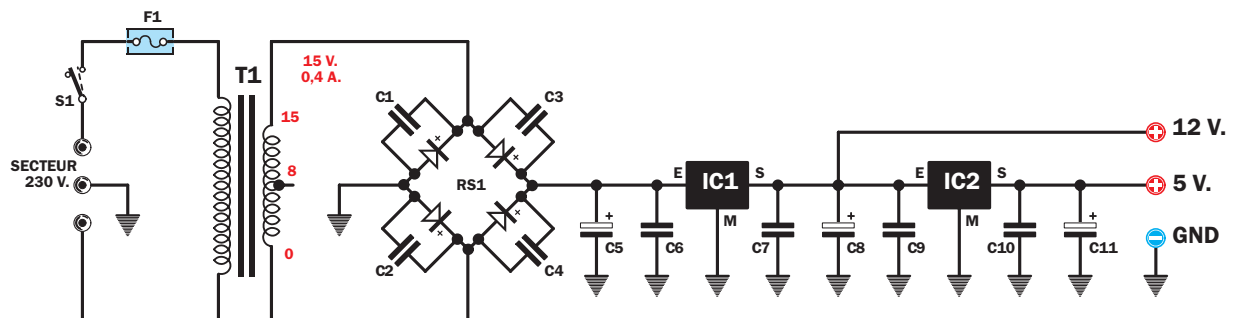
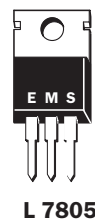
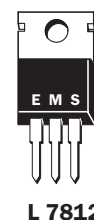


Figure 4 : Pour cette application nous avons utilisé une de nos nombreuses alimentations, la EN1701.



L 7805



L 7812

## Liste des composants EN1701

C1 ..... 10 nF céramique  
C2 ..... 10 nF céramique  
C3 ..... 10 nF céramique  
C4 ..... 10 nF céramique

C5 ..... 1 000 µF électrolytique  
C6 ..... 100 nF polyester  
C7 ..... 100 nF polyester  
C8 ..... 100 µF électrolytique  
C9 ..... 100 nF polyester  
C10 ... 100 nF polyester  
C11 ... 100 µF électrolytique

IC1 .... L7812  
IC2 .... L7805  
RS1 .. pont redresseur 100 V 1 A  
T1 ..... transfo. 6 W (T006.02) sec.  
8-15 V 0,4 A  
F1 ..... fusible 1 A  
S1 ..... interrupteur

Figure 5a : Schéma d'implantation des composants de la platine de base EN1741. Pour tester les entrées analogiques, vous pouvez injecter un signal (max. 5 V) entre S et M. Si, en revanche, vous n'utilisez les entrées, nous vous conseillons d'insérer les résistances de PULL-UP (R3 à R17).

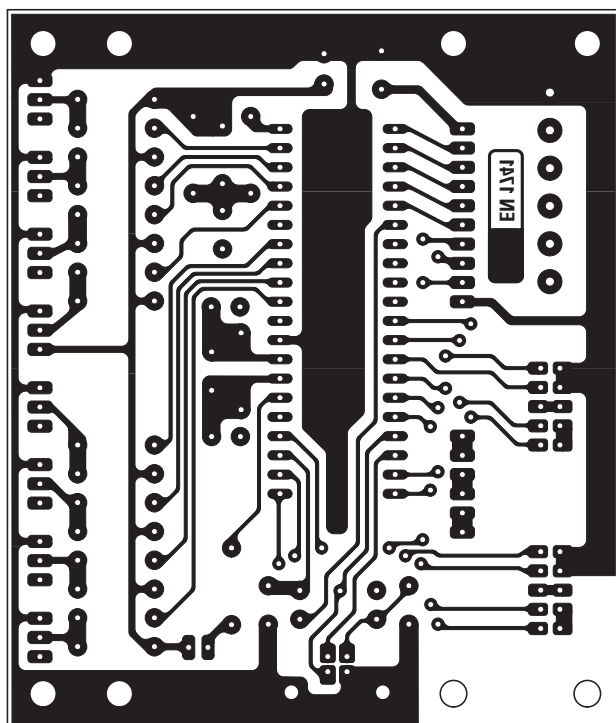
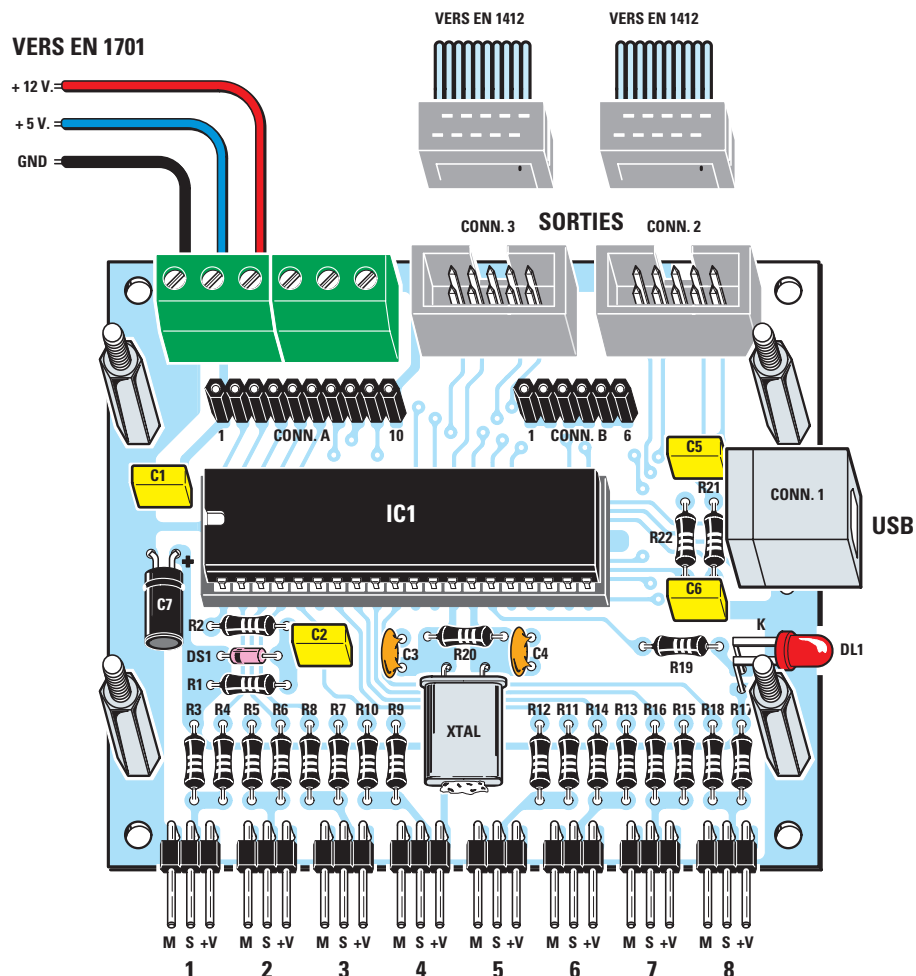


Figure 5b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine de base EN1741, côté soudures.

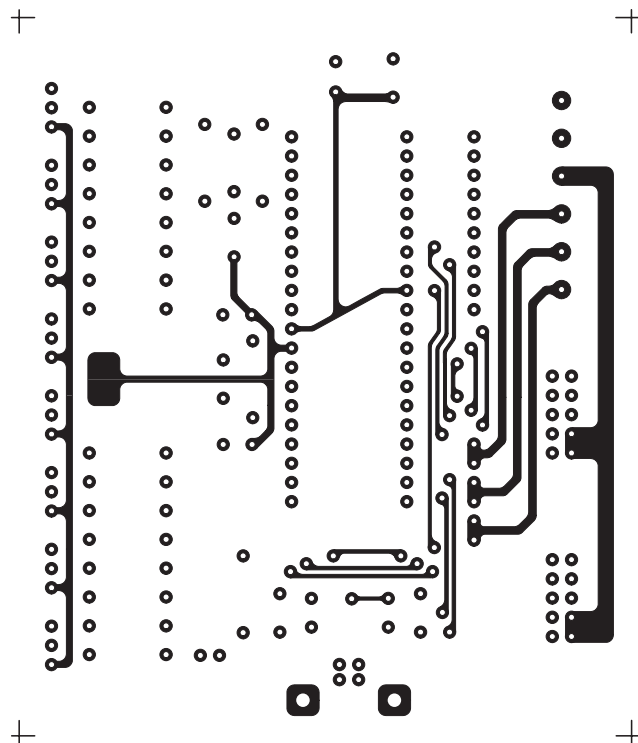


Figure 5b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine de base EN1741, côté composants.



## Le schéma électrique

Tout le circuit est basé sur le microcontrôleur Microchip, **PIC 18F4553**, qui comporte non seulement **8** entrées et **8** sorties numériques, mais encore **8** entrées analogiques à **12 bits** de résolution.

Comme le montre le schéma électrique de la figure 2, nous avons inséré dans les entrées des **photocoupleurs OC1 - OC8** afin de découpler les entrées numériques de manière à les rendre complètement isolées galvaniquement de la masse du PC utilisé et de pouvoir travailler ainsi en complète sécurité.

Une tension d'alimentation, une masse et une entrée numérique sont disponibles pour chaque capteur que vous appliquerez en entrée.

Pour chaque entrée analogique vous disposez d'une alimentation **+5 V** pour alimenter un éventuel capteur et en plus bien sûr la masse et l'entrée analogique. Il vous est donc possible d'utiliser un **petit câble blindé à deux fils + tresse** pour relier un quelconque capteur au circuit.

Les sorties seront directement reliées aux deux connecteurs lesquels ont été adaptés pour accueillir la nappe de la **platine relais EN1412** (voir figure 3) conçue autrefois pour une radiocommande à **4** ou **2 canaux EN1409**.

**Note** : on l'a dit plus haut, la possibilité de monter **deux** platines relais **EN1412** associées avec la platine interface **USB EN1741** a été prévue.

La commande arrivant du microcontrôleur **IC1** fait conduire le transistor alimentant l'enroulement du relais (ce qui l'active) ou bien elle bloque ce même transistor (ce qui désactive le relais).

L'entrée **USB**, vous le savez déjà, a **4** contacts dont deux **D+** et **D-** acheminent les données, le troisième amène le **5 V** et le quatrième la **masse**.

**Note** : si vous souhaitez approfondir tout ce qui concerne la **configuration** du **port USB** nous vous conseillons la lecture de l'article **Une interface USB universelle**

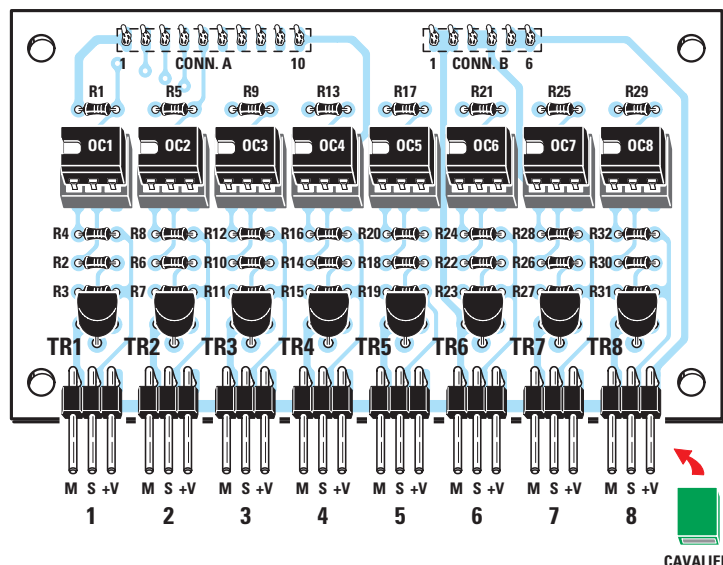


Figure 6a : Schéma d'implantation des composants de la platine EN1742. Pour tester les entrées numériques, vous pouvez insérer un cavalier entre S et +V. Un inverseur peut très bien simuler une entrée au moment des essais.

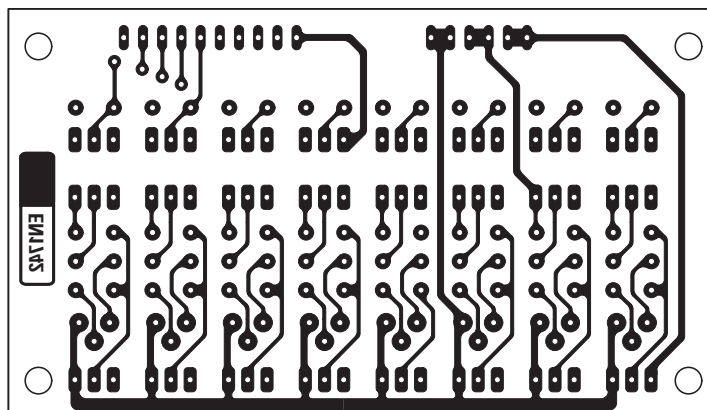


Figure 6b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine EN1742, côté soudures.

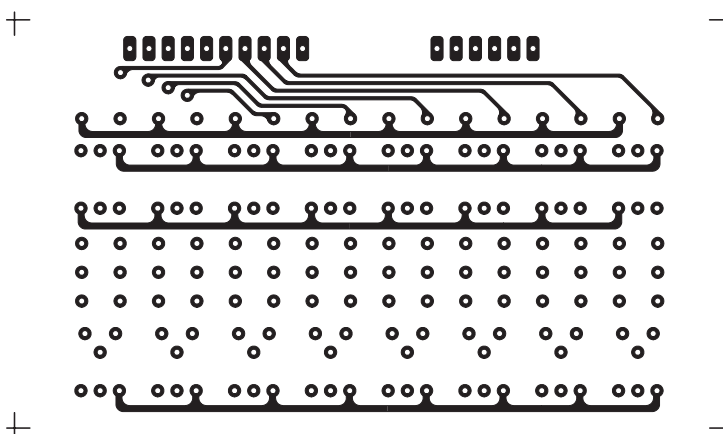


Figure 6b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine EN1742, côté composants.

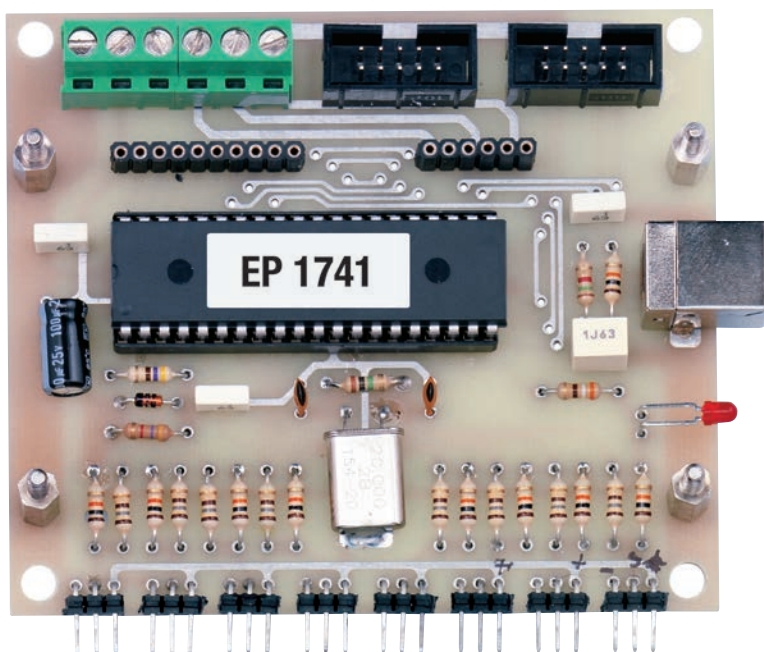


Figure 7 : Photo d'un des prototypes de la platine de base EN1741.

Figure 8 : Photo d'un des prototypes de la platine EN1742 que vous devrez fixer sur la platine de base EN1741 comme le montre la figure 12, avant d'effectuer la liaison avec le circuit d'alimentation EN1701 et les platines relais EN1412.

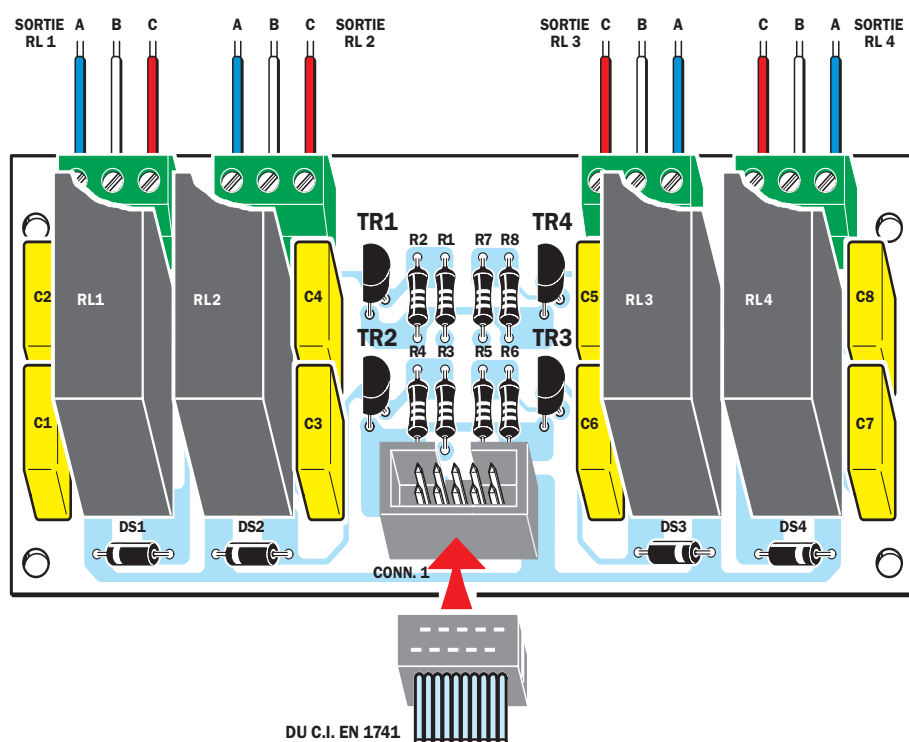
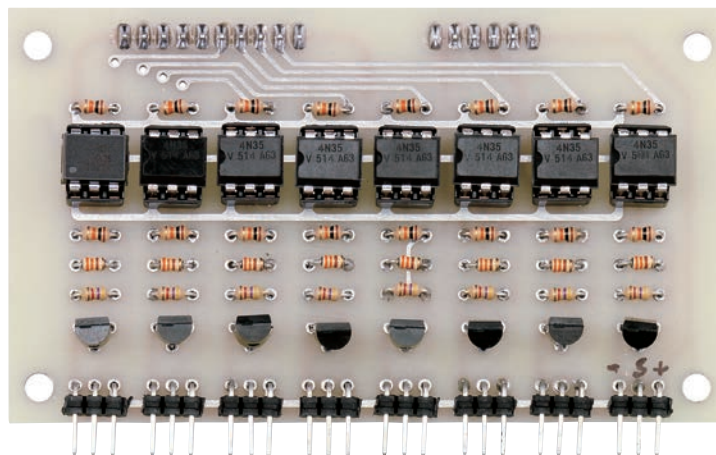
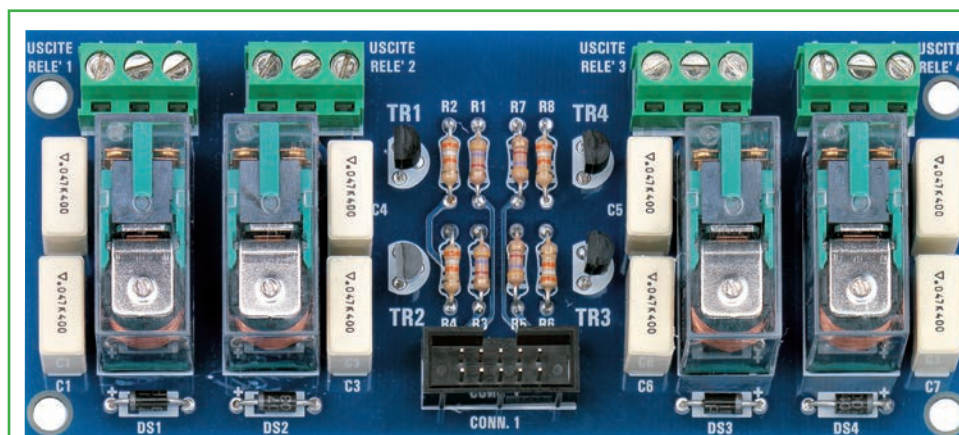


Figure 9a : Schéma d'implantation des composants de la platine relais EN1412. Les sorties à relais rehaussent la qualité de l'interface, car ils garantissent une isolation galvanique par rapport à la platine et au PC. En outre, au point commun B, il est possible d'appliquer n'importe quelle tension même alternative jusqu'à une charge de 3 A.





**Figure 10 : Le connecteur qui relie la platine relais à l'interface USB a une clé d'insertion, donc en forçant il est possible d'inverser le sens d'insertion. La liaison avec l'utilisateur est réalisée au moyen de borniers.**

**pour 1 000 applications EN1734** publié dans le numéro **113** d'**ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**.

Ici nous avons préféré alimenter la platine et les interfaces avec une alimentation «autonome», de manière à ne pas surcharger l'alimentation du PC et à éviter de devoir nous limiter à cause du fait que cette dernière ne peut nous consentir de forts courants.

L'alimentation est très simple (voir figure 4) : l'habituel transformateur réducteur suivi du pont redresseur auquel on a relié les condensateurs **C1** à **C4**, de façon à réduire les parasites de commutation se produisant lors du fonctionnement normal, un condensateur de lissage **C5** et deux régulateurs **IC1-IC2** lesquels, serrés contre un dissipateur adéquat, fournissent les deux tensions **+5/+12 V** parfaitement stabilisées.

## La réalisation pratique

Les circuits imprimés que nous avons réalisé spécialement (platines de base) sont de petites dimensions, ce qui nous permettra de les insérer facilement dans un quelconque boîtier standard étanche. En tout, pas moins de quatre platines sont à réaliser.

Tout d'abord procurez-vous les différents circuits imprimés double face à trous métallisés ou simple face ou réalisez-les à partir des dessins à l'échelle 1:1 des figures indiquées :

- platine de base «Entrées analogiques» **EN1741** circuit imprimé double face à trous métallisés **figure 5b-1 et 2**

- platine de base «Entrées numériques» **EN1742** circuit imprimé double face à trous métallisés **figure 6b-1 et 2**

- platine relais **EN1412** simple face **figure 9b**

- platine d'alimentation **EN1701** simple face **figure 11b**

### La platine EN1741

Commencez par monter tous les composants sur la platine de base des entrées analogiques **EN1741** : d'abord les résistances **R1** à **R22** puis le quartz **XTAL** (voir figure 5a). Nous vous recommandons de fixer avec une goutte de tinol le boîtier du quartz **XTAL** sur la piste de masse du circuit imprimé après avoir pré étamé cette dernière.

Attention, ne mettez pas trop de tinol (alliage d'étain et d'argent avec âme décapante) quand vous soudez les composants. Ayez toujours à portée de main une petite éponge imbibée d'eau pour maintenir la panne du fer à souder toujours propre (nettoyez-la en l'essuyant avant chaque soudure).

Pour souder, posez le fil de tinol (Sn-Ag) à la base de la patte ou de la broche du composant et approchez la pointe de la panne du fer à souder bien propre et bien chaude : dès que le tinol fond et recouvre la patte ou la broche, éloignez-le et comptez mentalement «**1001-1002-1003**» (soit exactement 3

secondes), après quoi écartez aussi la panne du fer à souder. Insérez ensuite les condensateurs céramiques et polyesters et, en dernier, le condensateur électrolytique polarisé **C7** : mettez-le à l'horizontale, soit couché sur le circuit imprimé (voir figure 5a).

Il ne vous reste plus qu'à insérer la LED **DL1** qui sert à vérifier la **configuration** c'est à dire la **communication** avec le **PC**. A ce propos nous vous recommandons de replier en **L** les pattes **K** (cathode) et **A** (anode) avant d'en souder les extrémités sur les pistes (voir figure 5a).

**Note** : la **configuration** est la phase où la platine **USB** est reconnue par l'ordinateur pour sa fonctionnalité. Si vous êtes intéressés par cette question, nous vous renvoyons à la lecture de l'article **Une interface USB universelle pour 1 000 applications EN1734** publié dans le numéro **113** d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**.

Insérez maintenant le support du microcontrôleur et le connecteur spécial **USB** (voir **CONN1** à droite de la figure 5).

Montez ensuite les deux connecteurs **CONN2** et **CONN3** pour les sorties numériques allant piloter la platine relais **EN1412** et les deux borniers destinés à la liaison avec les diverses tensions d'alimentation. Montez enfin les **huit** triples connecteurs servant à acheminer les signaux analogiques au microcontrôleur et à alimenter le capteur directement.

Coupez les longueurs excédentaires des fils de sortie et suspectez toutes vos soudures.

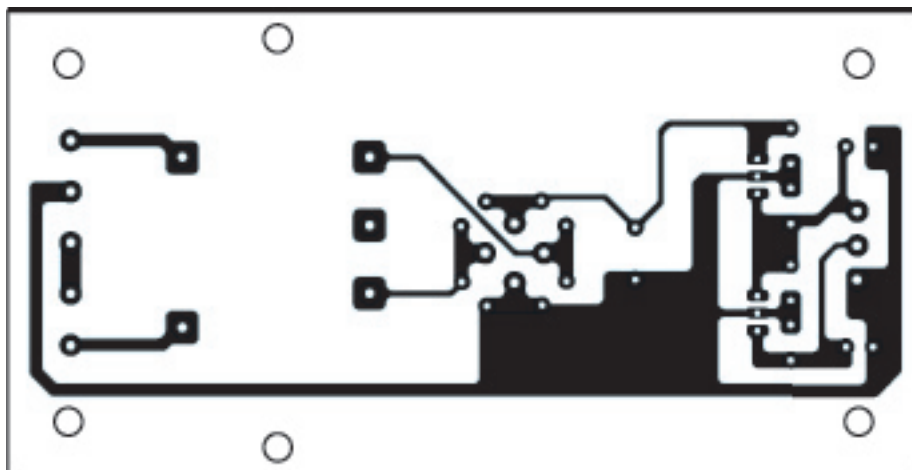


Figure 11b : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé de la platine d'alimentation EN1701.

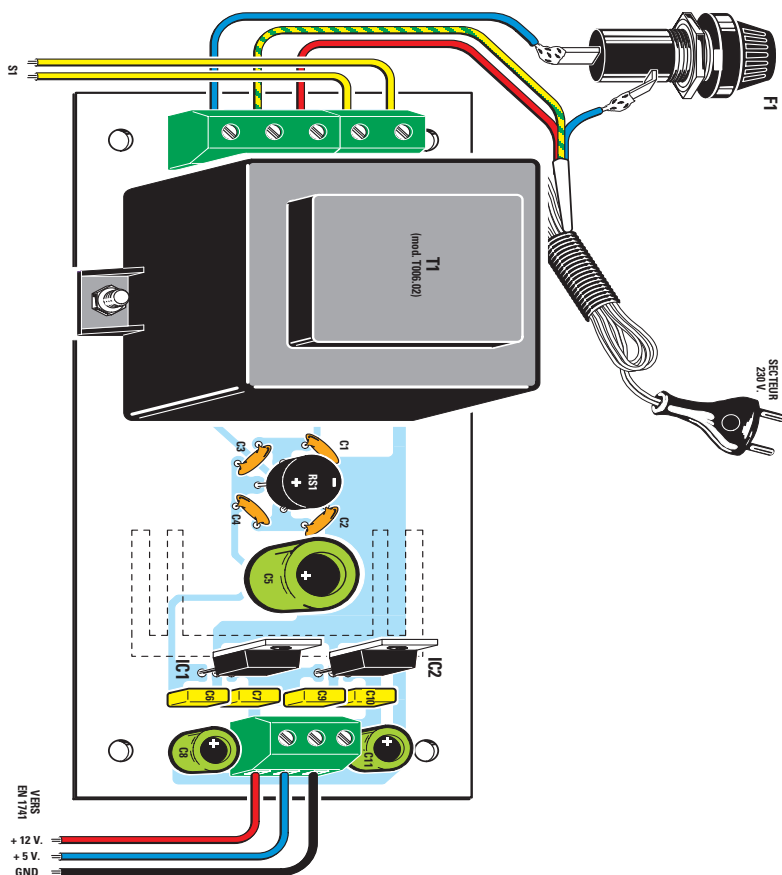


Figure 11a : Photo d'un des prototypes (à droite) et schéma d'implantation des composants de la platine d'alimentation EN1701 (à gauche), conçue pour le générateur DDS. Elle fournit les deux tensions que réclame la platine USB au moyen des deux régulateurs lesquels, montés sur un dissipateur, peuvent fournir jusqu'à 1 A de courant : c'est plus que suffisant pour la plupart des applications !

## La platine EN1742

Vous pouvez maintenant passer à la seconde interface dédiée aux **huit** entrées numériques **EN1742** (voir figure 6a).

Pour réaliser une aussi petite platine, nous avons utilisé des résistances de

**1/8 W**, que vous devrez insérer dans les positions qui leur sont attribuées. Soudez et coupez les fils de sortie en excès.

Insérez ensuite les transistors (**TR1** à **TR8**) en orientant leur méplat vers le haut (voir figure 6a).

Et c'est au tour des supports des **huit** photocoupleurs, **OC1** à **OC8** et des **huit** triples connecteurs des entrées numériques. Soudez leurs broches sur l'autre face du circuit imprimé et insérez les connecteurs **A** et **B** servant à acheminer les signaux numériques à la **CPU**.

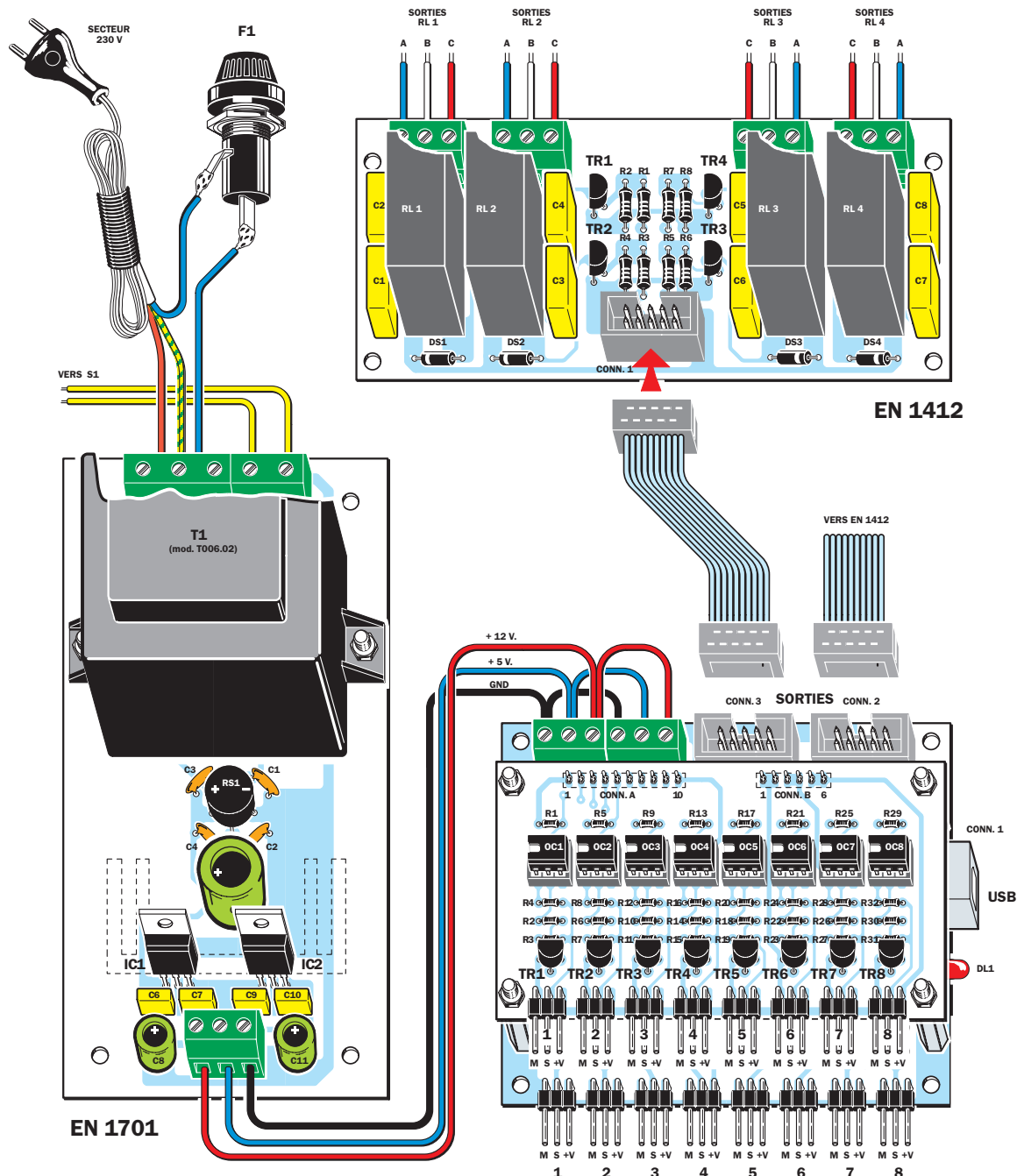


Figure 12 : Ce dessin montre comment réaliser les liaisons entre les platines constituant ce montage. Le fusible en série assure le maximum de sécurité en cas de panne.

### La platine EN1412

La figure 9a donne le schéma d'implantation des composants de la platine relais **EN1412** à 4 relais. Sa réalisation pratique ne présente aucune difficulté et même un débutant s'en sortira très bien, s'il regarde bien le dessin de la figure 9a et la photo de la figure 10.

Commencez le montage par l'insertion du connecteur **CONN1**, en orientant

sa fenêtre repère-détrompeur vers les résistances. Insérez ces dernières tout de suite après.

Poursuivez par l'insertion des diodes **DS1-DS2**, en dirigeant vers la gauche leurs bandes blanches et les diodes **DS3-DS4** en orientant les leurs vers la droite. Terminez cette phase par les condensateurs polyester et les quatre transistors, en dirigeant vers la gauche les méplats de ces derniers.

Insérez enfin les quatre relais et les borniers de sortie à trois pôles.

**Note** : le circuit **EN1412** est conseillé pour les applications à 4 + 4 relais pour activer n'importe quel périphérique galvaniquement séparé.

### La platine EN1701

Pour l'alimentation de ce montage, nous avons utilisé l'alimentation



**EN1701** (voir figure 4), réalisée pour notre **Générateur DDS** : elle fournit des tensions stabilisées de **12 V** et de **5 V**.

Comme le montre la figure 11a, il s'agit d'un circuit très simple. La partie la plus complexe consiste en effet à fixer les deux régulateurs **IC1-IC2** sur le dissipateur puis les pattes de ces régulateurs dans les trous du circuit imprimé de telle manière que le dissipateur s'appuie parfaitement sur la surface de ce dernier : fixez-la ensuite avec un peu de colle au silicone.

Insérez ensuite les condensateurs céramiques, polyesters et les électrolytiques, en respectant bien la polarité des électrolytiques. Montez le pont redresseur de telle façon que le côté de son boîtier marqué du signe **+** soit tourné vers le bas (voir figure 11a).

Insérez le transformateur dans les trous du circuit imprimé et fixez-le à l'aide des petits boulons, puis montez les borniers pour les liaisons avec les câbles secteur **230 V**, le fusible de sécurité volant **F1**, l'interrupteur **S1** et pour les deux tensions de service **12 V** et **5 V** et la **masse**.

## Le boîtier

Dans le matériel disponible vous trouverez les entretoises autocollantes sur lesquelles vous pourrez placer temporairement le ci du détecteur, de manière à avoir tout à portée de main pour effectuer vos essais sans risquer de provoquer des courts-circuits.

Quand vous aurez trouvé l'idée définitive, vous pourrez choisir le mieux adapté parmi les nombreux boîtiers disponibles chez nos annonceurs.

## Le logiciel de demo

L'interface USB **EN1734** publiée dans le numéro **113** d'**ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** a besoin pour fonctionner de **pilotes** spécifiques. Si vous avez déjà cette interface EN1734 et installé les pilotes, vous n'avez qu'à continuer à les utiliser tranquillement.

En revanche, pour ceux qui voient cette platine pour la première fois, rappelons que dans le CDRom **CDR1741** nous avons trois dossiers :

**driverCCS** contenant les pilotes servant à configurer l'ordinateur avec l'interface USB ;

**paquet** contenant le programme démonstratif à installer sur le PC ;

**source** pour ceux qui veulent modifier le programme pour des exigences ou applications personnelles différentes de celles que nous proposons.

## Comment installer les pilotes

Pour installer les pilotes, vous devez insérer le CDRom **CDR1741** dans le lecteur de votre PC doté du S.E. **XP home edition** ou **XP professional**.

Insérez ensuite le câble **USB** relié à la platine interface dans un des ports libres de l'ordinateur : la fenêtre de la figure 16 s'ouvre ; répondez affirmativement jusqu'à lire à l'écran «installation terminée», vous pouvez alors fermer la fenêtre.

Nous vous conseillons de débrancher l'USB et de redémarrer l'ordinateur. Quand il s'est rallumé et que vous avez rebranché l'USB, vous devriez entendre un **son** vous indiquant que tout est bien aligné. Si vous désirez vous assurer tout de suite que l'interface communique correctement, vous pouvez utiliser le programme **HyperTERMINAL**, disponible dans **Windows XP**, simplement en associant au port **COM** de votre **PC** le **numéro** de port **COM** qui est associé à l'USB.

Lancez **HyperTERMINAL** et vous verrez défiler toutes les entrées **AN** et **N** avec leur état logique actuel.

Vous pouvez alors procéder à l'installation du programme.

**Note** : pour connaître le numéro du port **COM** allez dans le répertoire **Panneau de configuration**, sélectionnez à la suite les options **Système**, **Matériel**, **Gestionnaire de périphériques** et **Port**

**série** : l'indication «**COM5** ou **6** ....» apparaît, information que vous devrez insérer dans les futures applications de l'interface USB.

## Comment installer le programme demo «Surveiller les fissures des murs»

Sélectionnez le dossier **paquet** du **CDR1741** (voir figure 16), cliquez sur **Setup** et poursuivez en répondant **Ok** jusqu'à la fin de l'installation. Pour lancer le programme de notre application destinée à surveiller les fissures des murs, sélectionnez **Programmes** et, dans la liste visualisée, cliquez sur **USBPLCCom.exe**.

L'écran de la figure 18 s'ouvre : vous pouvez y voir en haut la fenêtre «**Port série à utiliser**» concernant la sélection du port **COM**, une fenêtre plus grande dans laquelle sont visualisées les «**Lectures effectuées**» par l'USB, **huit LED bleues** qui testent les entrées numériques «Allumée» ou «Éteinte» et, à droite, un **tableau** à deux colonnes de huit données où sont visualisées en temps réel les **valeurs détectées** en **code binaire** (0-4096) et en **V** selon le rapport :

$$V = (5 \times n \text{ bits de l'USB}) / 4096$$

Rappelons que les entrées analogiques numériques sont à **12 bits** et par conséquent le nombre binaire maxi est **4096**. La résolution minimale théorique en **V** que l'on peut lire se calcule de la manière suivante :

$$V = (5 \times 1 \text{ bit}) / 4096 = 0.0012207$$

Dans l'écran des figures 18 et suivantes, on voit aussi des micro-interrupteurs virtuels, grâce auxquels il est possible d'activer ou de désactiver les relais proposés comme sorties (voir **platine relais EN1412** figure 3). Vous devez tout d'abord sélectionner le port **COM** et ensuite cliquer sur l'option «**Open serial**» (voir figure 20). Dans la fenêtre «**Lectures effectuées**» les valeurs des entrées numériques et des entrées analogiques, ainsi que l'état des sorties, seront tout de suite visualisées.

Si vous désirez sauvegarder les données dans le PC, cochez l'option **Sauvegarde Données** et réglez le potentiomètre à glissière sur un temps variable de **1 à 10 secondes**.

**Note** : naturellement, avec des modifications adéquates, vous pourrez faire correspondre le moment de la détection avec la date et l'heure de votre ordinateur, opération que vous pourrez effectuer facilement puisque vous disposez de la source du programme.

Pour **tester** n'importe laquelle des huit **entrées** numériques de la platine **USB EN1742** procédez en court-circuitant au moyen d'un cavalier le point **central** de son connecteur repéré par la lettre **S** (**Signal**) avec le **+5 V** (voir figure 6). Vous verrez s'allumer la LED virtuelle correspondante (voir figure 20). Mettez alors le cavalier sur une autre entrée et vous verrez le même effet sur la LED correspondante (voir figure 21).

Pour **tester** n'importe laquelle des huit **sorties**, reliez une ou deux interfaces relais **EN1412** (voir figure 12) et, avec la souris, cliquez sur les **dips** pour les déplacer vers le haut ou le bas (voir figure 22). Vous entendrez les relais cliqueter mécaniquement. Si vous souhaitez maintenant passer à la phase de surveillance des fissures murales proprement dite, vous n'avez qu'à cliquer sur l'option **«Mesure»** du menu situé en haut pour

faire apparaître la fenêtre de la figure 23, dans la case de gauche apparaît alors en temps réel la mesure faite par le capteur, dans notre exemple elle est d'environ 45 mm.

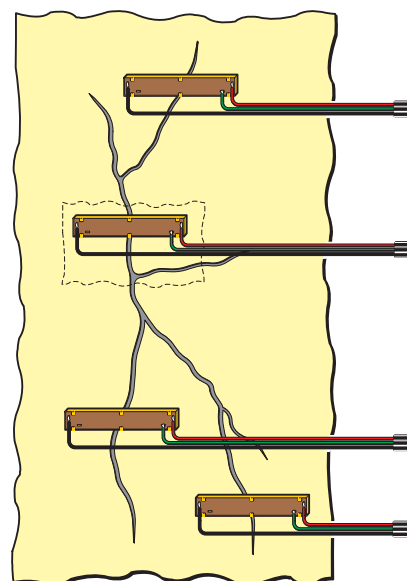
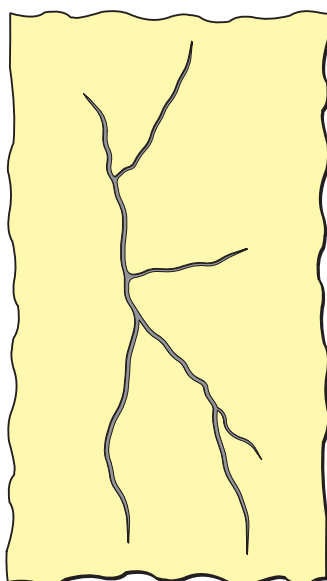
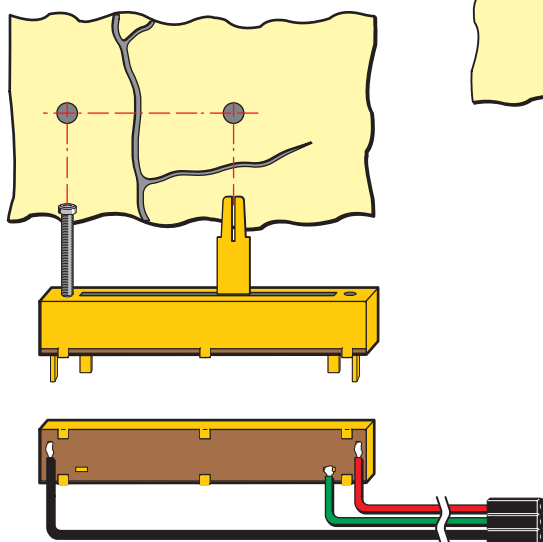
## Nos capteurs économiques

Nous vous proposons des **capteurs** économiques constitués de **potentiomètres à glissière de 10 K linéaires** (souvenez-vous que dans les potentiomètres à glissière la lettre B signifie «linéaire», alors que dans les potentiomètres rotatifs elle signifie «logarithmique»), une simple **vis** de 40 mm de longueur vissée dans un des deux trous filetés et un  **curseur** comme «instrument» de mesure.

Pour procéder à la mesure d'une fissure, nous vous conseillons de pratiquer de part et d'autre deux petits trous de 5 mm de diamètre : insérez dans l'un la vis de fixation et dans l'autre le curseur mobile (voir figures 14-15).

Insérez les câbles des capteurs dans les **connecteurs à trois broches** présents sur la **platine interface USB EN1741** et vous verrez apparaître à l'écran les **valeurs** de l'ouverture

**Figure 13 : Une fissure sur le mur peut très bien ne rien signifier, ou alors elle peut être le signe avant coureur d'un grave problème pour la structure de la maison : certains bâtiments sont en effet construits sur des terrains alluvionnaires ou sur des apports de comblement qui n'ont pas été suffisamment tassés avant de couler les fondations. Cela expose ces dernières à des contraintes susceptibles de provoquer ensuite des fissurations des murs plus ou moins importantes, sur lesquelles il vaudra mieux exercer une constante vigilance.**



**Figure 14 : Pour détecter et évaluer l'évolution des fissures, nous avons utilisé des capteurs réalisés avec de simples potentiomètres à glissière. Naturellement, dans le cas de fissures supérieures à 45 mm, il faut changer de capteur.**

**Figure 15 : Pour utiliser un potentiomètre à glissière comme capteur, vous devez pratiquer dans le mur deux trous de plus grands diamètres que ceux des curseurs : un pour chaque côté de la fissure. Ou alors, avec un peu de plâtre, vous pouvez fixer deux petits tubes de diamètre adéquat pour y insérer le curseur et la vis.**

des divers potentiomètres à glissière en temps réel : naturellement, pour rendre le tout plus réaliste, nous avons construit une animation (voir figure 24) montrant l'évolution de chaque fissure surveillée.

Pour cela nous avons coché les différentes options : fissure 1, fissure 2, etc. Avec nos potentiomètres à glissière, nous pouvons vérifier les fissures jusqu'à une largeur maximale de 45 mm. Naturellement, le grand avantage de l'USB est qu'il permet de brancher l'interface «à chaud». Sauvegardez les données, débranchez l'ordinateur de l'interface et après quelques jours rebranchez l'interface et sauvegardez à nouveau les données détectées en les comparant avec les précédentes.

Les fichiers sont identifiés par un nom composé de la **date** (correspondant au jour, au mois, à l'année de la mesure) suivie de l'extension **txt** : par exemple : **data 6-4-2009.txt**. Ces fichiers peuvent être lus avec n'importe quel éditeur de texte, car ils sont écrits en pur ascii sans aucun formatage.

## Quelques informations supplémentaires

Les platines interfaces **EN1741-EN1742** sont parfaitement compatibles avec les logiciels réalisés pour la précédente **EN1734**. Vous pouvez donc relier sans problème la EN1741 et lancer, par exemple, le programme du thermomètre ou de l'UVA/B sans avoir à craindre le moindre problème de fonctionnement.

Nous devons ici souligner deux ou trois choses à propos des données fournies par la platine. Les différentes entrées numériques peuvent être testées de la manière suivante :

**Tableau 1 ENTRÉE NUMÉRIQUES**

Ouvert	Fermé
Entrée RC2A	Entrée RC2C
Entrée RB3A	Entrée RB3C
Entrée RB4A	Entrée RB4C
Entrée RB5A	Entrée RB5C
Entrée RB6A	Entrée RB6C
Entrée RB7A	Entrée RB7C
Entrée RC6A	Entrée RC6C
Entrée RC7A	Entrée RC7C

```

-----INPUT ----- OUVERT-----
If InStr(code$, "RB") Then
Select Case InStr(code$, "RB")
Case InStr(code$, "RB3A")
Image1.Picture = ImageList1.ListImages(1).Picture
Case InStr(code$, "RB4A")
Image2.Picture = ImageList1.ListImages(1).Picture
Case InStr(code$, "RB5A")
Image3.Picture = ImageList1.ListImages(1).Picture
Case InStr(code$, "RB6A")
Image4.Picture = ImageList1.ListImages(1).Picture
Case InStr(code$, "RB7A")
Image5.Picture = ImageList1.ListImages(1).Picture
End Select
End If

```

```

-----INPUT FERMÉ-----
If InStr(code$, "RC") Then
Select Case InStr(code$, "RC")
Case InStr(code$, "RC6C")
Image6.Picture = ImageList1.ListImages(2).Picture
Case InStr(code$, "RC7C")
Image7.Picture = ImageList1.ListImages(2).Picture
Case InStr(code$, "RC2C")
Image8.Picture = ImageList1.ListImages(2).Picture
End Select
End If

```

**Tableau 2 ENTRÉE ANALOGIQUES**

Entrée	Valeur
ADRA0	0...4.096
ADRA1	0...4.096
ADRA2	0...4.096
ADRA3	0...4.096
ADRA5	0...4.096
ADRAE0	0...4.096
ADRAE1	0...4.096
ADRAE2	0...4.096
TEMP	0...4.096

```

If InStr(code$, "ADRA") Then
Select Case InStr(code$, "ADRA")
Case InStr(code$, "ADRA0=")
fissure(1) = ascnumero(code$)
Text1.Text = fissure(1)
Case InStr(code$, "ADRA1=")
fissure(2) = ascnumero(code$)
Text2.Text = fissure(2)
Case InStr(code$, "ADRA2=")
fissure(3) = ascnumero(code$)
Text3.Text = fissure(3)
Case InStr(code$, "ADRA3=")
fissure(5) = ascnumero(code$)
Text4.Text = fissure(4)
Case InStr(code$, "ADRA5=")
crepa(5) = ascnumero(codice$)
Text5.Text = fissure(5)
End Select
End If

```

Comme vous pouvez le noter, dans la variable :

**fissure(5) = ascnumero (code\$)**

nous insérons la valeur numérique comprise dans la variable code\$ (par exemple «**ADRA5 = 2034**»).

Une fonction appelée **ascnumero** enlève les caractères différents du nombre numérique et les mémorise dans la variable indexée **fissure(5)**. Si vous l'écrivez dans une case de texte **Text5.Text**, vous pourrez la visualiser.



Tableau 3 OUTPUT NUMÉRIQUE

Sortie	Active	Désactivée
Output1	A	B
Output2	C	D
Output3	E	F
Output4	G	H
Output5	I	L
Output6	M	N
Output7	O	P
Output8	Q	R

```
-----
Private Sub Image11_Click()
inverseur2
If allume = False Then
Image11.Picture = ImageList1.ListImages(7).Picture
NewTX ("C")
allume = True
Else
Image11.Picture = ImageList1.ListImages(6).Picture
NewTX ("D")
allume = False
End If
End Sub
-----
```

Chaque touche du mini inverseur est activée par ce code. En particulier ce code se réfère au second mini-dip.

```
NewTX("C")
```

Cette instruction appelle la routine visualisée ci-après, laquelle envoie à la platine USB la lettre C pour «dire» à la platine d’allumer le relais numéro deux.

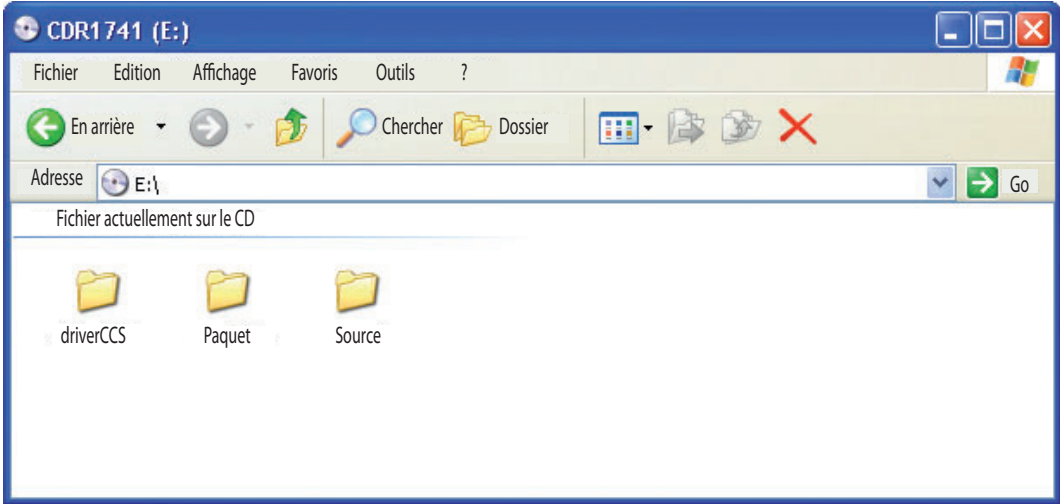
Si nous envoyons la lettre D «nous dirons» à la platine de désactiver le relais numéro deux.

```
Dim Buffer() As Byte
Dim les As Long
If Seriale.PortOpen = False Then
response = MsgBox(" doit ouvrir la communication", vbYesNo + vbCritical + vbDefaultButton2, "gestion serial")
If response = vbYes Then ' L'utilisateur choisit le poussoir Oui.
Message = "Introduire une valeur de 1 a 3" ' Parametre le message.
```

```
title = "insere la COMport 1..2 n.." ' Parametre le titre.
Default = "5" ' Parametre la valeur predefinie.
' Visualise le message, le titre et la valeur predefinie.
MyValue = InputBox(Message, title, Default)
cboCOM.ListIndex = MyValue - 1
cmdOpen_Click
Else ' L'utilisateur choisit le poussoir No.
End
End If
End If
If txtString = "" Then Exit Sub
Serial.Output = txtString
End Sub
-----
```

Bien sûr, nous nous sommes limités à seulement quelques pointages avec ce logiciel que nous souhaitons associer avec cette interface. Par exemple, nous avons testé une centrale sismographique, un système de mesure de la hauteur de liquide dans une citerne en utilisant des entrées analogiques **AN** ou des sorties numériques pour fermer ou ouvrir des pompes, etc.

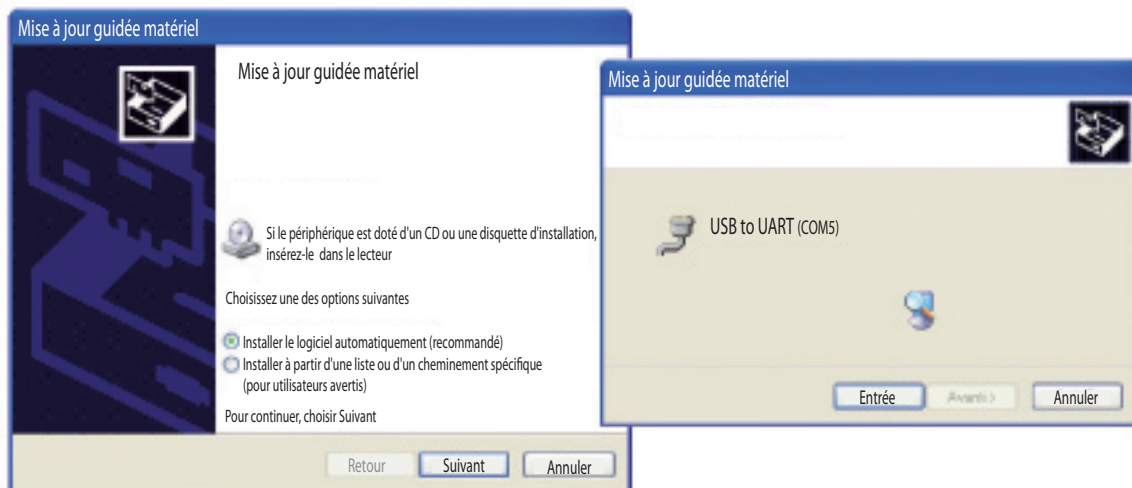
### INSTALLATION DES PILOTES



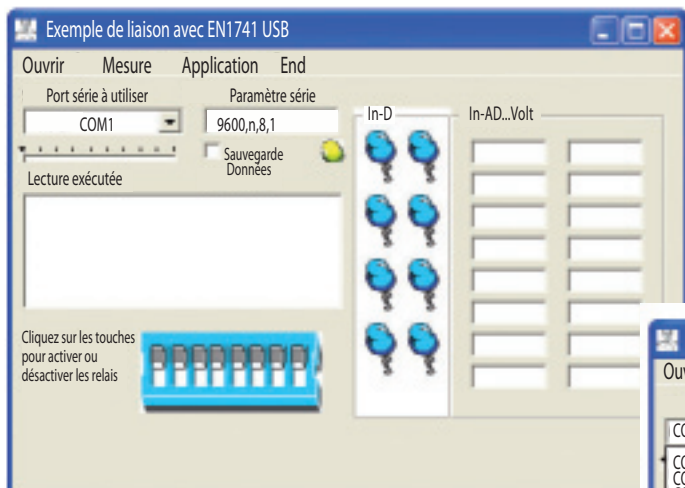
**Figure 16 :** Insérez dans le lecteur, DVD ou CDRom, le CDRom CDR1734 qui vous est fourni avec le matériel disponible pour construire l’interface USB EN1734. Nous avons divisé le CDRom en trois dossiers principaux. Dossier driverCCS : où résident les pilotes permettant de faire fonctionner l’USB avec l’ordinateur travaillant sous Windows XP.

**Dossier Source :** où réside la source du programme d’application.

**Dossier Paquet :** où réside le programme déjà prêt pour être installé dans l’ordinateur. Pour lancer l’installation du programme, cliquez sur l’icone «setup.exe» à l’intérieur du dossier choisi.



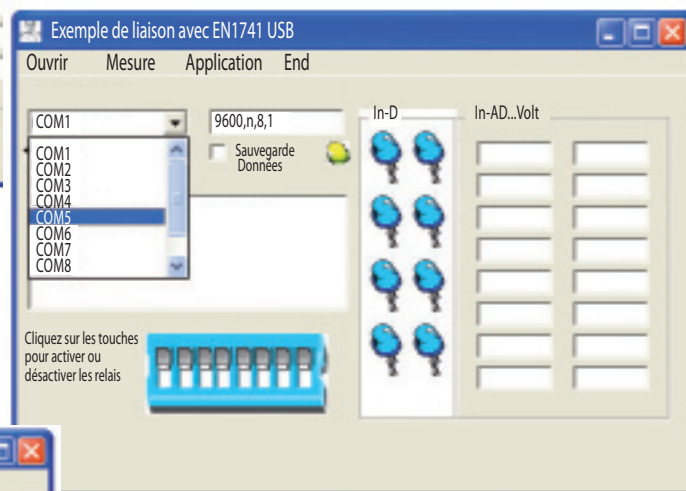
**Figure 17 :** Insérez le câble USB relié à la platine EN1741 dans une prise USB du PC. Le PC reconnaît automatiquement un nouveau périphérique et demande d'installer les pilotes. Cliquez ensuite sur Démarrer, Select, sur le dossier Driver CCS et sur Ok. Une recherche automatique (voir fenêtre de droite) se terminant par un message de fin d'installation qui vous informe que l'opération s'est bien déroulée.



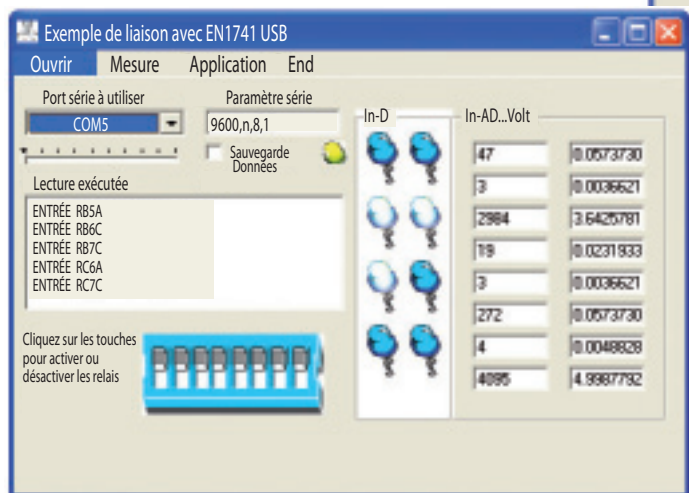
**Figure 19 :** Sélectionnez le port COM virtuel (pour nous c'est le COM5) du COMBO et cliquez ensuite sur Open serial.

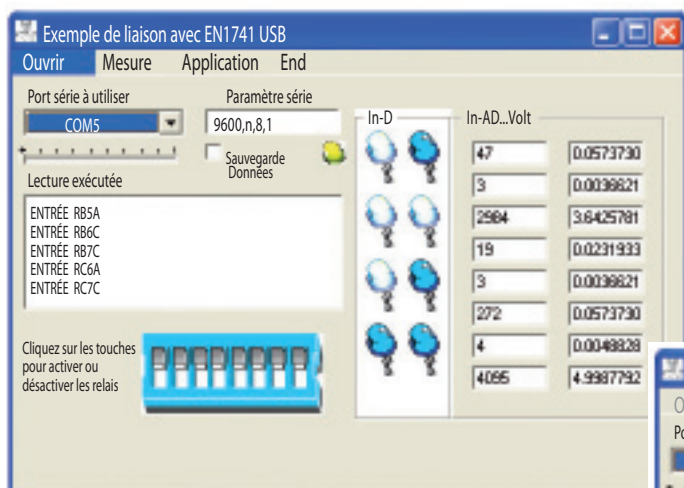
## EXEMPLE DE LOGICIEL D'APPLICATION

**Figure 18 :** Quand vous avez relié au PC le câble USB de l'interface normalement alimentée (voir figure 12), poursuivez par l'installation du programme. Cette fenêtre vous apparaît, on y trouve toutes les applications permettant de faire fonctionner notre platine.

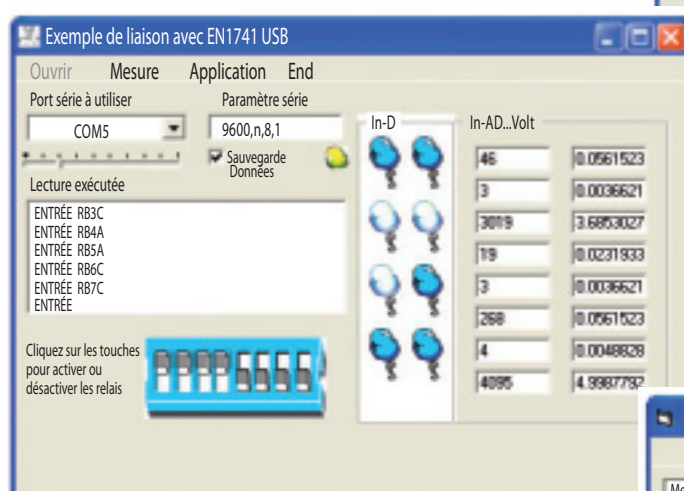


**Figure 20 :** Dès que la platine communique, elle envoie tous les états de ses périphériques et dans les fenêtres de droite les valeurs en binaire et en V des entrées analogiques sont visualisées. Les LED bleues virtuelles s'allument en présence d'entrées numériques fermés.

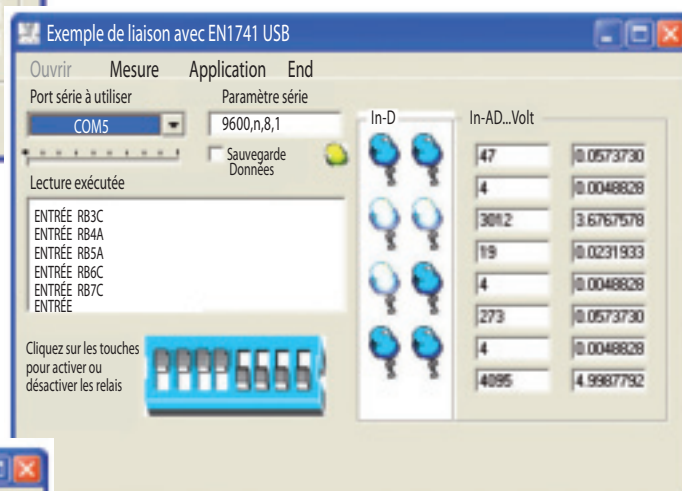




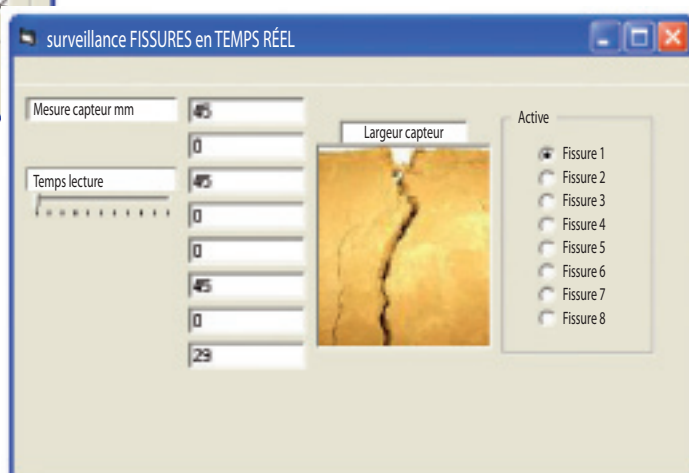
**Figure 22 :** Cliquez avec la souris sur les dips bleus virtuels et, si la platine des relais est insérée, vous entendrez le bruit du contact qui s'ouvre et qui se ferme. Nous avons doté l'interface de la possibilité de sauvegarder les données dans un fichier.



**Figure 24 :** Quand vous cliquez sur Monitor, la fenêtre ci-contre s'ouvre. Elle est destinée à la détection des fissures et vous pourrez y lire les valeurs détectées par les capteurs pendant le temps sélectionné et voir une petite animation.



**Figure 21 :** Essayez de fermer les entrées numériques, en mettant un cavalier entre +V et S et vous verrez que la LED correspondante s'allumera. Faites différents essais pour vérifier le bon fonctionnement du montage.



**Figure 23 :** Cochez Sauvegarde Données et actionnez le potentiomètre à glissière en sélectionnant le temps de sauvegarde de 1 à 10 secondes. Grâce à la disponibilité de la source, vous pourrez effectuer des modifications et apporter des améliorations en fonction de vos besoins.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce contrôleur USB de fissures murales **EN1741-1742** (composants, boîtier,

circuits imprimés) sont disponibles chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après: <http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/118.zip>. ♦



# Stand-by (veille) off

## réactivable avec la télécommande

Peut-être ignorez-vous que même en veille votre téléviseur continue à consommer une certaine quantité de courant, ce qui représente un gaspillage annuel de plusieurs dizaines de kW. Le dispositif que nous vous proposons de construire élimine complètement la consommation due à la veille et vous permet d'éteindre et d'allumer comme d'habitude votre téléviseur à l'aide de sa télécommande. Ce circuit peut être utilisé aussi avec le lecteur DVD, l'enregistreur DVD ou le vieux magnétoscope, etc., ce qui va vous faire économiser pas mal de courant.



**L**es innovations continues introduites par l'évolution technologique, nous ont entraînés dans une telle dépendance envers cette technologie que nous avons du mal à renoncer à nos petites commodités. Et cela en dépit des innombrables campagnes sur les économies d'énergie : nous avons du mal à l'économiser effectivement dans notre vie quotidienne alors que nous sommes persuadés de la nécessité de le faire.

Nous savons tous, par exemple, que faire couler inutilement l'eau des robinets pendant que nous nous brossons les dents au lavabo ou nous savonnons le corps sous la douche, ou bien accepter que ces robinets fuient ou gouttent, provoque dans la durée d'une année un gaspillage pouvant atteindre **plusieurs mètres cubes**, soit à peu près la quantité que dans d'autres parties du monde une personne consomme en **un an**.

La même chose se produit avec l'inutile consommation d'**énergie électrique** provoquée par une mauvaise habitude qui s'installe toujours davantage à l'intérieur de nos maisons : celle de **ne plus éteindre** les appareils électroniques domestiques, mais de les **laisser alimentés 24 heures** sur **24** dans la condition intermédiaire de **veille** ou attente («stand-by» en Anglais).

C'est le cas du **téléviseur**, du **lecteur DVD**, de tout type d'**enregistreur vidéo** (à cassette ou DVD), la liste peut s'allonger si on ajoute le **tuner**, le **décodeur tv**, l'adaptateur **TNT**, le récepteur **satellite**, l'**amplificateur Hi-Fi**, le **home theatre** et même certains appareils **électroménagers**. Pour vous donner une idée de la portée du phénomène, on a calculé que cette consommation cachée a fait dépenser à la Grande Bretagne la bagatelle de 740 millions de £ Sterling.



Figure 1 : Photo du circuit servant à éliminer le veille.

Ce que beaucoup ignorent, c'est que lorsque nous mettons un appareil en **veille**, en pressant la **touche on/off** de la **télécommande**, une partie de ses circuits reste de toute façon **en fonction**, prête à être «réveillée». Plutôt que de «veille» on devrait parler de «demi sommeil» et en tout cas ce n'est pas éteint ! C'est le cas de certains dispositifs du circuit d'**allumage**, de certaines fonctions d'**affichage**, de **minuterie**, quand il y en a une et de l'inévitable **LED** rouge, qui signale cette condition d'attente caractéristique de la veille ou «stand-by». Cela signifie que l'appareil **continue à consommer** une certaine **quantité d'énergie** à partir du secteur. Quantité variant selon les modèles : cela peut aller pour les appareils les moins récents de **3 W** minimum jusqu'à un maximum de **7-8 W**.

Nous utilisons le terme **W** pour faciliter la compréhension mais s'agissant de courant alternatif, nous devrions parler de **VA**, c'est-à-dire de **voltampère**. Si nous prenons comme typique la valeur de **3 W** et une utilisation moyenne du téléviseur de **4 heures** par jour, en considérant tout de même que pendant les vacances on l'éteint complètement, la consommation de pur gaspillage d'une année de **veille**, tourne autour de :

**3 W x 20 heures x 330 jours = 19 800 W**  
soit **19,8 kW** par an

À cette consommation, qui n'est tout de même pas rien, il faut ajouter celles des innombrables appareils que nous

avons l'habitude de laisser en veille (voir figure 2) c'est-à-dire :

- **lecteur DVD**
- **magnétoscope (ou enregistreur DVD)**
- **tuner radio**
- **certains modèles d'amplificateurs et enregistreurs Hi-Fi**
- **décodeur satellite/numérique**
- **systèmes de home théâtre**
- **ordinateur**
- **jeux vidéo**
- **appareils électroménagers**

Si après avoir fait le total vous le multipliez par le nombre de familles qu'il y a dans une ville, vous vous rendez compte facilement de la quantité d'énergie que l'on pourrait économiser en adoptant une attitude différente.

Songez que certains modèles de téléviseurs ne comportent même plus l'interrupteur d'allumage : ils ne peuvent être «éteints» que par la mise en veille. Si bien qu'on en arrive à cette absurdité : pour vraiment éteindre le téléviseur, il faut débrancher la prise !

À ces considérations s'ajoute ensuite un aspect que presque personne ne prend en compte : celui de la **sécurité**. Comme nous l'avons dit, un appareil en veille **n'est jamais** débranché du secteur **230 V**, qui continue donc à être présent à l'intérieur de l'appareil. Même si aujourd'hui les **alimentations à découpage** ont supplanté le transformateur d'alimentation, la présence de la tension du secteur 230 V à l'intérieur

d'un dispositif représente toujours une menace potentielle de **court-circuit**, avec toutes les conséquences pouvant en découler.

C'est pourquoi, lorsque l'utilisation d'un appareil est terminée, il serait toujours préférable de débrancher l'alimentation de manière définitive.

Avec la **veille (stand-by) off** réactivable par la **télécommande** que nous vous présentons dans cet article (voir figure 1), il est possible de concilier **économie d'énergie** et **sécurité** maximale avec l'indéniable commodité de la **télécommande**.

En effet, si vous utilisez notre circuit, vous pourrez continuer à allumer et éteindre comme toujours votre téléviseur en utilisant la touche de **veille** de la **télécommande** : c'est le dispositif de **veille (stand-by) off** qui **débranchera complètement** l'appareil du **secteur 230 V** automatiquement, vous garantissant ainsi une énorme **économie d'énergie** tout en ne vous privant d'aucun confort.

Nous avons parlé du **téléviseur**, mais l'utilisation de ce dispositif peut être étendue à n'importe quel autre appareil dans lequel il est possible d'activer la veille avec la télécommande. Si par exemple vous désirez utiliser avec le téléviseur le **lecteur DVD**, vous n'aurez rien d'autre à faire qu'à brancher les deux appareils au dispositif de **veille (stand-by) off**.

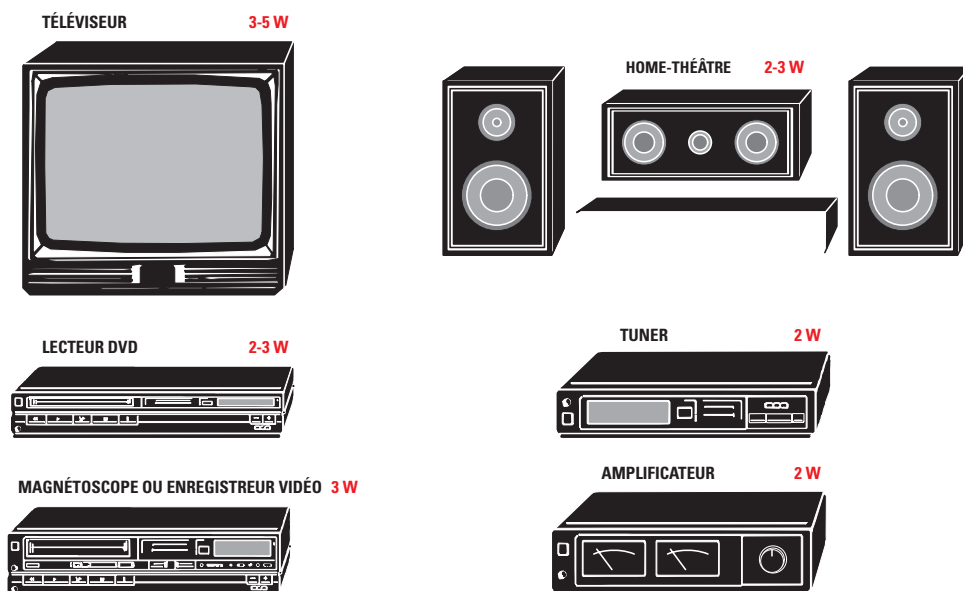


Figure 2 : Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le courant consommé par les appareils en veille, surtout les moins récents, n'est pas du tout négligeable. On évalue en effet qu'en un an le gaspillage d'énergie électrique découlant de cette habitude, correspond à plusieurs dizaines de kW, ce qui représente une dépense en pure perte oscillant entre 50 et 80 euro.

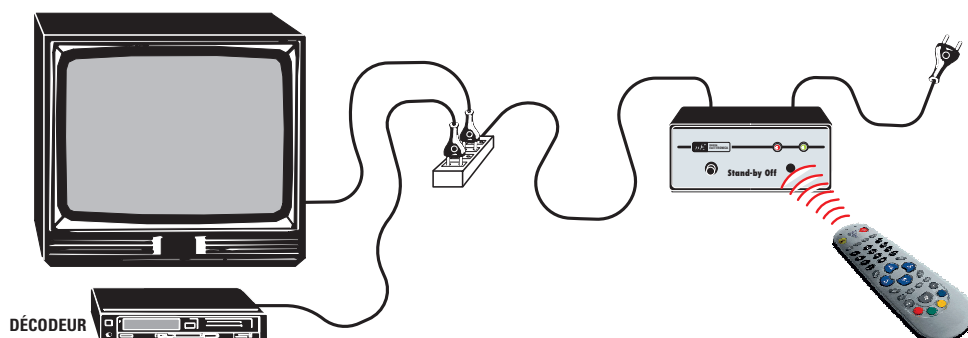


Figure 3 : Avec le dispositif veille (stand-by) off on élimine complètement le gaspillage dû à la mise en veille. Vous pourrez en outre continuer à utiliser comme d'habitude la télécommande pour l'allumage et l'extinction du téléviseur et de l'éventuel décodeur externe.

Quand vous éteindrez le téléviseur au moyen de sa télécommande, vous débrancherez automatiquement en même temps le lecteur DVD.

Même chose si vous ne disposez pas d'un **téléviseur** avec **décodeur satellite** incorporé : en reliant le **décodeur** et le **téléviseur** au dispositif **veille (stand-by) off**, il est possible d'allumer et d'éteindre les deux en pressant une unique touche de la télécommande.

En conclusion, mieux vaut prendre l'habitude d'**éteindre complètement** les appareils que l'on n'utilise pas et de relier les autres au dispositif veille (stand-by) off. Avec ce petit appareil l'environnement y gagnera et votre compte bancaire aussi !

## Le schéma électrique

Lorsque le téléviseur est éteint, les **deux piles** de **1,5 V** alimentent le circuit intégré **IC3**, un **74HC04**, à travers les **six portes NOT** reliées toutes en parallèle de manière à fournir le courant de sortie nécessaire.

Le circuit intégré **IC2**, un timer **555** en version **C/Mos**, est configuré de manière à générer continuellement une **impulsion** formée d'un **T/On** de **1 seconde** et d'un **T/Off** de **5 secondes**. Durant le temps **T/On** l'alimentation est fournie au circuit du **récepteur IR1** formé du circuit intégré **IR1**, lequel contient toutes les parties constituant un

récepteur de rayons infrarouges, par les portes logiques **NAND** contenues dans le circuit intégré **IC1** et par le transistor **Darlington TR1**.

Le circuit du récepteur reste donc actif seulement pendant la durée **T/On**, c'est-à-dire pour un temps d'environ **1 seconde** : quand ce temps est écoulé, il demeure inactif pendant le temps **T/Off** égal à **5 secondes**.

Ce système a été choisi pour réduire le courant consommé par cet étage, de façon à augmenter la durée de vie des piles.

La consommation moyenne ainsi obtenue est égale à environ **200 µA** et augmente à environ **430 µA** dans le



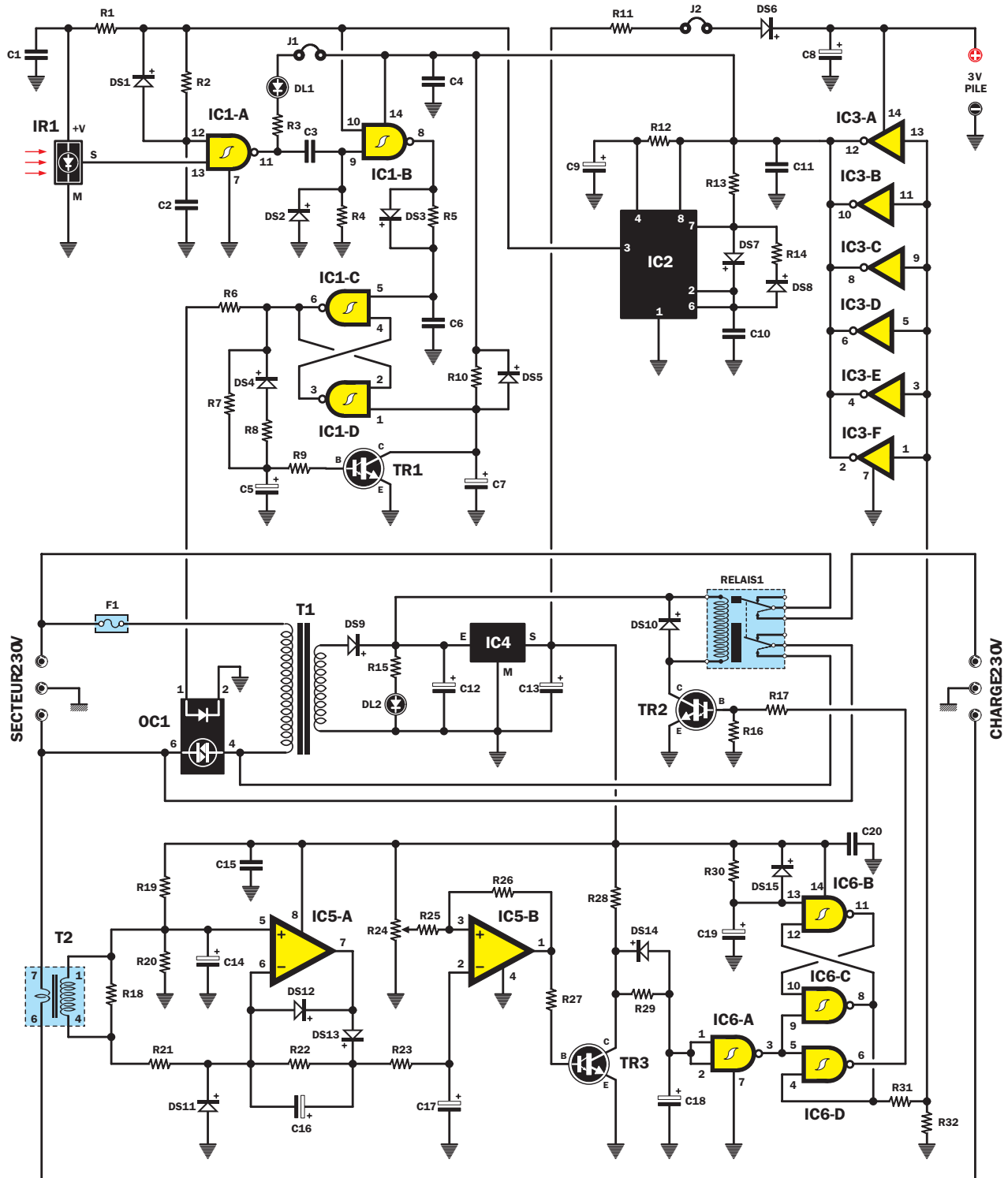


Figure 4 : Schéma électrique du dispositif veille (stand-by) off EN1783 qui élimine la veille à l'aide de la télécommande (réactivable par cette même télécommande). Toutes les résistances sont des 1/4 W.

cas où on relie la LED rouge indiquant le moment où le récepteur est activé, comme nous l'expliquerons plus loin. Ainsi la durée des piles bâtons internes alimentant l'étage récepteur IR sera de plusieurs mois : n'oubliez pas que vous pourrez utiliser également des batteries

rechargeables lesquelles, automatiquement, seront mises en charge durant les périodes où le téléviseur est allumé et bien sûr dans ces conditions l'autonomie sera quasi illimitée. Si pendant le temps T/On une **quelconque touche** de la **télécommande** est pressée pour

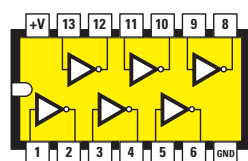
**allumer le téléviseur**, le signal infrarouge émis arrive sur la partie photosensible du circuit intégré **IR1** qui, en l'amplifiant et en le démodulant, l'achemine sur sa broche de sortie **S**. Le circuit relié en aval alimente, à travers les portes **IC1/A** et **IC1/B** et le **flip-flop S-R** composé des

## Liste des composants EN1783

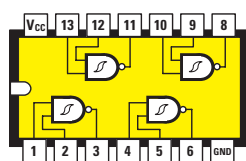
R1 ..... 100  
R2 ..... 2,2 M  
R3 ..... 680  
R4 ..... 100 k  
R5 ..... 100 k  
R6 ..... 220  
R7 ..... 100 k  
R8 ..... 1 k  
R9 ..... 10 k  
R10 ... 100 k  
R11 ... 120  
R12 ... 100 k  
R13 ... 1,5 M  
R14 ... 10 M  
R15 ... 1 k  
R16 ... 47 k  
R17 ... 10 k  
R18 ... 100  
R19 ... 3,9 k  
R20 ... 1 k  
R21 ... 1 k  
R22 ... 22 k  
R23 ... 10 k  
R24 ... 10 k trimmer  
R25 ... 1 k  
R26 ... 4,7 M  
R27 ... 10 k  
R28 ... 1 k

R29 ... 33 k  
R30 ... 33 k  
R31 ... 470 k  
R32 ... 1 M  
C1 ..... 100 nF polyester  
C2 ..... 100 nF polyester  
C3 ..... 33 nF polyester  
C4 ..... 100 nF polyester  
C5 ..... 47 µF électrolytique  
C6 ..... 1,5 nF polyester  
C7 ..... 10 µF électrolytique  
C8 ..... 10 µF électrolytique  
C9 ..... 47 µF électrolytique  
C10 ... 1 µF polyester  
C11 ... 100 nF polyester  
C12 ... 1 000 µF électrolytique  
C13 ... 100 µF électrolytique  
C14 ... 10 µF électrolytique  
C15 ... 100 nF polyester  
C16 ... 2,2 µF électrolytique  
C17 ... 2,2 µF électrolytique  
C18 ... 10 µF électrolytique  
C19 ... 10 µF électrolytique  
C20 ... 100 nF polyester  
DS1 ... 1N4150  
DS2 ... 1N4150  
DS3 ... 1N4150  
DS4 ... 1N4150  
DS5 ... 1N4150  
DS6 ... 1N4150  
DS7 ... 1N4150

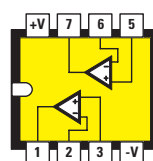
DS8 ... 1N4150  
DS9 ... 1N4007  
DS10 1N4007  
DS11 1N4150  
DS12 1N4150  
DS13 1N4150  
DS14 1N4150  
DS15 1N4150  
DL1 ... LED  
DL2 ... LED  
IR1 ... capteur infrarouges mod.  
SE2.11  
OC1 ... photocoupleur MOC3020  
TR1 ... NPN darlington BC517  
TR2 ... NPN darlington BC517  
TR3 ... NPN darlington BC517  
IC1 ... HC/MOS 74HC132  
IC2 ... TS555CN  
IC3 ... HC/MOS 74HC04  
IC4 ... MC78L05  
IC5 ... LM358  
IC6 ... HC/MOS 74HC132  
F1 ..... fusible auto réarmable 145  
mA  
T1 ..... transfo. 1 W (TN00.60)  
sec. 12 V 50 mA  
T2 ..... transfo. TM1640  
J1 ..... cavalier  
J2 ..... cavalier  
RL1 ... relais 12 V 2 c.  
PILES 2 x 1,5 V



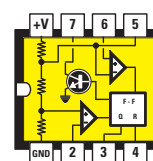
74 HC 04



74 HC 132



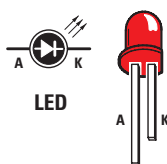
LM 358



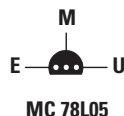
TS 555 CN



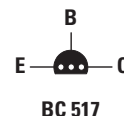
MOC 3020



LED



MC 78L05



BC 517



GP1UX31QS  
(SE2.11)

Figure 5 : De gauche à droite, brochage du circuit intégré 74HC04, du 74HC132, du LM358 et du TS555CN vus de dessus et avec le repère-détrompeur en U orienté vers la gauche. Au dessous, brochage du phototriac MOC3020, de la LED, du MC78L05, du darlington BC517 et du capteur infrarouges SE2.11.

portes restantes **NAND IC1/C** et **IC1/D**, la **photodiode** émettrice du **MOC3020** **OC1**, lequel fait à son tour conduire le **triac** interne. Ainsi la tension de **230 V** du secteur présente sur le bornier d'entrée, est appliquée au **primaire** du **transformateur** d'alimentation **T1**.

La tension alternative de **12 V** générée par l'enroulement **secondaire** est redressée par la diode **DS9** puis stabilisée par le circuit intégré **IC4**, un régulateur de tension **MC78L05**, fournissant le **+ 5 V** servant à alimenter le circuit mesureur du courant consommé par la

charge et le circuit logique de **pilotage** du **relais**. Dès que le circuit logique de pilotage du relais est alimenté, le condensateur **C19** étant déchargé, il impose pendant un bref instant un niveau logique **0** à l'entrée **13** de la porte **NAND IC6/B**, laquelle génère

sur la broche **6** de sortie de la porte **NAND IC6/D**, un niveau logique **1**, qui fait conduire le transistor darlington **TR2**, ce qui active le relais.

L'activation du relais relie le **230 V** appliqué en entrée au bornier de sortie, ce qui **alimente** l'appareil branché au dispositif.

Le **second contact** du relais réalise ensuite son **auto rétention**, en court-circuitant le diac contenu à l'intérieur du **phototriac OC1**. Dans ces conditions le téléviseur, ou un quelconque autre appareil relié à la sortie du circuit, sera alimenté et donc on pourra l'allumer en agissant sur la touche de la télécommande, à moins que le téléviseur ne s'allume automatiquement au moment même où son cordon est alimenté par le secteur **230 V**.

L'augmentation de courant consommé par rapport à la condition de veille, détectée par le transformateur de courant **T2** et l'opérationnel **IC5/A**, modifie la tension de sortie de l'opérationnel **IC5/B** qui passe à **0 V** par rapport à la tension précédente **+ 5 V**.

Ce niveau logique **0** débloque de sa saturation le transistor **TR3**, ce qui entraîne la charge du condensateur **C18** à travers les deux résistances **R28-R29** et, dès que la tension aux extrémités de ce condensateur atteint une valeur supérieure à **3,6 V**, le niveau logique de sortie de la porte **IC6/A** passe à **0**.

En même temps, sur la broche **8** de **IC6/C** se produit aussi un **niveau logique 1** lequel, reporté à l'entrée des **six portes inverseuses** du **74HC04** (voir **IC3**) par l'intermédiaire du pont diviseur de tension formé par **R31-R32**, détermine la **suppression** de l'alimentation du **TS555CN** et par conséquent du **circuit IR1**, qui devient ainsi insensible à toute commande.

Dans ces conditions, le courant prélevé sur les deux piles de **1,5 V** est pratiquement de zéro et la télécommande peut être utilisée normalement pour commander les différentes fonctions du **téléviseur**.

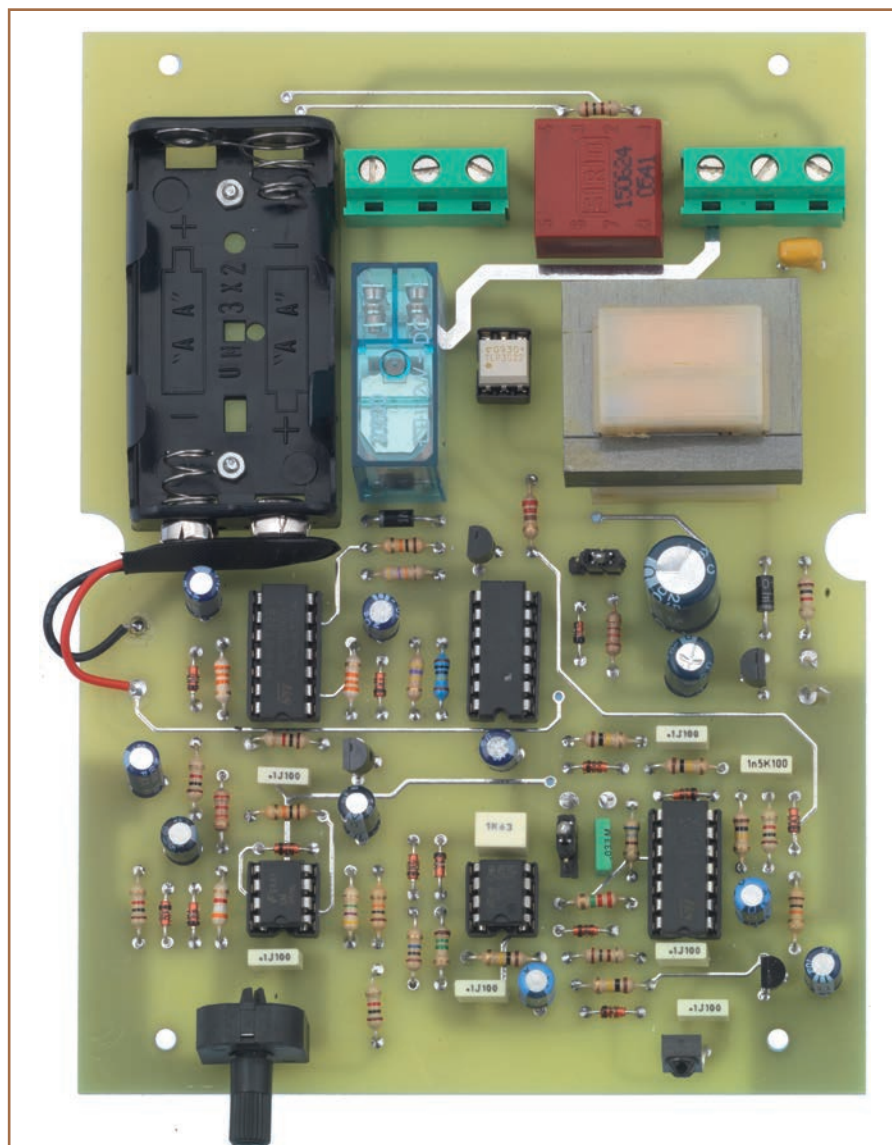
Pour **éteindre** le téléviseur, il faut presser la touche **veille** de la télécommande.

Le téléviseur se met ainsi sur la fonction **veille (stand-by)** et la **baisse de consommation** du courant d'alimentation occasionnée par ce changement est détectée par le petit **transformateur de courant T2**. L'enroulement primaire de ce dernier, composé d'une seule spire, est en série avec la charge et, par l'intermédiaire des deux amplificateurs opérationnels **IC5/A** et **IC5/B**, opère la **désactivation** du **relais**, ce qui coupe définitivement le **230 V** de la sortie.

La coupure de l'alimentation met aussi à **0** la sortie **broche 8** du circuit intégré **IC6/C** et ce signal, reporté à l'entrée des **six portes logiques NOT IC3**, réactive le circuit **IR1**, ce qui le rend prêt pour la prochaine commande d'allumage.

Récapitulons : nous pouvons dire que, quand le téléviseur est allumé, notre récepteur à infrarouges est désactivé pour permettre l'utilisation normale de la télécommande avec le téléviseur ; inversement, quand le téléviseur est éteint et bien sûr en veille, notre récepteur à infrarouges s'active de telle manière qu'en appuyant sur n'importe quelle touche de la télécommande on puisse obtenir à nouveau, par l'activation du **relais RL1**, l'alimentation du téléviseur.

Comme nous l'avons dit, le fonctionnement du circuit se base sur la mesure du courant consommé par la charge pendant le fonctionnement normal et dans la condition de **veille**, réalisée à l'aide du petit **transformateur T2**, un **TM1640**,



**Figure 6 : Cette photo montre l'un des circuits anti stand-by (veille) que nous avons utilisés pour nos essais en laboratoire.**



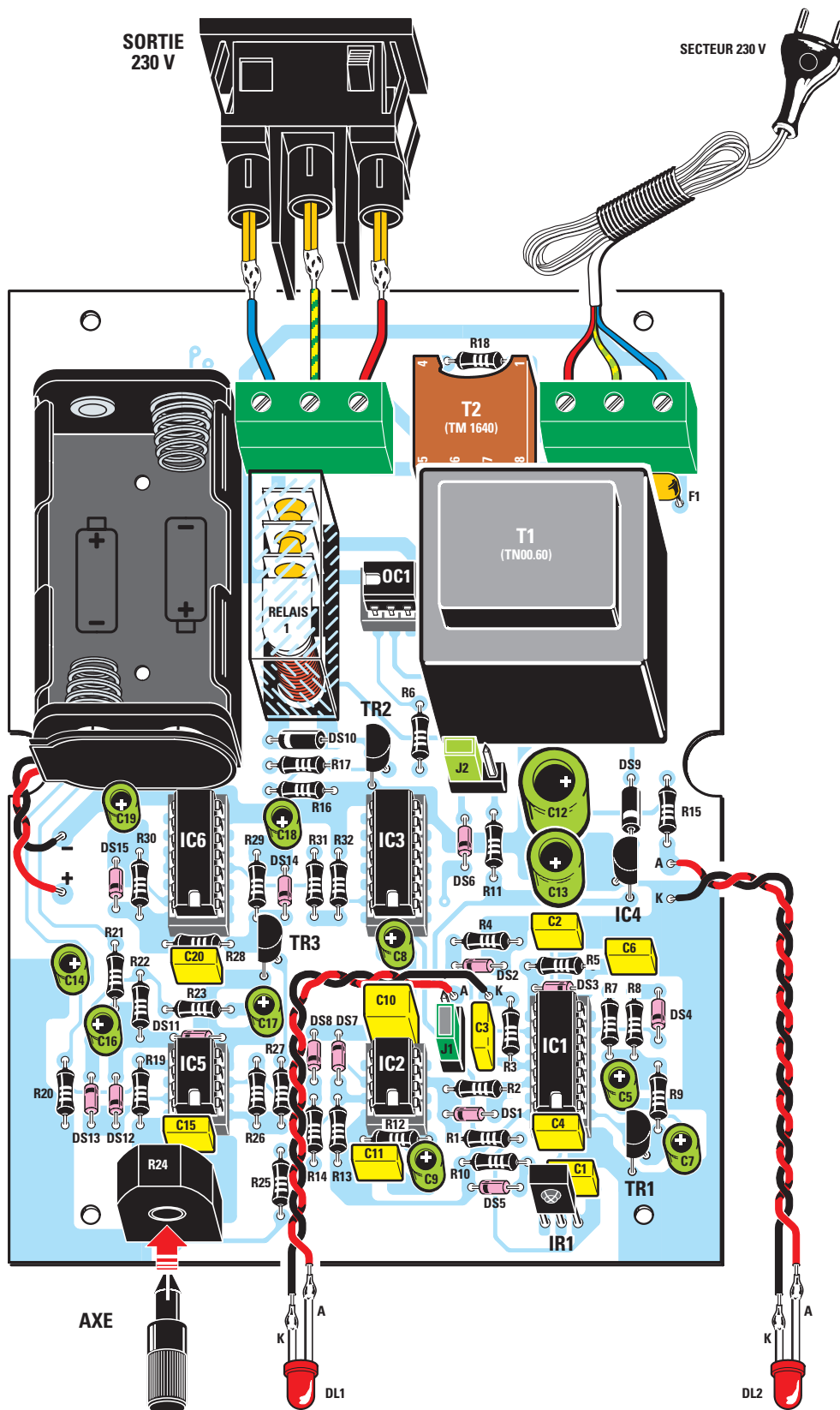


Figure 7a : Schéma d'implantation des composants du circuit de veille (stand-by) off EN1783. Si vous suivez bien la description des étapes de montage, nous sommes certains que vous ne rencontrerez aucun problème dans sa réalisation.

dont le primaire est formé d'une **unique spire**, alors que le secondaire est formé de **500 spires**.

Cela signifie qu'un courant alternatif de **500 mA**, en traversant le primaire, provoque un courant de **1 mA** sur l'enroulement secondaire.

Étant donné qu'aux extrémités du secondaire est reliée une résistance de **100 Ω**, on aura à ses extrémités une tension de :

$$1 \text{ mA} \times 100 \, \Omega = 100 \text{ mVAC}$$

La tension ainsi obtenue est ensuite envoyée à l'**opérationnel IC5/A**, qui la **redresse** et l'**amplifie**.

La tension **continue** résultante, présente aux extrémités du condensateur **C17**, est ensuite envoyée au **comparateur** formé du circuit intégré **IC5/B**.

L'entrée **non inverseuse** du comparateur est reliée au **trimmer R24**, lequel permet de régler le seuil d'intervention du circuit de manière à l'adapter aux différents niveaux de consommation.

## Avertissement

Pour allumer un appareil relié à notre circuit, il faut appuyer de manière **répétée** sur une quelconque touche de la télécommande pendant au moins **5 secondes**, de façon à être certains d'affecter la commande au moment où apparaît l'impulsion d'habilitation (**T/On**) de l'étage récepteur **IR**.

Comme alternative, il est possible d'avoir une indication «visuelle» : elle est obtenue par l'allumage de la **LED rouge** spéciale au moment où le récepteur est activé. Cette LED s'active par l'intermédiaire du cavalier installé sur le circuit imprimé prévu pour cette fonction. Bien sûr cela entraîne l'augmentation du courant consommé et une diminution de la durée de vie des piles et de l'autonomie du dispositif anti veille.

Le dispositif de veille (stand-by) off a été conçu volontairement de manière à être activable avec la plupart des

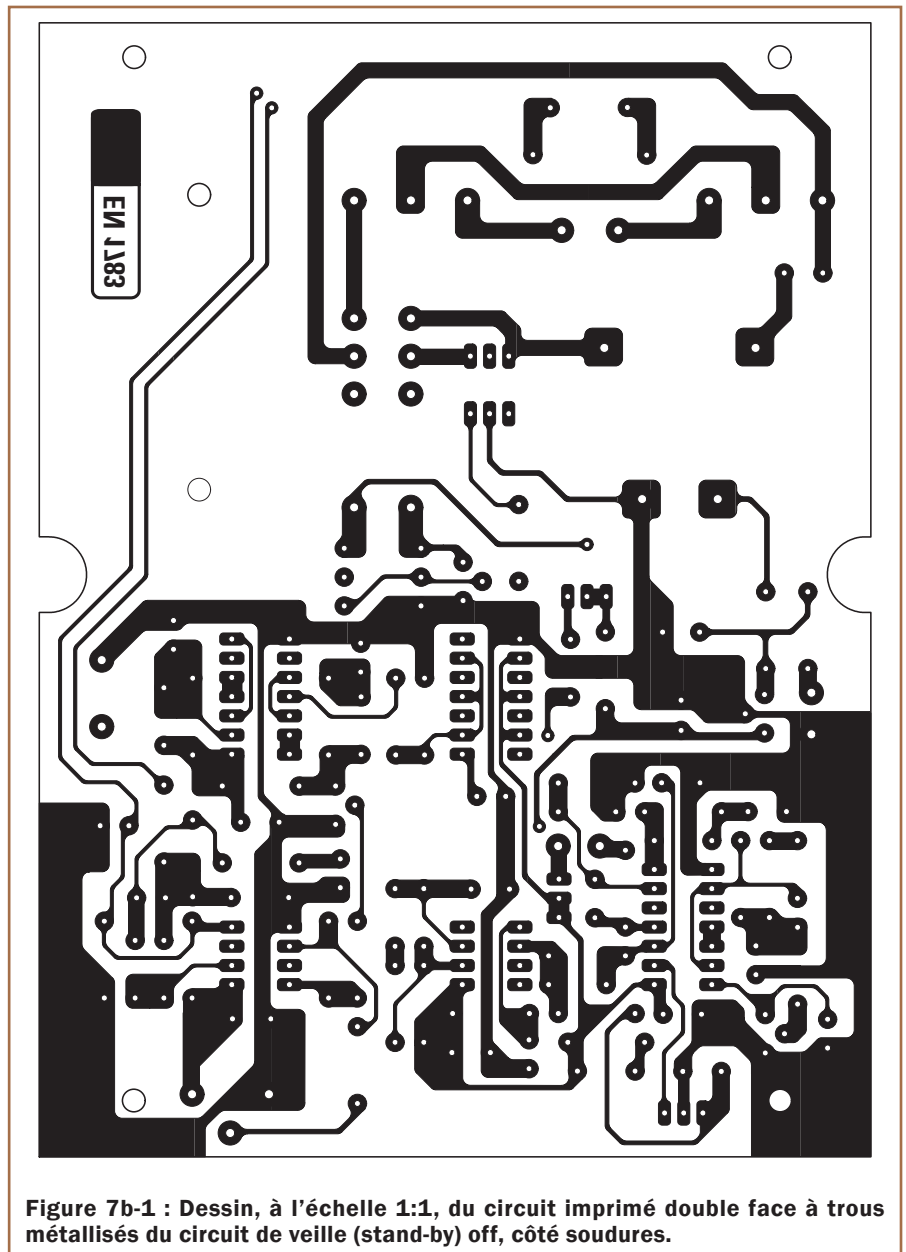


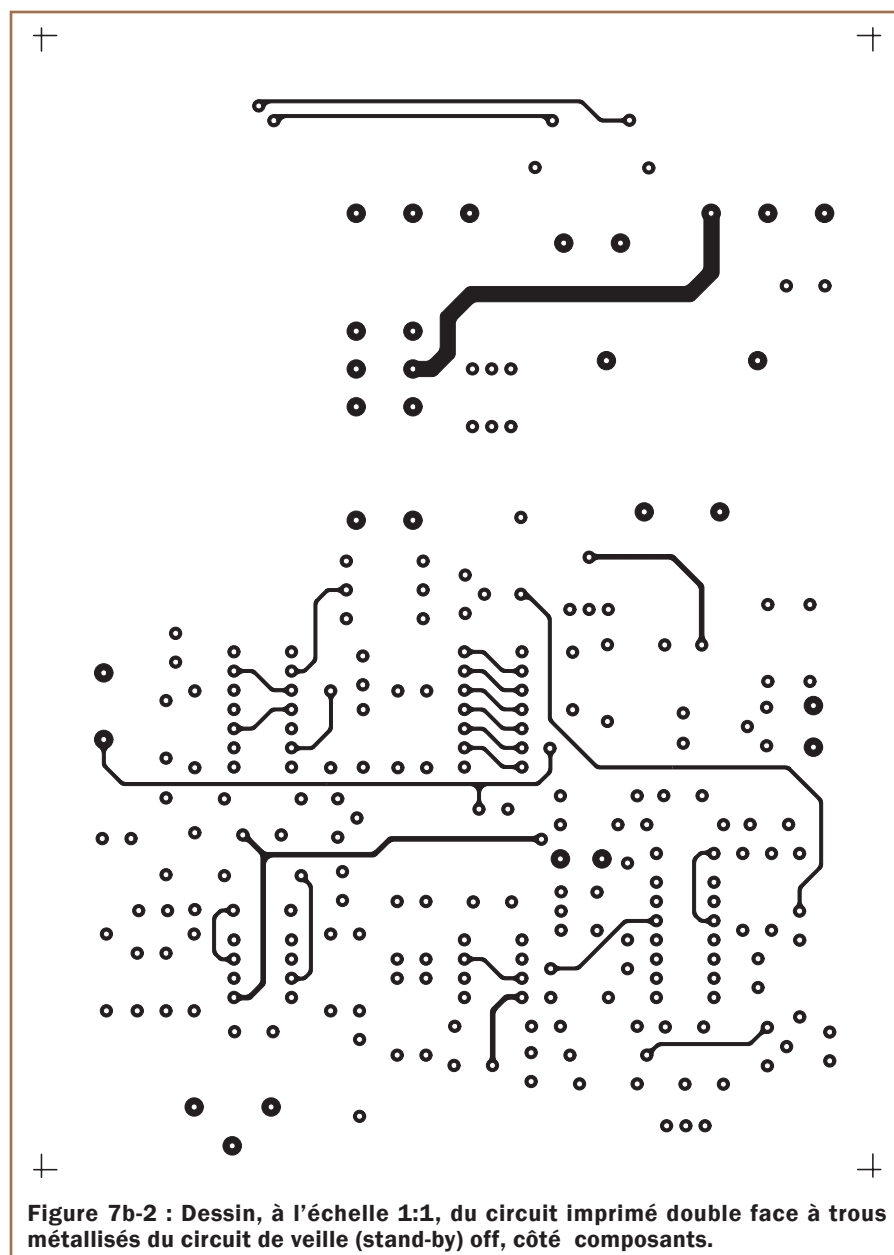
Figure 7b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du circuit de veille (stand-by) off, côté soudures.

télécommandes disponibles dans le commerce. Si vous avez relié le téléviseur au dispositif de veille (stand-by) off, qu'il est éteint et que vous désirez actionner avec la télécommande un autre appareil voisin, par exemple un magnétoscope, n'oubliez pas que vous pourriez activer involontairement le dispositif de veille (stand-by) off, ce qui mettrait le téléviseur dans la condition de veille sans l'avoir voulu. De même vous ne pouvez pas utiliser deux dispositifs de veille (stand-by) off l'un à côté de l'autre, parce qu'avec la même télécommande vous risqueriez d'actionner les deux. Souvenez-vous que la télécommande agit sur le dispositif de veille (stand-by) off seulement

au moment de l'**allumage**. Au moment de l'**extinction** elle agit en revanche directement sur l'appareil que l'on souhaite éteindre, ce qui provoque momentanément la **veille**. C'est cette condition qui est ensuite reconnue par le circuit, lequel débranche l'alimentation du secteur 230 V.

## La réalisation pratique

On ne peut pas dire que le montage du circuit soit compliqué et, si vous suivez bien nos conseils, vous le réaliserez avec succès.



**Figure 7b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du circuit de veille (stand-by) off, côté composants.**

Tout d'abord procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés EN1783 ou réalisez-le à partir des dessins à l'échelle 1:1 de la figure 7b-1 et 2. Commencez par prélever dans le matériel disponible les résistances (ce sont toutes des  $\frac{1}{4}$  de W). Après en avoir déchiffré la valeur en  $\Omega$ , insérez-les dans les trous du circuit imprimé, sans avoir à respecter un quelconque sens d'insertion, car ces composants n'ont pas de polarité.

**Note :** Si vous ne savez pas lire la valeur en  $\Omega$  au moyen des bandes de couleur, reportez-vous à un tableau de lecture des valeurs des résistances, vous en trouverez un en particulier dans votre Cours «AEPZ» (première partie). Il y en a aussi sur Internet.

Si vous voulez éviter qu'en renversant le circuit imprimé pour souder les pattes les résistances ne sortent des trous et ne tombent sur la table de travail, ce qui vous obligerait à recommencer l'insertion de chaque résistance au bon emplacement, écarter ou au contraire resserrez légèrement ces pattes côté cuivre et, après les avoir soudées, coupez les longueurs excédentaires avec une bonne paire de pinces coupantes.

Montez ensuite tous les supports des circuits intégrés et celui du phototriac **OC1** (voir figure 7a), lequel par rapport aux autres n'a que **6 broches** distribuées sur deux côtés. Montez-les en respectant bien le sens du repère-détrompeur, ainsi ensuite il vous sera

plus facile d'insérer les circuits intégrés sans vous tromper de sens. Pour effectuer la soudure utilisez une quantité minimale de tinol et si possible un fer à pointe fine : cherchez à obtenir de très bonnes soudures brillantes et non pas froides et collées.

Poursuivez en montant les **diodes** auxquelles vous devrez faire très attention. Il s'agit, en effet, de composants «**polarisés**» et les bagues noires sur leurs boîtiers (elles indiquent quel fil est la cathode K) est à orienter exactement dans le sens indiqué par la figure 7a. Comme pour les résistances, les pattes de ces diodes doivent être coupées après soudures. Seules les diodes **DS9** et **DS10**, positionnées respectivement à la gauche de la résistance **R15** et au dessus de la résistance **R17**, ont un boîtier légèrement plus grand et une bande blanche qui est de toute façon à orienter comme le montre la figure 7a.

Poursuivez en soudant les **condensateurs polyester** et les **électrolytiques** dans les espaces qui leur sont destinés (voir figure 7), sans oublier de respecter la polarité des électrolytiques.

Soudez ensuite les **trois transistors darlington** sur les pastilles qui leur sont affectées, en orientant bien leurs méplats comme le montre la figure 7a. Puis les deux **cavaliers J1** et **J2** et le petit **fusible F1**.

Prélevez alors dans le matériel disponible le **capteur à infrarouges IR1** et soudez leurs trois broches en bas à droite du circuit imprimé.

À ce propos, apportons une précision, selon l'application que vous désirez réaliser, vous pourriez avoir besoin d'une **directivité** de réception du rayon meilleure ou au contraire moins prononcée. Vous pourrez obtenir la première condition en repliant légèrement les trois broches de manière à placer le boîtier à proximité du trou présent sur la face avant, la seconde en soudant les trois broches sans les replier, de telle façon que le boîtier de la diode se trouve légèrement à distance dudit trou. Fixez ensuite à gauche le trimmer **R24** dont le boîtier est de forme caractéristique, puis soudez ses trois broches avec soin sur le circuit imprimé.



Enfoncez ensuite délicatement dans leurs supports respectifs les **circuits intégrés**, en orientant les repère-détrompeurs en U comme l'indique le dessin de la figure 7a. Soudez le petit circuit intégré **IC4** en tournant son méplat vers la droite. Enfoncez dans son support le phototriac **OC1**, en orientant vers la gauche le repère-détrompeur en **U** présent sur son boîtier.

Vous pouvez maintenant vous consacrer au montage des composants de plus grandes dimensions, en commençant en haut à gauche par le **porte-pile** que vous devrez fixer au circuit imprimé au moyen de deux petits boulons : attention, les deux fils **positif** et **négatif** vont aux pastilles marquées respectivement **+** et **-**. Poursuivez avec le relais **RL1** et, à droite, avec les deux transformateurs d'alimentation **T1** et **T2**.

Vous pouvez alors achever le montage en soudant en haut les **deux borniers** de liaison avec la prise de sortie **230 V** et avec celle du secteur, toujours à **230 V**.

## Le montage dans le boîtier

Une fois la platine fixée sur la base du boîtier, vous pouvez insérer la face avant et le panneau arrière dans les guides (cannelures verticales) et procéder au câblage des composants.

Insérez ensuite dans le trou présent sur la gauche de la face avant l'axe du trimmer le quel, vous le verrez, s'enfile parfaitement sur le boîtier du trimmer **R24** et montez les deux diodes LED **DL1** et **DL2**. À propos de ces dernières, enfoncez-les au préalable dans les supports de LED, que vous insèrerez ensuite dans les deux trous présents dans la face avant. Effectuez alors la liaison entre les pattes des LED et le circuit imprimé. Nous vous rappelons que les pattes de l'**anode A** et de la **cathode K** sont facilement repérables, l'anode **A** étant **plus longue** que la cathode **K**.

Insérez maintenant dans le panneau arrière le boîtier de la **prise de sortie** secteur **230 V** et câblez les trois fils de liaison sur le bornier situé à gauche du circuit imprimé.



**Figure 8 :** Photo d'un des prototypes de la platine du circuit de veille (stand-by) off EN1783, insérée dans le boîtier spécialement apprêté. Avant de fermer le boîtier, vous devrez effectuer les connexions des composants de la face avant/panneau arrière et le réglage. À ce propos, nous vous suggérons de lire attentivement le paragraphe correspondant.

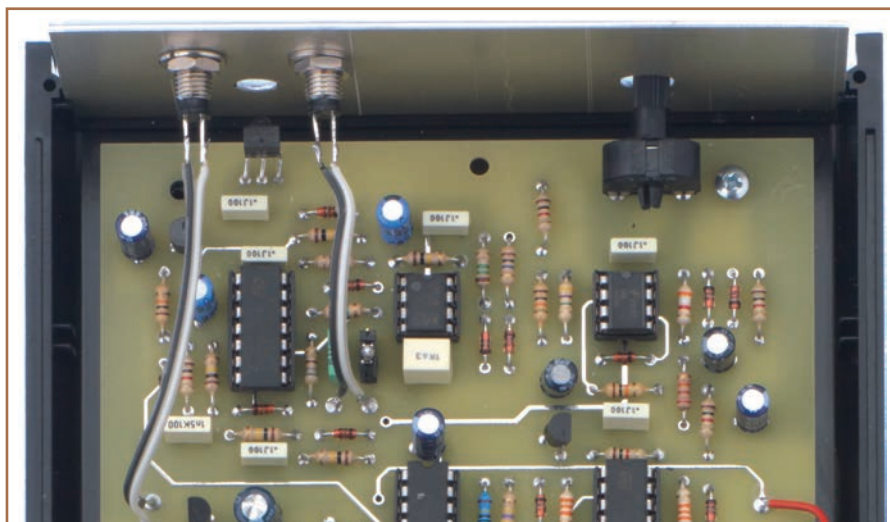
Insérez ensuite dans le passe-câble le cordon secteur **230 V** et reliez les trois extrémités au bornier de droite. Vous pouvez maintenant fermer le boîtier et passer à la phase suivante : le réglage du circuit.

## Le réglage

Vous allez le constater vous-mêmes, l'opération de réglage est plutôt simple et elle vous prendra peu de temps. La première chose à faire est d'insérer

les deux **piles bâtons** de **1,5 V** dans le porte-pile logé à l'intérieur du circuit. Si vous utilisez des piles (**non rechargeables**, par définition), vous devrez **ouvrir** le cavalier **J2** de façon à ne pas fournir de courant de recharge **non nécessaire** dans ce cas. Si au contraire vous utilisez des batteries **rechargeables** (toujours par définition), ce cavalier sera **fermé**.

Mieux vaut que le cavalier **J1** qui sélectionne l'allumage de la LED **DL1** soit **fermé**, de telle manière qu'avec cet allumage (1 seconde allumée pour 5 secondes de pause environ), vous ayez



**Figure 9 :** Photo de l'intérieur du boîtier montrant la position du capteur à infrarouges IR1 : selon la plus grande ou la moindre directivité de réception du rayon réclamée par votre application, vous devrez monter le capteur plus ou moins à proximité du trou de sortie, comme décrit dans l'article.

une indication du moment où le récepteur **IR1** est activé. Si ensuite vous voulez réduire la consommation de courant et augmenter ainsi la durée de vie des piles, vous pourrez le laisser **ouvert**. Tournez à **mi course** environ l'axe du trimmer **R24** qui détermine le seuil de courant ; vous pouvez continuer en reliant le secteur à l'entrée et l'appareil à contrôler à la sortie.

**Attention :** Durant cette phase mieux vaut que le circuit soit déjà logé à l'intérieur du boîtier plastique prévu, car une partie de ce circuit est soumise à la **dangereuse** tension du secteur 230 V.

Le circuit intégré récepteur à infrarouges **IR1** doit être **protégé** de la lumière ambiante produite par des éclairages qui pourraient le perturber.

Dans les moments où la LED **DL1** reste allumée, pointez la télécommande de votre appareil vers le circuit et pressez n'importe quel poussoir : la LED **DL2** qui indique que le circuit est alimenté doit s'allumer et le relais s'activer. L'appareil relié à la sortie sera donc alimenté **et en veille** !

Poursuivez avec l'allumage complet suivant en appuyant sur la touche de la télécommande : la LED **DL1** reste éteinte, elle ne clignote plus, ce qui indique que le récepteur **IR1** du circuit n'est plus actif.

Éteignez, avec la télécommande, l'appareil relié à la sortie (bien sûr il se mettra en veille ou stand-by) et tournez lentement l'axe du trimmer **R24** jusqu'à ce que la LED **DL2** s'éteigne et que le relais se **désactive** : cela éteint le circuit et l'appareil relié. Pour affiner le réglage, il est conseillé de répéter cette dernière opération plusieurs fois. Souvenez-vous que si le cavalier **J1** est enlevé pour augmenter l'autonomie des piles, vous n'aurez plus l'indication visuelle du moment où vous pourrez agir sur n'importe quelle touche de la télécommande ; en insistant quelques instants, vous réussirez de toute façon à allumer votre appareil.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce dispositif de veille (stand-by) off EN1783 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/118.zip>.



## DVD INTERACTIF: 100 NUMÉROS D'ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE du N°1 au N° 100

**10.000 pages  
d'électronique  
800 montages**

Logiciel  
**Adobe Acrobat Reader inclus**

**Prix: 249€**



**En cadeau  
Une Clé USB de 2 Go  
pour l'achat de ce DVD**

**Frais de port inclus  
pour la France autres pays  
(nous consulter).**

**JMJ Editions B.P. 20025  
13720 LA BOUILLADISSE  
Tél. : 04 42 70 63 96  
du lundi au vendredi de 9h à 12h  
[www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com)**



# Mesurer la distorsion

## avec un simple multimètre

Certains passionnés de Hi-Fi nous ont demandé comment ils pourraient mesurer la distorsion de leur amplificateur Hi-Fi sans utiliser le PC et nous avons retourné la question à nos «anciens collaborateurs», dans cet article vous trouverez leur réponse.

**T**out le monde sait qu'en appliquant un signal **BF** sur la prise d'entrée de n'importe quel **amplificateur**, ce dernier l'amplifie et le restitue à sa sortie significativement **plus puissant**. En fait, le signal prélevé à la sortie d'un amplificateur est rarement **identique** à celui appliqué sur son entrée, parce qu'il est presque toujours altéré par la **distorsion THD** (Total Harmonic Distortion).

Plus **faible** est l'amplitude de ce **signal THD** et plus **fidèle** est le **son** émis par l'amplificateur. Mais vous vous demandez peut-être comment on peut mesurer la **THD** et la réponse à cette question est très simple : il suffit d'acheter un instrument appelé **mesureur de distorsion**.

Cependant, étant donné son **coût élevé** et sachant qu'il s'agit d'un appareil qu'on n'utilise pas très souvent, personne ne l'achète.

Pour vous permettre d'effectuer quand même ce type de mesure, nous vous proposons de construire un **mesureur de distorsion** particulièrement économique et nous vous apprendrons à l'utiliser avec un **oscilloscope** ou bien avec un simple **multimètre numérique**.

La lecture de cet article vous permettra d'augmenter vos connaissances **techniques** et, vu le **faible coût** de l'instrument, nous pensons que ce seront les dingues de Hi-Fi et les étudiants qui le réaliseront.

Commençons notre exposé en disant que la mesure de la **distorsion** s'effectue à la **fréquence standard** de **1 000 Hz** pour pouvoir facilement séparer les **harmoniques paires** des **impaires**.

En utilisant une fréquence de **1 000 Hz**, les **octaves supérieures**, qui sont **paires**, correspondent aux fréquences de **2 000 - 4 000 - 8 000 Hz**. En effet le **double** de **1 000 Hz** est égal à **2 000 Hz**, le **double** de **2 000 Hz** à **4 000 Hz** et le double de **4 000 Hz** est exactement une fréquence de **8 000 Hz**.

Ces fréquences de **1 000-2 000-4 000 Hz**, etc., qui sont **paires**, correspondent toutes au **DO** des différentes **octaves**. Par exemple, la note **DO** de la **5° octave** correspond exactement à : **1 046 Hz**.



Un amplificateur qui est mal conçu amplifie non seulement les **fréquences paires** mais génère aussi beaucoup de **fréquences impaires**, par exemple :

$$1\,000 + 2\,000 = 3\,000\text{ Hz}$$

qui correspond à une **note SOL** en **6° octave** ;

$$1\,000 + 4\,000 = 5\,000\text{ Hz}$$

qui correspond à une **note RE** en **7° octave**, etc.



Ces fréquences **impaires** ajoutées aux **impaires** sont celles que nos oreilles perçoivent comme **notes discordantes** et par conséquent comme un **son distordu**.

Il va de soi que **plus faible** sera l'amplitude des **fréquences impaires** par rapport aux **paires**, **plus fidèle** sera le **son** sortant de l'**amplificateur**.

## Le schéma électrique

La figure 2 donne le schéma électrique du **mesureur de distorsion** et, comme vous pouvez le voir, pour le réaliser il faut **deux** circuits intégrés **LM747** plus ceux de l'étage d'**alimentation** (voir **IC3-IC4**).

Ces circuits intégrés **LM747**, comme le montre la figure 1, contiennent **deux** **opérationnels**. Les deux premiers, **IC1/A** et **IC1/B**, sont utilisés pour obtenir un **filtre notch** qui **élimine** la seule **fréquence fondamentale** de **1 000 Hz** et laisse passer toutes les **fréquences THD** qui produisent la **distorsion**.

Pour réaliser ce **filtre notch**, nécessaire pour éliminer les **1 000 Hz**, nous n'avons

besoin que de **quatre résistances** (voir **R2**) et **quatre condensateurs** (voir **C2**).

Nous pouvons calculer la **fréquence** du filtre notch avec cette formule simple :

$$F \text{ en Hz} = 159\,000 : (R2 \text{ en k}\Omega \times C2 \text{ en pF}) \times 1\,000$$

Connaissant la **fréquence** à **éliminer**, nous pourrions calculer la valeur de **C2** ou de **R2** avec les formules :

$$C2 \text{ en pF} = 159\,000 : (R2 \text{ en k}\Omega \times \text{Hz}) \times 1\,000$$

$$R2 \text{ en k}\Omega = 159\,000 : (C2 \text{ en pF} \times \text{Hz}) \times 1\,000$$

Dans ce schéma nous avons utilisé des résistances **R2** de **47 000  $\Omega$**  soit **47 k $\Omega$**  et pour **C2** des condensateurs d'une valeur de **3 300 pF** soit **3,3 nF** et donc ce **filtre notch** élimine la seule **fréquence** de :

$$159\,000 : (47 \times 3\,300) \times 1\,000 = 1\,025 \text{ Hz}$$

**Note** : puisque les résistances **R2** et les condensateurs **C2** ont une **tolérance**, ne vous étonnez pas si, au lieu d'obtenir **1 025 Hz**, vous obtiendrez une fréquence **notch** de **960 Hz** ou de

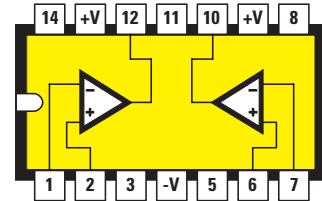
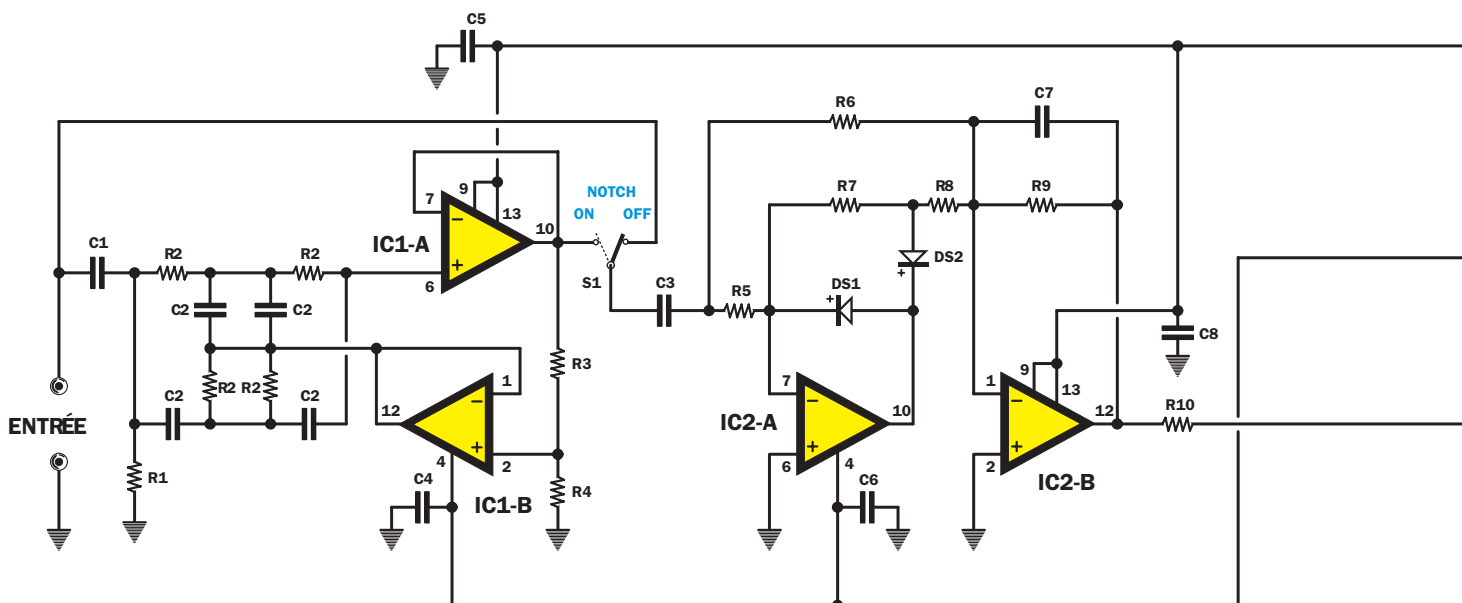


Figure 1 : Le brochage du circuit intégré LM747 vu de dessus et avec le repère-détrompeur en U vers la gauche. La tension positive d'alimentation est appliquée sur les deux broches 13-9 et la tension négative est appliquée seulement sur la broche 4.

**1 050 Hz**. De toute façon, même avec des **fréquences** proches des **1 000 Hz** requis, le résultat sera **le même**.

Le **filtre notch**, en éliminant les fréquences de **1 000 Hz** environ, laissera passer vers l'étage **redresseur** suivant, composé du circuit intégré **IC2**, les seules **fréquences THD** qui produisent de la **distorsion** : par conséquent, pour connaître leur **valeur**, il suffira de les mesurer.

En utilisant les deux opérationnels **IC2/A-IC2/B** contenus dans le second circuit intégré **LM747**, nous avons réalisé un **redresseur idéal à double alternance** capable de détecter, sans aucune **atténuation**, les plus petites variations d'amplitude.



Mais vous vous demandez peut-être pourquoi nous avons utilisé deux **opérationnels** pour réaliser un **étage redresseur**, alors que nous aurions très bien pu nous contenter de **diodes redresseuses** au **silicium**. Peut-être que tout le monde ne sait pas que les diodes au silicium commencent à redresser un signal alternatif seulement quand il dépasse la valeur de seuil de **0,7 V** environ.

Tous les signaux alternatifs de valeurs inférieures à **0,7 V** ne seraient donc pas redressés et les tensions comprises entre **0,10** et **0,69 V** seraient « lues » par un multimètre comme **0 V**.

Un redresseur idéal réalisé avec deux amplificateurs opérationnels (voir IC2/A-IC2/B) est en mesure de redresser même des **tensions** de quelques **µV** et c'est pourquoi on l'utilise dans les instruments de mesure de haute précision.

Mais revenons à notre schéma électrique et précisons que lorsque l'inverseur **S1** est en position **Notch OFF** (voir figure 2), le signal de **1 000 Hz** est directement transféré, par l'intermédiaire du condensateur **C3**, des douilles d'entrée au redresseur idéal composé de **IC2/A-IC2/B**, l'étage du filtre notch étant exclu (**OFF**).

Quand le levier de l'inverseur **S1** est sur **Notch ON**, le signal de **1 000 Hz** passe d'abord par le filtre notch et ensuite par le redresseur idéal pour en déduire la valeur de la tension **THD**.

Pour alimenter les deux circuits intégrés **LM747**, il est nécessaire d'utiliser une tension double symétrique de **12+12 V** que nous prélèverons sur l'étage d'alimentation (voir sur le côté droit du schéma électrique représenté à la figure 2).

Le régulateur **IC3 MC78L12** sert pour stabiliser le **12 V positif** et le régulateur **IC4 MC79L12** pour stabiliser le **12 V négatif**.

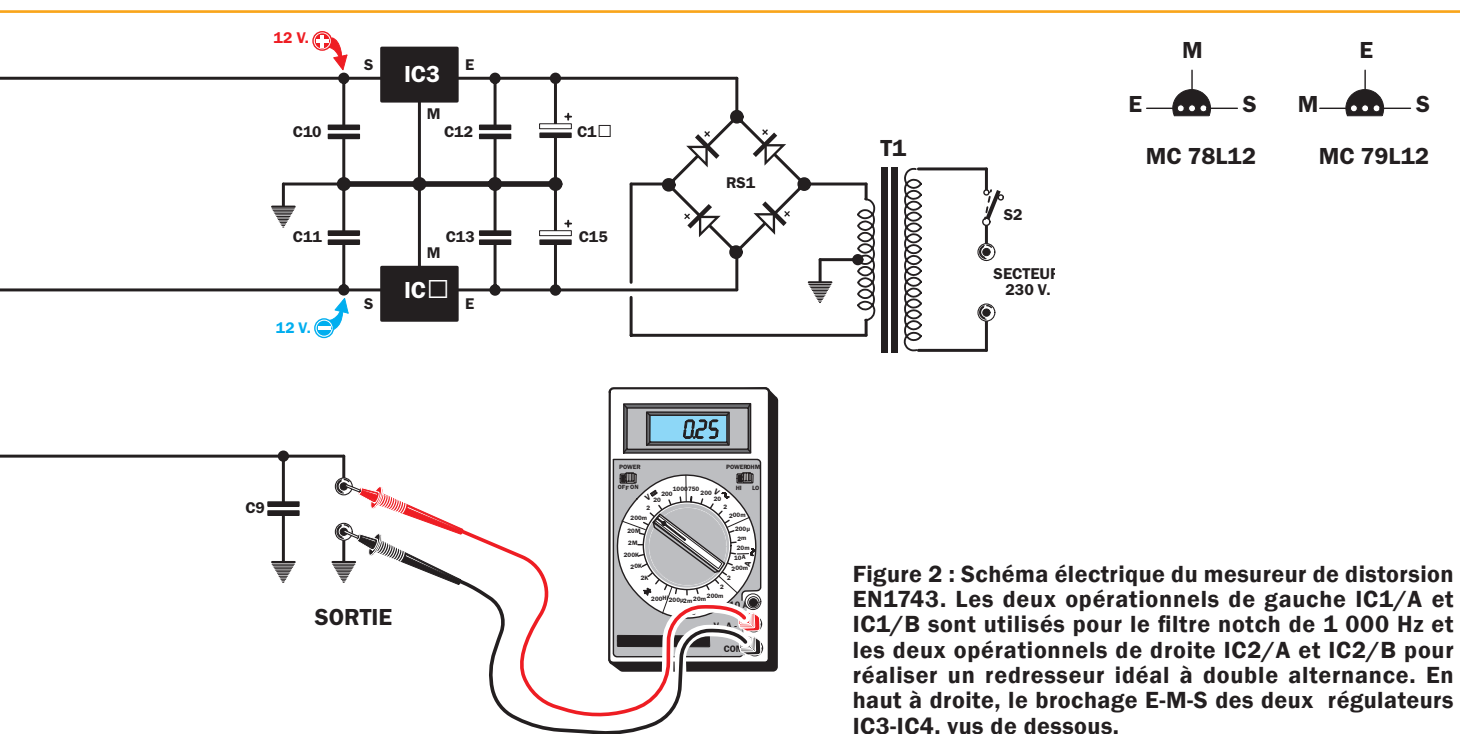
## La réalisation pratique

La réalisation pratique de ce mesureur de distorsion **EN1743** est si simple que, une fois terminé, nous pouvons

### Liste des composants EN1743

R1 ..... 100 k  
R2 ..... 47 k x 4  
R3 ..... 3,3 k  
R4 ..... 8,2 k  
R5 ..... 22 k  
R6 ..... 22 k  
R7 ..... 22 k  
R8 ..... 10 k  
R9 ..... 100 k  
R10 ... 1 k  
C1 ..... 100 nF polyester  
C2 ..... 3,3 nF polyester x 4  
C3 ..... 100 nF polyester  
C4 ..... 100 nF polyester  
C5 ..... 100 nF polyester  
C6 ..... 100 nF polyester  
C7 ..... 330 nF polyester

C8 ..... 100 nF polyester  
C9 ..... 100 nF polyester  
C10 ... 100 nF polyester  
C11 ... 100 nF polyester  
C12 ... 100 nF polyester  
C13 ... 100 nF polyester  
C14 ... 470 µF électrolytique  
C15 ... 470 µF électrolytique  
DS1 ... 1N4148  
DS2 ... 1N4148  
RS1 ... pont 100 V 1 A  
IC1 ... LM747  
IC2 ... LM747  
IC3 ... MC78L12  
IC4 ... MC79L12  
T1 ..... transfo. 3 W (T003.03) sec. 16+16 V 100 mA  
S1 ..... inverseur  
S2 ..... inverseur



vous assurer qu'il fonctionnera immédiatement même si c'est votre premier montage.

Tout d'abord procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés **EN1743** ou réalisez-le à partir des dessins à l'échelle 1:1 de la figure 5b-1 et 2.

Pour commencer, nous vous conseillons d'insérer dans le circuit imprimé les supports des deux circuits intégrés **IC1-IC2** et, après avoir soudé toutes les broches sur les pistes de cuivre, vous pouvez continuer en insérant toutes les résistances et les deux diodes au silicium **DS1-DS2**.

Comme vous pouvez le voir sur le dessin de la figure 5, la bague noire de **DS1** est à orienter vers la **droite** et la bague noire de **DS2** vers la **gauche**.

Quand cette opération est terminée, insérez tous les condensateurs polyester et, pour faciliter ce travail, précisons que ceux de **3,3 nF** sont marqués **3n3**, ceux de **100 nF** sont marqués **.1** et le condensateur **C7** de **330 nF** est marqué **.33**.

Poursuivez en insérant les deux régulateurs **IC3-IC4**. Le régulateur **IC3 MC78L12** est à côté de l'électrolytique **C14**.



Figure 3 : Un redresseur idéal à une demi onde (une alternance) qui utilise UNE seule diode au silicium laisse passer les demi ondes positives, mais non les négatives.

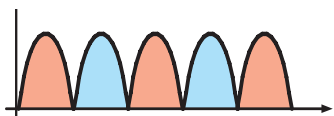


Figure 4 : Un redresseur idéal à onde entière (double alternance) utilise toujours DEUX diodes (voir figure 2 DS1-DS2), par conséquent il fournit un signal redressé comme visible ci-dessus.

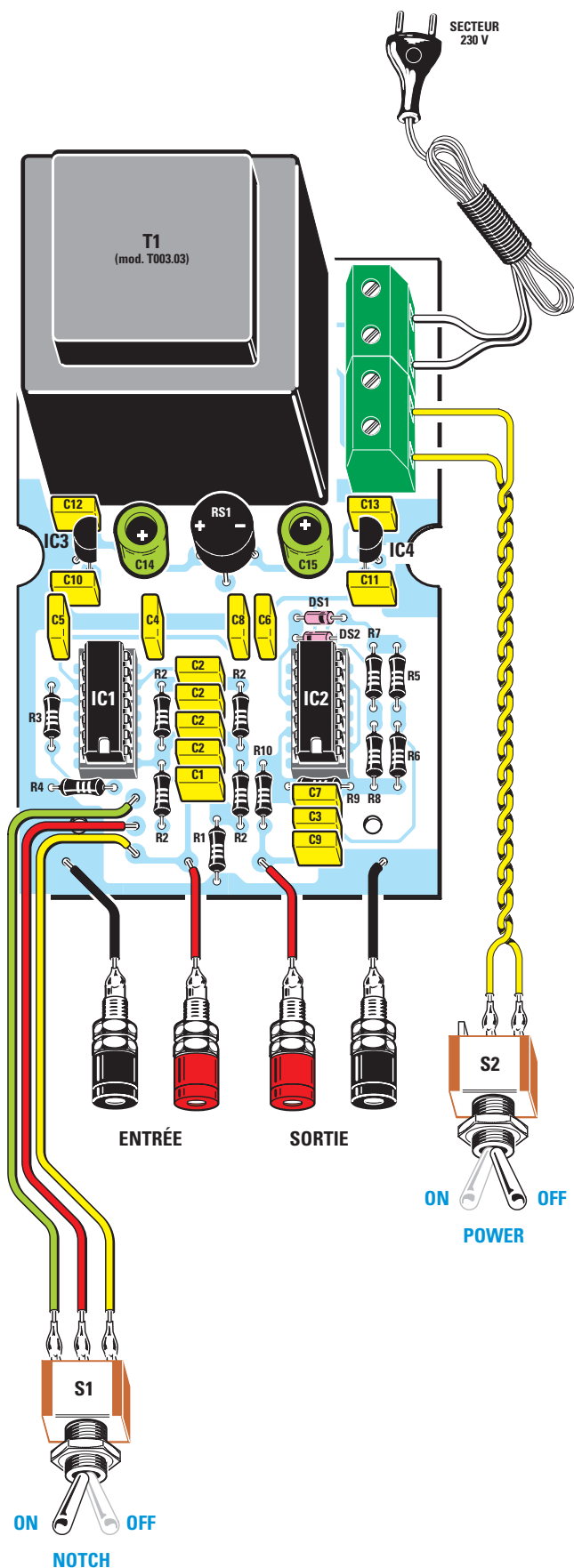


Figure 5a : Schéma d'implantation des composants du distorsiomètre EN1743. Les repère-détrompeurs en U des deux circuits intégrés sont tournés vers les douilles Entrée-Sortie.



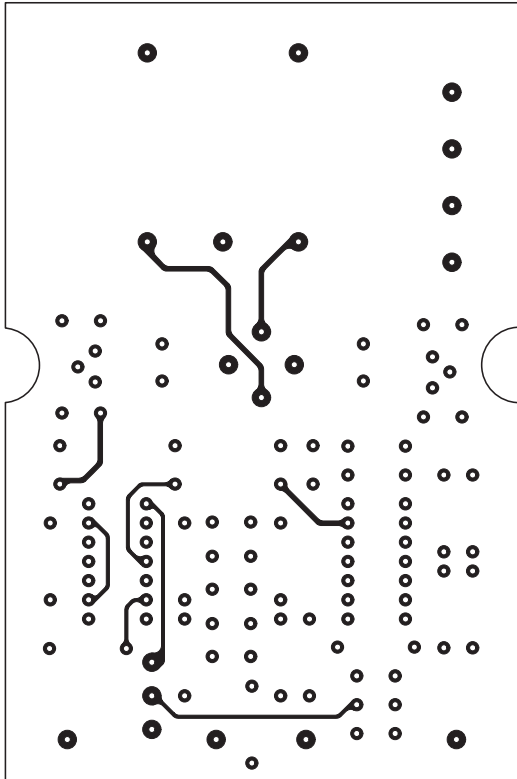


Figure 5b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du distorsiomètre EN1743, côté composants.

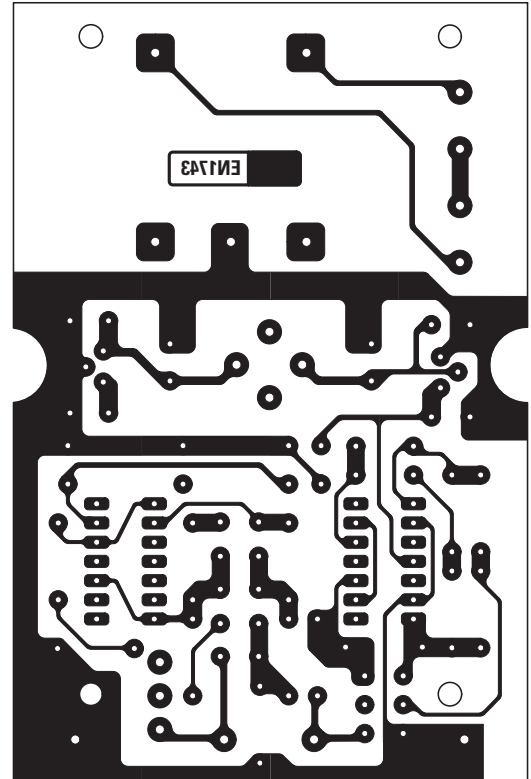


Figure 5b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du distorsiomètre EN1743, côté soudures.

Son méplat est tourné vers ce condensateur. Le régulateur **IC4 MC79L12** est inséré à proximité de l'électrolytique **C15**. Son méplat est tourné vers ce condensateur.

**Note** : certains constructeurs impriment sur le boîtier de ces circuits intégrés **L78L12** et **L79L12**, d'autres **uA78L12** et **uA79L12**.

Le boîtier de ces **régulateurs** ne doit pas être pressé fortement sur le circuit imprimé, mais maintenu à une distance d'environ **8-9 mm** de sa surface.

Vous pouvez maintenant insérer le pont redresseur **RS1** en maintenant son boîtier à environ **12-15 mm** de la surface du circuit imprimé. En insérant ses quatre pattes, contrôlez que celle repérée par le signe **+** est tournée vers l'électrolytique **C14**.

Pour terminer le montage, insérez le **bornier** à **quatre pôles** utilisé pour relier l'**inverseur S2** et les deux fils du cordon secteur **230 V**.

À proximité de ce bornier, insérez le petit **transformateur** d'alimentation et, lorsque cela est fait, il ne vous reste qu'à contempler la platine achevée de votre **distorsiomètre**.

Avant de fixer cette platine à l'intérieur de son **boîtier**, vous devrez insérer dans leurs **soutiens** les deux circuits intégrés **LM747** (voir **IC1-IC2**), en orientant vers les bornes **Input** et **Output (Entrée et Sortie)** leurs repères-détrompeurs en **U**.

Vous pouvez maintenant ouvrir le **boîtier plastique** pour extraire la **face avant** qui, comme le montre la figure 6, est déjà **percée** et **sérigraphiée**.

En face avant fixez, à **gauche**, les douilles **Noire** et **Rouge** pour l'**entrée** et, à droite, les douilles **Rouge** et **Noire** de **sortie**. Pour relier ces **quatre douilles** aux trous du circuit imprimé, vous pourrez souder sur celui-ci deux courts et fins morceaux de fil de **cui-vre nu** et souder les extrémités aux douilles.

Toujours en face avant fixez les deux inverseurs à levier **S1-S2**. Avec de courts morceaux de fil isolé **plastique** vous devrez relier les broches de l'inverseur **S1** aux picots situés près du circuit intégré **IC1**.

Les broches de l'inverseur **S2** sont à relier au **bornier** ainsi que le cordon secteur **230 V** (voir figure 5).

### Contrôler la distorsion avec un oscilloscope

Avant de mesurer le pourcentage de **distorsion** d'un **préamplificateur BF** ou d'un étage **final** de **puissance**, vous devez connaître quelle **distorsion** présente la **fréquence** de **1 000 Hz** prélevée sur le **générateur BF** utilisé.

La première opération à faire est de prélever sur ce **générateur BF** la fréquence de **1 000 Hz** et de l'appliquer à l'entrée de l'**oscilloscope**, dont vous



Figure 6 : Photo de la face avant en aluminium du boîtier prévu pour ce montage, déjà percée et sérigraphiée.



Figure 7 : Photo d'un des prototypes de la platine montée et fixée à l'intérieur du boîtier au moyen des vis autotaraudeuses.

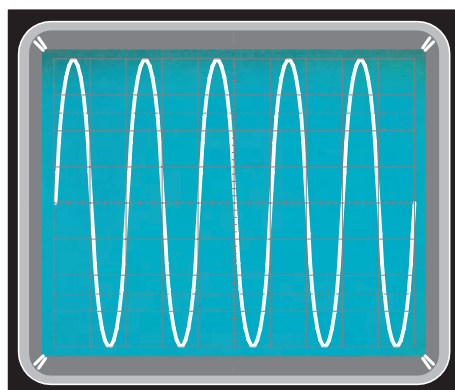
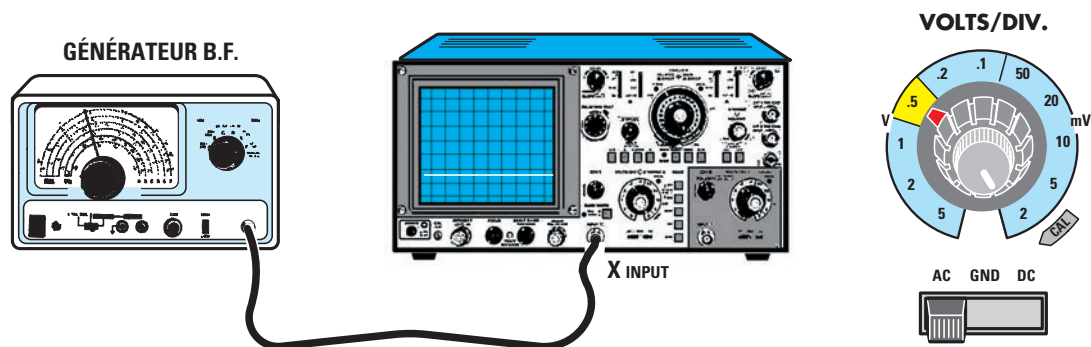
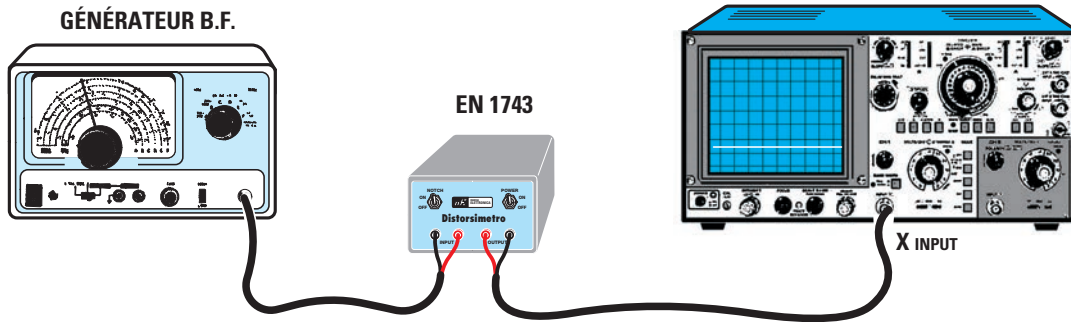


Figure 8 : Avant de contrôler un préampli ou un ampli final BF, il est nécessaire de toujours connaître quelle distorsion présente la fréquence de 1 000 Hz prélevée sur le générateur BF.

Première opération, réglez le bouton de V/div. sur 0,5 V et le levier du sélecteur AC-GND-DC sur AC.

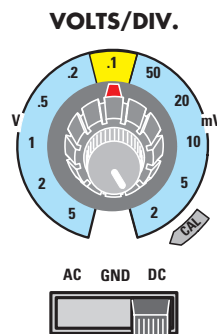
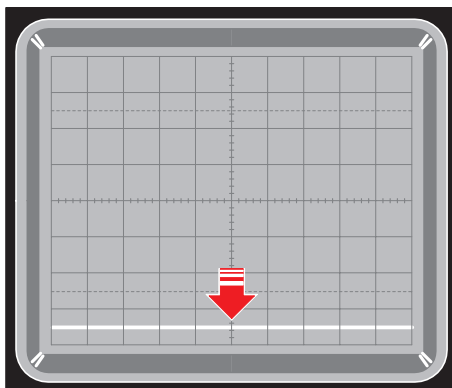
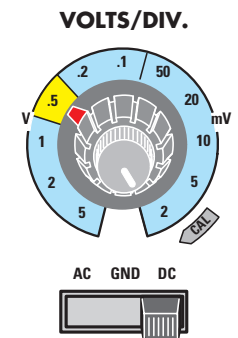
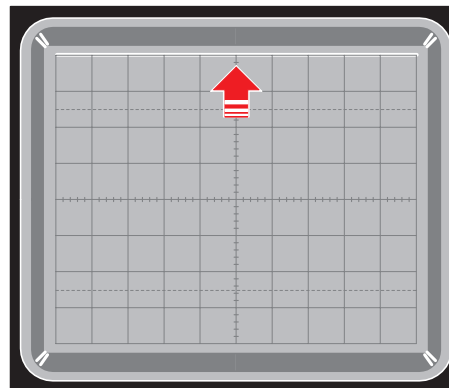
Seconde opération, tournez le bouton réglant l'amplitude du signal BF jusqu'à faire apparaître à l'écran des sinusoïdes occupant 8 carreaux.

L'amplitude de ce signal correspond à une tension alternative de  $8 \times 0,5 = 4 \text{ V}$ .



**Figure 9 :** Sans modifier l'amplitude du signal BF, appliquez ce signal à l'entrée du mesureur de distorsion. Si vous réglez le levier de l'inverseur S1 sur la position NOTCH OFF, le signal BF passera directement par le redresseur idéal en excluant le filtre notch ; si vous réglez le levier de l'inverseur S1 sur la position NOTCH ON, le signal BF passera à travers le filtre notch, avant de continuer vers le redresseur idéal.

**Figure 10 :** Réglez le bouton V/div. sur 0,5V et le levier AC-GND-DC sur DC : la trace horizontale atteindra le 8° carreau. Dans le cas contraire, retouchez le bouton du signal de sortie du générateur BF jusqu'à ce que la trace atteigne le 8° carreau.



**Figure 11 :** Réglez le bouton de syntonie du générateur BF sur 1 000 Hz environ, jusqu'à faire descendre le plus bas possible la trace de la figure 10. Pour obtenir une précision supérieure, vous pouvez régler le bouton de V/div. sur 0,1 V x carreau.

avez au préalable réglé le bouton de **V/div.** sur le calibre **0,5 V x division** et le levier du sélecteur **AC-GND-DC** sur **AC** (voir figure 8).

Seconde opération, vous devrez tourner le bouton servant à régler l'**amplitude** du signal de sortie du **générateur BF** jusqu'à faire apparaître sur l'écran des **sinusoïdes** couvrant un total de **8 carreaux** (voir encore la figure 8).

Puisque le bouton de **V/div.** est sur **0,5 V x division** et sachant que le signal couvre **8 carreaux**, son **amplitude** est égale à :

$$0,5 \times 8 = 4 \text{ V}$$

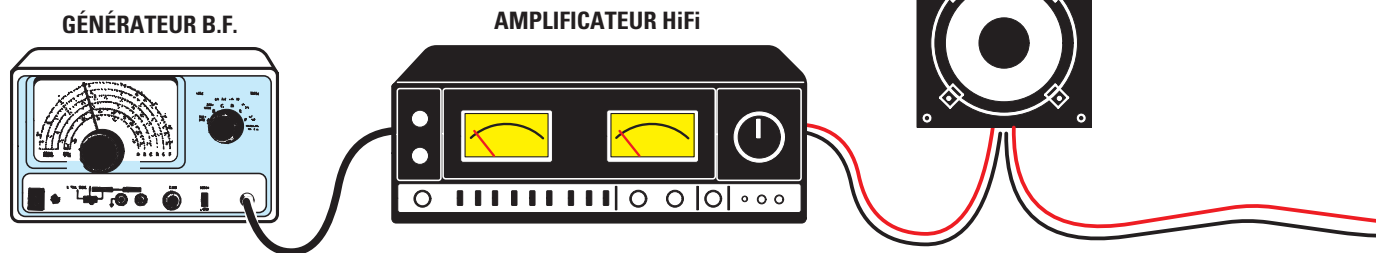
Sans actionner le bouton du **générateur BF**, appliquez ce signal à l'entrée du **mesureur de distorsion** et réglez le levier de l'inverseur **S1** sur **NOTCH OFF**, de telle manière que le signal **BF** passe

directement sur le **redresseur idéal** sans passer par le **filtre notch**.

Reliez maintenant l'**oscilloscope** à la sortie du **mesureur de distorsion** (voir figure 9) et réglez le levier du sélecteur **AC-GND-DC** sur **DC** comme le montre la figure 10.

Puisque le bouton de **V/div.** de l'oscilloscope est sur **0,5 V x carreau** et

**Figure 12 :** Pour mesurer le pourcentage de distorsion d'un amplificateur BF, on applique le générateur BF sur son entrée, à l'enceinte acoustique l'entrée du distorsiomètre EN1743 et à la sortie de ce dernier un oscilloscope ou un multimètre numérique.



sachant que le **signal BF** a une amplitude de **4 V**, la **ligne horizontale** qui apparaît à l'écran atteint le **8° carreau**, en effet :

**4 : 0,5 = 8 carreaux** (voir figure 10)

Si ce n'est pas le cas, tournez le bouton du signal de sortie du **générateur BF** jusqu'à porter la ligne horizontale exactement sur le **8° carreau**.

Réglez maintenant le levier de l'inverseur **S1** du **mesureur de distorsion** sur **NOTCH ON** (notch inséré) et avec un **mouvement micrométrique** (très lentement), amenez le bouton de syntonie du **générateur BF** sur **1 000 Hz** environ.

Vous verrez que la ligne **horizontale** qui se trouvait d'abord sur le **8° carreau** (voir figure 10) commence à descendre vers le **bas**.

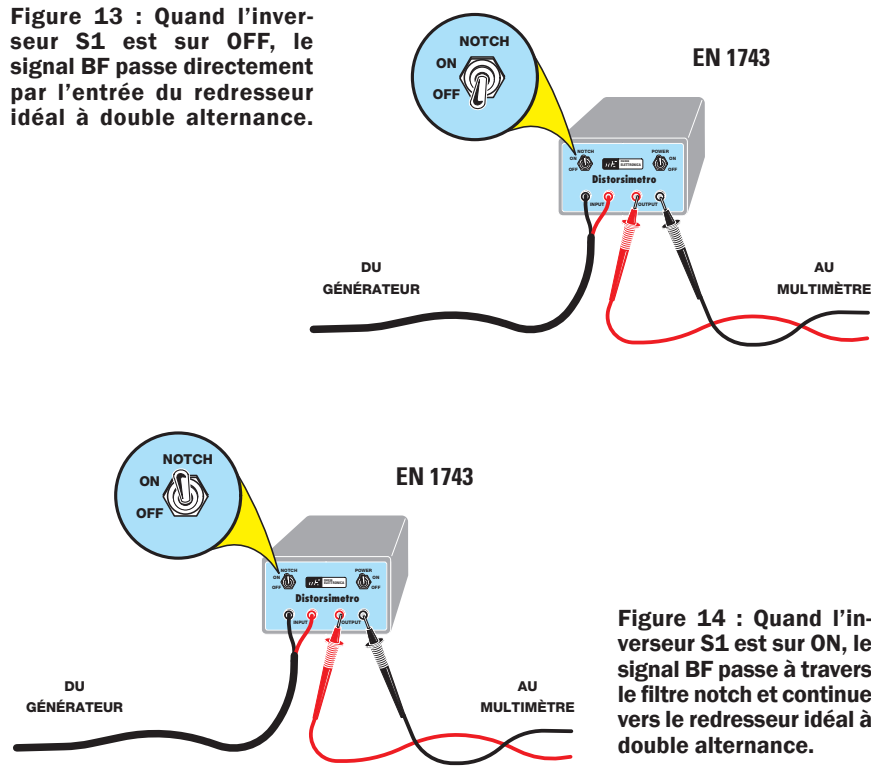
Si vous voulez obtenir une plus grande **précision**, vous pouvez régler le bouton du sélecteur **V/div.** en le faisant passer de **0,5 V x carreau** à **0,1 V x carreau** (voir la figure 11).

Admettons que dans ces conditions la **ligne horizontale** descende à **un demi carreau (0,5 carreau)**, cette tension sera égale à :

$$0,5 \times 0,1 = 0,05 \text{ V}$$

Connaissant la **valeur minimale**, vous pouvez calculer le **pourcentage de distorsion** du **générateur BF** en utilisant la **formule** :

**Figure 13 :** Quand l'inverseur **S1** est sur **OFF**, le signal BF passe directement par l'entrée du redresseur idéal à double alternance.



**Figure 14 :** Quand l'inverseur **S1** est sur **ON**, le signal BF passe à travers le filtre notch et continue vers le redresseur idéal à double alternance.

$$\text{distorsion \%} = (\text{V min} : \text{V max}) \times 100$$

Sachant que l'**amplitude maximale** du signal est de **4 V** (figure 10) et que l'**amplitude minimale** est descendue à **0,05 V** (figure 11), vous trouverez que ce **générateur BF** a une **distorsion** de :

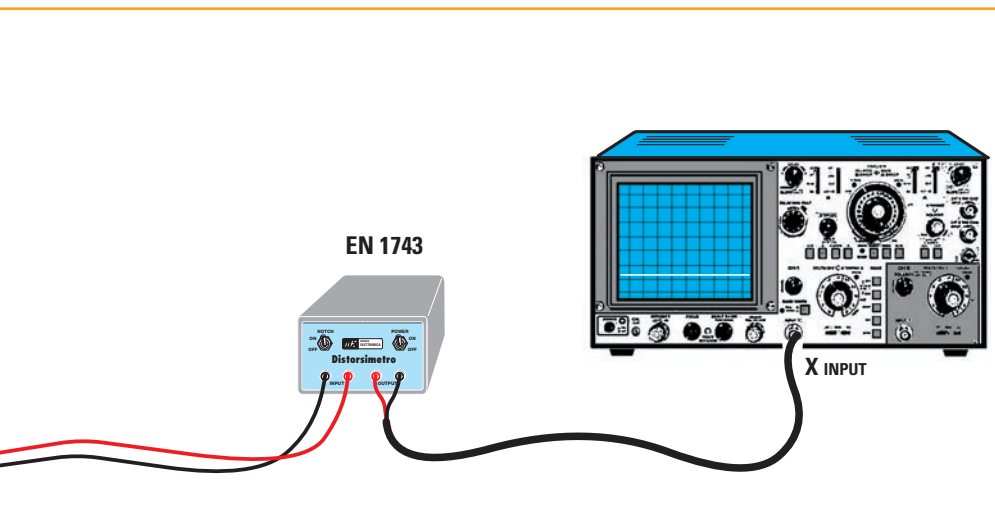
$$(0,05 : 4) \times 100 = 1,25\%$$

Ne vous étonnez pas si votre **générateur BF** a une valeur aussi élevée, parce que bien d'autres atteignent des valeurs encore **supérieures**.

## Continuons la mesure

Reliez la sortie du **générateur BF** directement à l'entrée de l'**ampli** ou du **préampli** à tester et reliez ensuite la sortie du préampli/ampli au **mesureur de distorsion** (voir figure 12). Réglez le levier de l'inverseur **S1** sur **NOTCH OFF** (voir figure 13), de telle manière que le signal **BF** passe directement par l'étage **redresseur idéal** sans passer par le **filtre notch**.





On a relié à la sortie du **mesureur de distorsion** l'**oscilloscope** avec le levier du sélecteur **AC-GND-DC** sur **DC** (voir figure 10) et le bouton de **V/div.** sur **0,5 V x carreau** et vous savez déjà que la **ligne horizontale** atteindra le **8° carreau**.

Réglez maintenant le levier de l'inverseur **S1** du **mesureur de distorsion** sur la position **NOTCH ON** (voir la figure 14) et le bouton de syntonie du **générateur BF** sur la fréquence de **1 000 Hz** jusqu'à faire descendre la **ligne horizontale** qui apparaît à l'écran le plus **bas** possible.

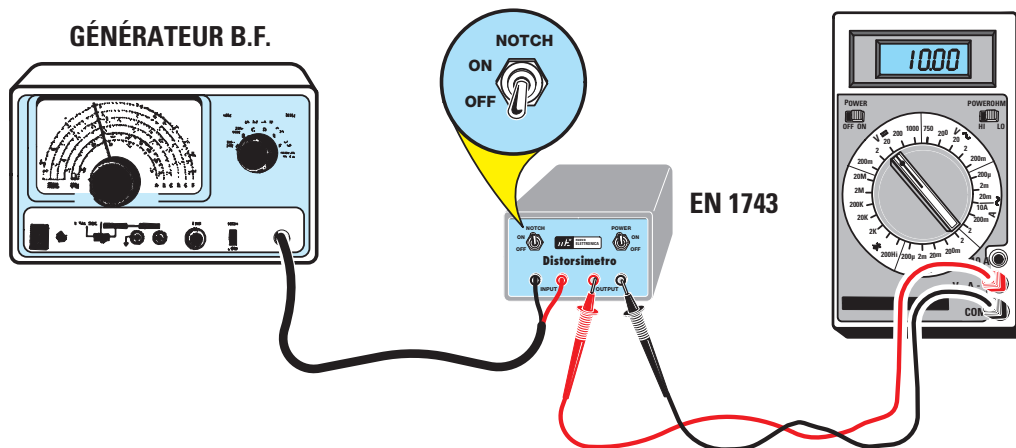


Figure 15 : Si vous utilisez un multimètre numérique, vous devrez d'abord savoir quelle valeur de distorsion présente la fréquence de 1 000 Hz prélevée sur le générateur BF. Réglez l'inverseur S1 sur OFF et le bouton du multimètre sur la portée 20 V DC. Tournez ensuite le bouton du signal de sortie du générateur BF jusqu'à lire sur le multimètre une tension continue de 10,00 V.

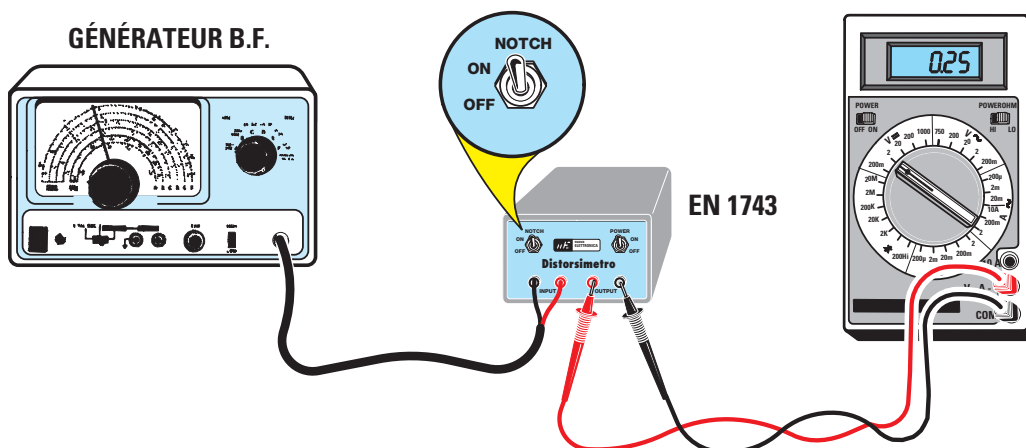


Figure 16 : Quand cette tension de 10,00 V est obtenue (voir figure 15), réglez le levier de l'inverseur S1 sur ON, de telle manière que le signal BF passe à travers le filtre notch et automatiquement sur le redresseur idéal. Tournez maintenant le bouton de syntonie du générateur BF, jusqu'à faire descendre cette tension vers le minimum. Pour obtenir une meilleure précision, vous pouvez régler le bouton sur 2 V DC.

Si vous voulez obtenir une **précision** supérieure, vous pouvez faire passer le bouton de **V/div.** de **0,5 V x carreau** à **0,1 V x carreau** (voir figure 11). Admettons que la **ligne horizontale** descende sur **0,7 carreau**, cette **tension** sera de :

$$0,7 \times 0,1 = 0,07 \text{ V minimum}$$

Connaissant la **valeur minimale**, vous pourrez calculer le **pourcentage de distorsion** en utilisant la **formule** que vous connaissez déjà :

$$\text{distorsion \%} = (V \text{ min} : V \text{ max}) \times 100$$

Sachant que l'**amplitude maximale** du signal **1 000 Hz** est de **4 V** (voir la figure 10) et que l'**amplitude minimale** est descendue à **0,07 V**, la **distorsion totale** sera égale à :

$$(0,07 : 4) \times 100 = 1,75\%$$

Pour obtenir la valeur **réelle** de **distorsion** de notre **préampli** ou **ampli de puissance**, il suffit de **soustraire** à la **distorsion totale** celle du **générateur BF**. Puisque la **distorsion** du **générateur BF** est égale à **1,25%**, il suffit d'effectuer la **soustraction** suivante :

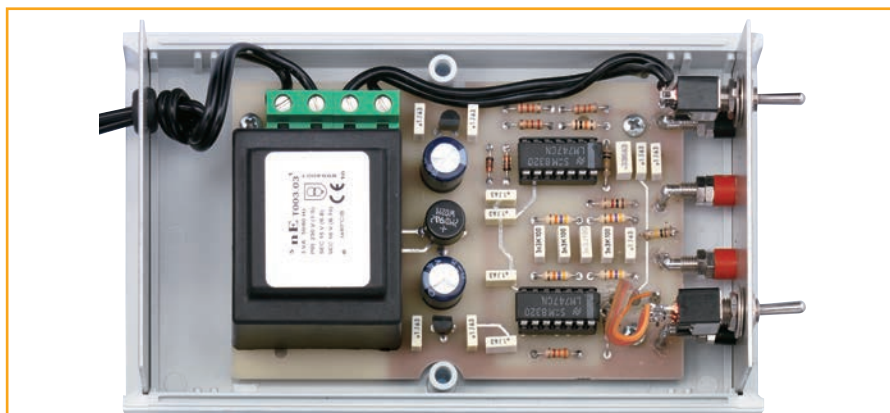
$$1,75 - 1,25 = 0,5 \text{ \% distorsion réelle}$$

## Contrôler la distorsion avec un multimètre numérique

Si pour **mesurer** la **distorsion** vous utilisez un **multimètre numérique**, la première opération à faire sera toujours de contrôler quelle valeur de **distorsion** a la **fréquence** de **1 000 Hz** prélevée sur le **générateur BF**.

Reliez la sortie du **générateur BF** directement à l'entrée du **mesureur de distorsion** et réglez le levier de l'inverseur **S1** sur **OFF** (voir figure 15), de telle manière que le signal **BF** passe directement par l'étage du **redresseur idéal** en excluant le **filtre notch**. Tournez maintenant le bouton du signal de sortie du **générateur BF** jusqu'à lire sur le **multimètre** une tension de **10,00 V** (voir la figure 15).

Quand cela est obtenu, réglez le levier de l'inverseur **S1** sur **ON** (voir figure 16),



**Figure 17 :** La platine EN1743 doit être fixée à l'intérieur du boîtier plastique au moyen de trois vis autotaraudeuses. Les extrémités des douilles d'entrée et de sortie, que vous voyez ici soudées directement sur les picots du circuit imprimé, peuvent être reliées aux trous de ce même circuit imprimé au moyen de courts morceaux de fil de cuivre nu.

de telle manière que le signal **BF** passe à travers le **filtre notch** et aussi par le **redresseur idéal**.

Avec un **mouvement micrométrique** (très doucement) tournez le bouton du **générateur BF** pour l'amener à proximité de la fréquence de **1 000 Hz**, jusqu'à ce que la tension du **multimètre** descende à la valeur **minimale**.

Admettons qu'on lise sur le **multimètre** une tension de seulement **0,25 V** (voir la figure 16), on peut calculer le **pourcentage de distorsion** du **générateur BF** en utilisant la **formule** :

$$\text{distorsion \%} = (V \text{ min} : V \text{ max}) \times 100$$

Sachant que l'**amplitude maximale** est de **10 V** (voir figure 15) et que l'**amplitude minimale** a atteint **0,25 V** (voir figure 16), le **générateur BF** utilisé aura une **distorsion** de :

$$(0,25 : 10) \times 100 = 2,5 \%$$

Sachant que la **distorsion** du **générateur BF** a une valeur de **2,5%**, vous pouvez le relier à la prise d'entrée de l'**amplificateur final** ou du **préamplificateur**, relier à la sortie de l'ampli/préampli le **mesureur de distorsion** et à la sortie de ce dernier le **multimètre numérique** à la place de l'**oscilloscope**. Tournez alors lentement le bouton de syntonie du **générateur BF** jusqu'à **1 000 Hz** environ, tout en cherchant à faire **descendre** la **tension** sur sa valeur **minimale**. Admettons que l'on a réussi à faire descendre la tension sur

une valeur de **0,31 V**, la **distorsion totale** sera égale à :

$$(0,31 : 10) \times 100 = 3,1 \%$$

Pour obtenir la valeur **réelle** de **distorsion** du seul **préampli/ampli** que nous avons testé, il suffit de **soustraire** la **distorsion** du signal de **1 000 Hz** du **générateur BF** qui, dans notre exemple, est de **2,5%** :

$$3,1 - 2,5 = 0,6 \text{ \% distorsion réelle}$$

Nous vous avons conseillé d'utiliser un **multimètre numérique** pour contrôler la **distorsion**, mais vous pensez peut-être que cette mesure peut être effectuée aussi avec un **multimètre analogique**, c'est-à-dire avec une **l'aiguille**, or il n'en est rien. En effet, quand vous réduirez sa sensibilité pour rechercher la valeur **minimale**, il suffira d'un déplacement infime de la **syntonie** du **générateur BF** pour faire battre violemment l'**aiguille** de l'instrument en fond d'échelle au point de la **briser**.

## Ce que vous devez bien retenir

Le bouton de **syntonie** du **générateur BF** doit toujours être actionné avec un **mouvement micrométrique**, afin de **centrer** parfaitement la **fréquence de coupure** du **filtre notch**. À la place d'un simple **générateur BF** vous pouvez utiliser le **Générateur BF-VHF**

**DDS EN1645-1646** professionnel que nous avons proposé dans les numéros **87 et 88** d'**ELECTRONIQUE & loisirs magazine**. Avec ce **générateur DDS** il est possible de modifier la fréquence en  $\pm$  même de **1 Hz** seulement : on peut dire que sa **syntonie** est vraiment **micro-métrique**. Mais nous avons également proposé un tout simple et très économique **Générateur d'ondes sinusoïdales** à **1 000 Hz EN1744** (publié dans le numéro **112** d'**ELECTRONIQUE & loisirs magazine**) qui convient parfaitement à cette mesure de la distorsion.

Quand vous voulez tester un **préamplificateur BF**, vous devez toujours appliquer à sa **sortie** une **charge résistive**, laquelle peut être constitué d'une simple **résistance** ayant une valeur comprise entre **10 000 - 47 000  $\Omega$** . Aux extrémités de cette résistance on prélève le signal à appliquer à l'entrée du **mesureur de distorsion EN1743** et à la sortie de ce dernier on relie l'**oscilloscope** (voir figure 12) ou, à la place, un simple **multimètre numérique**.

Pour tester un ampli de **puissance**, vous pouvez relier le **mesureur de distorsion** directement aux extrémités de l'**enceinte acoustique** (voir la figure 12), mais comme la note de **1 000 Hz** pourrait vous assourdir, il est possible de remplacer l'enceinte acoustique par une **charge résistive** de même **impédance** en  $\Omega$  et ayant une puissance en **W** égale ou supérieure à celle de notre amplificateur. Vous pouvez utiliser comme **charge résistive** notre **EN1116**. Normalement la mesure de la **distorsion** d'un **amplificateur de puissance** s'effectue à une **puissance maxi** d'environ **3/4**, donc si vous testez un amplificateur de **50 W** réglez son **volume** sur **30-35 W** environ. Si vous voulez **atténuer** l'amplitude du signal **BF** à appliquer à l'**oscilloscope** ou au **multimètre**, vous pouvez monter en parallèle avec la **charge résistive** un simple **trimmer** de **1 000  $\Omega$** . Puisque la mesure est effectuée sur une fréquence **standard** de **1 000 Hz** environ, le contrôle de **tonalité** du **grave** et de l'**aigu** doit être réglé de manière à **ne pas atténuer** les fréquences du **medium**.

## Conclusion

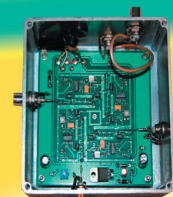
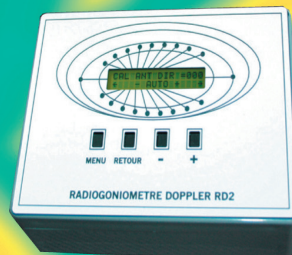
Vous savez maintenant construire un économique **mesureur de distorsion** permettant de contrôler la **distorsion** de votre **générateur BF** ou de votre **préamplificateur** ou **amplificateur final** de **puissance** en utilisant comme instrument de mesure un **oscilloscope** ou bien un **multimètre numérique**.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce distorsiomètre **EN1743** est disponible chez certains de nos annonceurs. Les typons des circuits imprimés et les programmes lorsqu'ils sont libres de droits sont téléchargeables à l'adresse ci-après : <http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/118.zip>. ♦

## UN GONIOMÈTRE DOPPLER DE 50 MHz à 1.2 GHz

- Commutation pour 4 antennes .
- Sélection d'impulsions vers le +5V ou vers le 0V pour activer les antennes.
- Rotation des antennes; CW ou CCW.
- Contrôle indépendant de chaque antenne.
- Auto calibration vers le devant du véhicule.
- Afficheur LCD standard de 2 lignes X 16 caractères.
- Un affichage similaire à 36 LED et aussi numérique "000-359" de la direction.
- Tous les menus sont montrés clairement sur l'afficheur LCD.
- Mémoire permanente pour toutes les calibrations et options. .
- Traitement principal du signal fait par le soft.
- Microcontrôleur PIC 16F877, mémoire de programmation Flash, mémoire EEDATA, USART, ADC, chrono...
- Mémorisation de la calibration de 3 radios.
- Sortie chronométrée ou sur demande vers APRS, interface GPS.
- Option d'affichage d'un S-mètre, l'entrée est ajustable de 0 < 2 à 5 V. pour un affichage de 00 < 99.
- 7 niveaux de traitement du signal. Possibilité d'affichage instantané des données brutes.
- Sélectivité Maximum des filtres audio analogue et numérique de  $\pm$  0.1 Hz.
- En cas de perte du signal, mémorisation de la dernière bonne direction.
- Haut-parleur intégré et alimentation 12 Vdc.
- Rétro-éclairage LED de l'afficheur.



Le gonio Doppler RD2 présenté ici n'intègre pas de récepteur particulier. Il est prévu pour être utilisé conjointement à des matériels déjà existants, portatifs, mobiles (dans le cas de recherches sur le terrain) voire fixes. Ainsi, tout récepteur VHF ou UHF, disposant d'une sortie BF, peut être couplé à ce gonio Doppler capable de couvrir une très large plage de fréquences, en fonction des besoins (de 50 MHz à 1,2 GHz). Nous ne sommes donc plus limités, dans le cadre des recherches de balises de détresse, aux seules fréquences 121,5 (ou 121,375), 243 et 406 MHz

RD2 ..... Goniomètre complet sans les antennes ..... 299,00 €

**COMELEC**

**CD 908 - 13720 BELCODENE**

**www.comelec.fr**

Tél.: 04 42 70 63 90

Fax: 04 42 70 63 95

**DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE 80 PAGES ILLUSTRÉES AVEC LES CARACTÉRISTIQUES DE TOUS LES KITS**

Expéditions dans toute la France. Moins de 5 Kg : port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. Bons administratifs acceptés. De nombreux kits sont disponibles, envoyez nous votre adresse et cinq timbres, nous vous ferons parvenir notre catalogue général de 80 pages.



# CONTRÔLE & SURVEILLANCE

## SYSTÈME WIRELESS

AVMOD16N1



**149,00 € TTC**

Ensemble de vidéosurveillance sans fil avec caméra couleur étanche (sans audio) dotée de 11 Led infrarouges pour vision nocturne (5 m env.) qui s'activent et se désactivent automatiquement en fonction de la luminosité ambiante. Livré complet avec bloc d'alimentation, et cordon de raccordement.



**CP326 286,00 €**

4 caméras CMOS, transmetteur récepteur A / V et un Quad 2,4 GHz avec fonction 4 canaux . Ce dernier dispose de 4 entrées A/V (1 caméra x) et une sortie audio. Possibilité de sélectionner via un commutateur, le signal audio d'un des quatre caméras.



**CP359 379,50 €**

4 caméras CMOS, transmetteur récepteur A / V et un Quad 2,4 GHz avec fonction 4 canaux . Ce dernier dispose de 4 entrées A/V (1 caméra x) et une sortie audio. Les quatre entrées A / V vous permettent de connecter jusqu'à 4 caméras filaires (dans ce cas, le signal sans fil sera automatiquement déconnecté). Possibilité de sélectionner via un commutateur, le signal audio d'une des quatre caméras. Le récepteur a les caractéristiques quad, PIP (picture in picture), Voiture / gel, zoom / mode détection de mouvement et de perte du signal vidéo. Les caméras peuvent être utilisées en extérieur dans un réceptacle hermétique. Les 12 LED IR s'enclenchent automatiquement en cas de baisse de luminosité permettant de filmer dans l'obscurité à une distance d'environ 8 mètres.

CAMSETW8



**165,00 € TTC**

Ensemble de vidéosurveillance miniature très léger, livré de base avec 2 caméras radio couleur avec audio, 1 cordon A / V, 3 blocs d'alimentations, 2 piles et clip de fixation pour les caméras, récepteur 4 canaux. 1 télécommande (avec pile CR2025) pour piloter le récepteur. Pour usage intérieur.



**CP295 269,00 € TTC**

Système de vidéo-surveillance sans fil opérant sur la bande des 2.4 GHz composé de 4 petites caméras CMOS couleur avec audio et transmetteur A / V et d'un récepteur à quatre canaux avec sélecteur à glissière. Le coffret comprend : 4 caméras externes CMOS couleur avec transmetteur A/V 2,4 GHz et illuminateur infrarouge - 4 alimentations 12 Vdc / 500 mA (pour les caméras) - 1 alimentation 12 Vdc / 500 mA (pour le récepteur) - 4 supports de fixation (1 pour chaque caméra) - 2 câbles A/V (RCA mâle)

Retrouvez toutes les caractéristiques techniques des ces produits sur notre site

**COMELEC**

CD 908 - 13720 BELCODÈNE Tél. : 04 42 70 63 90 Fax : 04 42 70 63 95

**www.comelec.fr**



# Un selfmètre

## pour mesurer l'inductance des selfs avec un multimètre.

Si vous réalisez ce circuit vous pourrez lire, à l'aide d'un simple multimètre analogique ou numérique, la valeur en mH ou  $\mu$ H d'une self ou n'importe quel bobinage en partant d'un minimum de 10  $\mu$ H jusqu'à un maximum de 100 mH, sur trois calibres : 1 mH-10 mH-100 mH.



**S**achant que beaucoup d'enseignants des **Instituts Universitaires de Technologie** considèrent **ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** comme la revue d'électronique grand public la plus complète – en langue française au moins – nous cherchons en permanence à ne pas les décevoir et pour cela nous proposons des montages toujours plus intéressants, assortis de textes clairs et pédagogiques, sous la forme d'articles très illustrés de dessins et de photographies.

Ici nous allons nous intéresser à la réalisation d'un **selfmètre analogique**, c'est-à-dire d'un **instrument** capable de lire la valeur en  $\mu$ H ou mH d'un **bobinage** ou d'une **self RF** en utilisant un banal **multimètre**. Inutile de vous demander pourquoi cet instrument de mesure ne figure pas sur votre banc de travail car nous vous donnons tout de suite la réponse : «votre fournisseur ne vend pas ce type d'appareil» ou, si vous l'avez

cherché sur **Internet**, «vous avez renoncé à l'achat à cause du prix trop élevé de l'appareil».

Avant de vous apprendre à réaliser un **selfmètre** nous devons préciser que, en dehors des **alimentations stabilisées en tension** que vous connaissez déjà, il existe des **alimentations stabilisées en courant**, également appelées **générateurs de courant constant** parce qu'ils sont en mesure de fournir un courant **stabilisé** sur la valeur requise en **mA**.

Si on fait circuler un courant **stabilisé** dans une **résistance**, nous mesurerons à ses extrémités une **tension** dont la valeur peut être trouvée grâce à la formule :

$$V = (mA \times \Omega) : 1\,000$$

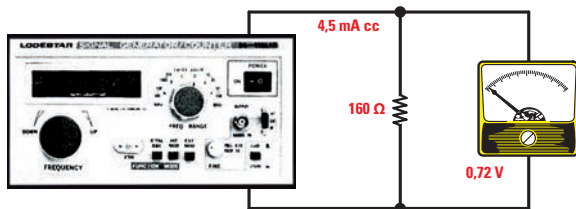


Figure 1 : Si nous faisons circuler dans une résistance de  $160\ \Omega$  un courant de  $4,5\ \text{mA}$ , à ses extrémités nous aurons une tension de  $(4,5 \times 160) : 1\ 000 = 0,72\ \text{V}$ .

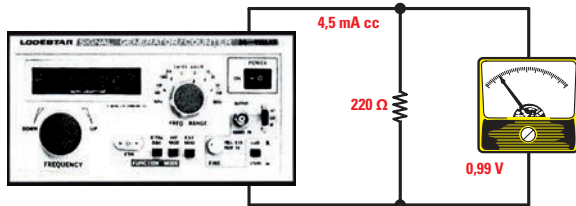


Figure 2 : Si nous faisons circuler dans une résistance de  $220\ \Omega$  un courant de  $4,5\ \text{mA}$ , à ses extrémités nous aurons une tension de  $(4,5 \times 220) : 1\ 000 = 0,99\ \text{V}$ .

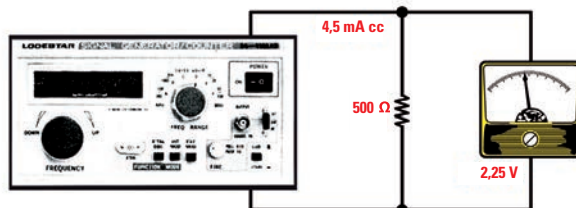


Figure 3 : Si nous faisons circuler dans une résistance de  $500\ \Omega$  un courant de  $4,5\ \text{mA}$ , à ses extrémités nous aurons une tension de  $(4,5 \times 500) : 1\ 000 = 2,25\ \text{V}$ .

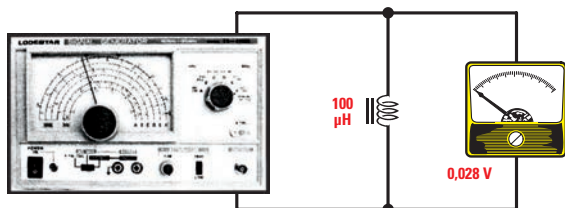


Figure 4 : Pour mesurer une tension aux extrémités d'une self, vous devrez l'alimenter avec un signal de fréquence et de courant connus. Pour une self de  $100\ \mu\text{H}$ , vous aurez à ses extrémités  $0,028\ \text{V}$ .

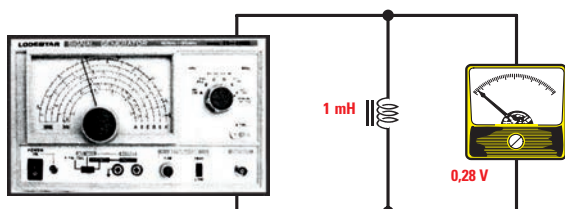


Figure 5 : Si la self reliée au Générateur BF est de  $1\ \text{mH}$ , en l'alimentant avec un signal de fréquence  $10\ \text{kHz}$  et de courant  $4,5\ \text{mA}$ , vous aurez à ses extrémités une tension de  $0,28\ \text{V}$ .

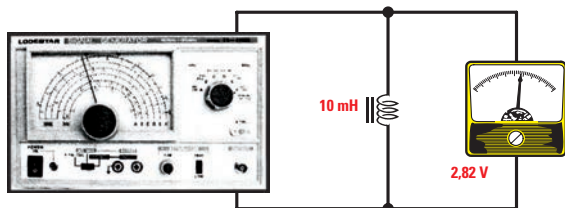


Figure 6 : Si la self reliée au Générateur BF est de  $10\ \text{mH}$ , en l'alimentant avec un signal de fréquence  $10\ \text{kHz}$  et de courant  $4,5\ \text{mA}$ , vous aurez à ses extrémités une tension de  $2,82\ \text{V}$ .

Par conséquent si nous disposons d'un courant **constant** de **4,5 mA** et que nous le faisons s'écouler dans une résistance de **160 Ω** (voir la figure 1), aux extrémités de cette dernière nous aurons une tension de :

$$(4,5 \times 160) : 1000 = 0,72 \text{ V}$$

Si, en revanche, nous faisons s'écouler ces **4,5 mA** dans une résistance de **valeur inconnue** et que nous mesurons à ses extrémités une tension de **0,99 V** (voir figure 2), nous pourrions calculer la valeur **ohmique R** en Ω en utilisant la formule :

$$R = (V : mA) \times 1\,000$$

cette résistance R aura une valeur de :

$$(0,99 : 4,5) \times 1\,000 = 220 \text{ Ω (voir fig. 2)}$$

Si nous appliquons ces **4,5 mA** aux extrémités d'une résistance **inconnue** (voir figure 3) et que nous mesurons à ses extrémités une tension de **2,25 V**, nous pourrions affirmer qu'elle a une valeur **ohmique** de :

$$(2,25 : 4,5) \times 1\,000 = 500 \text{ Ω}$$

Si nous essayons de faire circuler un courant **constant** dans une **self**, nous n'aurons **aucune tension** à ses extrémités car, pour l'obtenir, nous devons utiliser un **signal alternatif** et dans ce cas sa valeur **ohmique** est définie comme **réactance inductive** et notée **XL**.

Pour trouver la valeur **XL** d'une **self** on peut utiliser ces deux formules :

$$XL \text{ en } \Omega = 0,00628 \times \text{kHz} \times \mu\text{H}$$

$$XL \text{ en } \Omega = 6,28 \times \text{kHz} \times \text{mH}$$

Connaissant la valeur **XL** en Ω, nous pourrions trouver les **μH** ou **mH** en utilisant les formules **inverses** :

$$\mu\text{H} = XL \text{ en } \Omega : (0,00628 \times \text{kHz})$$

$$\text{mH} = XL \text{ en } \Omega : (6,28 \times \text{kHz})$$

Supposons que nous disposions de **6 selfs** caractérisées par les valeurs d'inductance suivantes :

**47 μH,**  
**100 μH,**  
**330 μH,**

**1 mH,**  
**10 mH,**  
**100 mH.**

Si nous les faisons traverser par un signal d'une **fréquence** de **10 KHz**, leur valeur **XL** sera égale à :

$$0,00628 \times 10 \times 47 = 2,95 \text{ Ω}$$

pour la self de **47 μH**

$$0,00628 \times 10 \times 100 = 6,28 \text{ Ω}$$

pour la self de **100 μH**

$$0,00628 \times 10 \times 330 = 20,7 \text{ Ω}$$

pour la self de **330 μH**

$$6,28 \times 10 \times 1 = 62,8 \text{ Ω}$$

pour la self de **1 mH**

$$6,28 \times 10 \times 10 = 628 \text{ Ω}$$

pour la self de **10 mH**

$$6,28 \times 10 \times 100 = 6\,280 \text{ Ω}$$

pour la self de **100 mH**

Si nous connaissons la valeur **XL** d'une **self** et le **courant** de **4,5 mA** qui la parcourt, nous pouvons calculer quelle **tension** sera présente à ses extrémités en utilisant la formule :

$$V = (mA \times XL \text{ en } \Omega) : 1\,000$$

par conséquent nous aurons :

$$(4,5 \times 2,95) : 1\,000 = 0,013 \text{ V}$$

pour la self de **47 μH**

$$(4,5 \times 6,28) : 1\,000 = 0,028 \text{ V}$$

pour la self de **100 μH** (voir figure 4)

$$(4,5 \times 20,7) : 1\,000 = 0,093 \text{ V}$$

pour la self de **330 μH**

$$(4,5 \times 62,8) : 1\,000 = 0,28 \text{ V (voir figure 5)}$$

pour la self de **1 mH**

$$(4,5 \times 628) : 1\,000 = 2,82 \text{ V}$$

pour la self de **10 mH** (voir figure 6)

$$(4,5 \times 6\,280) : 1\,000 = 28,26 \text{ V}$$

pour la self de **100 mH**

Le **Tableau 1** donne la valeur **XL** des **selfs** les plus courantes alimentées avec un signal d'une **fréquence** de **10 KHz**.

**Note** : les valeurs de ce tableau sont **arrondies**.

## Le schéma électrique

Maintenant que vous savez ce qu'est la **XL** et comment on la calcule, nous pouvons vous présenter le schéma électrique de ce **selfmètre** (voir figure 8).

Commençons par préciser que le circuit intégré **IC2** est un régulateur **78L05** et qu'il est utilisé pour obtenir la tension stabilisée de **5 V** nécessaire pour alimenter le circuit intégré **IC1**, un **C/MOS 4060** composé d'un **étage oscillateur** et de **11 étages diviseurs** (voir figure 7).

Lorsqu'on applique sur les broches **10-11** de ce circuit intégré un **résonateur céramique** de **640 KHz** (voir **FC1**), ce dernier oscille exactement sur cette fréquence. Mais comme pour le calcul de la **XL** nous avons décidé d'utiliser une **fréquence** de **10 KHz**, nous devrions prélever le signal produit par le **résonateur FC1** sur la broche **4** d'où il sort divisé par **64**, soit en effet :

$$640 : 64 = 10 \text{ KHz}$$

Le circuit composé de la self **JAF1** d'une valeur de **47 mH** et du condensateur **C5** de **5,6 nF**, reliés à la broche **4** de **IC1**, s'accorde sur la **fréquence** de travail de **10 KHz**. En **parallèle** avec ce circuit d'accord, nous trouvons les deux **trimmers multitours** (voir **R6-R7**), nécessaires pour effectuer le réglage du fond d'échelle du **multimètre** sur les calibres **100-10-1 mH**. Par la broche **4** du circuit intégré **IC1** sort un **signal carré** d'une fréquence de **10 KHz**, mais puisque notre **selfmètre** nécessite une **onde sinusoïdale**, nous utilisons pour la **convertir** l'opérationnel **IC4/B** monté en **filtre passe-bas**.

Nous disposons à la sortie de **IC4/B** d'une **onde sinusoïdale** de **10 kHz** : pour utiliser notre **selfmètre** nous devons recourir à un **générateur** pouvant fournir un courant **constant** de **4,5 mA** et cette fonction est dévolue à l'opérationnel **IC5/A**. Quand nous appliquons aux broches **A-B** (visibles sur le côté droit du schéma électrique) la self dont nous voulons connaître la valeur, nous mesurons à ses extrémités une **tension alternative** proportionnelle à la valeur de sa **XL**.



TABLEAU 1

$\mu\text{H}$	XL $\Omega$	mH	XL $\Omega$
1,0	0,05	1,0	63
2,2	0,1	2,2	138
3,3	0,2	3,3	207
4,7	0,3	4,7	295
5,6	0,4	5,6	352
8,2	0,5	8,2	515
10	0,6	10	628
15	0,9	15	942
18	1,1	18	1.130
22	1,4	22	1.382
27	1,7	27	1.695
33	2,1	33	2.073
47	2,9	47	2.952
56	3,5	56	3.517
82	5,2	82	5.150
100	6,3	100	6.280
120	7,5	120	7.540
150	9,4	150	9.420
180	11,3	180	11.300
220	13,8	220	13.820
250	15,7	270	15.700
300	18,8	300	18.840
330	20,7	330	20.725
470	29,5	470	29.520
560	35,2	560	35.170
680	42,7	680	42.700
820	51,5	820	51.500

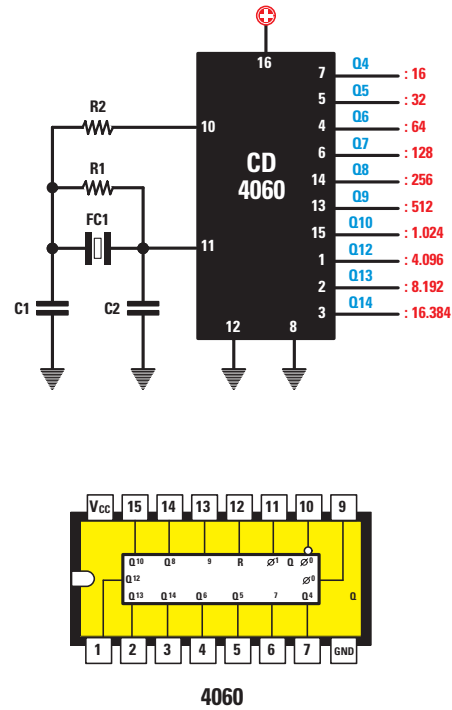
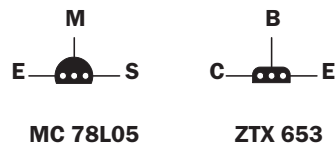
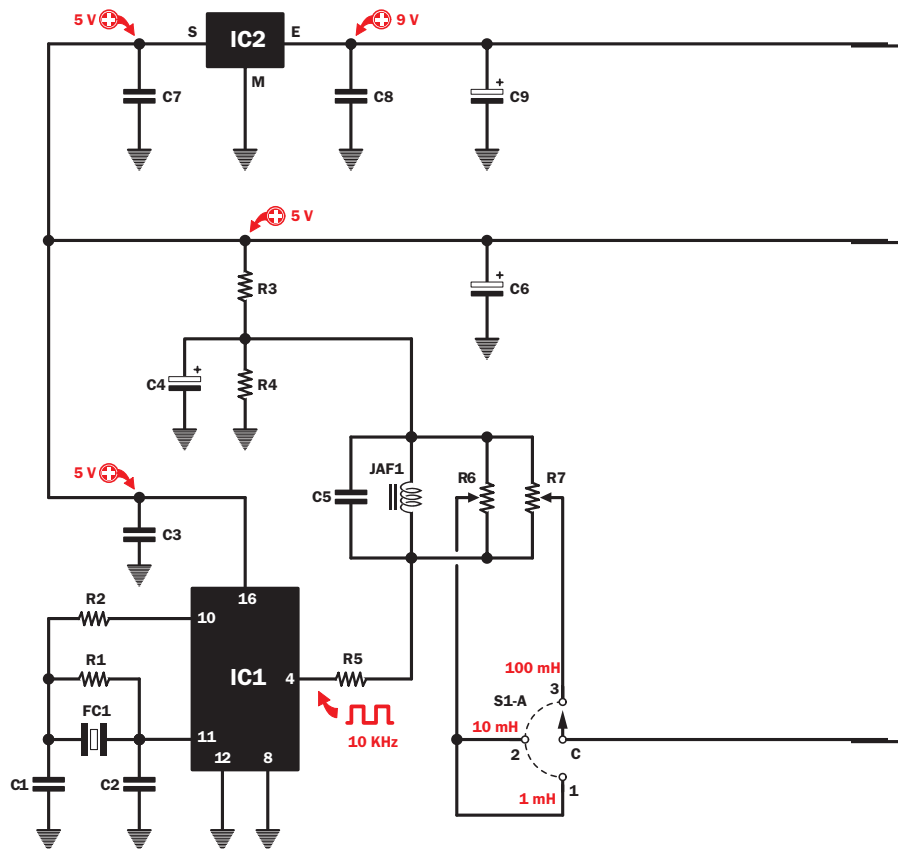


Figure 7 : Brochage du circuit intégré 4060 vu de dessus. Si nous appliquons sur les broches 10-11 un résonateur FC1 de 640 KHz, nous pourrons prélever cette fréquence «divisée» par le nombre inscrit en correspondance des broches visibles à droite sur le dessin.



Brochages du MC78L05 et du ZTX653 vus de dessus.

Figure 8 : Schéma électrique du circuit vous permettant de mesurer la valeur d'une self ou de n'importe quel bobinage en utilisant un simple multimètre analogique ou numérique. Si vous lisez attentivement cet article, vous comprendrez comment on peut convertir une onde carrée de 10 KHz en une onde sinusoïdale et comment on peut ensuite la redresser de manière à obtenir une tension continue parfaite.



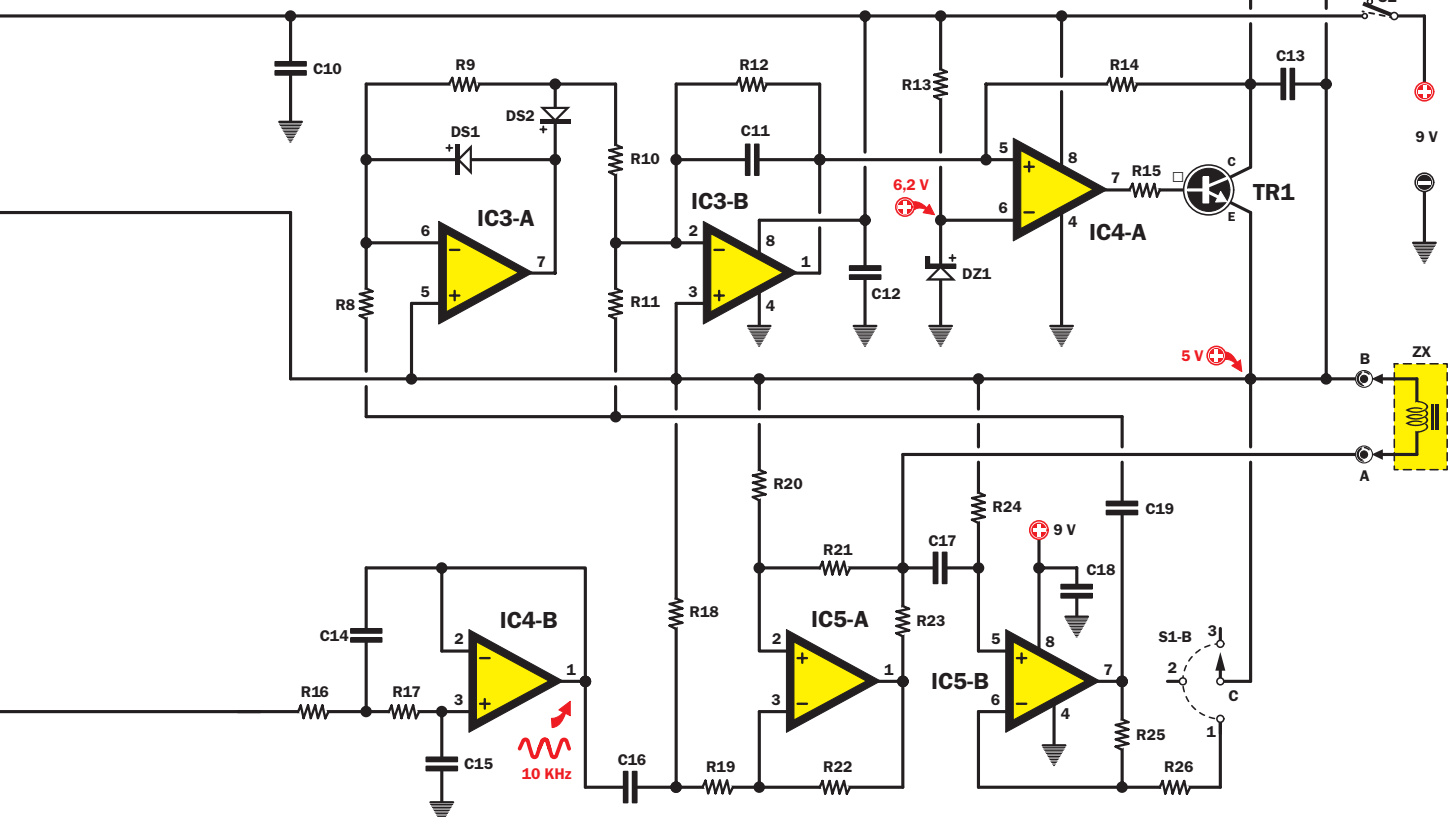
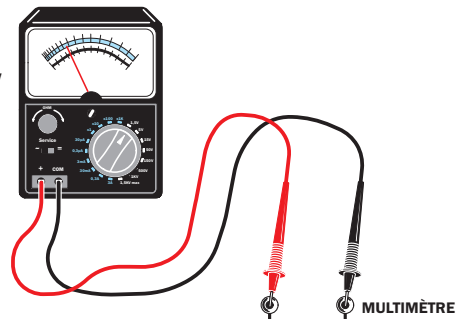
## Liste des composants EN1731

R1 ..... 1 M  
R2 ..... 22 k  
R3 ..... 1 k  
R4 ..... 1 k  
R5 ..... 47 k  
R6 ..... 1 M trimmer 20 t.  
R7 ..... 1 M trimmer 20 t.  
R8 ..... 20 k  $1\Omega$   
R9 ..... 20 k  $1\Omega$   
R10 ... 10 k  $1\Omega$   
R11 ... 20 k  $1\Omega$   
R12 ... 20 k  $1\Omega$   
R13 ... 560  
R14 ... 1 k  
R15 ... 560  
R16 ... 100 k  
R17 ... 100 k  
R18 ... 100 k  
R19 ... 10 k  $1\Omega$   
R20 ... 10 k  $1\Omega$

R21 ... 10 k  $1\Omega$   
R22 ... 10 k  $1\Omega$   
R23 ... 100  $1\Omega$   
R24 ... 100 k  
R25 ... 90,900 k  $1\Omega$   
R26 ... 10,100 k  $1\Omega$   
C1 ..... 150 pF céramique  
C2 ..... 150 pF céramique  
C3 ..... 100 nF polyester  
C4 ..... 10  $\mu$ F électrolytique  
C5 ..... 5,6 nF polyester  
C6 ..... 10  $\mu$ F électrolytique  
C7 ..... 100 nF polyester  
C8 ..... 100 nF polyester  
C9 ..... 10  $\mu$ F électrolytique  
C10 ... 100 nF polyester  
C11 ... 100 nF polyester  
C12 ... 100 nF polyester  
C13 ... 100 nF céramique  
C14 ... 220 pF céramique  
C15 ... 100 pF céramique  
C16 ... 100 nF polyester

C17 ... 100 nF polyester  
C18 ... 100 nF polyester  
C19 ... 100 nF polyester  
JAF1 .. self 47 mH  
FC1 ... résonateur céramique  
640 KHz  
DS1 ... 1N4148  
DS2 ... 1N4148  
DZ1 ... zener 6,2 V 1/2 W  
TR1 ... NPN ZTX653  
IC1 .... C/MOS 4060  
IC2 .... MC78L05  
IC3 .... NE5532  
IC4 .... NE5532  
IC5 .... TL082  
S1A ... commutateur 4 voies  
3 pos.  
S1B ... commutateur 4 voies  
3 pos.  
S2 ..... interrupteur

MULTIMÈTRE en V



La **tension alternative** présente sur la patte **A** de la **self** en examen sera prélevée par le condensateur **C17** et appliquée sur l'entrée **non inverseuse** de l'opérationnel **IC5/B** ; ce dernier l'amplifie **10 fois**, seulement quand le commutateur **S1/B** relie au **+5 V** la résistance **R26** de **10,100 kΩ** (position **1** pour le calibre de **1 mH** fond d'échelle).

Sur les deux autres calibres de **10** et **100 mH**, cette résistance **R26** étant **coupée** du **+5 V**, l'opérationnel se comporte comme un simple **étage séparateur** à gain **unitaire**, par conséquent nous aurons à la **sortie** la même **tension** que celle présente sur la broche d'entrée **5**.

Beaucoup d'entre vous seront curieux de savoir pourquoi la résistance **R26** de **IC5/B** a une valeur **non standard** de **10,100 kΩ**, comme d'ailleurs la résistance **R25** de **90,900 kΩ** reliée entre la broche **6** et la broche de **sortie 7** de ce circuit intégré.

Si vous avez à portée de main votre Cours AEPZ, vous pouvez y trouver la confirmation du fait que, lorsqu'on entre dans la broche **non inverseuse** repérée par le signe **+** d'un **circuit intégré amplificateur opérationnel**, son **gain** se calcule à l'aide de la formule :

$$\text{gain} = (\text{R25} : \text{R26}) + 1$$

Par conséquent, si nous avons utilisé deux résistances de valeurs **standard** de **10 kΩ** et de **100 kΩ** nous aurions obtenu un **gain** de :

$$(100\,000 : 10\,000) + 1 = 11 \text{ fois}$$

En utilisant deux valeurs **non standard**, nous obtenons un **gain** d'exactement :

$$(90\,900 : 10\,100) + 1 = 10 \text{ fois}$$

Donc en multipliant par **10** les **tensions** présentes aux extrémités des **selfs** de **47-100-330 μH** et de **1 mH**, nous obtiendrons à leurs sorties :

$$0,013 \times 10 = 0,13 \text{ V}$$

pour la self de **47 μH**

$$0,028 \times 10 = 0,28 \text{ V}$$

pour la self de **100 μH**

$$0,093 \times 10 = 0,93 \text{ V}$$

pour la self de **330 μH**

$$0,28 \times 10 = 2,8 \text{ V}$$

pour la self de **1 mH**

Puisque ces **tensions** sont **alternatives**, pour pouvoir les rendre **continues**, nous ne pouvons pas utiliser une **diode redresseuse** normale parce que nous aurions une **chute de tension** d'environ **0,7 V**, or c'est une valeur trop élevée par rapport aux tensions **minuscules** sur lesquelles nous opérons.

Pour éviter cette perte, nous devons nécessairement utiliser un **redresseur idéal à double alternance** en mesure de **redresser** des valeurs de seulement **quelques μV** sans introduire aucune **atténuation**.

Pour ce **selfmètre**, le **redresseur idéal à double alternance** se compose de deux opérationnels **IC3/A** et **IC3/B** : en appliquant sur deux entrées **inverseuses**, repérées par le signe **-** (voir résistances **R8-R11**), le signal **alternatif** prélevé au moyen du condensateur **C19** présent sur la sortie de **IC5/B**, nous obtiendrons en sortie une **tension continue** que nous pourrions calculer avec la formule :

$$V \text{ continu} = V \text{ AC efficace} : 2,82$$

Si nous appliquons alors à cet étage les **tensions alternatives** déjà amplifiées par **10**, nous pourrions prélever sur la broche de sortie **1** de ce **redresseur idéal** (voir **IC3/B**) les tensions **continues** suivantes :

$$0,13 : 2,82 = 0,0461 \text{ V (arrondir à } 0,047) \text{ pour la self de } 47 \mu\text{H}$$

$$0,28 : 2,82 = 0,0993 \text{ V (arrondir à } 0,100) \text{ pour la self de } 100 \mu\text{H}$$

$$0,93 : 2,82 = 0,3298 \text{ V (arrondir à } 0,33) \text{ pour la self de } 330 \mu\text{H}$$

$$2,8 : 2,82 = 0,993 \text{ V (arrondir à } 1) \text{ pour la self de } 1 \text{ mH}$$

Ces tensions appliquées sur la broche **non inverseuse** + de l'opérationnel **IC4/A** seront utilisées pour piloter la base du transistor **TR1**. Par conséquent, en appliquant sur les deux pattes **C-E** de

ce transistor un **multimètre analogique** commuté sur le calibre **1 V CC** fond d'échelle, nous pourrions lire les **tensions** suivantes :

$$0,047 \text{ V avec la self de } 47 \mu\text{H}$$

$$0,10 \text{ V avec la self de } 100 \mu\text{H}$$

$$0,33 \text{ V avec la self de } 330 \mu\text{H}$$

$$1 \text{ V avec la self de } 1 \text{ mH}$$

Si vous reliez à la sortie un multimètre numérique réglé sur le calibre **2 V** ou **200 mV** fond d'échelle, à la place du multimètre analogique, vous pourrez lire avec précision des valeurs inductives même inférieures à **10 μH**.

## Les selfs pour le réglage

Nous savons qu'il n'est pas facile de trouver dans le commerce des **selfs** ayant une **tolérance** inférieure ou égale à **0,2 %**. Aussi avons-nous décidé d'en faire insérer une **dizaine** dans le **matériel disponible** par nos annonceurs et ce à titre gratuit. Plusieurs parmi ces **selfs** ont la forme d'un **haricot** (boîtier dit «à goutte», voir figure 9), d'autres en revanche ont la forme d'un petit **parallépipède** (voir figure 10). La valeur en **μH** des selfs à **goutte** se lit au moyen du **code des couleurs** des résistances : le **premier point** de gauche est le **1<sup>er</sup> chiffre**, le **second point** est le **2<sup>e</sup> chiffre** et le **gros point à droite** est le **multiplicateur**.

<b>or</b>	<b>= x 0,1</b>
<b>noir</b>	<b>= x 1</b>
<b>marron</b>	<b>= x 10</b>
<b>rouge</b>	<b>= x 100</b>
<b>orange</b>	<b>= x 1 000</b>

Donc si sur une self les deux **premiers points** sont de couleur **orange** et le **dernier point** de couleur **or** nous lirons **33 x 0,1 = 3,3 μH**.

Si en revanche les deux **premiers points** sont de couleur **orange** mais le **dernier point** est de couleur **noire** nous lirons **33 x 1 = 33 μH**.

Donc si le **dernier point** est de couleur **marron** nous lirons **33 x 10 = 330 μH**. Si en revanche le **dernier point** est de couleur **rouge** nous lirons alors **33 x 100 = 3 300 μH** correspondant à **3,3 mH**.



Enfin, s'il est de couleur **orange** nous lirons  $33 \times 1\,000 = 33\,000\ \mu\text{H}$  correspondant à **33 mH**.

En ce qui concerne les selfs en forme de **parallélépipède**, la valeur marquée sur le boîtier est toujours exprimée en  **$\mu\text{H}$**  : **3,3 - 10 - 100** sont en  **$\mu\text{H}$** . Si en revanche on a après le nombre la lettre **K**, par exemple **1K - 2.2K - 4.7K - 10K**, il faut lire **mH** : **1 - 2,2 - 4,7 - 10 mH**.

## La réalisation pratique

Si vous regardez le **schéma électrique** du selfmètre **EN1731** vous penserez être en présence d'une réalisation compliquée, mais cette première impression sera balayée par le dessin du schéma d'implantation des composants de la figure 12a et par la photo de la figure 14.

Tout d'abord procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés **EN1731** ou réalisez-le à partir des dessins à l'échelle 1:1 de la figure 12b-1 et 2. Vous pouvez bien sûr commencer ce montage par n'importe quel composant, mais pour limiter le plus possible d'éventuelles erreurs, nous vous conseillons de suivre un certain ordre et d'insérer d'abord les quatre **supports** des circuits intégrés avec les repère-détrompeurs en **U** orientés comme le montrent la sérigraphie et la figure 12a. Quand cette opération est terminée, vous pouvez insérer le **commutateur** rotatif **S1** en serrant bien l'**écrou** afin d'éviter qu'il bouge quand vous l'actionnerez.

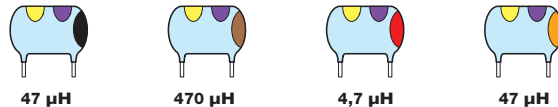
Poursuivez avec les **résistances**, puisque beaucoup sont des résistances de précision, elles ont **5 bandes colorées** que tout le monde **ne saura pas** déchiffrer.

Nous vous y aidons ci-après :

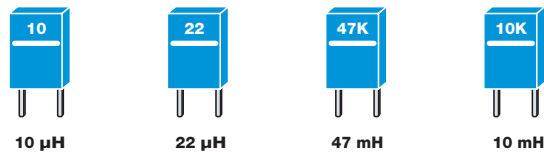
**100  $\Omega$  marron - noir - noir - noir - marron**

**10 k $\Omega$  marron - noir - noir - rouge - marron**

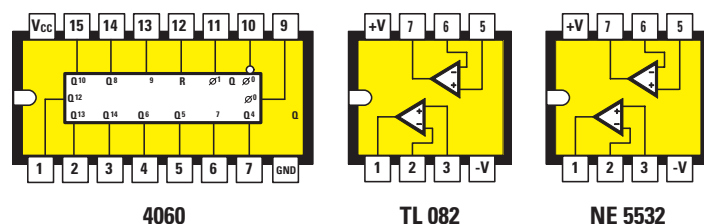
**10,100 k $\Omega$  marron - noir - marron - rouge - marron**



**Figure 9 :** Sur ces selfs les deux premiers «points» représentent les deux premiers chiffres et le gros point à droite est le multiplicateur.



**Figure 10 :** Sur ces selfs, le nombre inscrit sur le boîtier est exprimé en  $\mu\text{H}$  et si après le nombre il y a un K la valeur est exprimée en mH.



**Figure 11 :** Le brochage des circuits intégrés utilisés dans ce montage est vu de dessus et avec le repère-détrompeur en U vers la gauche.

**20 k $\Omega$  rouge - noir - noir - rouge - marron**

**90,900 k $\Omega$  blanc - noir - blanc - rouge - marron**

Si vous lisez ces couleurs **en sens inverse** (erroné), vous obtiendrez des valeurs ohmiques **ne figurant pas** dans le matériel disponible : cela vous mettra la puce à l'oreille et vous avertira que vous êtes en train de vous tromper.

Par exemple, si vous lisez **à l'envers** la résistance **R26** de **10,100 k $\Omega$**  vous obtiendrez **12,101 k $\Omega$** . Attention, la couleur **rouge** est si foncée qu'elle peut être prise pour du **marron**, donc en cas de doute effectuez un contrôle avec un **multimètre** commuté en  $\Omega$ .

Après les résistances vous pouvez insérer, à droite de **IC3**, les diodes au silicium **DS2-DS1**, en orientant leurs **bandes noires** comme le montre le schéma d'implantation des composants de la figure 12a.

Sous le circuit intégré **IC4** insérez la **diode zener DZ1** de **6,2 V** en orientant sa **bande noire** vers la droite.

On risque de confondre cette **diode zener** avec les diodes au silicium **DS1-DS2**, mais si vous regardez attentivement son boîtier vous verrez qu'elle est marquée du nombre **6,2 V**, même si ce marquage est microscopique.

Prenez maintenant les condensateurs **polyesters** et **céramiques** et insérez-les dans les positions indiquées par le dessin de la figure 12a, en ayant soin de lire correctement les valeurs.

Sous le circuit intégré **IC1**, insérez la self en forme de parallélépipède **JAF1** de **47 mH** et près d'elle les deux **trimmers multitours R6-R7**.

Jusqu'à là nous sommes certains que vous ne rencontrez aucune difficulté. Poursuivez en insérant les trois condensateurs **électrolytiques**, en respectant la **polarité** des pattes : la **plus longue** est à insérer dans le trou désigné par un +.

Prenez le transistor **TR1** et insérez-le dans la partie supérieure du circuit imprimé, avec son **méplat** tourné vers le condensateur céramique **C13** et son côté **légèrement arrondi** vers le commutateur rotatif **S1**.

Dans la partie inférieure du circuit imprimé, insérez le petit circuit intégré **IC2** en orientant son **méplat** vers le commutateur **S1** (voir figure 12). Le boîtier du transistor **TR1** et celui du circuit intégré **IC2** sont à maintenir à environ **3-4 mm** de la surface du circuit imprimé.

L'opération suivante consiste à relier les broches du commutateur **S1** au circuit imprimé. Sur le schéma d'implantation des composants de la figure 12a la **section** du commutateur **S1/A** est située en **bas**, alors que celle du commutateur **S1/B** est située à **gauche**.

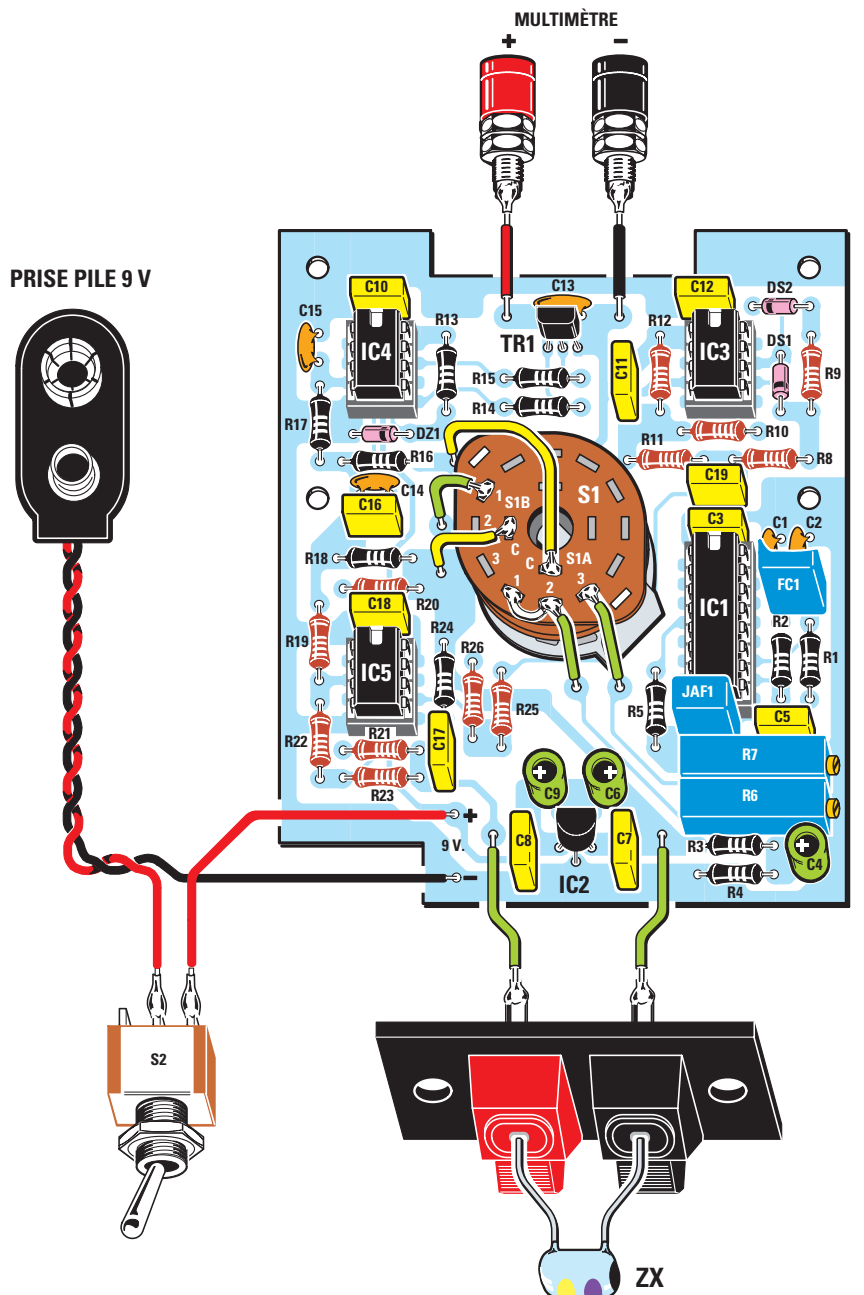
Sur la droite de la résistance **R16** et de la diode zener **DZ1** se trouve un **trou** dans lequel vous devrez souder un morceau de fil de cuivre isolé, à relier à la broche centrale **C** de la section **S1/A**. Sous la broche **C** on a les broches **1-2-3** (voir figure 12a), les broches **1** et **2** sont court-circuitées entre elles et le fil est relié au **trou** situé sous le commutateur **S1**. La broche **3** est reliée au **trou** situé à proximité de la résistance **R5**.

En ce qui concerne la section **S1/B**, la patte centrale **C** est à relier au moyen d'un morceau de fil au **trou** situé entre les deux résistances **R18-R20**. La broche **1** est à relier au **trou** situé sur le côté droit du condensateur polyester **C16**. Quand cette opération est terminée, insérez dans leurs supports les deux circuits intégrés **IC5-IC1**, en dirigeant vers le haut leurs repères-détrompeurs en **U**.

Quant aux deux circuits intégrés **IC4-IC3** (ce sont des **NE5532**), à la place des repères-détrompeurs en **U**, vous pourriez trouver au niveau de la broche **1** (située à gauche) un petit **o**, cela dépend des constructeurs. Cela vous facilitera la tâche d'identification des circuits intégrés parce que, le **marquage** étant imprimé avec une encre **grise** qui se confond avec la couleur noire du boîtier (!), on a souvent beaucoup de mal à le déchiffrer.

## Le montage dans le boîtier

Avant de fixer la platine à l'intérieur du petit boîtier plastique, vous devrez relier



**Figure 12a : Schéma d'implantation des composants du selfmètre.** Ayez le souci de bien réaliser sans vous tromper les liaisons entre les broches du commutateur rotatif **S1/A-S1/B** et le circuit imprimé. Le fil **C** du commutateur **S1/A** est à relier au trou présent à proximité de **DZ1-R16**, les deux broches **1-2** sont à court-circuiter entre elles et le fil est à relier au circuit imprimé en bas à gauche. La broche **3** est à relier au trou situé près de la résistance **R5**. Le fil **C** du commutateur **S1/B** est à relier au trou présent près de **R18-R20**. La broche **1** au trou situé à proximité du condensateur **C16**. La prise de pile est à insérer dans le logement de la demi coque : faites sortir ses deux fils par la fente.

à l'aide des **picots** à **souder** que vous trouverez dans le matériel disponible, les fils allant aux **douilles** «bananes» de sortie vers le **multimètre**, à l'inverseur à levier **S2**, à la **prise de pile** et au **bornier** à pression dans lequel vous insèrerez la self à mesurer. Sur la demi coque du boîtier déjà percé, vous appliquerez la **face avant** en aluminium (voir figure 13) et la

fixerez avec les deux **douilles** «bananes» allant vers le **multimètre**, ainsi qu'avec les vis utilisées pour fixer le **bornier** à deux pôles dans lequel vous insèrerez la self à mesurer (voir **ZX** figure 12a).

Dans le trou situé sur le **bornier**, insérez l'**inverseur** à levier **S2**, que vous fixerez au moyen de son écrou.

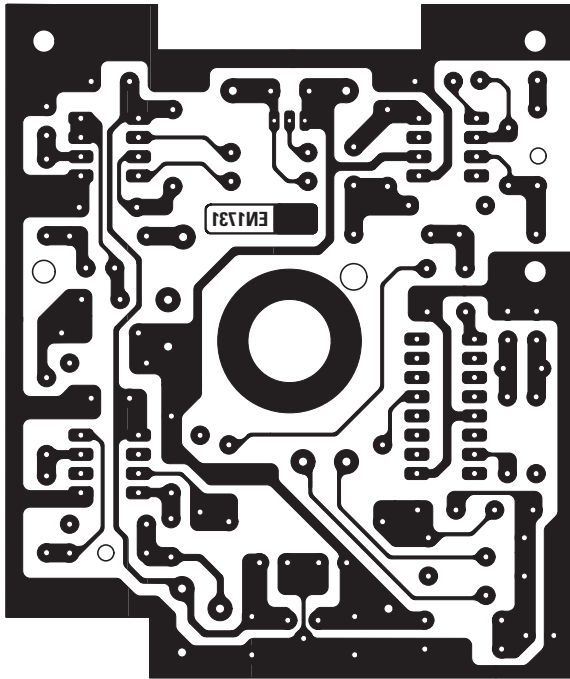


Figure 12b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du selfmètre, côté soudures.

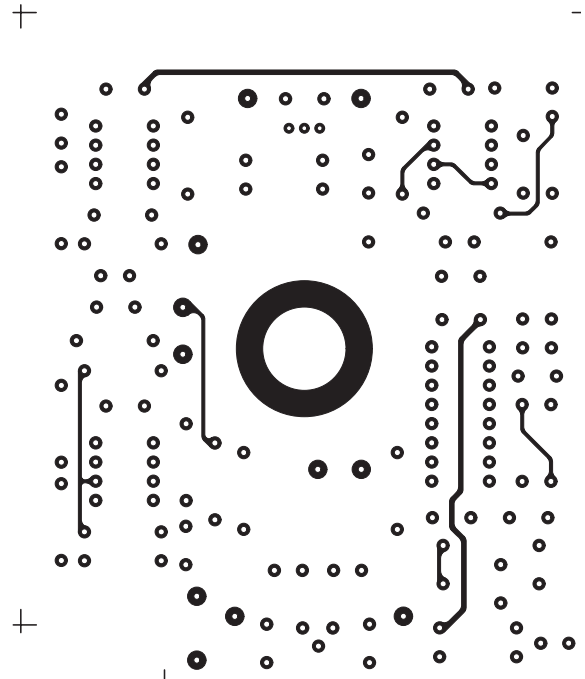


Figure 12b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du selfmètre, côté composants.

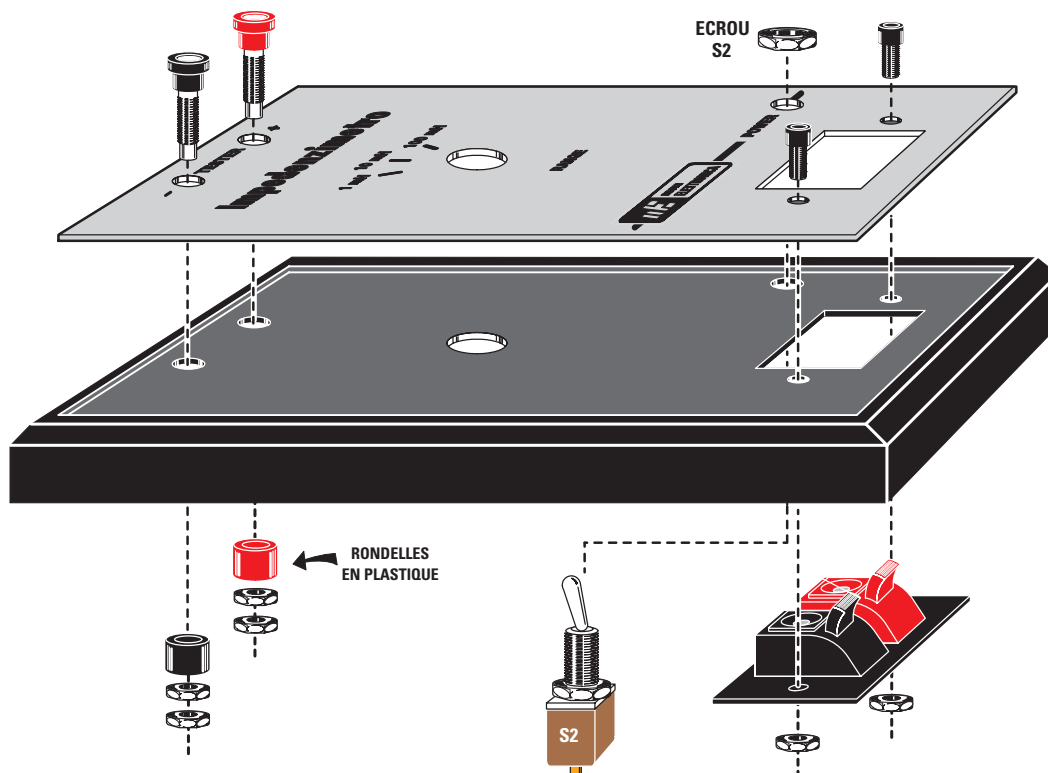


Figure 13 : La face avant en aluminium déjà percée et sérigraphiée est à appliquer sur le couvercle du boîtier plastique. Le bornier utilisé pour insérer la self à mesurer, l'inverseur S2 et les douilles de sortie vers le multimètre serviront à fixer la face avant sur le boîtier. Avant d'insérer les douilles de sortie, vous devrez dévisser de leur corps cylindrique les rondelles plastiques pour les réinsérer ensuite derrière la face avant, comme le montre la figure.

Remarquez que la **prise** de pile **9 V** sera insérée dans le **compartiment** prévu dans la **demi coque** du boîtier et ses deux fils R/N seront à relier comme le montre la figure 12a.

## Le réglage des trimmers R6 - R7

### Avec un multimètre analogique

Si vous utilisez un **multimètre analogique** pour le réglage, réglez-le sur le calibre **1 V CC** et utilisez pour la lecture l'échelle **0 à 100** (voir figure 15). Pour commencer le réglage, placez le commutateur rotatif **S1** du **selfmètre** sur la position **100 mH** et, dans le **bornier** d'entrée, reliez en **série** le deux selfs de forme parallélépipédique de **47 K** et de **22 K** de manière à obtenir :

$$47 + 22 = 69 \text{ K correspondant à } 69 \text{ mH}$$

Tournez le **curseur** du trimmer multitour **R7** jusqu'à ce que l'aiguille s'approche du nombre **70** (voir figure 16).

Quand vous y êtes parvenu, vous pouvez considérer que le calibre **100 mH** est déjà **réglé**. Si vous insérez dans le bornier d'entrée une self de **1K - 2,2K - 4,7K**, l'aiguille du **multimètre** se positionnera en face des points indiqués figure 16.

Pour régler les calibres **10** et **1 mH**, placez le commutateur **S1** sur la position **1 mH** et prenez la self de forme **parallélépipédique** de **1K** : insérez-la dans le bornier d'entrée. Tournez alors le **curseur** du trimmer multitour **R6** jusqu'à ce que l'aiguille dévie en fond d'échelle, c'est-à-dire arrive en face du nombre **100** (voir figure 17).

Sachant que le nombre **100** correspond à **1 mH**, il va de soi que les autres nombres **80-60-40-20** correspondront à **0,8-0,6-0,4-0,2 mH**.

Puisque les valeurs les **plus faibles** en **mH** se lisent plus facilement en **µH**, il suffit d'ajouter un **0** aux nombres **80-60-40-20** apparaissant sur le cadran, de manière à lire **800-600-400-200** pour convertir les **mH** en **µH**.

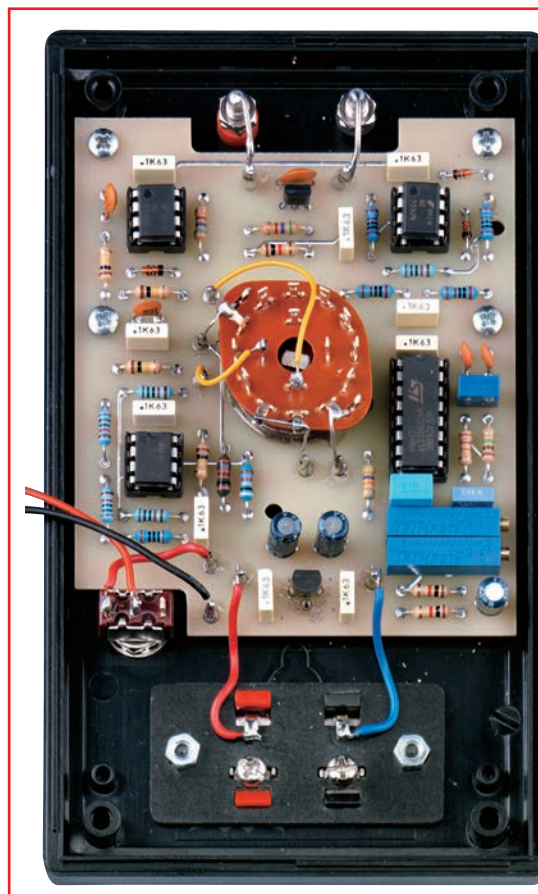


Figure 14 : Quand la platine a été réalisée, vous devez la fixer avec des vis autotaraudeuses à l'intérieur du boîtier plastique disponible. Sur la demi coque supérieure vous fixerez la face avant en aluminium percée et sérigraphiée (voir figure 13). Dans le logement prévu spécialement dans la demi coque inférieure, vous placerez la pile.

Si on insère dans le bornier d'entrée des selfs de **100** ou **330 µH**, l'aiguille du **multimètre** se placera sur les points indiqués figure 18.

### Avec un multimètre numérique

Si vous utilisez un **multimètre numérique** au lieu d'un multimètre **analogique**, réglez-le sur le calibre **2 V CC** et placez le commutateur **S1** sur la position **100 mH** puis reliez au bornier une **self** de **1 mH** : tournez ensuite le curseur du trimmer **R7** jusqu'à lire **100** (voir figure 19).

Quand cela est obtenu, sachant que le calibre **100 mH** est déjà **réglé**, si vous insérez dans le bornier une self de **47 mH**, l'afficheur visualisera le nombre **47**.

Pour régler les calibres **10** et **1 mH**, placez le commutateur **S1** sur la position **1 mH** et le commutateur du multimètre numérique sur le calibre **200 mV fond d'échelle**. Insérez dans le bornier une self de **100 µH** puis tournez le **curseur** du trimmer multitour **R6** jusqu'à lire sur le multimètre le nombre **100**.

Si vous insérez une self de **47 µH**, vous lirez bien sûr **47**. Lorsque vous avez obtenu cela, vous pouvez considérer que votre instrument de mesure est parfaitement **réglé**. Mais nous savons que les selfs – comme tous les composants – ont une **tolérance** : pour les selfs elle est d'environ **+/- 2 %**.

Ne vous étonnez donc pas de constater qu'en mesurant plusieurs selfs de valeurs **100 µH**, l'afficheur visualise des valeurs comprises entre **101-102 µH** ou entre **98-99 µH**.

## Lire les faibles valeurs de µH

Si avec le **multimètre numérique** on peut lire facilement même les **selfs** de très faible valeur, avec un **multimètre analogique** par contre vous aurez du mal à lire des valeurs de quelques **µH**.

En effet, même si vous utilisez le cadran du multimètre gradué de **0 à 100** et le





Figure 15 : Si vous utilisez pour la lecture un multimètre analogique, réglez-le sur le calibre de 1 V CC et servez-vous pour la lecture l'échelle graduée de 0 à 100 de manière à ne pas être en difficulté quand vous commuterez S1 sur les calibres 1-10-100 mH fond d'échelle.

Figure 16 : Pour régler le premier calibre 100 mH, placez le commutateur S1 sur 100 mH, insérez dans le bornier deux selfs en «série» de 47K et de 22K de manière à obtenir 69 mH et tournez le trimmer R7 jusqu'à ce que l'aiguille se trouve en face de 70.



Figure 17 : Pour régler les deux autres calibres, placez le commutateur S1 sur la position 1 mH, insérez dans le bornier le self de 1K et tournez le trimmer R6 jusqu'à ce que l'aiguille dévie en fond d'échelle. Rappelons que 1 mH correspond à 1 000 μH.

Figure 18 : Sachant que le nombre 100 du fond d'échelle correspond à 1 000 μH, en ajoutant un 0 aux nombres qui apparaissent dans le cadran vous lirez «μH». Donc si l'aiguille s'arrête sur le nombre 20 vous lirez 200 μH soit 0,2 mH.



calibre de **1 mH** fond d'échelle, sachez que chaque **graduation** du cadran correspond à **20 μH**, par conséquent si vous mesurez une self de **100 μH** l'aiguille de l'instrument se positionnera sur la :

**100 : 20 = 5° graduation**

Si la self que vous mesurez a une valeur de **47 μH** l'aiguille de l'instrument se positionnera sur la :

**47 : 20 = 2,35° graduation**

Pour lire avec précision des **faibles valeurs**, il faut toujours monter en **série** avec une self de faible valeur une autre self ayant une valeur **plus élevée**.

Par exemple, si nous montons la self de **47 μH** en **série** avec une de **100 μH**, l'aiguille de l'instrument se positionnera sur la :

**(100 + 47) : 20 = 7,35° graduation**

qui est plus visible qu'une aiguille se positionnant sur la **2,35° graduation**.

De toute façon, si vous disposez d'un **multimètre numérique**, la lecture sera plus simple car vous verrez apparaître un nombre sur l'afficheur et ce nombre indique directement la valeur en **μH** ou en **mH** (voir figures 19-20).

Effectuez quelques tests avec les **selfs** insérées dans le matériel disponible et

rappelez-vous que vous devez placer le commutateur du multimètre sur le calibre **2 V** ou bien **200 mV** fond d'échelle.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce selfmètre pour multimètre **EN1731** (boîtier, circuit imprimé, composants, et selfs d'étalonnage) est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après:

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/118.zip>

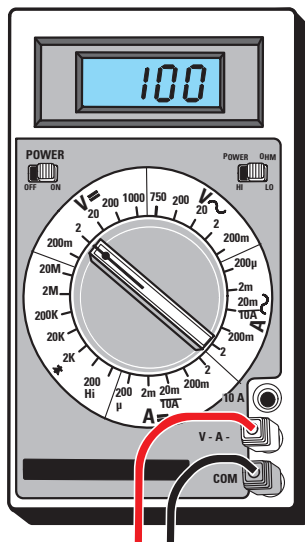


Figure 19 : Si vous utilisez un multimètre numérique, réglez-le sur le calibre **2 V** continu, puis réglez le commutateur **S1** sur la portée **100 mH** et, après avoir inséré dans le bornier une self de **1 mH**, tournez le trimmer **R7** jusqu'à ce que l'afficheur visualise **100**.

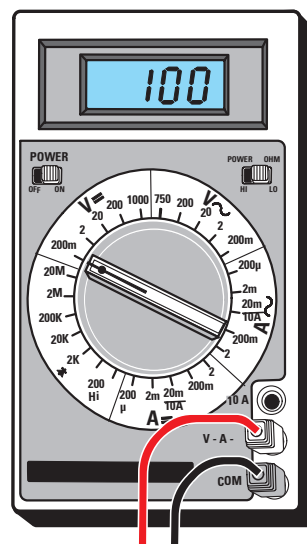
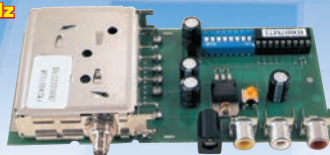


Figure 20 : Pour régler les deux autres calibres **10-1 mH**, réglez le multimètre sur le calibre **200 mV**. Insérez dans le bornier une self de **1 mH**, soit **100 µH**, puis tournez le trimmer **R6** jusqu'à ce que le nombre **100** s'affiche.

## ÉMETTEUR & RÉCEPTEUR 1,2 & 2,4 GHz

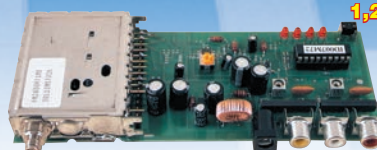
### ÉMETTEUR 1,2 & 2,4 GHz 20, 200 et 1000 mW



Alimentation : 13,6 VDC. 4 fréquences en **2,4 GHz** : **2,4 - 2,427 - 2,454 - 2,481 GHz** ou 8 fréquences en **1,2 GHz** : **1,112 - 1,139 - 1,193 - 1,220 - 1,247 - 1,264 - 1,300 GHz** ou 4 fréquences en **1,2 GHz** : **1,120 - 1,150 - 1,180 - 1,255 GHz**. Sélection des fréquences : dip-switch. Stéréo : audio 1 et 2 (6,5 et 6,0 MHz). Livré sans alim ni antenne.

TX2-4G .....	Emetteur 2,4 GHz 4 c monté 20 mW .....	39,00 €
TX2-4G-2-...	Emetteur monté 4 canaux 200 mW .....	99,00 €
TX1-2G .....	Emetteur 1,2 GHz 20 mW monté 8 canaux .....	48,00 €
TX1-2G-2-...	Emetteur 1,2 GHz monté 1 W 4 canaux .....	79,00 €

### RÉCEPTEUR 4 CANAUX 1,2 & 2,4 GHz



Alimentation : 13,6VDC. 4 fréquences en **2,4 GHz** : **2,4 - 2,427 - 2,454 - 2,481 GHz** ou 8 fréquences en **1,2 GHz** : **1,112 - 1,139 - 1,193 - 1,220 - 1,247 - 1,264 - 1,300 GHz**. Sélection des fréquences : dip-switch pour le 1,2 GHz et par poussoir pour les versions 2,4 GHz. Stéréo : audio 1 et 2 (6,5 et 6,0 MHz). Fonction scanner pour la version 1,2 GHz. Livré sans alimentation ni antenne.

RX2-4G.....	Récepteur monté 2,4 GHz 4 canaux.....	39,00 €
RX1-2G.....	Récepteur monté 1,2 GHz 8 canaux.....	48,00 €

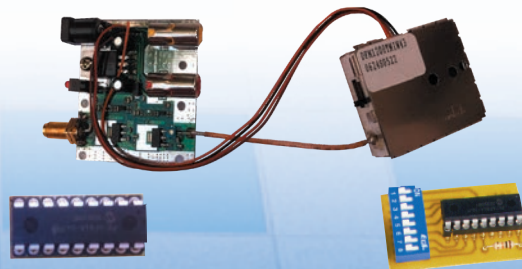
### VERSION 256 CANAUX

Extensions pour émetteurs **TX2.4G / TX1.2G** et récepteurs **RX2.4G / RX1.2G** : permettent d'atteindre **256** canaux. Le pas est de **1 MHz**. Sélection des canaux par dip-switch. Fréquences de départ : **2,3** pour les versions **TX2.4G / REX2.4G** et **1,2** pour les **TX 1,2G / RX 1,2G**. Extension vendue sans émetteur ni récepteur.

TEX1.2.....	Kit extension 1,2 à 1,456 GHz .....	19,80 €
TEX2.3.....	Kit extension 2,3 à 2,556 GHz .....	19,80 €
REX1.2.....	Kit extension 1,2 à 1,456 GHz .....	19,80 €
REX2.3.....	Kit extension 2,3 à 2,556 GHz .....	19,80 €

Expéditions dans toute la France. Moins de 5 Kg ; port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. Bons administratifs acceptés.

Comelec 03 / 2012 - Photos non contractuelles. Publicité valable pour les mois de parution. Prix exprimés en euro toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions.



**COMELEC**

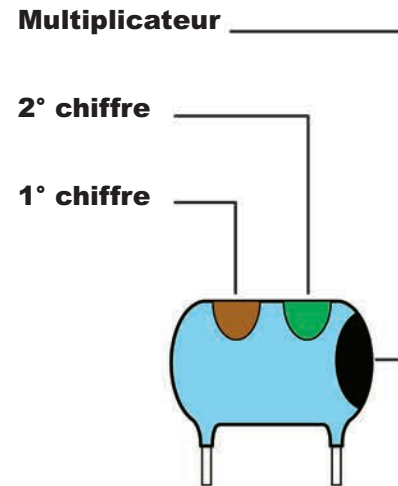
CD 908 13720 BELCODÈNE

Tél. : 04 42 70 63 90 Fax : 04 42 70 63 95

[www.comelec.fr](http://www.comelec.fr)

## CODE DES SELFS RF À GOUTTE

	1° chiffre	2° chiffre	Multiplicateur
Noir	== ==	0	x 1
Marron	1	1	x 10
Rouge	2	2	x 100
Orange	3	3	x 1.000
Jaune	4	4	OR : 10
Vert	5	5	
Bleu	6	6	
Violet	7	7	
Gris	8	8	
Blanc	9	9	



1 $\mu$ H	1,5 $\mu$ H	2,2 $\mu$ H	3,3 $\mu$ H	4,7 $\mu$ H	5,6 $\mu$ H	8,2 $\mu$ H
10 $\mu$ H	15 $\mu$ H	22 $\mu$ H	33 $\mu$ H	47 $\mu$ H	56 $\mu$ H	82 $\mu$ H
100 $\mu$ H	150 $\mu$ H	220 $\mu$ H	330 $\mu$ H	470 $\mu$ H	560 $\mu$ H	820 $\mu$ H
1,0 mH	1,5 mH	2,2 mH	3,3 mH	4,7 mH	5,6 mH	8,2 mH
10 mH	15 mH	22 mH	33 mH	47 mH	56 mH	82 mH

Pour lire la valeur d'une **self** on utilise le même **code des couleurs** que pour les **résistances**, par conséquent les **premier** et **second points** de couleur correspondent respectivement au **1° chiffre** et au **2° chiffre**, le dernier **point à droite** – plus gros – étant le **multiplicateur**.

Donc si le **1° point** est **Marron**, le **2° point** **Vert** et le **dernier point** **Or**, nous lirons : **15 : 10 = 1,5  $\mu$ H**

Si le dernier point est **Noir** nous lirons **15 x 1 = 15  $\mu$ H**

s'il est **Marron** nous lirons **15 x 10 = 150  $\mu$ H**

s'il est **Rouge** nous lirons **15 x 100 = 1 500  $\mu$ H** soit **1,5 mH**

et s'il est **Orange** nous lirons **15 x 1 000 = 15 000  $\mu$ H** soit **15 mH**.



# CONTRÔLEZ VOTRE ENVIRONNEMENT

## RADIOACTIVITÉ

### COMPTEUR GEIGER MULTIFONCTION PROFESSIONNEL

Depuis Tchernobyl – 1986 vingt-cinq ans déjà ! Et plus récemment en mars 2011 Fukushima, nous sommes devenus très méfiants à l'égard des substances radioactives et de la radioactivité en général. Ce compteur Geiger multifonction professionnel vous permet de contrôler la radioactivité de l'air, même sur de longues périodes ; de plus il peut évaluer les trois types de rayonnement (alpha, bêta et gamma). Toutes les données recueillies sont mémorisées dans une SD-Card de 1 Go : avec un PC vous pourrez visualiser l'évolution du niveau de radioactivité ambiante.



Kit complet **327,00€**

Ref. EN1710K

Version montée **412,80 €**

Ref. EN1710KM2

Valise de transport (en option) **21,00 €**

Ref. MK60

## MESUREZ LA POLLUTION DES ONDES QUI VOUS ENTOURENT

Kit complet **190,55 €**

Ref. EN1407

Version montée **252,05 €**

Ref. EN1407KM



### COMPTEUR GEIGER ÉCONOMIQUE PUISSANT ET PERFORMANT

Cet appareil va vous permettre de mesurer le taux de radioactivité (ondes Bêta et Gamma) présent dans l'air, les aliments, l'eau, etc. Gamme de mesure: de 0.001 à 0.35 mR/h.

### DÉTECTEUR DE TÉLÉPHONES PORTABLES

Ce détecteur vous apprend, qu'un téléphone portable dans un rayon de 30 mètres, appelle ou est appelé, On peut, grâce à ce détecteur, vérifier que le panneau affichant "Portables interdits" ou "Eteignez vos portables" est bien respecté.. Ce précieux appareil trouvera son utilité dans les hôpitaux, chez les médecins, dans les stations service, les cinémas et, plus généralement, dans tous les services privés ou publics où se trouve des dispositifs utiles pour des personnes sensibles aux perturbations radioélectriques.

Kit complet **43,25 €**

Ref. EN1523

Version montée **65,25 €**

Ref. EN1523KM



Retrouvez les caractéristiques techniques des kits sur notre site : [WWW.COMELEC.FR](http://WWW.COMELEC.FR)



# RADIOACTIVITÉ, CHAMPS ÉLECTRIQUES, MAGNÉTIQUES ET ÉLECTROMAGNÉTIQUES



Kit complet **126,90 €**

Réf. EN1435

Version montée **178,50 €**

Réf. EN1435KM

## POLLUTION DES ONDES

### POLLUOMETRE HF

Comment mesurer la pollution électromagnétique ?  
Avec cet appareil mesurez l'intensité des champs électromagnétiques HF, rayonnés par les émetteurs FM, les relais de télévision et autres relais téléphoniques.

## DÉTECTEUR DE CHAMPS

### ÉLECTRIQUES, MAGNÉTIQUES ET ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Cet appareil permet de mesurer les champs électriques et magnétiques basses fréquences émis par les câbles du réseau électrique ou les câbles à haute ou très haute tension qui passent près d'une habitation. En outre, il permet la mesure des niveaux des signaux radiofréquence émis par les réémetteurs de radio ou de télévision, sans oublier les relais pour téléphones mobiles et même les fours à micro-ondes. Il est capable de mesurer la valeur des champs magnétiques générés par les transformateurs des appareils électroménagers (aspirateur, mixer, frigo, lave linge ou lave-vaisselle) etc...



Kit complet **81,00 €**

Réf. EN1757

Version montée **113,40 €**

Réf. EN1757KM



Kit complet **96,35 €**

Réf. EN1310

Version montée **129,90 €**

Réf. EN1310KM

### CHAMPS-MÈTRE

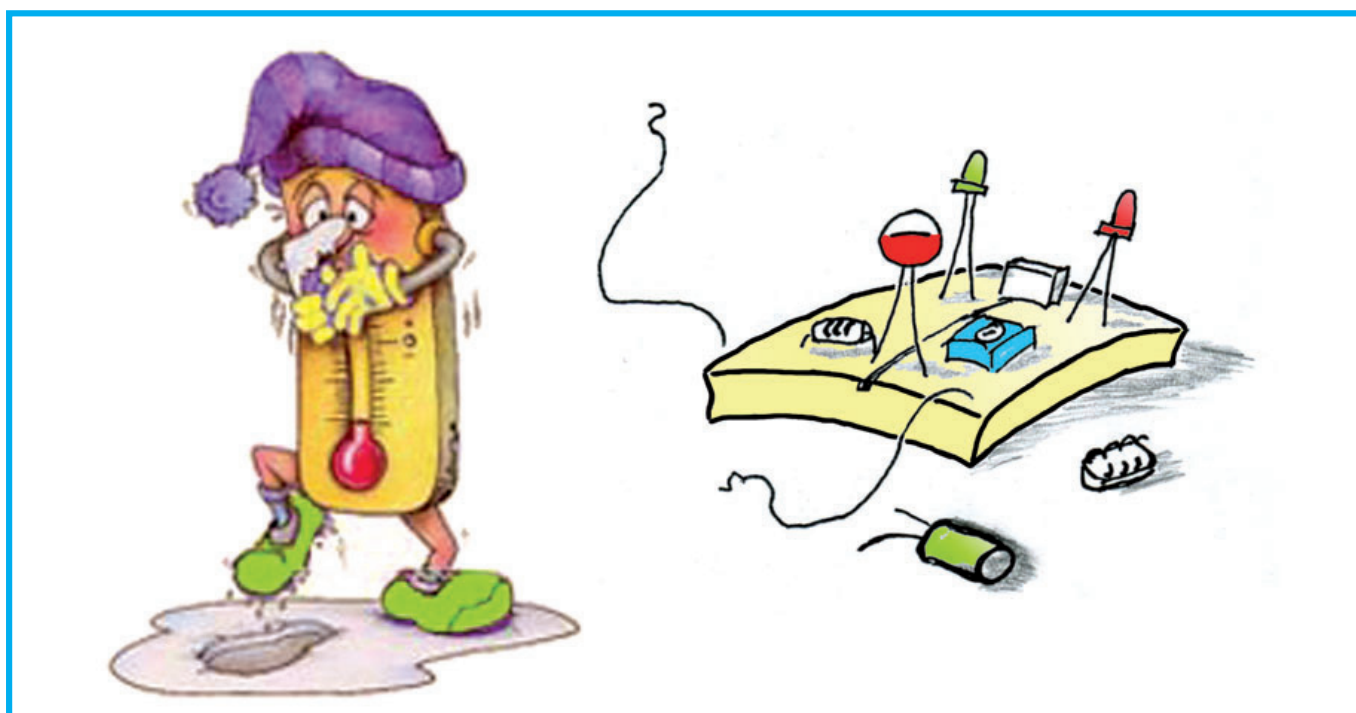
Comment mesurer la pollution électromagnétique ?  
Avec cet appareil, mesurez l'intensité des champs électromagnétiques HF rayonnés par les émetteurs FM, les relais de télévision et autres relais téléphoniques.

# COMELEC

CD 908 13720 BELCODENE Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95

# Mesurer la température avec le Minilab

Nous vous expliquons dans cet article comment construire un thermomètre électronique à NTC sur la plaque d'essais du Minilab. À l'aide de quelques expérimentations simples, nous vous aiderons à comprendre en quoi consiste la résistance électrique et à quoi sert une des lois fondamentales de l'électronique : la Loi d'Ohm.



**L**e montage que nous vous présentons dans cette onzième session d'utilisation du Minilab consiste en réalité en deux circuits distincts. Le premier est un véritable **thermomètre électronique** dans lequel, en mesurant la **tension** de sortie, il est possible de trouver la **température** en °C mesurée par le **capteur**. Le second est un circuit de **trigger** fonctionnant comme **comparateur** : relié au thermomètre, ce second circuit permet d'allumer une **LED** quand la température mesurée par le thermomètre atteint une **valeur** déterminée, programmable à volonté.

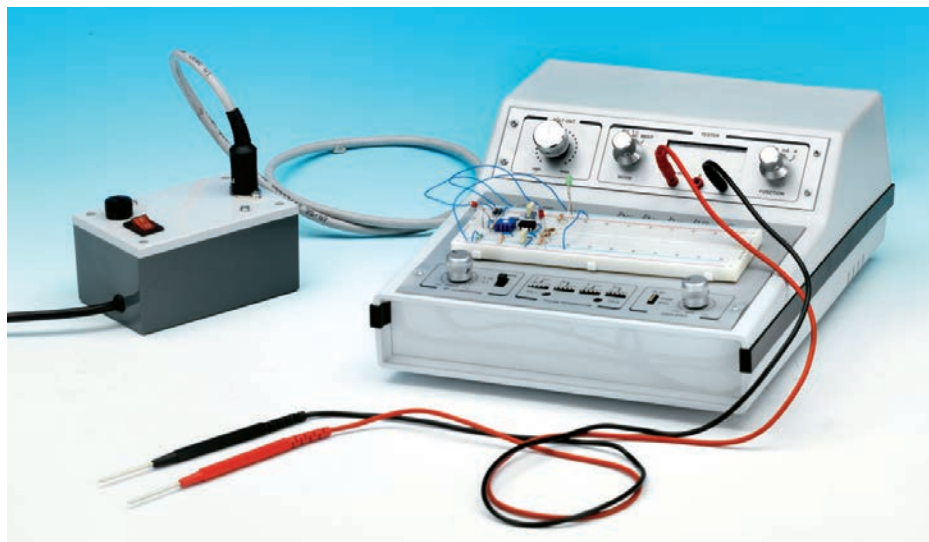
En simplifiant, nous pouvons dire que le thermomètre est un dispositif de **mesure** et le circuit de trigger un dispositif de **contrôle**. C'est ce qui se passe d'habitude dans la réalité, quand on ne se contente pas seulement de mesurer une température, mais qu'on désire en outre qu'un dispositif de contrôle – un signal d'**alarme**, etc. – intervienne au seuil d'une valeur précise.

Pour mesurer la température, notre thermomètre électronique utilise un composant appelé **NTC**. Cet acronyme signifie **Negative Temperature Coefficient**, c'est-à-dire **coefficient de température négatif**. En fait, la **NTC** n'est rien d'autre qu'une **résistance** dont la valeur **diminue** lorsque la **température** augmente.

Dans la seconde partie de l'article nous effectuerons ensemble une série d'expérimentations qui vous aideront à comprendre ce qu'est la **résistance électrique** et **comment** on la **mesure**. Pour le moment nous nous contenterons de dire que la résistance se mesure en **ohm** ( $\Omega$ ) et que sa valeur donne une idée de l'**opposition** qu'un composant déterminé offre au passage du courant électrique.

Plus grande est la valeur en  $\Omega$  et plus grande est l'opposition (la résistance) au passage du courant qui le traverse. Pour avoir une idée très intuitive, vous pouvez comparer le courant





**Figure 1 :** En utilisant une NTC, c'est-à-dire une résistance variant avec la température, il est possible de construire sur la plaque d'essais du Minilab un thermomètre électronique capable de signaler même de minimes variations de température.

électrique au flux de l'eau à l'intérieur d'un tuyau et la résistance électrique à un rétrécissement du tuyau. C'est sur ce phénomène que se base le fonctionnement d'un des composants les plus communs en électronique et qu'on appelle justement **résistance** parce qu'il présente une valeur bien précise et calibrée en  $\Omega$ .

Si nous prenons un fil en métal, par exemple un fin fil de cuivre et si nous le chauffons, nous constatons que sa résistance électrique **augmente**.

Le **NTC** se comporte de manière **différente** par rapport à une résistance normale, car lorsque sa température **augmente** sa résistance **diminue** sensiblement et cette caractéristique est mise à profit pour réaliser des dispositifs de contrôle de la **température**.

Si vous regardez le graphique de la figure 2, vous voyez que la valeur en  $\Omega$  d'un **NTC** diminue notablement quand la température augmente. À partir de ce graphique on montre, par exemple, que la résistance de la **NTC** passe d'une valeur d'environ **7 k $\Omega$**  à **0°C** à une valeur d'environ **800  $\Omega$**  à **50°C**. Cela signifie qu'avec une variation de la température de **50°C**, la résistance de la **NTC** a été divisée par **huit**.

Il est facile de comprendre que plus grande est sa variation de résistance pour un certain intervalle de température, plus grande est la **sensibilité** de la **NTC**.

Naturellement, si nous voulons mesurer la température avec une **NTC**, nous devons disposer du graphique représentant sa **courbe caractéristique**, graphique normalement donné par le constructeur. Si l'on connaît la courbe de la **NTC**, il est possible de calculer la valeur de sa résistance pour chaque valeur de température.

Les **NTC** ont un champ d'application précis. Celui que nous avons utilisé dans notre thermomètre peut être employé dans l'intervalle de température allant de **-25°C** à **125°C**, c'est plus que suffisant pour mesurer la température d'un environnement domestique, comme nous vous proposons de faire dans l'expérience que comporte cet article.

Les dispositifs permettant de réaliser un thermomètre électronique sont nombreux. On peut faire de très bonnes mesures en mettant à profit la variation de la tension de **seuil** de la jonction d'une diode au silicium, ou bien avec l'emploi de **sondes** de température réalisées dans un matériau **semiconducteur** qui permet de détecter des variations de température de l'ordre de **0,1 °C**.

## Le schéma électrique

Regardez, sur la figure 3, le schéma électrique de notre circuit **EN3011**. Le capteur de température du thermomètre

électronique est la **NTC1**, elle est insérée dans un **pont de résistances** dit **pont de Wheatstone** formé de la NTC elle-même et des résistances **R1**, **R2** et **R3**. **R1** permet de réduire le courant traversant ce pont à quelques centaines de  **$\mu A$** .

Le **pont de Wheatstone** permet de comparer la tension aux bornes de la **NTC**, il est relié d'un côté au **+12 V** et de l'autre à la **masse** et son point central est relié à l'entrée **non inverseuse** (+) de l'amplificateur opérationnel **IC1/A**, à travers la résistance **R4** de **100 k $\Omega$** .

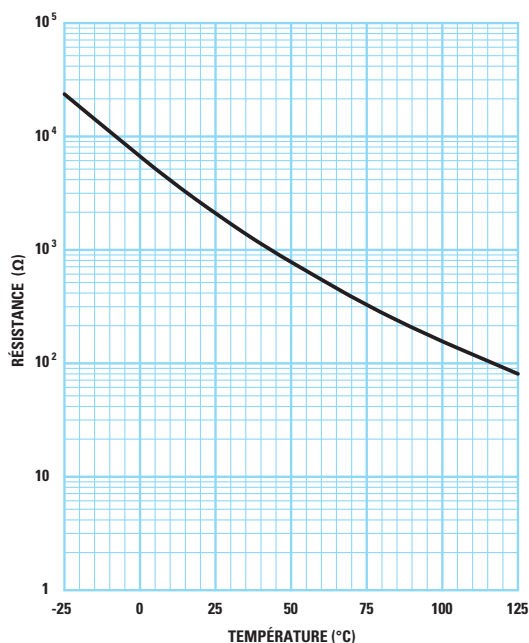
L'autre partie du pont est formé par les résistances **R2** de **2,2 k $\Omega$**  et **R3** de **32,8 k $\Omega$** , il est relié d'un côté au **+12 V** et de l'autre à la **masse**. Sa fonction est de fournir une tension de référence à l'entrée **inverseuse** (-) de l'amplificateur opérationnel **IC1/A** à travers la résistance **R5**, elle aussi de **100 k $\Omega$** .

La tension présente sur la broche **1** de sortie de l'amplificateur opérationnel est donnée par la **différence** entre la tension présente sur son entrée **inverseuse** et celle **non inverseuse**, multipliée pour le **gain** de l'amplificateur.

Le **gain A** de l'amplificateur est donné par la formule :

$$A = R7 : R5$$

or **R7 = 1 M** c'est-à-dire **1 000 000  $\Omega$**  et **R5 = 100 k $\Omega$**  c'est-à-dire **100 000  $\Omega$** .



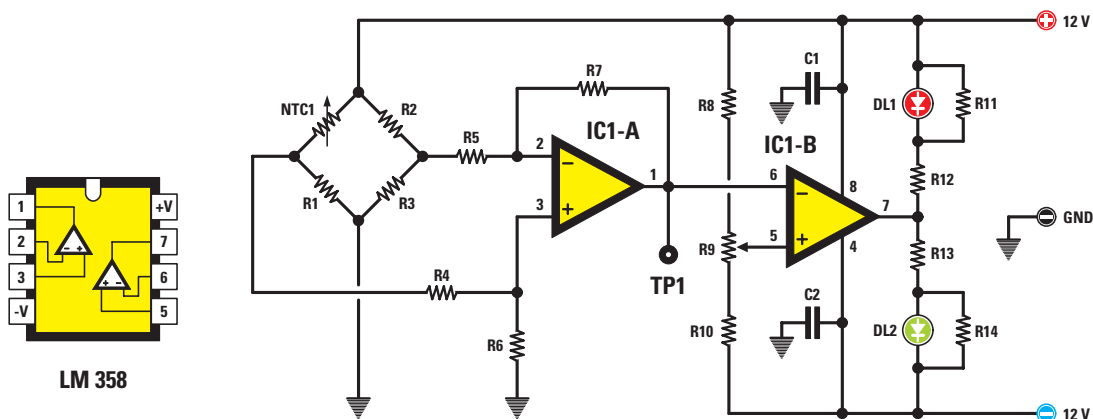
**Figure 2 :** Ce graphique montre comment varie la résistance de la NTC quand la température varie. Sur l'axe vertical sont représentées en échelle logarithmique les différentes valeurs de résistance de la NTC en  $\Omega$ , alors que sur l'axe horizontal sont représentées en échelle linéaire les valeurs de la température en  $^{\circ}\text{C}$ . Comme vous pouvez le noter, à  $-25^{\circ}\text{C}$  la résistance de la NTC est égale à  $2 \times 10^4$ , c'est-à-dire 20 k $\Omega$ , alors qu'à  $125^{\circ}\text{C}$  elle est de  $8 \times 10 = 80 \Omega$ , c'est-à-dire 250 fois plus petite.

## Liste des composants EN3011

NTC1 . NTC 2,2 k  
R1 ..... 32,8 k 1%  
R2 ..... 2,2 k 1%  
R3 ..... 32,8 k 1%

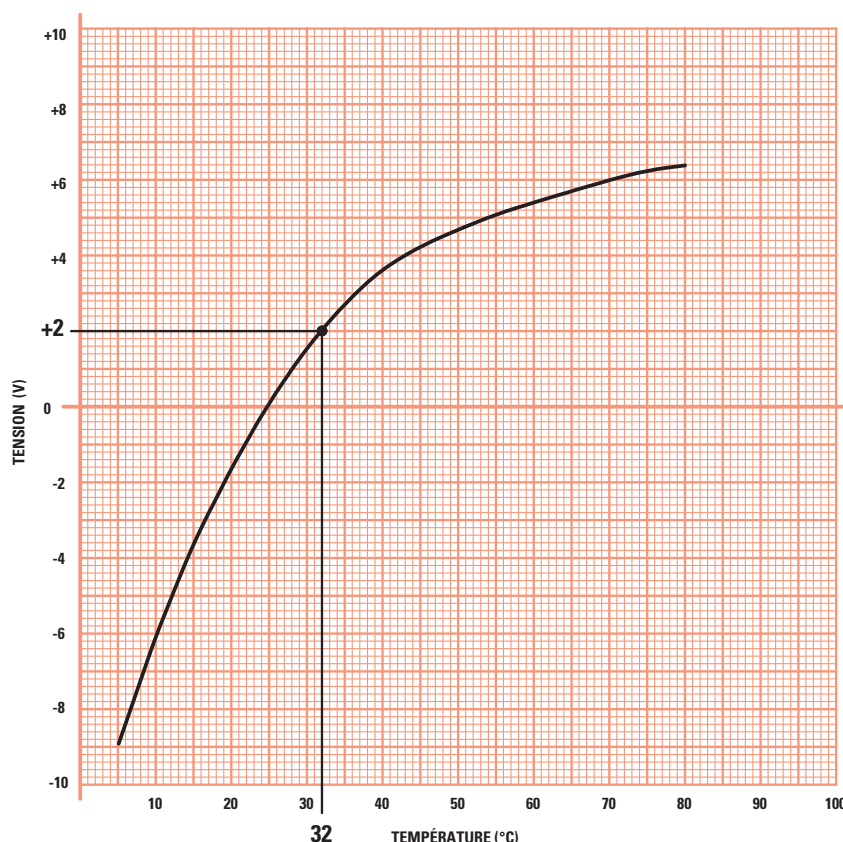
R4 ..... 100 k 1%  
R5 ..... 100 k 1%  
R6 ..... 1 M 1%  
R7 ..... 1 M 1%  
R8 ..... 33 k  
R9 ..... 5 k trimmer  
R10 ... 33 k  
R11 ... 2,2 k

R12 ... 1 k  
R13 ... 1 k  
R14 ... 2,2 k  
C1 ..... 100 nF polyester  
C2 ..... 100 nF polyester  
DL1 ... LED rouge  
DL2 ... LED verte  
IC1 .... LM358



**Figure 3 :** Schéma électrique du thermomètre électronique. Sur la sortie TP1 de l'amplificateur IC1/A, il est possible de mesurer la tension qui permet de trouver la valeur de la température. Le circuit intégré IC1/B est monté en comparateur, il signale ainsi les changements de température par l'allumage des LED DL1 et DL2.





T(°C)	Vu(V)
+ 5	-8,90
+10	-6,10
+15	-3,50
+20	-1,60
+25	0
+30	+1,60
+35	+2,90
+40	+3,60
+45	+4,10
+50	+4,60
+55	+5,10
+60	+5,40
+65	+5,70
+70	+6,0
+75	+6,30
+80	+6,40

Figure 4 : Ce graphique permet de trouver la valeur de la température en partant de la tension mesurée sur TP1. Dans l'exemple de la figure, à une tension de +2,00 V correspond une température de +32 °C.

Nous obtenons alors :

$$A = 1\,000\,000 : 100\,000 = 10 \text{ fois}$$

Les valeurs des trois résistances **R1**, **R2** et **R3** sont calculées de telle manière que la tension à la sortie de l'amplificateur soit proche de **zéro** quand la valeur de la température est de **25 °C**.

Dans ce cas, en effet, la résistance de la **NTC** est exactement de **2,2 kΩ** et elle est donc identique à **R2** : par conséquent la tension entre les deux entrées de l'amplificateur, dans la limite des tolérances des composants, est égale à **0 V**.

Si la température alors mesurée par le thermomètre est **inférieure à 25 °C**, la tension mesurée à la sortie de l'amplificateur sera de signe **négatif**. Si, en revanche, la température mesurée est **supérieure à 25 °C**, la tension à la sortie de l'amplificateur sera de signe **positif**.

On voit sur la figure 4 le graphique montrant comment varie la **tension** de sortie de l'amplificateur en fonction de la **température**. Ce graphique est indispensable parce que, en mesurant la valeur de la tension à la sortie de l'amplificateur, il nous permet de trouver la valeur de la température en **°C**.

Si, par exemple, nous mesurons une tension à la sortie de l'amplificateur de **+2,00 V**, en regardant le graphique nous pouvons dire que la température mesurée par la **NTC** est de **32 °C**.

Ainsi, au moyen d'une simple mesure de **tension** effectuée avec le **voltmètre** du **Minilab**, nous pourrions toujours aboutir à la valeur de la **température** mesurée par le thermomètre. Après avoir vu comment fonctionne le thermomètre proprement dit, il nous faut maintenant expliquer la partie restante du circuit : cette partie est formée du circuit intégré **IC1/B**, un simple **comparateur**. L'entrée **non inverseuse** du comparateur est reliée au trimmer **R9**

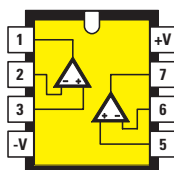
de **5 kΩ** connecté d'un côté au **+12 V** et de l'autre au **-12 V** à travers deux résistances **R8** et **R10** de **33 kΩ**.

Par une rotation de l'axe du trimmer on peut faire **varier** la tension d'entrée du comparateur jusqu'à la faire coïncider avec la tension venant de la broche de sortie **1** de l'amplificateur.

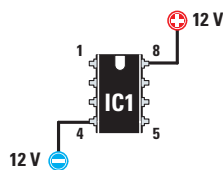
Il est ainsi possible d'activer une signalisation lumineuse entrant en fonction dès que la température dépasse la valeur paramétrée. La fonction du comparateur est en effet de provoquer la mise sous tension d'une des deux LED **DL1** et **DL2** : d'allumer la LED **rouge DL1** dès que la température mesurée par la NTC **dépasse** une certaine valeur de température choisie par vous, ou bien d'allumer la LED **verte DL2** si la température se maintient au **dessous** de la valeur choisie. Pour que le comparateur puisse fonctionner correctement, il faut procéder à une simple opération de **réglage**, que nous vous expliquons dans les pages suivantes.

## LES MONTAGES DU MINILAB

### Thermomètre électronique



LM 358



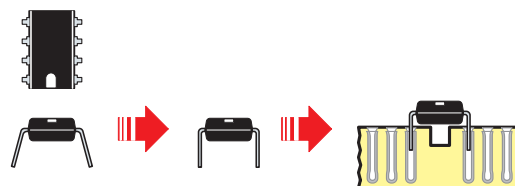
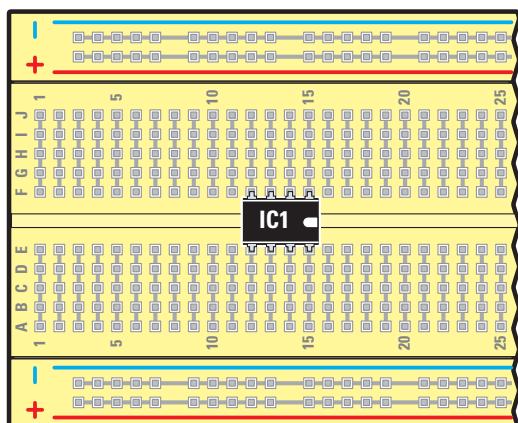
Comme vous allez le voir, le montage de ce circuit est extrêmement simple : le thermomètre est composé d'un **circuit intégré**, d'un capteur de température **NTC**, de deux **LED**, d'un **trimmer** et d'une poignée de **résistances** et **condensateurs**. Nous vous conseillons de toujours insérer bien à fond les fils et broches des composants dans les trous de la plaque d'essais, si vous voulez éviter les problèmes de fonctionnement du circuit.

**Figure 5 :** Le thermomètre électronique utilise un unique circuit intégré, un **LM358**. En regardant le brochage vu de dessus du circuit intégré, vous voyez sur son schéma synoptique qu'il contient **deux amplificateurs opérationnels**, représentés par **deux petits triangles**, chacun étant doté de **deux entrées**, une **non inverseuse** repérée par le **signe +** et une **inverseuse**, par le **signe -** et d'une **sortie**. Dans ce montage nous utilisons un amplificateur opérationnel dans la classique configuration d'**amplificateur inverseur (IC1/A)** et l'autre dans la configuration de circuit **comparateur (IC1/B)**.

Sur le boîtier du circuit intégré on a deux rangées de **quatre broches** chacune, soit un total de **huit broches** numérotées de **1 à 8**. Comme toujours sur le boîtier du circuit intégré on a un **repère-détrompeur en U** servant à l'insérer dans le **bon sens**. Le repère-détrompeur sert également à identifier la position des **broches**. Si vous placez le circuit intégré avec le repère-détrompeur tourné vers le haut, comme l'indique la figure et si vous le regardez par **dessus**, soit avec ses broches tournées vers le circuit imprimé, vous voyez que la broche **1** est la **première en haut à gauche** du repère-détrompeur. À partir de la broche numéro **1** les broches sont numérotées en progression dans le sens **anti horaire**. Les fonctions des huit broches sont les suivantes :

- broche 1 :** sortie de l'amplificateur opérationnel 1
- broche 2 :** entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel 1
- broche 3 :** entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel 1
- broche 4 :** alimentation V- (-12 V)
- broche 5 :** entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel 2
- broche 6 :** entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel 2
- broche 7 :** sortie de l'amplificateur opérationnel 2
- broche 8 :** alimentation V+ (+12 V)

Ce circuit intégré est alimenté avec une **tension double**, soit avec une tension de **-12 V** sur la broche **4** et une tension de **+12 V** sur la broche **8**.



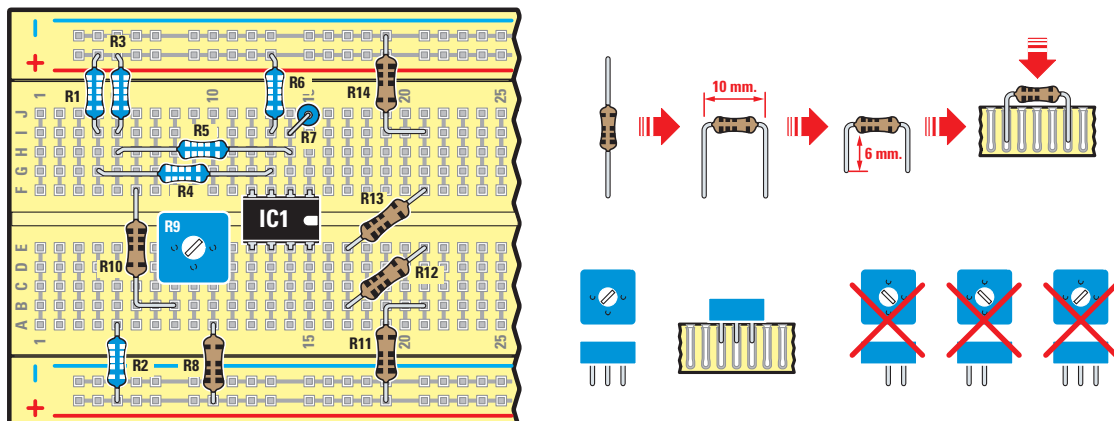
**Figure 6 :** Commencez en insérant le circuit intégré **IC1 LM358**, à placer dans les trous à cheval sur la ligne centrale, dans la position indiquée par la figure, c'est-à-dire avec son **repère-détrompeur en U** tourné vers la **droite**. Comme d'habitude, faites très attention de ne pas vous tromper de sens, car vous pourriez endommager le circuit intégré.

Nous vous conseillons, avant d'insérer le circuit intégré dans la plaque d'essais, de replier légèrement les deux rangées de broches avec une pince, afin de les rendre parfaitement parallèles. Orientez le repère-détrompeur vers la droite et insérez le circuit intégré dans la position indiquée, en le pressant à fond.

**Figure 7 :** C'est maintenant au tour des **résistances**, que vous identifierez facilement au moyen des anneaux de **couleurs**.

**Note :** A la fin de cet article vous trouverez le **code des couleurs des résistances** et la manière de les interpréter.

Certaines de ces résistances ont une tolérance de  $\pm 5\%$  alors que les autres, précisément celles de l'amplificateur, sont des résistances de **précision** et ont une tolérance de  $\pm 1\%$ .



Les **résistances de précision** sont facilement reconnaissables parce qu'on a sur leur enrobage **cinq bandes colorées** au lieu des **quatre habituelles**. En outre la bague indiquant la tolérance, au lieu d'être de couleur **or** est de couleur **marron**. Pour vous aider à les identifier, nous vous donnons ci-après les valeurs des résistances de précision et leur couleurs.

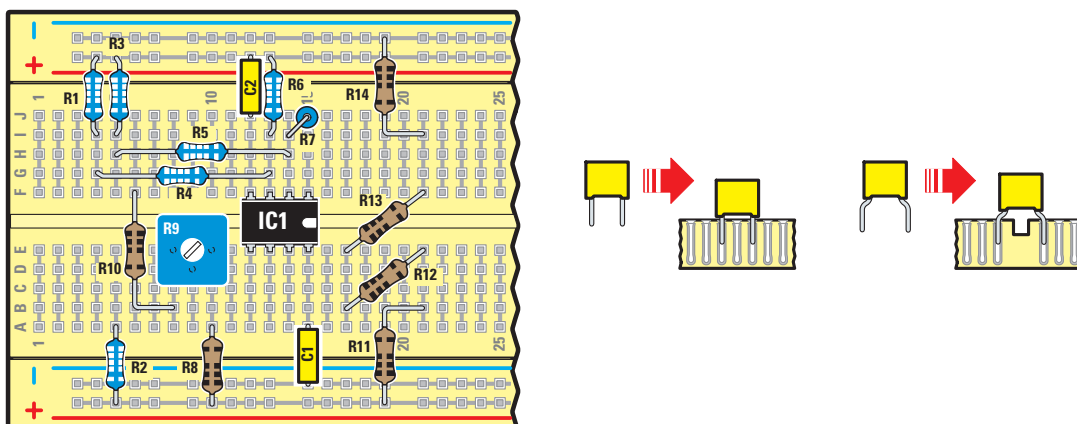
2 200 $\Omega$	2,2 K $\Omega$	rouge-rouge-noir-marron-marron
32 800 $\Omega$	32,8 K $\Omega$	orange-noir-gris-rouge-marron
100 000 $\Omega$	100 K $\Omega$	marron-noir-noir-orange-marron
1 000 000 $\Omega$	1 M $\Omega$	marron-noir-noir-jaune-marron

Après les avoir identifiées, insérez les résistances de précision une après l'autre dans la position qui leur est attribuée. Avant de les insérer dans la plaque d'essais, nous vous conseillons de passer légèrement sur leurs broches un petit morceau de papier de verre, de manière à ôter toute trace éventuelle d'oxydation pouvant nuire à un bon contact.

Les résistances **R1**, **R2**, **R3** et **R6** sont à replier de manière à avoir entre leurs fils de sortie environ **10 mm** comme l'indique la figure. Les résistances **R4** et **R5** sont à replier de manière à avoir entre leurs fils de sortie **23 mm**. La résistance **R7**, en revanche, sera repliée sur **elle-même** en trombone comme l'indique la figure, puis insérée **verticalement** dans la plaque d'essais.

Les résistances restantes seront repliées comme l'indique la figure, en fonction de leur emplacement sur la plaque d'essais. Étant donné que le dessin reproduit est à l'échelle **1:1**, pour une tâche plus facile, nous vous conseillons de relever à chaque fois la distance entre les fils de sortie des résistances en mesurant directement sur le dessin la distance entre les trous d'insertion.

Après avoir inséré les résistances, prenez dans le matériel disponible le **trimmer R9**, qui n'est rien d'autre qu'une résistance **variable** (il est constitué d'un petit cube en plastique coloré). Comme vous le voyez, sur la face supérieure du cube on a la **vis** utilisée pour le **réglage**, alors que sur la face inférieure on a les **trois broches métalliques**, disposées en triangle. Au moment d'insérer le trimmer dans le circuit, faire très attention à bien enfoncer ces trois broches métalliques dans le bon sens. Si vous regardez attentivement le dessin, vous voyez que les trois broches sont insérées dans la plaque d'essais de telle manière que le **triangle** formé des **trois broches** ait le sommet vers le **bas**.

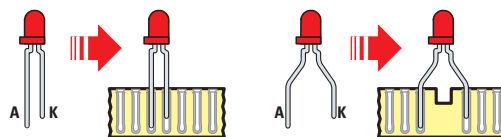
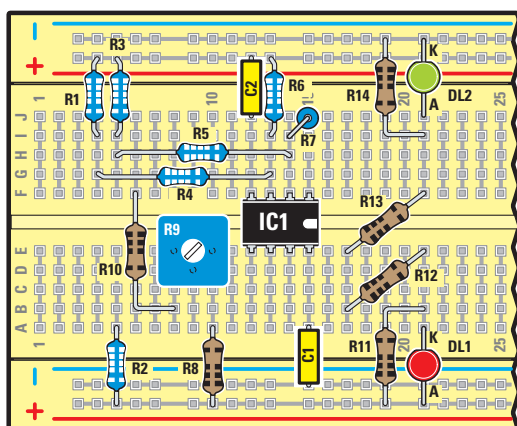


**Figure 8 :** Prélevez maintenant dans le matériel disponible les **deux condensateurs polyester C1-C2**. Les condensateurs **polyesters** ont pour caractéristique de **n'avoir pas de polarité**, par conséquent leurs broches peuvent être **intérverties** tranquillement.

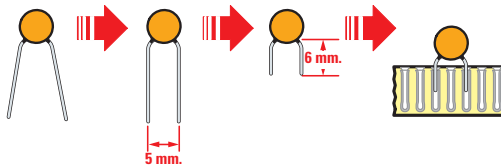
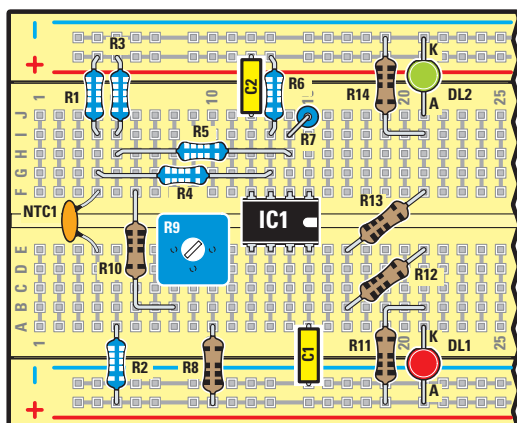
Les deux condensateurs **C1** et **C2** ont une valeur de **100 nF**. Sur leur boîtier est imprimé le marquage suivant :

**.1** ou bien **100n** condensateur de **100 nF**

Après les avoir identifiés, insérez les deux condensateurs dans la plaque d'essais, chacun dans la position indiquée par la figure.

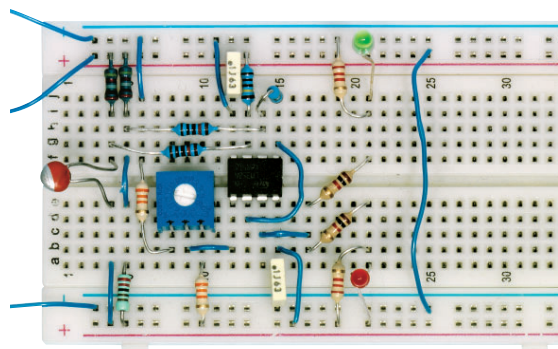
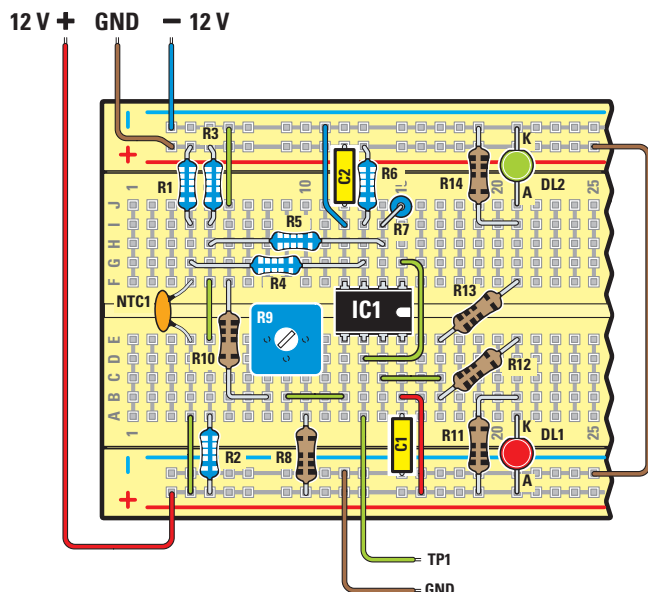


**Figure 9 :** Prenez maintenant dans le matériel disponible les deux LED **DL1** et **DL2**, une **rouge** et l'autre **verte**. Comme vous le savez, la patte la plus **longue** indique l'**anode (A)** de la LED, alors que la patte la plus **courte** indique la **cathode (K)**. Insérez la LED **rouge** dans la position indiquée par la figure, avec la **cathode (K)** tournée vers le haut et la LED **verte**, dans la position attribuée, avec la cathode (**K**) tournée vers le haut. Faites très attention, chaque fois que vous montez une LED, à bien respecter son sens, sinon le circuit **ne fonctionnera pas**.



**Figure 10 :** Insérez enfin dans la plaque d'essais le capteur de température **NTC1**. S'agissant d'une résistance variant avec la température, ce composant **n'a pas** de **polarité** et par conséquent ses broches peuvent être interverties tranquillement. Insérez le NTC dans les trous attribués sur la plaque d'essais : conservez toute la longueur de ses deux pattes métalliques, de telle manière qu'il soit suffisamment éloigné du circuit.



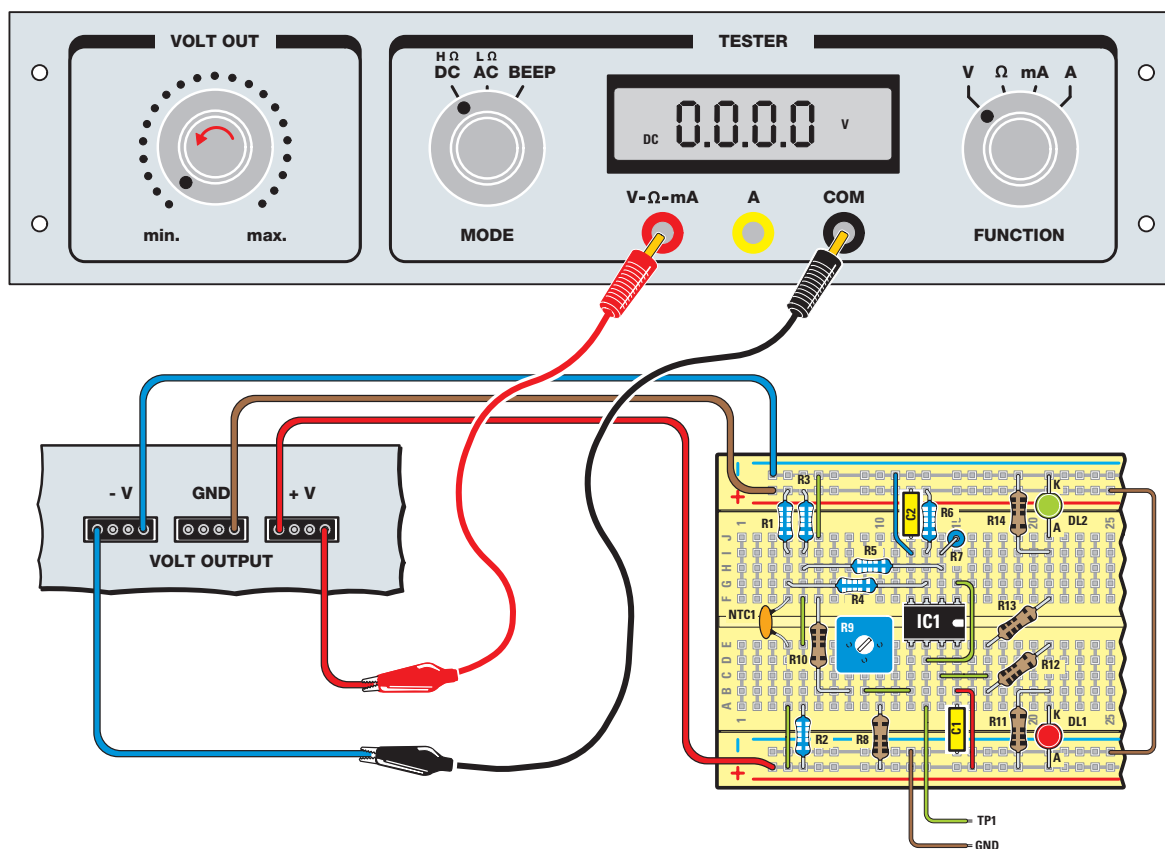


**Figure 11 :** Terminez le montage avec les liaisons indiquées sur la figure. Ayez soin de bien dénuder le fil, puis de l'insérer à fond dans les trous de la plaque d'essais, de manière à réaliser un bon contact. Nous vous recommandons de soigner particulièrement ce point car sinon le circuit risque de ne pas fonctionner.

Après avoir effectué les liaisons sur la plaque d'essais au moyen des morceaux de fil, vous devrez terminer le montage avec les liaisons nécessaires à son **alimentation**. Insérez dans la plaque d'essais les **trois fils rouge, bleu et marron** servant pour les liaisons à l'**alimentation** du Minilab. Le fil **rouge** du **+12 V** est à relier à la ligne **rouge (+)** située **en bas** sur la plaque d'essais, le fil **bleu** du **-12 V** à la ligne **bleu ciel (-)** située **en haut** de la plaque d'essais, alors que le fil **marron** est à relier à la ligne **rouge (+)** située **en haut** et utilisée comme **masse (GND)** du circuit.

La ligne **rouge (+)** située **en haut** est à relier ensuite, avec un morceau de fil, à la ligne **bleu ciel (-)** située **au bas** de la plaque d'essais. Insérez enfin les deux fils **vert** et **marron**, repérés par **TP1** et **GND** : ils seront utilisés pour lire la tension de sortie avec le thermomètre.

Effectuez un dernier contrôle visuel pour être sûr d'avoir inséré les composants dans les bonnes positions et d'avoir réalisé correctement les connexions demandées.



**Figure 12 :** Vous devez maintenant relier la plaque d'essais à l'alimentation du Minilab.

Pour cela, reliez le fil **bleu** du **-12 V** à n'importe lequel des quatre trous du connecteur **-V** et le fil **rouge** du **+12 V** à n'importe lequel des quatre trous du connecteur **+V** comme l'indique la figure.

Reliez en outre le fil **marron** du **GND** à n'importe lequel des quatre trous présents sur le connecteur **GND**.

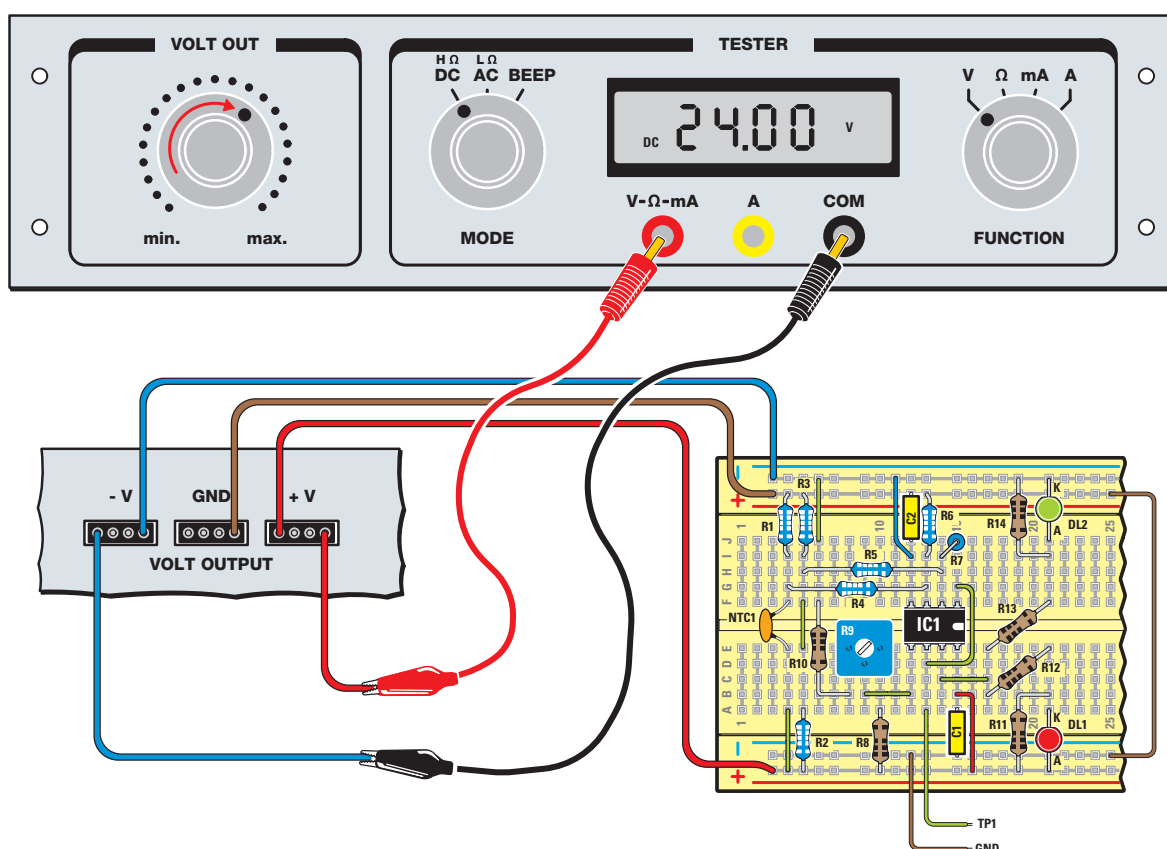
Tournez le bouton **V OUT** entièrement vers la **gauche** en position **min.**

Réglez le commutateur **MODE** sur **DC** et le commutateur **FUNCTION** sur **V**.

Prenez ensuite un morceau de fil **bleu** et insérez-le dans un des trous du connecteur **-V**. Prenez maintenant un morceau de fil **rouge** et insérez-le dans un des trous du connecteur **+V**.

Reliez le fil **bleu** à la douille **COM** du multimètre et le fil **rouge** à la douille **V-Ω-mA**, toujours en utilisant les petits câbles munis de pointes de touche reliées aux petits câbles à pinces crocodiles.

Cette liaison servira à mesurer avec le **voltmètre** la tension d'alimentation que vous fournirez au circuit.



**Figure 13 :** Allumez le Minilab. Tournez petit à petit le bouton **V OUT** dans le sens **horaire** jusqu'à lire sur l'**afficheur** du **multimètre** la valeur la plus proche possible de **24,000**.

Sachez qu'il n'est pas indispensable d'obtenir exactement la valeur **24,000** mais qu'il suffit que la valeur affichée soit comprise entre **23** et **24 V**. De cette manière vous aurez **alimenté** le circuit avec l'alimentation double symétrique **+12 V** et **-12 V** nécessaire à son fonctionnement.

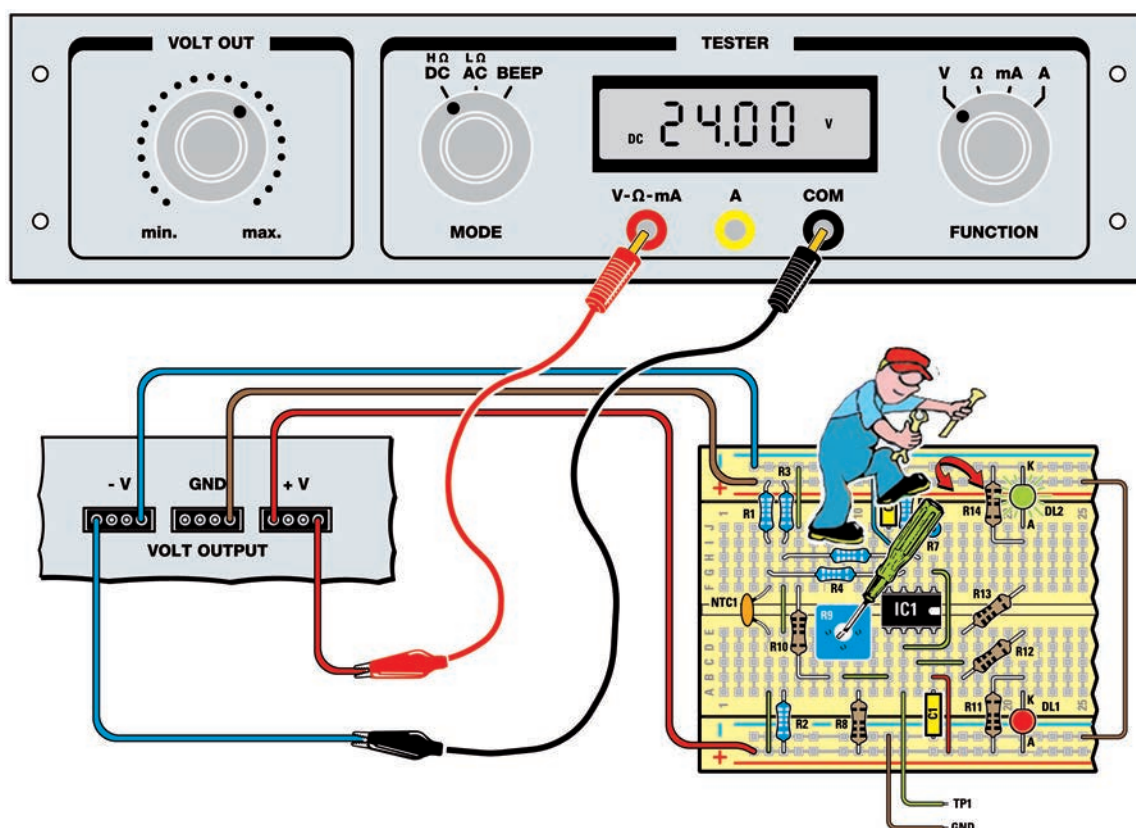
**Figure 14 :** Vous allez maintenant pouvoir vous amuser à vérifier le fonctionnement de votre **thermomètre électronique**. Tout d'abord vous devrez effectuer le réglage du **trimmer R9** : il règle l'intervention du **comparateur** et le mise sous tension des LED **rouge** et **verte**.

Supposons que vous mesurez une température ambiante de **22°C** et que vous désirez que le thermomètre vous signale tout changement de température en allumant la LED **rouge** quand la température **dépasse** cette valeur et la LED **verte** chaque fois que la température descend au **dessous** de cette valeur.

Pour cela, tournez tout d'abord l'axe du **trimmer R9 complètement** dans le sens **anti horaire**. Dans cette condition la LED **rouge** sera allumée. Maintenant tournez très lentement l'axe du **trimmer R9** dans le sens **horaire** jusqu'au point où vous verrez **s'éteindre** la LED **rouge** et **s'allumer** la LED verte. Ne touchez plus le trimmer parce que vous avez atteint la condition d'équilibre du comparateur.

Si vous provoquez maintenant un léger **réchauffement** de la NTC, par exemple en la prenant entre les doigts, vous verrez tout de suite s'allumer la LED **rouge** indiquant que vous avez **dépassé** la température que vous avez fixée.

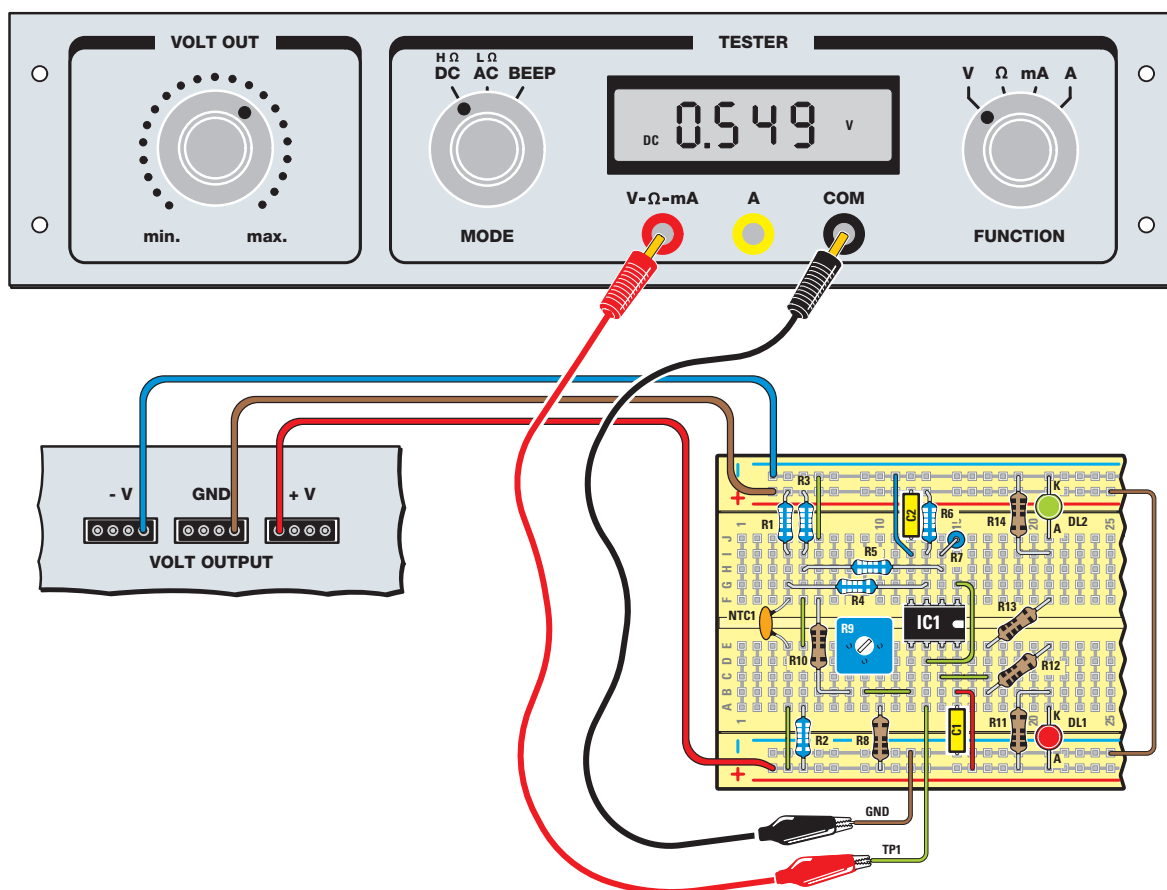
Si vous enlevez les doigts et laissez **refroidir** la NTC, vous verrez s'allumer à nouveau la LED **verte**, indiquant que la température est revenue à la valeur établie.



Une fois le montage du thermomètre achevé, vous pourrez vous amuser à observer les diverses commutations des LED indiquant les inévitables variations de la température ambiante. Vous vous apercevrez que la NTC est un **capteur de température** vraiment très **sensible**.

Si par exemple, après avoir réglé le trimmer de manière à faire tout juste s'allumer la LED **verte**, vous touchez le boîtier de la NTC avec un doigt, vous constaterez que ce très bref contact suffit à faire commuter l'allumage de la LED verte à la LED rouge, ce qui indique une petite élévation de température. Il suffira ensuite de souffler légèrement sur la NTC pour que les LED reprennent leurs états respectifs précédents.

## MESURONS LA TEMPÉRATURE AMBIANTE



**Figure 15 :** Si vous voulez maintenant savoir quelle est la valeur de la température ambiante, vous devrez procéder de la manière suivante :

- reliez le thermomètre à l'alimentation du Minilab et effectuez toutes les opérations indiquées aux figures 12 et 13, de manière à alimenter le circuit avec une tension double symétrique de  $\pm 12\text{ V}$  ;

- prenez maintenant les deux **petits câbles à crocodiles** rouges et noirs. Reliez les fils **marron de masse**, marqué **GND**, à la douille **COM** du multimètre et le fil **vert TP1** à la douille **V-Ω-mA**, en utilisant les petits câbles munis de pointes de touche reliées aux petits câbles avec crocodiles. Cette liaison servira à mesurer avec le **voltmètre** du **Minilab** la tension de sortie du **thermomètre**, laquelle vous permettra de trouver la température ;

- comme le Minilab est allumé, vous verrez apparaître immédiatement sur l'afficheur du voltmètre une valeur de tension. Laissez un peu de temps (**environ une minute**) au circuit pour qu'il se stabilise, jusqu'à ce que l'afficheur visualise une valeur stable. Par «stable» nous n'entendons pas une valeur **fixe**, mais une valeur oscillant lentement dans une fourchette de  $\pm 100\text{ mV}$ , c'est-à-dire **0,1 V**.

Quand vous lisez une tension avec le voltmètre du Minilab, il peut arriver que la valeur s'affiche sur l'instrument de manière différente, en fonction du modèle du circuit intégré utilisé à l'intérieur du voltmètre.

Si, par exemple, vous lisez une tension égale à **0,549 V**, l'afficheur pourrait visualiser **0,549 V** ou bien **549** suivi de **mV** (soit **millivolt**). Dans les deux cas la valeur de la tension est la même : seule l'unité de mesure change, en fait le sous-multiple. Souvenez-vous que pour trouver la tension en **V** en partant d'une tension en **mV**, vous devrez diviser cette dernière valeur par **1 000**. Songez encore que le **mV** est égal  $10^{-3}\text{ V}$ .

**Exemples :**  $549\text{ mV} : 1\,000 = 0,549\text{ V}$   
 $549\text{ mV} = 549 \times 10^{-3}\text{ V}$

Si en revanche vous mesurez une tension de **1,668 V**, l'afficheur visualisera **1.668 V**. Dans ce cas, pour les valeurs de tension **supérieures** au **V**, l'instrument indique la tension directement en **V**.



Faites très attention au signe de la tension. Si le nombre apparaissant sur l'afficheur n'est précédé d'**aucun signe**, c'est que la tension est **positive**. Si en revanche le nombre est précédé du **signe -** cela signifie que la tension est **négative**.

Après cette précision nécessaire, une fois qu'elle s'est stabilisée, transcrivez la valeur en V que vous lisez sur l'afficheur, en ayant soin de bien noter le signe correctement.

Maintenant, pour trouver la valeur de la température, vous devrez procéder ainsi :

Examinez la courbe du thermomètre de la figure 4. Comme vous pouvez le voir, l'axe vertical est divisé en deux parties, une **supérieure**, graduée de **0 à +10 V** et une **inférieure**, graduée de **0 à -10 V**.

Chaque **grand carreau** correspond à **1 V**, alors que chaque **petit carreau** correspond à **0,2 V**, c'est-à-dire  **$2 \cdot 10^{-3} \text{ V}$**  ou **200 mV**.

La ligne horizontale du graphique est graduée en **degré Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ )** – on disait autrefois degré centigrade. Chaque **grand carreau** correspond à  **$5^{\circ}\text{C}$**  et chaque **petit carreau** correspond à  **$1^{\circ}\text{C}$** .

Cherchez sur l'**axe vertical des V** le point correspondant à la tension que vous avez enregistrée.

Précisément, si la tension que vous avez mesurée est **positive**, vous devrez la chercher sur l'axe des **tensions positives**, c'est-à-dire des valeurs précédées du **signe +**. Si en revanche elle est **négative**, vous devrez la chercher sur l'axe des **tensions négatives**, c'est-à-dire des valeurs précédées du **signe -**.

Tracez maintenant à partir du point que vous avez trouvé une ligne horizontale jusqu'à rencontrer la courbe de la figure 4 et ensuite à partir de ce point une ligne verticale vers le bas jusqu'à rencontrer la ligne graduée de la température.

Le point dans lequel la ligne verticale rencontre la ligne des températures, vous indiquera la température que vous avez mesurée.

### Exemple :



**1 -** Supposons que la tension lue sur l'afficheur soit égale à **- 7,200 V**.

Comme il s'agit d'une tension **négative**, vous devrez chercher le point correspondant dans les valeurs **négatives** situées sur l'axe vertical. La tension de **-7,200 V** correspond à **7 grands carreaux + 1 petit carreau**, au **dessous** du **0**. Pour trouver ce point, vous devrez donc compter **7 grands carreaux + 1 petit** à partir du **0**. En partant du point ainsi trouvé, tracez sur le graphique de la figure 4 une ligne horizontale jusqu'à rencontrer la courbe et à partir de ce point de rencontre une ligne verticale jusqu'à rencontrer la ligne horizontale des températures. Lisez la valeur sur la ligne des températures, elle est d'environ  **$8^{\circ}\text{C}$** .



**2 -** Supposons que la tension lue sur l'afficheur soit égale à **+ 3,800 V**.

Comme il s'agit d'une tension **positive**, vous devrez chercher le point correspondant dans les valeurs **positives** situées sur l'axe vertical. La tension de **+ 3,800 V** correspond à **3 grands carreaux + 4 petits carreaux**, au **dessus** du **0**. Pour trouver ce point, vous devrez donc compter **7 grands carreaux + 1 petit** à partir du **0**. En partant du point ainsi trouvé, tracez sur le graphique de la figure 4 une ligne horizontale jusqu'à rencontrer la courbe et à partir de ce point de rencontre une ligne verticale jusqu'à rencontrer la ligne horizontale des températures. Lisez la valeur sur la ligne des températures, elle est de  **$41^{\circ}\text{C}$** .

Maintenant que vous avez vu comment procéder, amusez-vous à effectuer diverses mesures et vous vous apercevrez que votre thermomètre électronique est capable de détecter ponctuellement des variations de température même infimes.

## LA LOI D'OHM

Dans les expérimentations que nous vous avons proposées dans les numéros précédents de la revue ELM, vous avez pu manipuler, entre autres composants, de nombreuses **résistances** et vous vous êtes probablement interrogés sur la fonction de ces minuscules cylindres sur lesquels sont imprimées différents **anneaux de couleur** et pourquoi leur valeur est-elle exprimée dans une étrange unité de mesure, appelée **ohm\*** (symbole  $\Omega$ ).

Pour vous dire en quoi consiste et à quoi sert une **résistance électrique**, nous devons d'abord vous parler d'une des lois fondamentales de l'électronique, laquelle est désignée par le nom du physicien qui l'a découverte : la **Loi d'Ohm**.

Cette loi, énoncée par le célèbre **Georg Simon Ohm** en **1827**, est d'une importance fondamentale pour l'étude des phénomènes électriques : en effet elle nous permet de comprendre comment varie le courant (ou intensité) traversant (ou circulant dans) un **conducteur**, lorsqu'on fait varier la **tension** (ou différence de potentiel) appliquée à ses extrémités.

Pour mieux comprendre ce que nous avons dit, nous effectuerons comme d'habitude quelques expérimentations, en utilisant bien sûr les deux instruments du **Minilab** dont nous avons déjà fait la connaissance, le **voltmètre** et l'**ampèremètre**.

\* Pas de majuscule quand il s'agit de l'unité : **ohm** ( $\Omega$ ), mais bien quand il s'agit du nom propre du physicien **Ohm**. On écrira donc que, de par la **Loi d'Ohm**, si une tension de 1 V est appliquée aux extrémités d'un conducteur et si ce dernier est parcouru par un courant de 1 A, c'est que ce conducteur a une résistance de 1 **ohm** (1  $\Omega$ ) car :

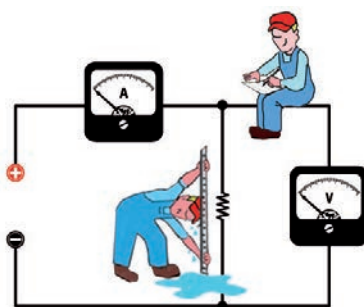
$$U = R \times I$$

où U est la tension en V (volt) : c'est pourquoi autrefois on écrivait  $V = R I$

R la résistance en  $\Omega$  (ohm)

I le courant ou l'intensité en A (ampère)

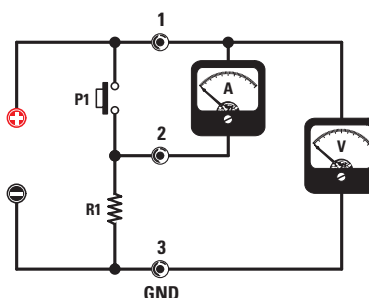
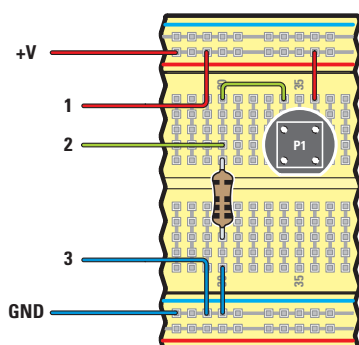
**Note :** Lorsque l'unité de mesure est donnée en toutes lettres (comme volt, ampère ou ohm) et sans indication d'une valeur  $\geq 2$  (comme ci-dessus) on l'exprime au singulier. On écrira donc par exemple : «la valeur de la tension est en volt», «1,99 volt», «2 volts».

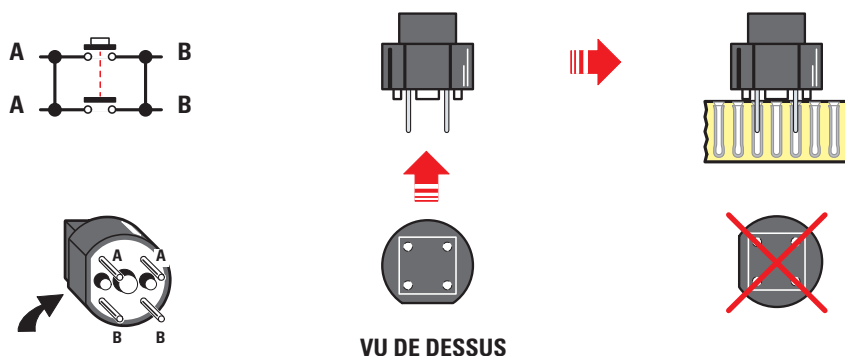


**Figure 16 :** Pour réaliser cette expérimentation vous devrez prélever dans le matériel disponible la **résistance** de **1 k $\Omega$  à 1%**. Pour la distinguer facilement des autres, regardez les anneaux imprimés sur son boîtier. À la différence des banales résistances à 5% et **quatre anneaux colorés**, les résistances à 1% ont généralement **cinq bandes colorées**. Pour lire la valeur, regardez les couleurs qui sont ici les suivantes :

**1 k $\Omega$  (1 000  $\Omega$ ) 1% marron-noir-noir-marron-marron**

**Note :** dans les résistances de précision à 1% la tolérance est indiquée par une **bague marron**, alors que dans les résistances à 5% elle est indiquée par une bague de couleur **or**.



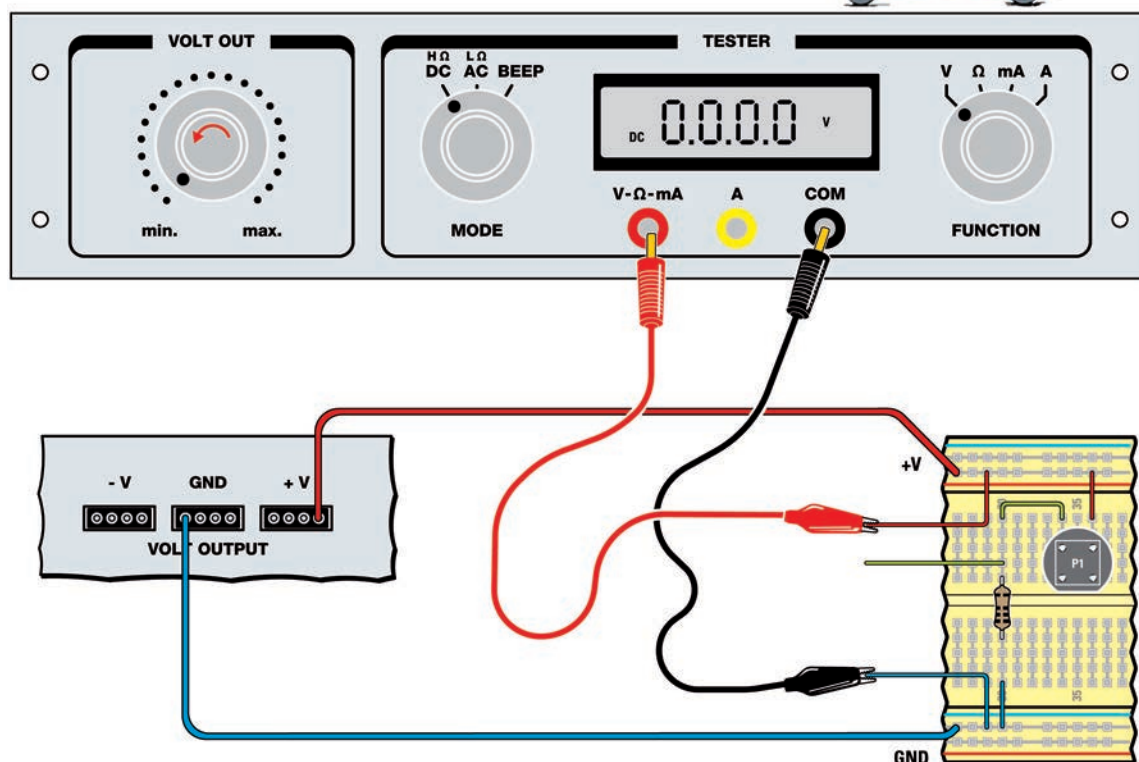


**Figure 17 :** Prenez la résistance de **1 kΩ** et insérez-la dans la plaque d'essais comme l'indique la figure ci-dessus. Insérez le **poussoir** dans la position indiquée, en ayant pris soin d'orienter son **méplat** latéral vers le **bas**. Puis insérez dans la plaque d'essais les deux  **fils**  reliant le **poussoir** d'un côté à la **ligne rouge** d'alimentation et de l'autre à une **extrémité** de la **résistance**.

Terminez ensuite le montage avec les deux fils nécessaires pour la liaison de la platine à l'**alimentation** du Minilab : un **fil bleu** relié à la ligne **bleue** repérée par le **signe -** et un **fil rouge** relié à la ligne **rouge**, repérée par le **signe +**.

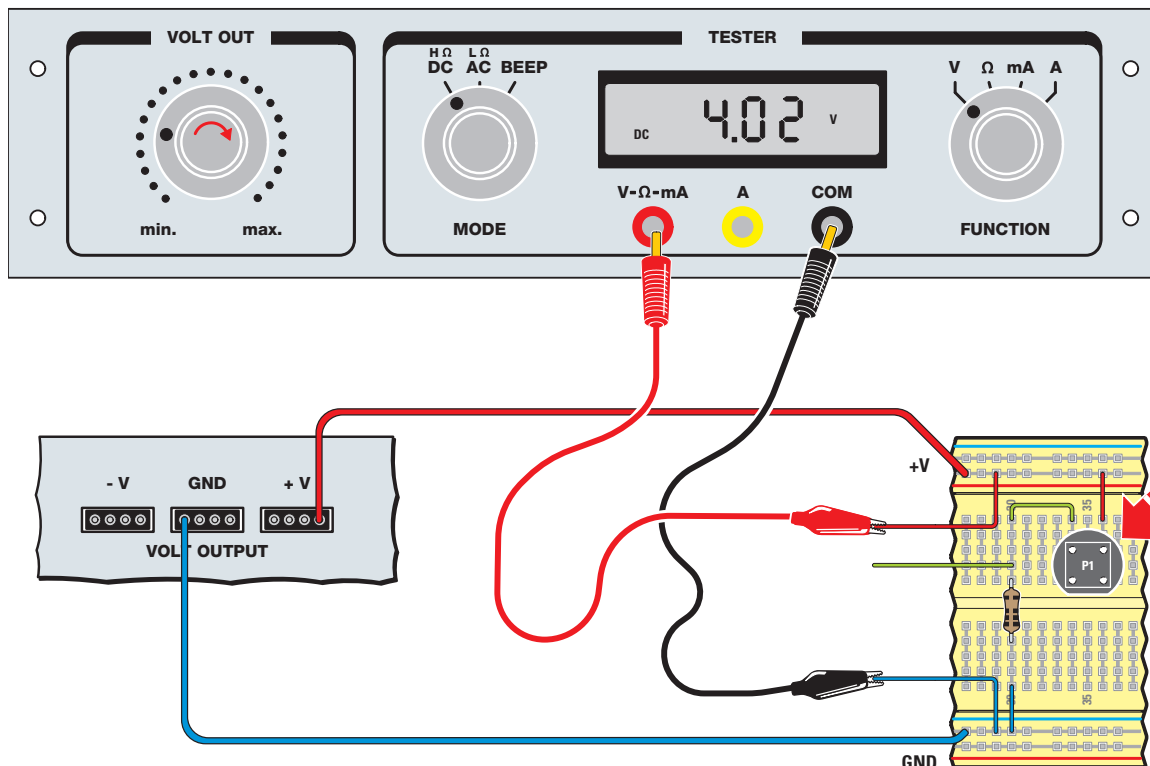
Reliez enfin à la plaque d'essais **trois morceaux de fil** de couleurs **rouge, bleu et vert** dans les positions indiquées sur la figure. Vous aurez ainsi réalisé un circuit comme celui représenté en haut. Relié au voltmètre et à l'ampèremètre du Minilab, il vous permettra de mesurer la tension appliquée à la résistance **R1** et le courant qui la traverse. Plus précisément, quand le poussoir **P1** est **pressé**, le **voltmètre** mesure la **tension** appliquée aux extrémités de **R1**, alors que quand le poussoir **P1** est **relâché**, l'**ampèremètre** mesure le courant traversant **R1**.

**Figure 18 :** Vous devez relier maintenant la plaque d'essais à l'**alimentation** du **Minilab**. **Avant** d'effectuer ces liaisons, tournez le bouton **V OUT** entièrement vers la **gauche** en position **min**.



Positionnez ensuite le commutateur **MODE** sur **DC** et le commutateur **FUNCTION** sur **V**. Puis reliez le fil **bleu** allant à la ligne **bleu ciel** à l'un (n'importe lequel) des quatre trous du connecteur **GND** et le fil **rouge** relié à la ligne **rouge** à l'un (n'importe lequel) des quatre trous du connecteur **+V**, comme l'indique la figure.

Maintenant, en utilisant les petits câbles munis de crocodiles et les petits câbles munis de pointes de touche, reliez le fil **bleu** situé sur le côté **inférieur droit** de la plaque d'essais à la douille **COM** du multimètre comme le montre la figure. Reliez le fil **rouge** situé sur le côté **supérieur droit** de la plaque d'essais à la douille **V-Ω-mA**. Ces liaisons vous serviront pour mesurer avec le **voltmètre** la tension que vous connecterez aux extrémités de la **résistance**.



**Figure 19 :** Maintenant vous êtes prêts pour effectuer les mesures. Avant de commencer, nous vous conseillons de préparer sur une feuille de papier (ou mieux dans un cahier de suivi de vos expérimentations, ou un fichier en wordpad ou encore blocnote) un tableau comme celui donné ci-dessous, dans lequel vous reporterez les valeurs de **tension** en **V** et de **courant** en **A** que vous mesurerez au cours de l'avancée de vos expérimentations :

Résistance mesurée : 1 k $\Omega$  1%

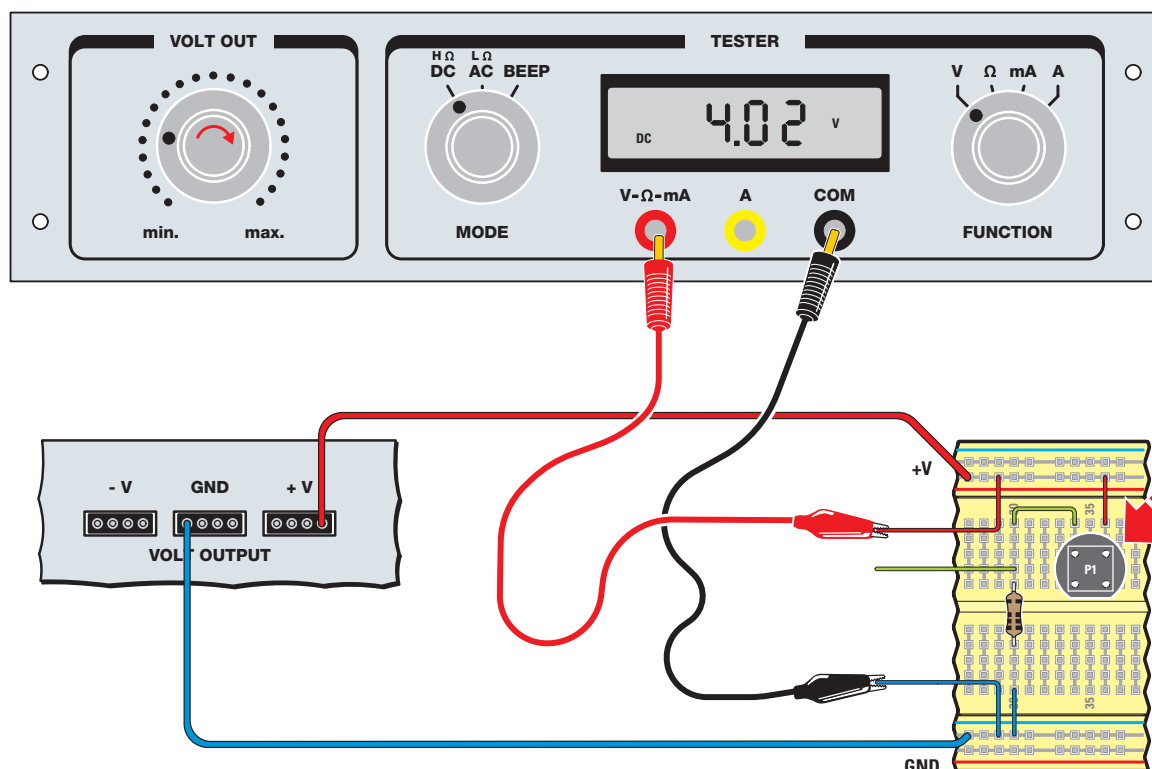
Tension (V)	Courant (A)	V/A (R)

Comme vous pouvez le noter, en plus des deux colonnes de la **tension** et du **courant**, nous en avons une troisième, que nous avons appelée **R** et dans laquelle on écrira la valeur obtenue en divisant chaque valeur de **tension** en **V** appliquée par la valeur de **courant** correspondante en **A** mesurée. Nous verrons à la fin de la mesure à quoi cela sert.

Allumez le **Minilab**. Ensuite, **pressez** le **poussoir** sur la plaque d'essais et **en même temps** tournez lentement le bouton **V OUT** dans le sens **horaire**. Maintenez le poussoir **pressé** et en même temps continuez à **tourner** le bouton **V OUT** jusqu'à lire sur l'afficheur la tension la plus proche possible de **4,00 V**.

Disons-le tout de suite : vous réussirez très difficilement à obtenir la valeur exacte de **4,00** parce que le bouton **V OUT** est très sensible, mais cela importe peu car ça n'affecte pas la précision de la mesure. Cherchez de toute façon à vous approcher le plus **possible** de la valeur de **4,00 V** et, une fois que vous l'avez atteinte, **ne touchez** plus le bouton **V OUT** et **relâchez** le **poussoir**. Supposons que vous ayez atteint la valeur de **4,02 V**, comme sur la figure.





**Figure 20 :** Maintenant, débranchez le crocodile **noir** du petit câble **bleu** et, **seulement après** l'avoir débranché, positionnez le bouton **FUNCTION** du multimètre sur **mA**.

**Note :** Comme nous l'avons déjà dit, ne déplacez jamais le bouton **FUNCTION** de la position **V** à la position **mA** alors que les deux pointes de touche du multimètre sont reliées à un circuit, parce que vous pourriez endommager le circuit et le Minilab.

Reliez le crocodile **noir** que vous avez débranché au petit câble **vert** de la plaque d'essais, comme le montre la figure. Vous verrez alors apparaître sur l'afficheur du multimètre la valeur du courant parcourant la résistance en **mA**.

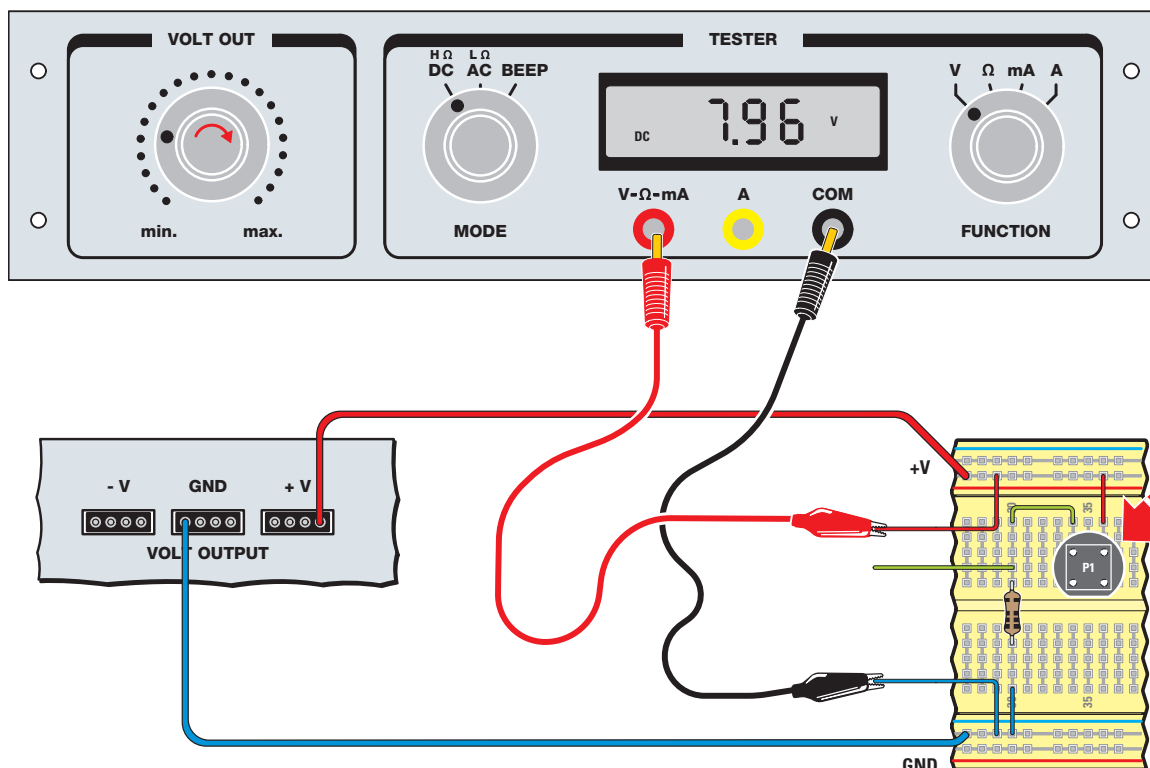
Supposons que vous lisiez une valeur de **3,99 mA**. Étant donné que **1 mA** est égal à **un millième d'A**, soit  **$1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$**  ou encore **0,001 A**, les **3,99 mA** que vous avez mesuré correspondent à **0,00399 A** ou  **$3,99 \cdot 10^{-3} \text{ A}$** . Si vous divisez la tension de **4,02 V** par la valeur de courant **0,00399 A**, vous obtiendrez :

$$4,02 \text{ (V)} : 0,00399 \text{ (A)} = 1\,007,5$$

Reportez alors les valeurs que vous venez de mesurer dans votre tableau.

Résistance mesurée : 1 k $\Omega$  1%

Tension (V)	Courant (A)	V/A (R)
4,02	0,00399	1007,5



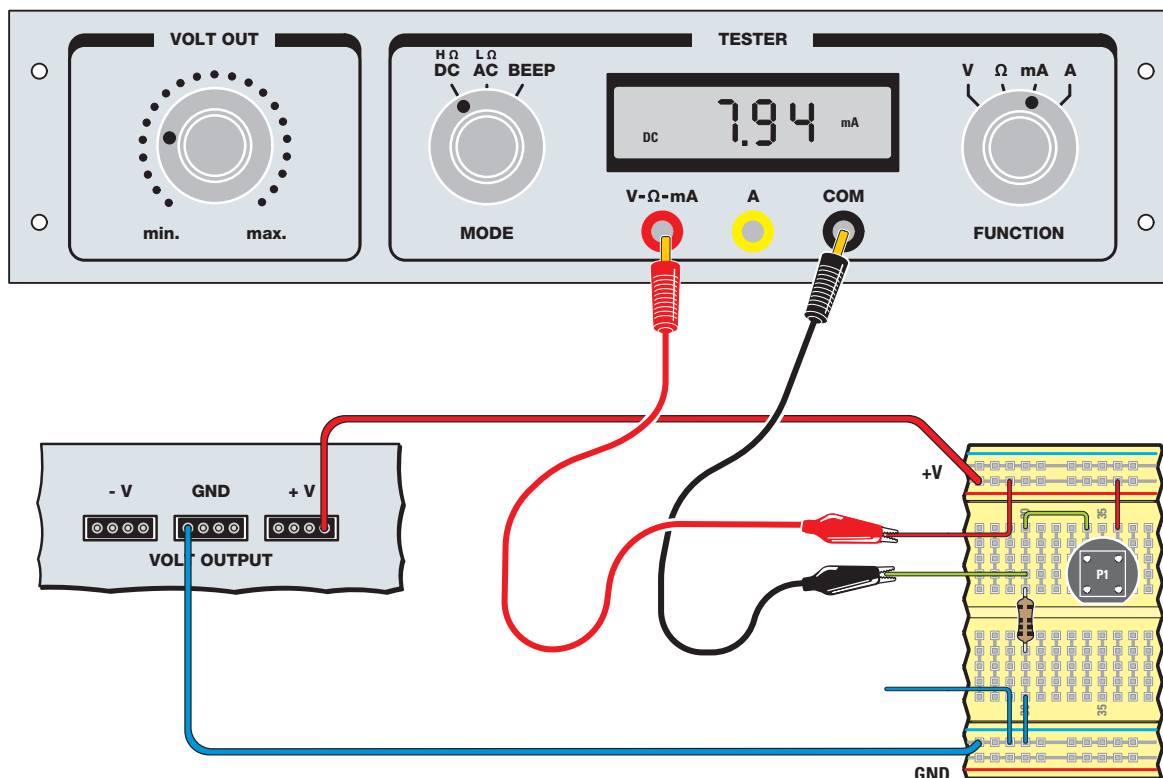
**Figure 21 :** Maintenant débranchez le crocodile **noir** du petit câble **vert** et remettez le bouton **FUNCTION** sur **V**.



Reliez ensuite le crocodile **noir** au petit câble **bleu** comme le montre la figure.

**Pressez** le **poussoir** de la plaque d'essais et en même temps tournez le bouton **V OUT** lentement dans le sens **horaire**, jusqu'à lire sur l'afficheur une tension très proche de **8,00 V**.

**Relâchez** alors le **poussoir**. Supposons que vous ayez obtenu sur l'afficheur la visualisation d'une tension égale à **7,96 V**.



**Figure 22 :** Maintenant **ne touchez** plus le bouton **V OUT**. Débranchez le crocodile **noir** du petit câble **bleu**. Positionnez le bouton **FUNCTION** sur **mA** et reliez le crocodile **noir** au petit câble **vert**.

Vous verrez alors apparaître sur l'afficheur du multimètre la valeur du courant qui traverse la résistance en **mA**.

Supposons que cette fois vous lisiez une valeur de **7,94 mA** ce qui correspond à **0,00794 A** ou  **$7,94 \cdot 10^{-3} \text{ A}$** .

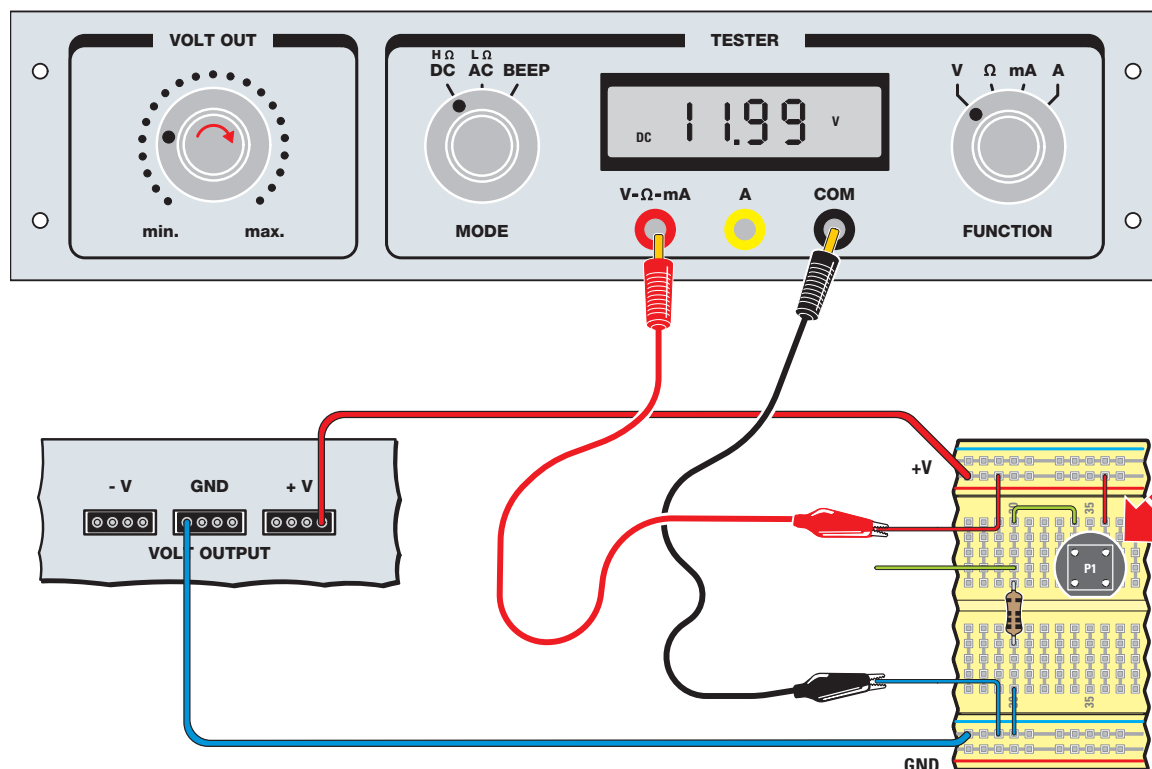
Cette fois encore, trouvez la valeur de **R**, en divisant la **tension** par le **courant** :

$$7,96 \text{ (V)} : 0,00794 \text{ (A)} = 1\,002,5$$

Reportez comme d'habitude les valeurs mesurées dans le tableau :

Résistance mesurée : **1k $\Omega$  1%**

Tension (V)	Courant (A)	V/A (R)
4,02	0,00399	1.007,5
7,96	0,00794	1.002,5



**Figure 23 :** Maintenant débranchez le crocodile **noir** du petit câble **vert**.



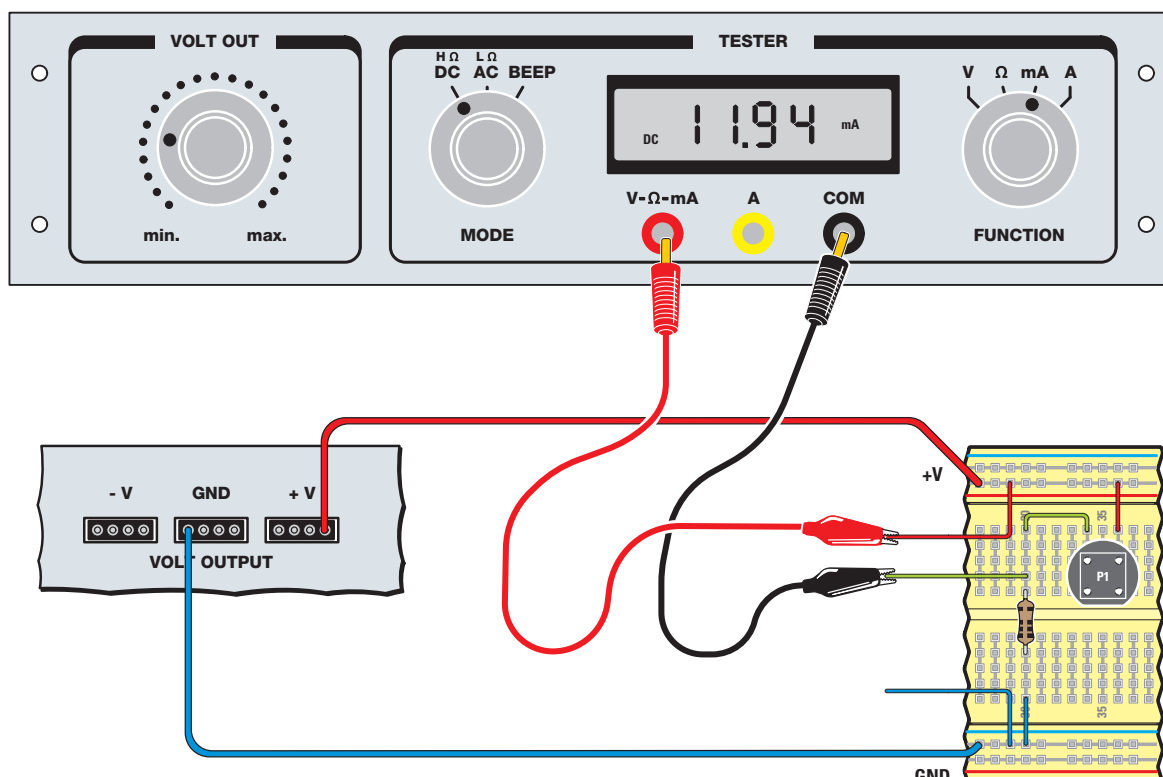
Remplacez le bouton **FUNCTION** sur **V** et reliez à nouveau le crocodile **noir** au petit câble **bleu**.

**Pressez** le **poussoir** et tournez le bouton **V OUT** lentement dans le sens **horaire**, jusqu'à lire sur l'afficheur une tension très proche de **12,00 V**.

Relâchez alors le poussoir.

Supposons que vous lisiez sur l'afficheur une valeur égale à **11,99 V**.





**Figure 24 :** Ne touchez plus le bouton **V OUT**. Débranchez le crocodile noir du petit câble bleu et positionnez à nouveau le bouton **FUNCTION** sur **mA**. Reliez le crocodile noir au petit câble vert.

Comme d'habitude l'afficheur du multimètre visualise la valeur du courant qui circule dans la résistance en **mA**.

Supposons que vous lisiez une valeur de **11,94 mA**, soit **0,01194 A** ou  **$11,94 \cdot 10^{-3}$  A**. Calculez pour la dernière fois la valeur de **R**, en divisant la **tension** par le courant :

$$11,99 \text{ (V)} : 0,01194 \text{ (A)} = 1\,004,1$$

Reportez les valeurs mesurées dans le tableau :

Résistance mesurée : 1kΩ 1%

Tension (V)	Courant (A)	V/A (R)
4,02	0,00399	1.007,5
7,96	0,00794	1.002,5
11,99	0,01194	1.004,1

L'expérimentation est achevée. Voyons maintenant ce que nous pouvons trouver avec les mesures que nous avons faites.



## CONCLUSIONS

- Nous avons appliqué trois valeurs différentes de tension à une résistance de **1 kΩ** et nous avons mesuré les valeurs de courant qui la traversent ;
  - chaque fois nous avons également calculé le rapport entre la tension et le courant et nous avons appelé ce rapport **R** ;
  - si nous regardons les valeurs de **R** que nous avons reportées dans le tableau nous voyons qu'elles changent très peu ;
  - si nous effectuons de nombreuses mesures avec différentes valeurs de tension, nous nous apercevons que la valeur de **R** reste pratiquement **toujours inchangée** ;
  - cela signifie que, dans un conducteur, le rapport **R** entre la tension et le courant est **constant**.
- Le rapport **R** est défini comme la **résistance** du conducteur et se mesure en **Ω**.

Nous avons ainsi retrouvé expérimentalement la **Loi d'Ohm**, laquelle dit justement que «dans un conducteur le rapport entre la tension appliquée et le courant qui le traverse est **constant** et équivaut à la **résistance** du conducteur».

La **loi d'Ohm** peut également être écrite ainsi :

$$R = U : I$$

où **R** est la résistance en  $\Omega$

**U** est la tension en **V** (c'est pourquoi autrefois on appelait V cette tension)

**I** est le courant en **A** (car on dit aussi intensité ou intensité de courant)

La **résistance R** d'un conducteur est l'**opposition** que ce conducteur présente au **passage du courant**. Plus la **résistance** est **élevée**, **plus** le conducteur s'**oppose** au **passage du courant**. Plus la **résistance** est **faible** et **moins** le conducteur s'**oppose** au **passage du courant** (quand sa résistance est plus faible on parle de «meilleur conducteur»).

C'est pourquoi, si nous appliquons une tension à un conducteur ayant une **résistance élevée**, la valeur du courant qui le traverse sera **faible**. Si nous appliquons cette même tension à un conducteur ayant une **faible résistance**, la valeur du courant qui le traverse sera **plus grande**.

Si nous connaissons la valeur de la résistance en  $\Omega$  d'un conducteur, en appliquant la **Loi d'Ohm** nous pouvons calculer la valeur du courant **I** qui le traverse, quand on applique à ses bornes une tension connue **V**.

En effet la formule précédente peut également être écrite ainsi :

$$I = U : R$$

où **I** est le courant en **A**

**U** est la tension en **V**

**R** est la résistance en  $\Omega$

Si par exemple, avant de le mesurer, nous voulons savoir quel est le courant qui traverse notre résistance de **1 k $\Omega$** , si on applique à ses extrémités une tension de **9 V**, il suffit d'appliquer la formule précédente :

$$I = 9 \text{ V} : 1 \text{ k}\Omega = 0,009 \text{ A}, \text{ c'est-à-dire } 9 \text{ mA}$$

Après avoir effectué l'expérimentation avec les valeurs de tension que nous vous avons indiquées, vous pourrez vous amuser à refaire ces mesures avec les valeurs de tension de votre choix. Vous vérifierez ainsi si le rapport **R** entre tension et courant reste bien **constant**.

Comme vous connaissez la valeur de la **résistance**, qui est de **1 k $\Omega$** , en mesurant la **tension** appliquée chaque fois, vous pourrez utiliser cette formule pour calculer par avance le courant qui traverse la résistance. Vous pourrez ainsi vérifier si les valeurs de courant que vous mesurez chaque fois correspondent bien à celles que vous avez calculées.

**Question** : quand nous avons effectué les mesures avec la résistance de **1 k $\Omega$** , en divisant la tension appliquée par le courant, nous n'avons en réalité pas obtenu la valeur **1 000** que nous attendions, mais trois valeurs, toutes différentes, soit

**1 007,5 - 1 002,5 et 1 004,1**. Pourquoi ?

**Réponse** : pour deux raisons : avant tout la résistance que nous avons utilisée a une **tolérance** de **1%**.

Cela signifie que sa valeur pourrait de toute façon être comprise dans la fourchette **1 k $\Omega$  + / - 1%**, c'est-à-dire entre **990  $\Omega$**  et **1 010  $\Omega$** . En outre vous devez savoir que, chaque fois que l'on effectue une mesure, il faut prendre en compte un certain pourcentage d'**erreur expérimentale**, lequel peut être réduit au minimum, mais n'est jamais égal à **0**. Par exemple, vous vous êtes aperçus que les valeurs affichées sur le LCD ne sont jamais fixes : on doit en effet toujours s'attendre à une **fluctuation**, même minime. En outre la valeur lue sur l'afficheur du multimètre est toujours, par la force des choses, le fruit d'une série d'**arrondissements**. Pour ces motifs les valeurs que nous avons trouvées se démarquent un peu des valeurs théoriques calculées avec la Loi d'Ohm et sont légèrement différentes l'une de l'autre.

**Question** : qu'est-ce que la résistance?

**Réponse** : pour comprendre ce qu'est la résistance, il faut expliquer que le courant électrique est constitué d'un flux de particules extrêmement petites, dotées de **charges électriques négatives**, les **électrons**. Les électrons, en se déplaçant à l'intérieur de la matière, peuvent avoir plus ou moins de «peine» à avancer en fonction de la nature du matériau qu'ils doivent traverser.

Par exemple, ils peuvent se déplacer avec grande facilité à l'intérieur des matériaux **conducteurs**, comme les **métaux**. Dans ce cas on dit que ces matériaux sont **bons conducteurs** et leur **résistance**, c'est-à-dire l'opposition qu'ils présentent au passage des électrons, est **très faible**. Ou bien ils peuvent trouver une certaine opposition à leurs mouvements quand ils traversent d'autres types de matériaux, comme les **semiconducteurs**. Dans ce cas la **résistance** de ces matériaux est assez peu **élevée**. Si les électrons doivent traverser des matériaux **isolants**, ils rencontrent en revanche une **résistance très élevée** dans leurs mouvements.

**Dans tous les cas la mesure de la résistance est une mesure très utile parce qu'elle nous permet de comprendre comment se comporte un matériau déterminé au passage du courant électrique.**

## L'OHM ( $\Omega$ ), SES MULTIPLES SOUS-MULTIPLES

Pour indiquer la valeur de la résistance on utilise le mot **ohm** ou bien la lettre de l'alphabet grec  $\Omega$  (**oméga**).

En fonction de la valeur de la résistance on se sert de différents **multiples** et **sous-multiples** de l' $\Omega$  :

- pour les valeurs comprises entre **0,001** et **0,999**  $\Omega$  on utilise le **milliohm** **m $\Omega$** .  
**1 m $\Omega$  = 0,001  $\Omega$  ou  $10^{-3}$   $\Omega$**

C'est pourquoi si une résistance vaut **0,5**  $\Omega$  on peut également dire qu'elle mesure **500 m $\Omega$** .

- pour les valeurs comprises entre **1** et **999**  $\Omega$  on se sert de  $\Omega$ .  
 - pour les valeurs comprises entre **1 k $\Omega$**  et **999 999**  $\Omega$  on se sert du multiple **k $\Omega$**   
**1 k $\Omega$  = 1 000  $\Omega$**

C'est pourquoi une résistance de **10 000**  $\Omega$  équivaut à une résistance de **10 k $\Omega$** .

- pour les valeurs égales et **supérieures** à **1 000 000**  $\Omega$  on se sert du **M $\Omega$  (mégohm\*)**.  
**1 M $\Omega$  = 1 000 k $\Omega$**

Une résistance de **4 700 k $\Omega$**  devient ainsi une résistance de **4,7 M $\Omega$** .

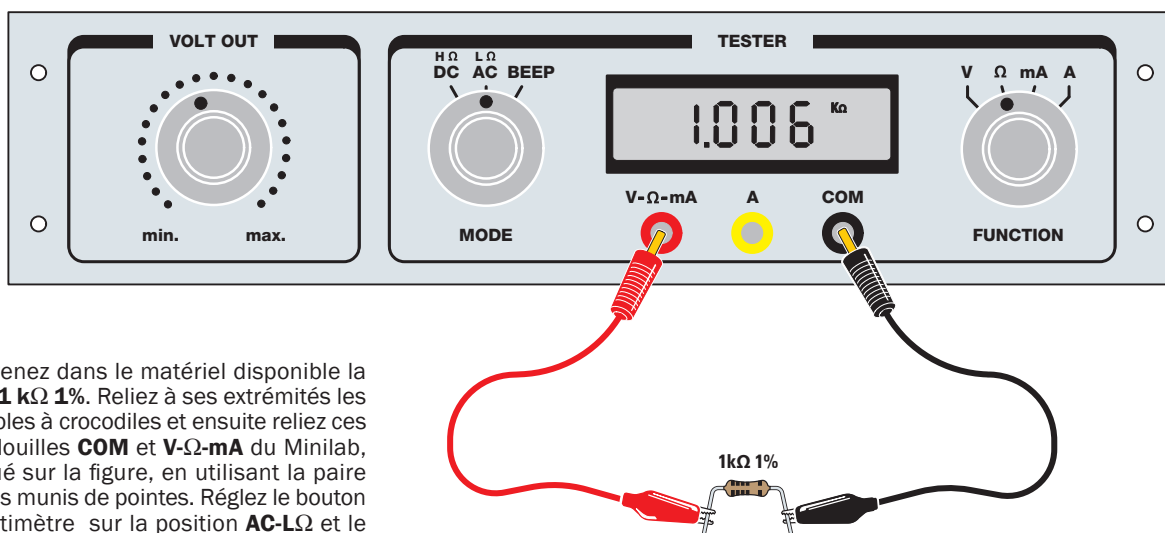
**Note** : Comme vous l'avez constaté, dans nos **Listes des composants**, à la place de  $\Omega$  nous n'écrivons rien (exemple **47** pour 47  $\Omega$ ), à la place de **k $\Omega$**  nous écrivons **k** (exemple **56 k** pour 56 k $\Omega$ ) et à la place de **M $\Omega$**  nous écrivons **M** (exemple **1 M** pour 1 M $\Omega$ ). Ceci uniquement pour alléger la présentation de nos Listes des composants. \* En Anglais «megaohm».

## MESURONS UNE RÉSISTANCE AVEC L'OHMMÈTRE DU MINILAB

L'expérimentation que nous vous avons proposée précédemment nous a fait comprendre comment retrouver **expérimentalement** la **Loi d'Ohm**. Pourtant, quand on veut mesurer la résistance d'un conducteur on ne se sert pas de cette procédure, bien trop compliquée, mais d'un instrument qui, automatiquement, applique une certaine **tension** au conducteur que nous voulons mesurer : il mesure le courant qui le traverse et calcule leur rapport, ce qui permet d'obtenir directement la valeur de sa résistance en  $\Omega$ . Cet instrument est l'**ohmmètre**.

Le **Minilab** est doté d'un **ohmmètre à deux calibres**. Le calibre **L $\Omega$**  (ou **Low  $\Omega$** ) sert à mesurer les valeurs les plus **faibles** de **résistance**, comprises entre **10  $\Omega$**  et **39,9 k $\Omega$** .

Le calibre **H $\Omega$**  (ou **High  $\Omega$** ) sert à mesurer les valeurs les plus **élevées** de **résistance**, comprises entre **40 k $\Omega$**  et **1 M $\Omega$** .



**Figure 25** : Prenez dans le matériel disponible la résistance de **1 k $\Omega$  1%**. Reliez à ses extrémités les deux petits câbles à crocodiles et ensuite reliez ces derniers aux douilles **COM** et **V- $\Omega$ -mA** du Minilab, comme indiqué sur la figure, en utilisant la paire de petits câbles munis de pointes. Réglez le bouton **MODE** du multimètre sur la position **AC-L $\Omega$**  et le bouton **FUNCTION** sur  $\Omega$ .

Allumez le Minilab. Sur l'afficheur vous verrez apparaître la valeur de votre résistance en  $\Omega$ . Comme vous pouvez le noter, à côté de la valeur qui apparaît sur l'afficheur, vous avez également le symbole  $\Omega$ . Dans l'exemple de la figure, l'instrument mesure une valeur de **1,006 k $\Omega$** .

Comme la tolérance de la résistance est de **1%**, sa valeur pourrait en réalité être comprise entre :

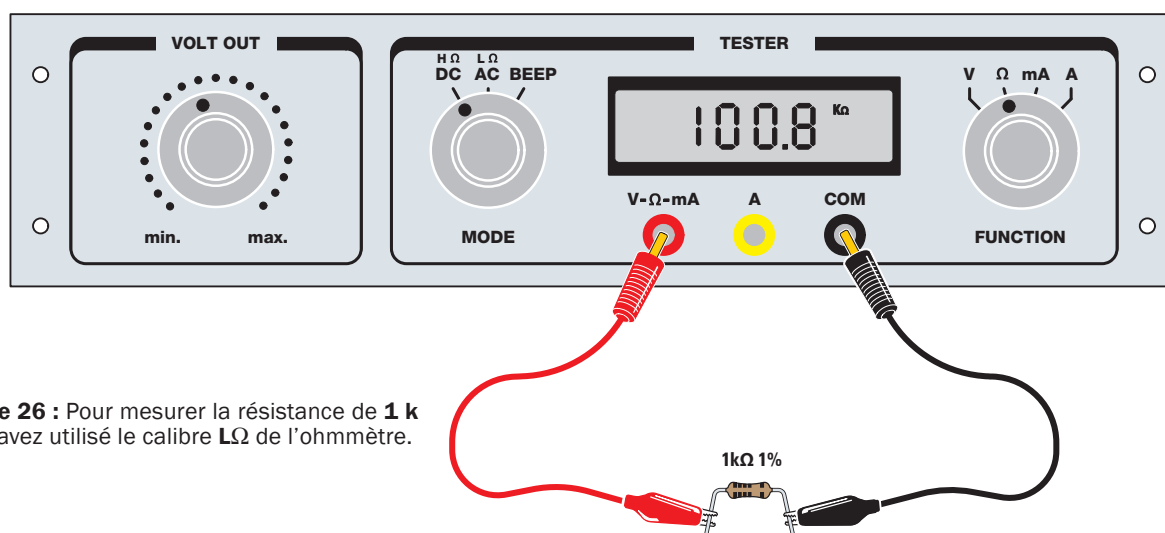
**1 000  $\pm$  -10  $\Omega$**  soit entre **990  $\Omega$**  et **1 010  $\Omega$**

En outre, il faut toujours considérer l'arrondissement de l'afficheur et les inévitables erreurs expérimentales et ne pas trop s'étonner de constater un écart entre la valeur calculée et celle mesurée.

**Note** : Sachez que si vous mettez les deux pointes de touche de l'ohmmètre en **court-circuit** entre elles, vous ne lirez pas sur l'afficheur une valeur égale à **zéro  $\Omega$** , comme vous pourriez vous y attendre mais une valeur d'environ **10 - 15  $\Omega$** . Cette valeur correspond à la valeur **minimale** de résistance qu'il est possible de mesurer avec le Minilab. Souvenez-vous que cette valeur sera toujours **soustraite** de la valeur mesurée par l'instrument. Si, par exemple, en mesurant les deux pointes de touche en court-circuit, vous lisez sur l'afficheur une valeur de résistance de **10  $\Omega$**  et qu'ensuite, en mesurant une **résistance**, apparaît sur l'afficheur une valeur de **56  $\Omega$** , la valeur réelle de la résistance sera :

**56  $\Omega$  - 10  $\Omega$  = 46  $\Omega$**

Naturellement cette différence est à prendre en compte seulement pour les valeurs très **faibles** de résistance et elle devient pratiquement insignifiante quand on mesure des valeurs plus **élevées**.



**Figure 26** : Pour mesurer la résistance de **1 k** vous avez utilisé le calibre **L $\Omega$**  de l'ohmmètre.

Ce calibre permet de mesurer les valeurs de résistance **inférieures** à **39,999 k $\Omega$** , soit **39 999  $\Omega$** .

Si vous voulez mesurer des résistances **supérieures** à cette valeur, vous devez utiliser le calibre **H $\Omega$** .

Prenez la résistance de **100 k $\Omega$**  à **1%** dans le matériel disponible. Comme d'habitude vous la distinguerez par ses **5 anneaux** colorés imprimés sur son enrobage :

**100 k $\Omega$  1% marron-noir-noir-orange-marron**

Reliez-la à l'ohmmètre comme indiqué sur la figure et réglez le bouton **FUNCTION** sur le calibre **H $\Omega$** . Allumez le Minilab et vous verrez apparaître sur l'afficheur la valeur de la résistance.

Comme d'habitude, la résistance ayant une tolérance de **1%**, sa valeur sera comprise entre **100 k $\Omega$   $\pm$  1 k $\Omega$** , soit entre **99 000  $\Omega$**  et **101 000  $\Omega$** .

À la tolérance de la résistance vous devrez ensuite ajouter, comme toujours, l'inévitable erreur expérimentale.

Nous venons de vous apprendre à mesurer une résistance : vous allez maintenant pouvoir vous amuser à mesurer la valeur des autres résistances contenues dans le matériel disponible.

Une fois la mesure effectuée nous vous conseillons de vérifier si la valeur que vous avez obtenue correspond à la valeur théorique, que vous pourrez trouver en lisant les couleurs imprimées sur le boîtier de la résistance et en les comparant avec le tableau du code des couleurs (ci-après).

De cette manière vous apprendrez à utiliser le code des couleurs et vous saurez trouver tout de suite la valeur de n'importe quelle résistance que vous aurez en mains.

La mesure sera effectuée en utilisant les deux **calibres** de l'ohmmètre, correspondant aux deux positions **L $\Omega$**  et **H $\Omega$**  du sélecteur **FUNCTION** : respectivement pour mesurer des valeurs **inférieures** à **39,999 k $\Omega$**  ou bien **supérieures** à **40 k $\Omega$** .

En général, si vous ne savez pas quelle est approximativement la valeur de résistance que vous devez mesurer, nous vous conseillons d'effectuer la première mesure avec le calibre le plus élevé de l'ohmmètre et ensuite de réessayer avec le calibre le plus bas.



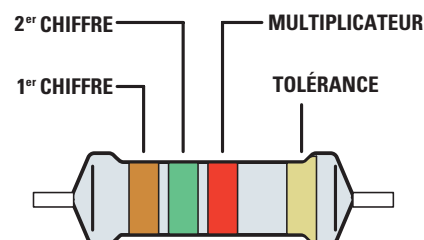
## VALEURS STANDARDS DES RÉSISTANCES

$\Omega$						$M\Omega$
1,0	10	100	1.000	10.000	100.000	1,0
1,2	12	120	1.200	12.000	120.000	1,2
1,5	15	150	1.500	15.000	150.000	1,5
1,8	18	180	1.800	18.000	180.000	1,8
2,2	22	220	2.200	22.000	220.000	2,2
2,7	27	270	2.700	27.000	270.000	2,7
3,3	33	330	3.300	33.000	330.000	3,3
3,9	39	390	3.900	39.000	390.000	3,9
4,7	47	470	4.700	47.000	470.000	4,7
5,6	56	560	5.600	56.000	560.000	5,6
6,8	68	680	6.800	68.000	680.000	6,8
8,2	82	820	8.200	82.000	820.000	8,2

Quand on conçoit un circuit, il faut penser que les résistances ne sont disponibles que dans des valeurs bien précises, dites normalisées ou standards. Dans le tableau nous donnons la série des valeurs standards des résistances que l'on trouve normalement dans le commerce.

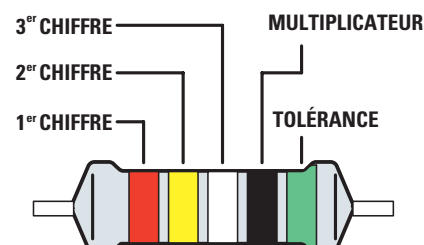
### CODE des résistances au CARBONE

	1 <sup>er</sup> CHIFFRE	2 <sup>er</sup> CHIFFRE	MULTIPLICATEUR	TOLÉRANCE
NOIR	=	0	x 1	5 %  OR
MARRON	1	1	x 10	10 %  ARGENT
ROUGE	2	2	x 100	
ORANGE	3	3	x 1.000	
JAUNE	4	4	x 10.000	
VERT	5	5	x 100.000	
BLEU	6	6	x 1.000.000	
VIOLET	7	7	OR : 10	
GRIS	8	8	ARG : 100	
BLANC	9	9		



### CODE des résistances à couche MÉTALLIQUE

	1 <sup>er</sup> CHIFFRE	2 <sup>er</sup> CHIFFRE	3 <sup>er</sup> CHIFFRE	MULTIPLICATEUR	TOLÉRANCE
NOIR	=	0	0	x 1	0.5 %  VERT
MARRON	1	1	1	x 10	1 %  MARRON
ROUGE	2	2	2	x 100	2 %  ROUGE
ORANGE	3	3	3	x 1.000	
JAUNE	4	4	4	x 10.000	
VERT	5	5	5	x 100.000	
BLEU	6	6	6	x 1.000.000	
VIOLET	7	7	7	OR : 10	
GRIS	8	8	8	ARG : 100	
BLANC	9	9	9		



Les deux tableaux montrent le code des anneaux (bagues ou bandes) de couleur, avec lequel il est possible de déterminer la valeur des résistances au carbone et des résistances à couche métallique.

# À la découverte de l'énergie du futur



**229,00 €**  
**KNS14**

**119,00 €**  
**KNS12**

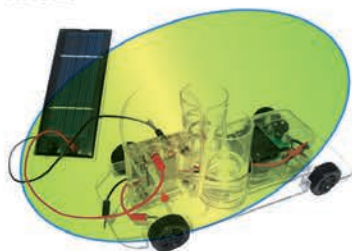


## **KIT D'EXPÉRIENCES HYDROGÈNE-ÉOLIEN**

Ce kit d'expériences hydrogène-éolien vous permet de créer votre propre énergie renouvelable grâce à de l'eau, du vent et une pile à combustible

**Apprendre en se divertissant avec ces kits didactiques. Comment utiliser l'énergie du soleil, du vent, de l'eau pour produire le combustible du futur.**

**65,00 €**  
**KNS10**



**Voiture à hydrogène**

Cette voiture produit son carburant grâce à une pile à combustion et l'électrolyse. Découvrez comment l'oxygène et l'hydrogène se forment dans deux réservoirs. La voiture se conduit elle-même et vire de 90° dès qu'elle rencontre un obstacle.

**69,00 €**  
**KNS9**



**Kit d'expériences à hydrogène**

Ce kit montre comment produire et stocker une énergie renouvelable grâce à de l'eau et l'électrolyse. L'énergie produite peut ensuite être utilisée pour alimenter un véhicule ou un appareil électronique.

**105,00 €**  
**KNS13**



**Kit d'expériences à bioénergie**

Ce kit offre la dernière version de la pile à combustible et utilise l'éthanol comme carburant. Ce kit produit directement de l'électricité à partir de l'éthanol (alcool) et ceci sans combustion. Éthanol non inclus.

**119,00 €**  
**KNS11**

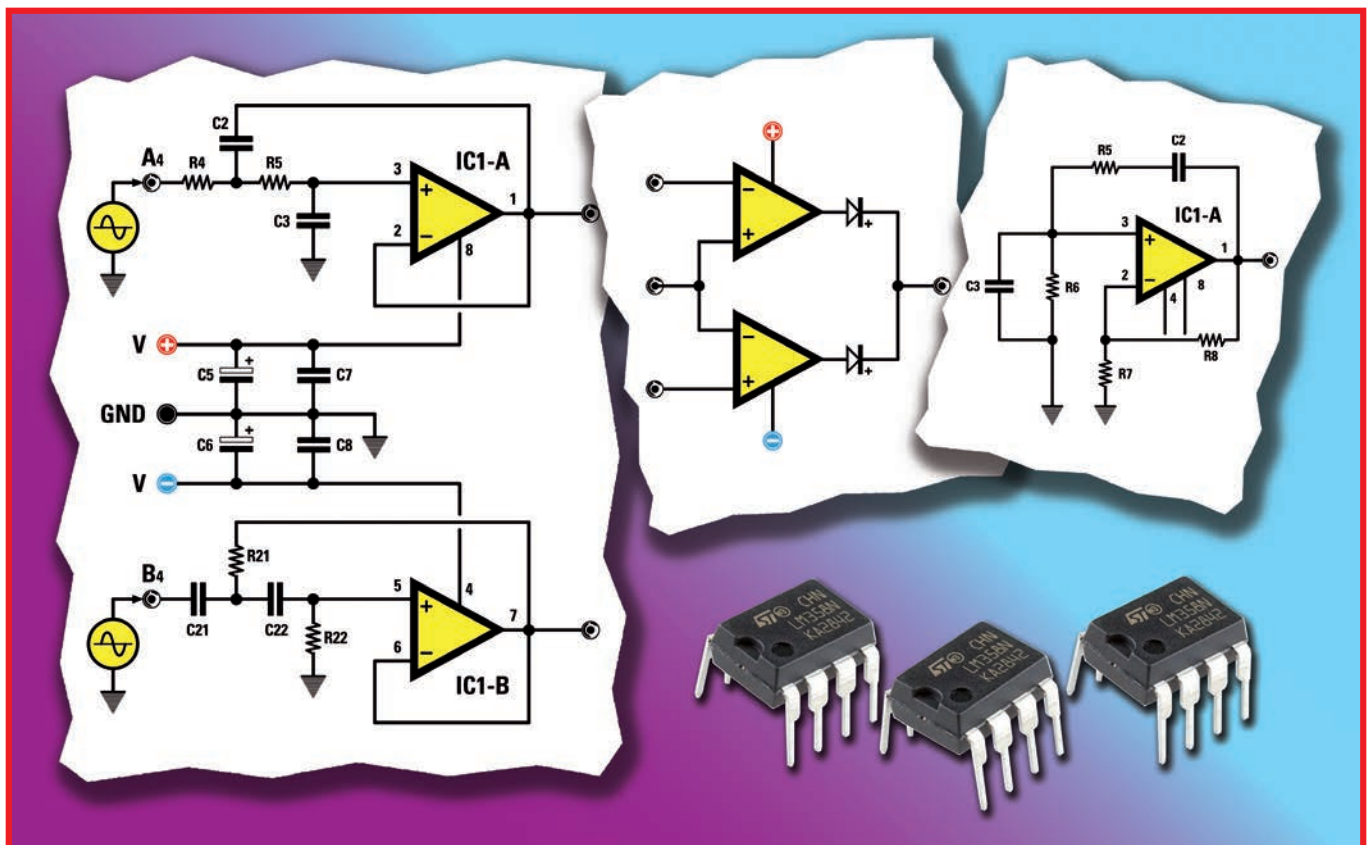


**Voiture à hydrogène & station-service**

Ce bolide du futur vous fait découvrir de façon ludique le monde de l'énergie renouvelable et de la technologie de l'automobile. Le mécanisme intérieur est à admirer à travers les parties transparentes de la carrosserie.

# Platine universelle (suite) à double opérationnel

**Vous devez réaliser rapidement des préamplificateurs, des comparateurs et des filtres ? La réponse est notre platine universelle avec double opérationnel (réalisée dans le numéro précédent d'ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE) à partir de laquelle vous pouvez vous lancer dans les applications pratiques les plus diverses. Avec cette platine et un fer à souder, vous allez maintenant pouvoir réaliser une myriade de nouveaux circuits. La première partie a rencontré un vif succès ; la suivante (celle que vous êtes en train de lire) est dédiée à des circuits tout aussi passionnants que vous pourrez expérimenter et modifier à volonté.**



**L'**intérêt suscité par notre **platine universelle à double opérationnel** présentée dans le numéro **117** d'**ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** nous a persuadés de la nécessité de continuer dans cette voie en prenant en considération de nouveaux circuits d'application.

Un grand réservoir de solutions dans lequel vous pourrez puiser pour résoudre de petits problèmes professionnels et de loisir, bref un vrai «couteau suisse électronique» !

Nous allons vous proposer en particulier de construire :

- **comparateur à fenêtre avec alimentation double**
- **amplificateur différentiel avec alimentation simple**

- **sommeur inverseur et non inverseur avec alimentation double**
- **convertisseur tension / courant**
- **comparateur trigger de Schmitt**
- **intégrateur inverseur**
- **dérivateur inverseur**
- **amplificateur pour DDS**

La platine et le matériel disponible ont été utilisés avec succès par les étudiants des IUT pour leur mémoire de fin d'année. Les amplificateurs opérationnels représentent du reste une pierre angulaire de l'électronique moderne et cette consécration ne nous a pas étonné mais elle a seulement confirmé ce que nous savions.



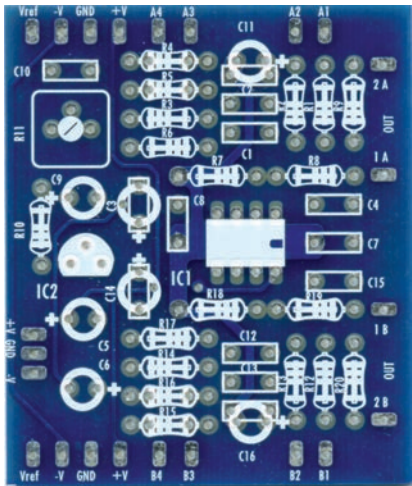


Figure 1 : Photo du circuit imprimé de notre platine universelle EN1788 dûment sérigraphiée.

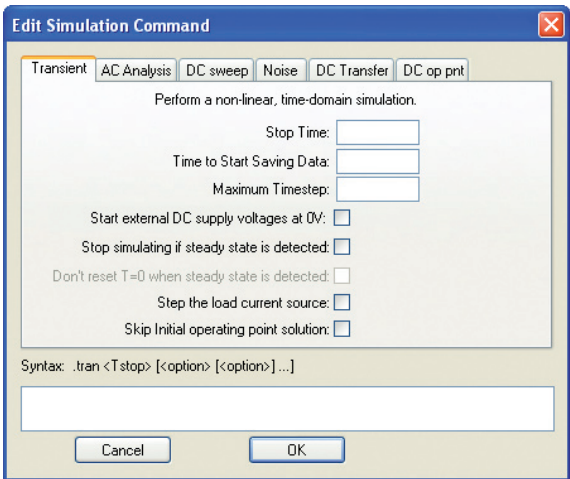


Figure 2 : La figure montre les fonctions d'analyse de base du simulateur les plus communément utilisées.

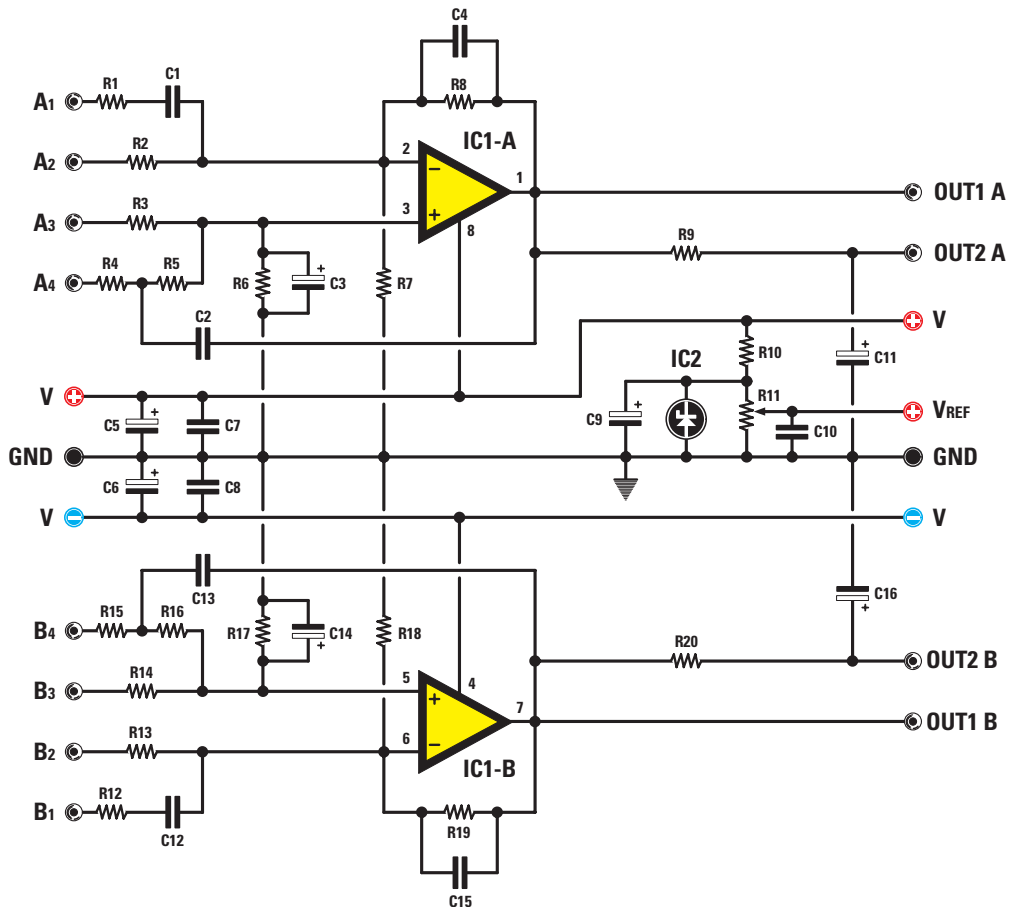
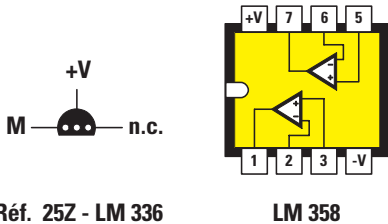


Figure 3 : Schéma électrique de la platine universelle EN1788 grâce à laquelle nous avons réalisé les applications des pages suivantes.





Bien sûr, il faudrait réserver un plus grand espace de notre revue à un sujet aussi important que les amplificateurs opérationnels, mais nous pensons qu'il est déjà important de faire naître d'abord la curiosité et ensuite à chacun de s'adonner à des approfondissements personnels.

## Le simulateur LTSpice

Dans le précédent numéro, pour des motifs de limitation d'espace, justement, nous n'avons pas parlé du simulateur **LTSpice**. Ce programme a été conçu par le constructeur des circuits intégrés bien connus **Linear Technology**, afin d'aider les concepteurs utilisant ses composants.

Il s'agit d'un **simulateur** complet et rapide, mis à notre disposition gratuitement et sans limitation du nombre de composants et de nœuds du circuit à simuler.

Dans le **CDRom CDR1788** fourni avec le kit, nous avons mis le programme **LTSpice** et tous les schémas des circuits présentés. Vous pourrez ainsi simuler les divers schémas proposés et introduire vos modifications et vos propres simulations pour voir l'effet obtenu avant même de passer à la réalisation pratique.

Si il est bien utilisé, cet instrument sert à gagner du temps, en essayant même les idées les plus improbables. Toutefois l'expérimentation réelle reste une étape fondamentale. C'est pourquoi nous vous conseillons de consacrer à **LTSpice** un peu de temps et de

patience et il deviendra un ami inséparable de vos montages électroniques.

Ce programme est devenu un standard pour la communauté des concepteurs en électronique : il s'est répandu dans le milieu universitaire et beaucoup de forums en ligne lui sont dédiés.

En réalité **LTSpice** descend d'un programme bien connu comme **SPICE1** : né à l'université de Berkeley en 1972, il est utilisé pour concevoir les circuits intégrés. L'analyse des circuits linéaires se fait en général en résolvant les équations dérivées des lois de Kirkoff.

La solution des circuits linéaires simples peut être trouvée manuellement et elle se complique pas mal avec l'augmentation des dimensions, si des analyses en fréquence et en transitoire sont requises. Dans ce cas il devient indispensable d'utiliser un programme. Les simulations que nous avons insérées dans le **CDROM** sont celles de base ; le programme, en réalité, permet des analyses fort sophistiquées, comme par exemple la dispersion des paramètres et l'analyse de la distorsion.

Les analyses de base disponibles en **LTSpice** (et visibles figure 2) sont les suivantes :

- **Transient** est l'analyse en transitoire.
- **Ac Analysis** montre l'analyse en fréquence et en phase en utilisant les diagrammes de Bode.
- **DC sweep** fait une analyse en continu avec la possibilité de faire varier d'un «coup de brosse» une tension ou un courant.

- **Noise** analyse les bruits superposés au signal dans le domaine de la fréquence.

- **DC Transfer** permet d'analyser la fonction de courant et tension pour de petites variations du signal.

- **DC op point** calcule les points de travail statiques en continu dans le circuit.

Sont également disponibles les classiques **analyses Spice** dont la liste est publiée dans le manuel du simulateur. Elles seront utilisées en ajoutant au schéma lesdites «**directives Spice**».

Dans le cas où vous voudriez utiliser un autre type d'amplificateur opérationnel, il existe un vaste choix dans les librairies du programme. Si le sujet vous intéresse, nous vous proposerons un cours consacré au **LTSpice**.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ces applications avec la platine universelle **EN1788** (circuit imprimé, composants) est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après :

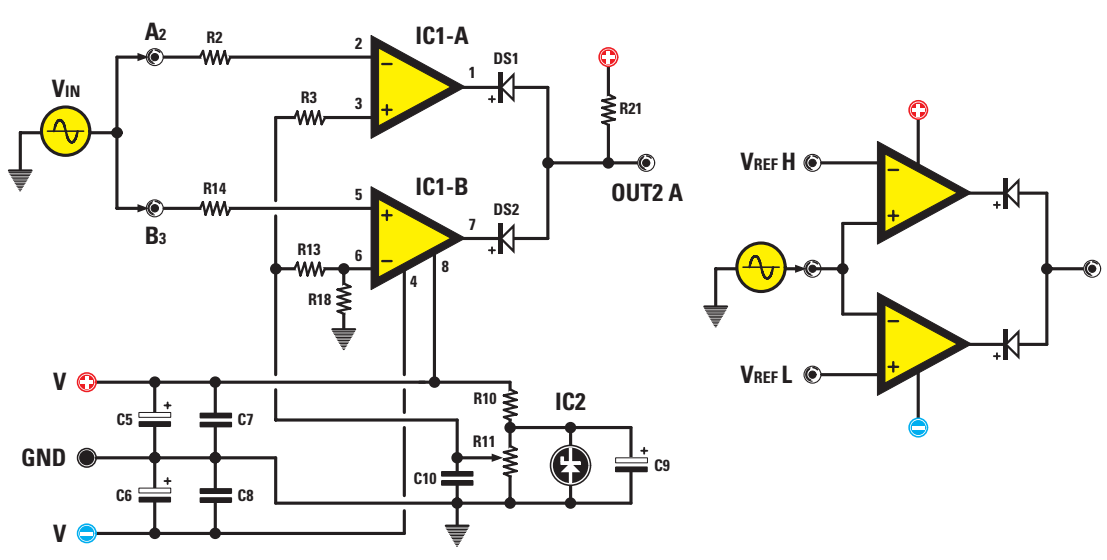
<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/118.zip>. ◆

## 9 - Comparateur à fenêtre avec alimentation double

La figure donne le schéma d'un comparateur à fenêtre. Pour en comprendre mieux le fonctionnement, il faut regarder le schéma simplifié (à droite). Le circuit, composé de deux amplificateurs opérationnels, compare le signal **Vin** avec les tensions de référence **VrefH** et **VrefL**.

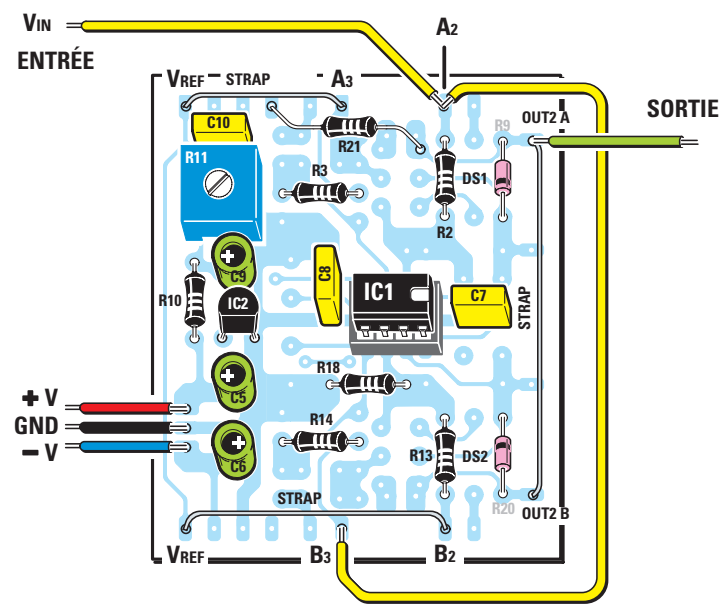
Si **Vin** reste entre ces deux seuils, la sortie **OUT2A** reste au niveau logique haut. Si, par exemple, **Vin** dépasse **VrefH** ou est inférieur à **VrefL**, le signal de sortie se met au niveau logique bas. Dans notre schéma, la tension **VrefH** est déterminée par **Vref** et le seuil inférieur

**VrefL** par le diviseur de tension **R13** et **R18**. Dans les fichiers fournis par la simulation, on a le schéma d'un comparateur à fenêtre réalisant la fonction inverse : la tension de sortie reste à **zéro** si la tension **Vin** est comprise entre les deux seuils.



Liste des composants

- R2 ..... 10 k
- R3..... 10 k
- R10 .. 10 k
- R11 .. 10 k trimmer
- R13 .. 10 k
- R14 ... 10 k
- R18 .. 10 k
- R21 .. 10 k
- C5 ..... 100 µF électrolytique
- C6 ..... 100 µF électrolytique
- C7 ..... 100 nF polyester
- C8 ..... 100 nF polyester
- C9 ..... 10 µF électrolytique
- C10 ... 100 nF polyester
- DS1 .. 1N4150
- DS2 .. 1N4150



10 - Amplificateur différentiel avec alimentation simple

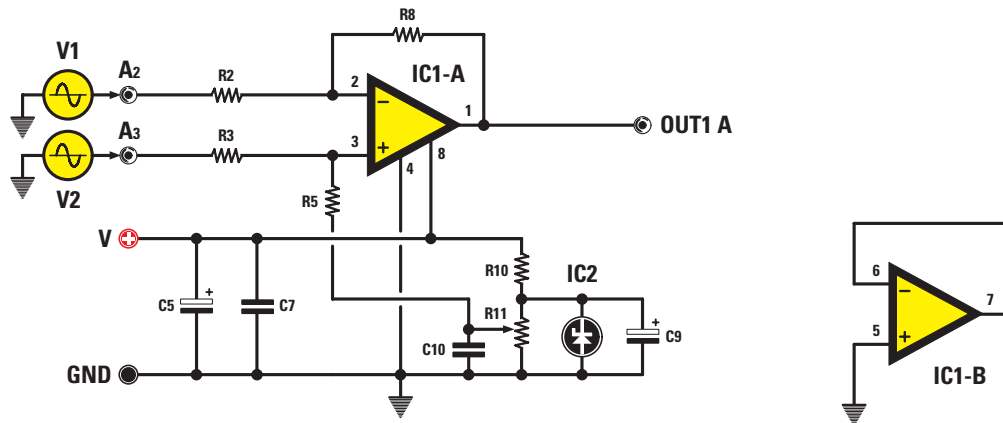
Le dessin représente le schéma d'un amplificateur différentiel avec alimentation simple.

Ce type d'amplificateur est doté d'une limitation : les signaux d'entrée **ne**

**peuvent pas être** négatifs par rapport à la masse.

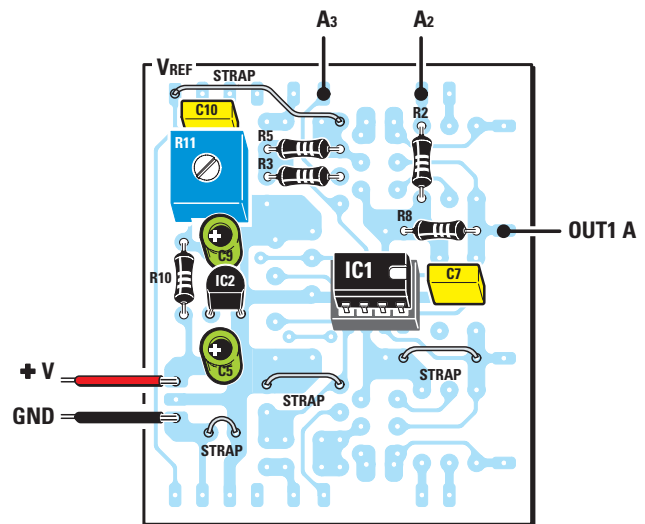
Ce circuit peut être utilisé pour amplifier la chute de tension aux extrémités d'une résistance «**capteur**» de courant.

Dans le cas où la résistance «**capteur**» est sur l'alimentation positive, il est nécessaire d'insérer deux diviseurs de tension afin d'éviter que la tension maximale sur les entrées ne dépasse la tension d'alimentation de l'opérationnel.

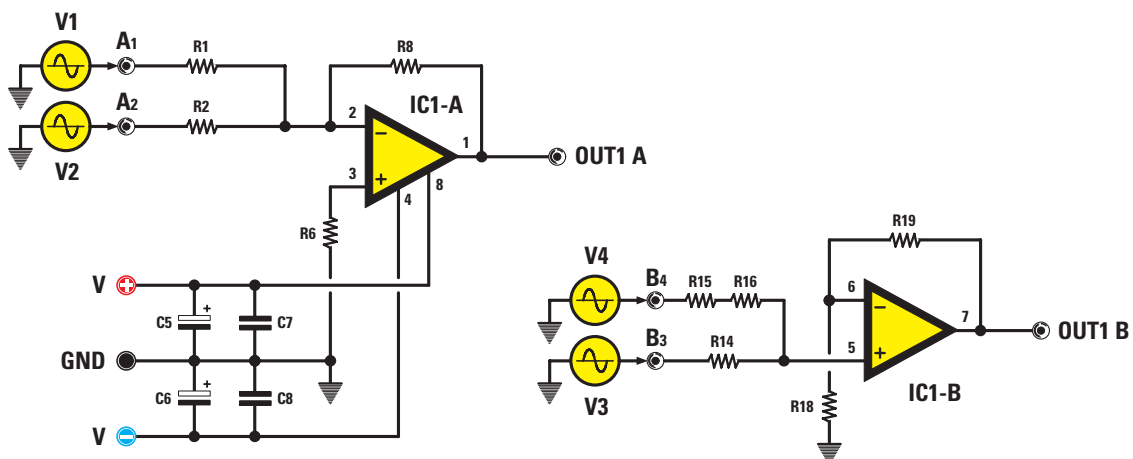


## Liste des composants

R2	.....	10 k
R3	.....	10 k
R5	.....	100 k
R8	.....	100 k
R10	..	10 k
R11	..	10 k trimmer
C5	.....	100 µF électrolytique
C7	.....	100 nF polyester
C9	.....	10 µF électrolytique
C10	...	100 nF polyester



## 11 - Sommateur inverseur et non inverseur avec alimentation double



Le sommateur est un des blocs fondamentaux des calculateurs analogiques et des mélangeurs. La figure montre comment réaliser un sommateur inverseur autour de l'amplificateur opérationnel **IC1/A** (ce circuit intégré effectue la combinaison linéaire des générateurs d'entrée **V1** et **V2**).

La tension de sortie vaut :

$$V_u = - (R_8 : R_1 \times V_1) + (R_8 : R_2 \times V_2)$$

Le signe «-» indique l'inversion de phase.

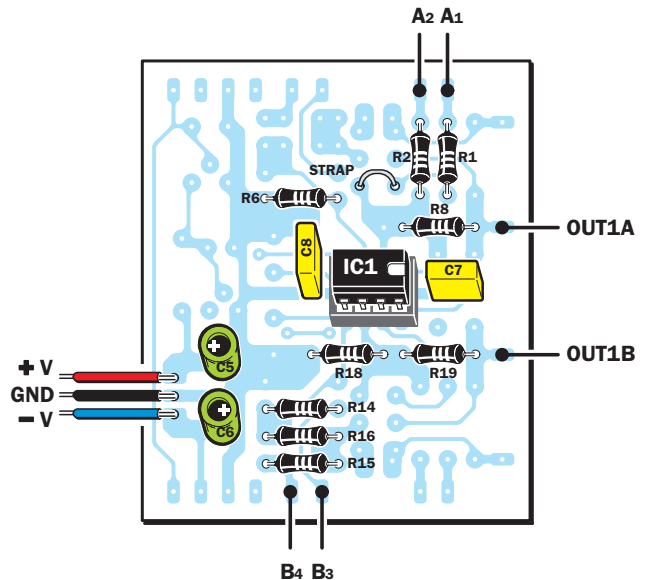
Avec notre schéma l'étage a un gain d'une valeur de **10** environ.

Le sommateur non inverseur est réalisé autour de **IC1/B** où les générateurs **V3** et **V4** s'ajoutent sur l'entrée non inverseuse de l'opérationnel.

Le gain de l'étage est déterminé par les résistances **R19** et **R18**, il vaut alors dans ce cas **3**.

## Liste des composants

R1 .....	10 k
R2 .....	10 k
R6 .....	10 k
R8 .....	100 k
R14 ...	20 k
R15 ...	10 k
R16....	10 k
R18 ...	10 k
R19 ...	20 k
C5 .....	100 µF électrolytique
C6 .....	100 µF électrolytique
C7 .....	100 nF polyester
C8 .....	100 nF polyester



## 12 - Convertisseur tension / courant

La figure montre le circuit intégré **IC1/A** monté en convertisseur courant / tension pour **convertir** le courant traversant **FR1** en une **tension**. Ce circuit s'utilise avec les transducteurs fournissant un courant variable, en les découplant de la charge.

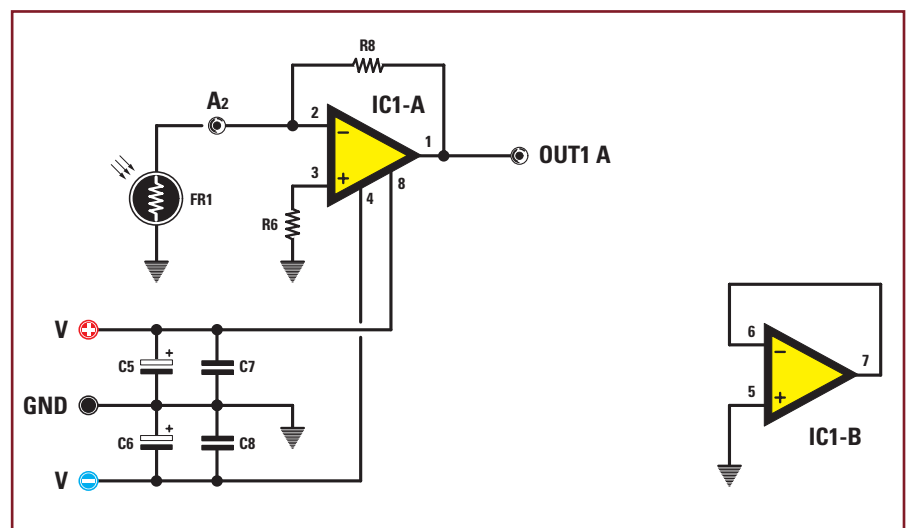
Prenons l'exemple pratique d'une photorésistance présentant les caractéristiques suivantes :

**Rs(max) = 1 MΩ** dans l'**obscurité**.

Dans ce cas nous aurons à la sortie quelques centaines de **mV**.

**Rs(min) = 2,2 KΩ** en pleine **lumière**.

Dans ce cas nous aurons à la sortie environ **11 V**.



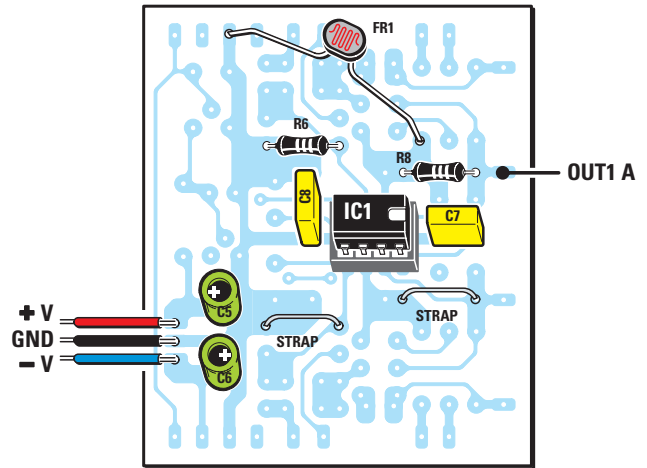
Ce même circuit peut également être utilisé pour les photodiodes en adaptant

opportunément la valeur de la résistance **R8**.



## Liste des composants

FR1 ...	photorésistance 2,2 k
R6 .....	20 k
R8 .....	20 k
C5 .....	100 µF électrolytique
C6 .....	100 µF électrolytique
C7 .....	100 nF polyester
C8 .....	100 nF polyester



## 13 - Comparateur à trigger de Schmitt

La figure représente le circuit théorique d'un comparateur à trigger de Schmitt, où le générateur de référence  $V_0$  est un générateur de tension idéal.

Comme vous pouvez le voir sur le schéma d'application pratique de la page suivante, le diviseur de tension **R3-R6** relié à **V+** remplace le générateur  $V_0$ .

Nous notons génériquement **I Vu- I** (entre deux barres verticales) la **valeur absolue** de la tension de sortie, ce qui correspond à **Vout+** avec la sortie en saturation positive et **Vout-** avec la sortie en saturation négative.

Les tensions de seuil  $V_{R+}$  et  $V_{R-}$  sont données par les relations (et il est possible de le démontrer) :

- 1)  $V_{R+} = V_{\beta+} + I V_u \mid \times (R_A : (R_B + R_A))$
- 2)  $V_{R-} = V_{\beta-} - I V_u \mid \times (R_A : (R_B + R_A))$

où l'on a :

$$3) V_{\beta} = V_0 \times (R_B : (R_B + R_A))$$

La tension d'hystérésis vaut en revanche :

$$4) V_H = 2 \times I V_u \mid \times (R_A : (R_B + R_A))$$

La valeur d'hystérésis  $V_H$  est pratiquement indépendante de  $V_0$  et il est possible de modifier la valeur de  $V_{R+}$  et  $V_{R-}$  sans intervenir sur l'hystérésis.

En général la tension de référence s'obtient en montant un diviseur de tension sur la branche positive de l'alimentation. Ensuite, pour appliquer la formule précédente, il suffit de poser :

- 5)  $V_0 = V_+ \times (R_6 : (R_6 + R_3))$
- 6)  $R_A = [(R_3 \times R_6) : (R_3 + R_6)]$

Voici maintenant une application pratique et son dimensionnement. Le comparateur avec hystérésis s'utilise quand un bruit se superpose au signal d'entrée.

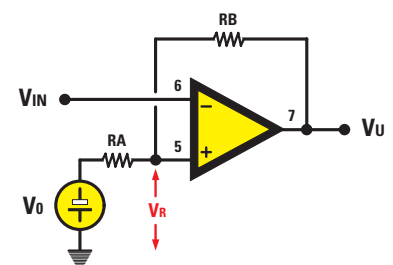
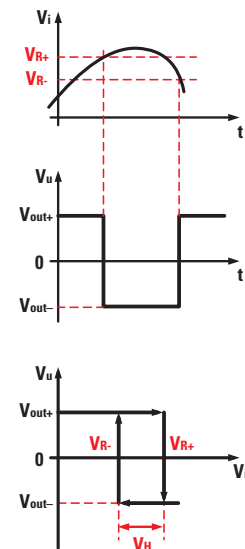
Supposons que nous nous trouvions devant un capteur d'alarme signalant «une effraction» quand les **5 V** sont dépassés, alors que le signal de bruit est de **0,5 V**.

Afin d'éviter tout déclenchement intempestif, on utilise un comparateur avec hystérésis réalisé avec un **LM358** et une alimentation double  $\pm 15$  V. La tension de saturation vaut **Vout+ = 13 V** et **Vout- = -13 V** et donc **I Vu I = 13 V** (valeur absolue de  $V_u$  égale 13 V)

Avec les données du montage le seuil de commutation montant sera :

$$V_{R+} = 5 \text{ V}$$

L'hystérésis devra dépasser de beaucoup le bruit. Pour avoir une bonne marge, fixons  $V_H = 1 \text{ V}$ .



Le comparateur sera réalisé selon le schéma de la figure. La formule 4) peut être réécrite ainsi :

$$(R_A : (R_B + R_A)) = V_H : (2 \times |V_u|) = 1 : 26 = 0,04$$

La valeur de  $V_\beta$  peut être facilement trouvée avec la formule 1) :

$$V_\beta = V_{R+} - (R_A : (R_B + R_A)) \times |V_u| = V_{R+} - 0,04 \times |V_u|$$

En remplaçant les symboles par leurs valeurs nous obtenons :

$$V_\beta = 5 - 0,04 \times 13 = 4,48 \text{ V}$$

Grâce aux formules 3), 5), et 6) on peut facilement trouver que :

$$V_o = V_+ \times (R_A : R_3)$$

Fixons  $R_4 = 100 \text{ k}$ .

Récrivons l'expression de  $V_\beta$  en fonction de  $R_3$  et  $R_6$ , on obtient :

$$V_\beta = (V_+ : R_3) \times [(R_A \times R_B) : (R_A + R_B)]$$

Posons  $R_b = [(R_A \times R_B) : (R_A + R_B)]$ , on obtient :

$$R_b = (R_4 \times V_\beta) : V_+ = (100\,000 \times 4,48) : 15 = 30 \text{ k}$$

Or on sait que :

$$(R_A : (R_A + R_B)) = R_b : R_B = 0,04$$

$$R_B = R_b : 0,04 = 30\,000 : 0,04 = 750 \text{ k}$$

Comme  $R_B = R_{21} = 750 \text{ k}$ , choisissons une valeur normalisée de **820 k**.

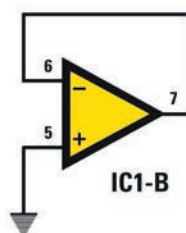
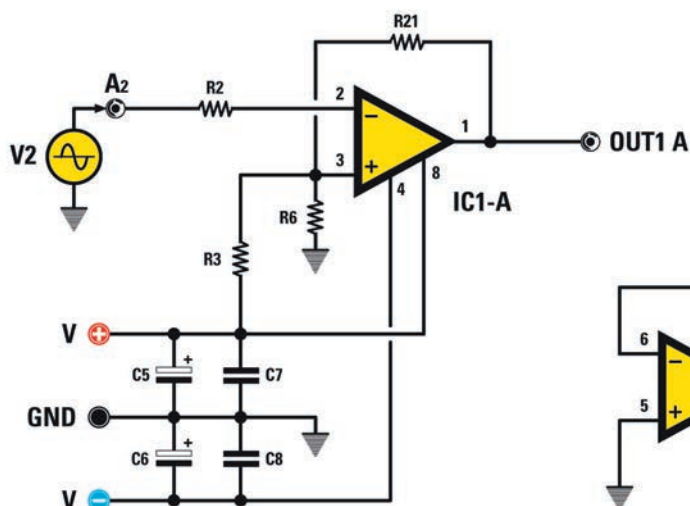
Pour trouver  $R_A$  :

$$R_A = (R_b \times R_B) : (R_B - R_b) = 31,25 \text{ k}$$

La résistance  $R_A$  est constituée du montage en parallèle de  $R_3$  et  $R_6$ , on a :

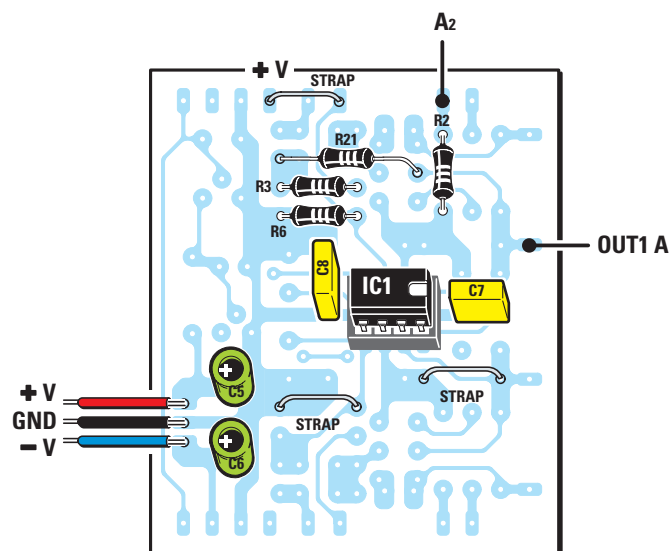
$$R_6 = (R_A \times R_3) : (R_3 - R_A) = 45,5 \text{ k}$$

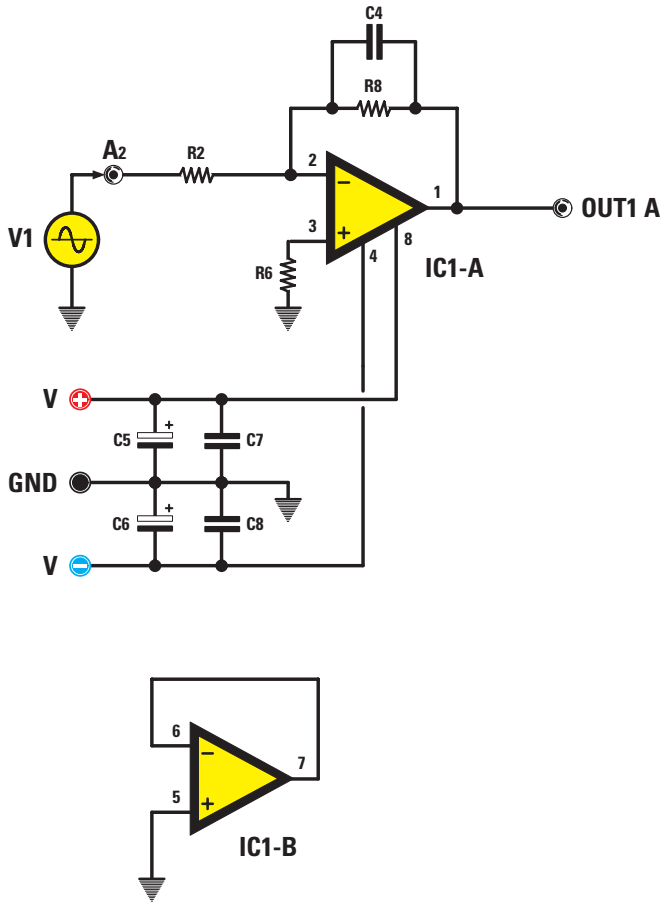
soit la valeur normalisée la plus proche **47 k**



## Liste des composants

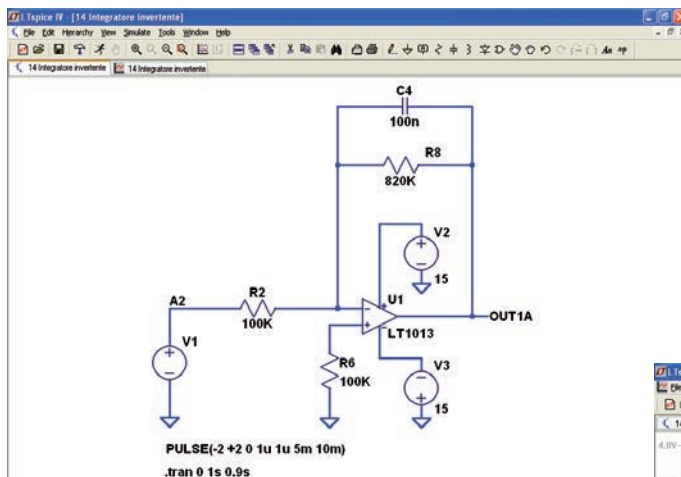
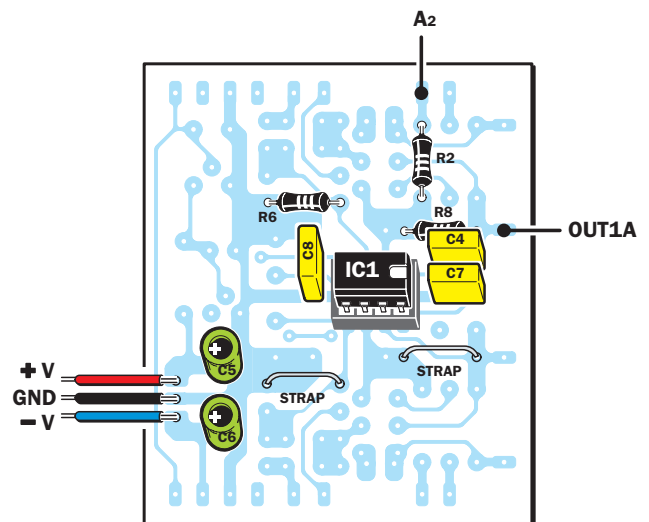
R2 .....	10 k
R3 .....	100 k
R6 .....	47 k
R21 ..	820 k
C5 .....	100 µF électrolytique
C6 .....	100 µF électrolytique
C7 .....	100 nF polyester
C8 .....	100 nF polyester



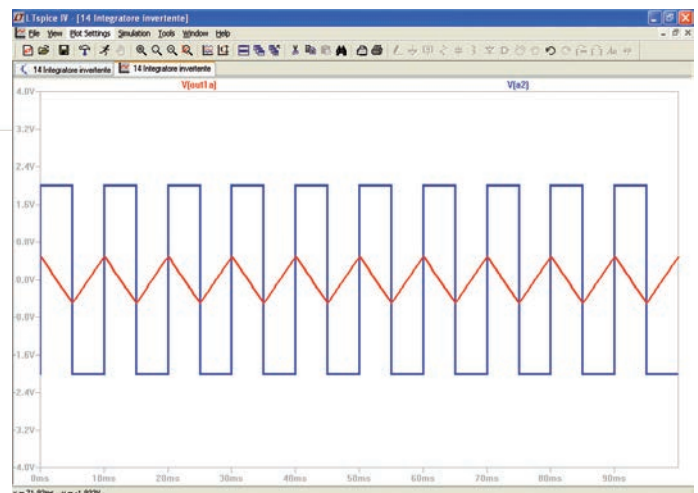


## Liste des composants

R2	.....	100 k
R6	.....	10 k
R8	.....	820 k
C4	.....	100 nF polyester
C5	.....	100 µF électrolytique
C6	.....	100 µF électrolytique
C7	.....	100 nF polyester
C8	.....	100 nF polyester



Ci-contre on a représenté le circuit utilisé pour la simulation. Vous pouvez voir le paramétrage du générateur et du type de simulation.



La figure montre le résultat de la simulation. En rouge, la forme d'onde à l'entrée et en vert celle à la sortie.

## 14 - Intégrateur inverseur

Ce circuit effectue l'intégration mathématique dans le temps du signal d'entrée qui, dans notre cas, est appliqué sur **A2**.

Supposons que nous appliquions en entrée une onde carrée d'amplitude :

$$V = \pm 2 \text{ V}, f = 100 \text{ Hz}$$

Sachant que le condensateur **C4** vaut **100 nF**, voyons comment trouver la

valeur de **R2** pour obtenir un signal de sortie triangulaire. Afin d'éviter que l'amplificateur opérationnel ne soit saturé, on applique la règle pratique selon laquelle la constante de temps d'intégration, lequel est égal à :

$$\tau = R2 \times C4$$

doit être du même ordre de grandeur que la période de l'onde à intégrer.

Dans notre cas la période vaut :

$$\tau = 1 : f = 10 \text{ ms}$$

Donc la condition suivante devra être vérifiée :  $\tau = R2 \times C4 = 10 \text{ ms}$

La résistance se calcule avec la formule :

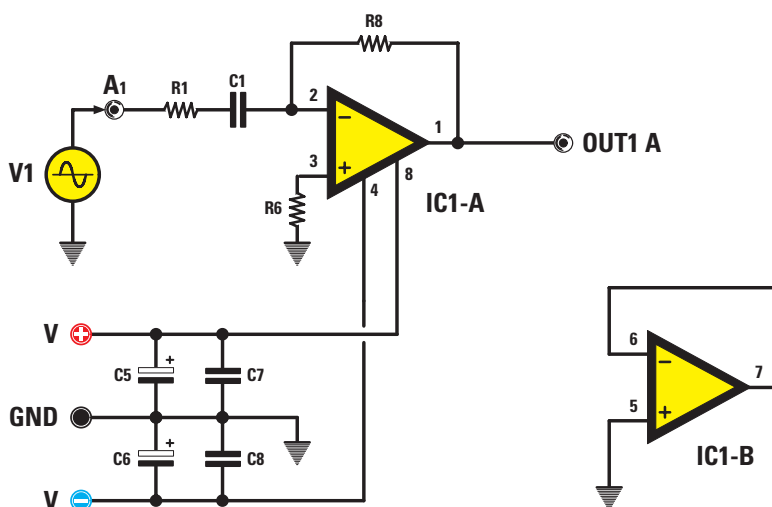
$$\begin{aligned} R2 &= \tau : C \\ &= 10 \times 10^{-3} : 0,1 \times 10^{-6} \\ &= 100 \text{ k} \end{aligned}$$

En regardant le circuit on peut constater la présence de la résistance **R8**, servant à réduire le gain aux basses fréquences et à éviter les effets de l'offset.

En général on choisit : **R8 = 10 x R2**.

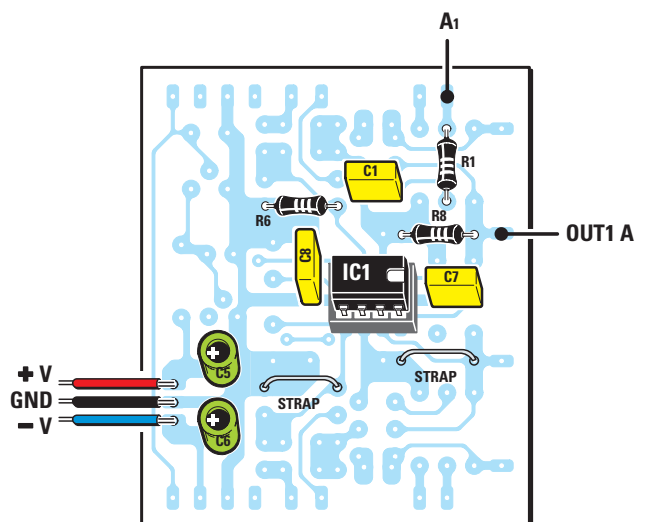
## 15 - Dérivateur inverseur

Ce circuit effectue l'opération mathématique de dérivation dans le temps du signal appliqué à l'entrée. Ce circuit peut être utilisé pour transformer un signal à onde triangulaire en un signal carré.

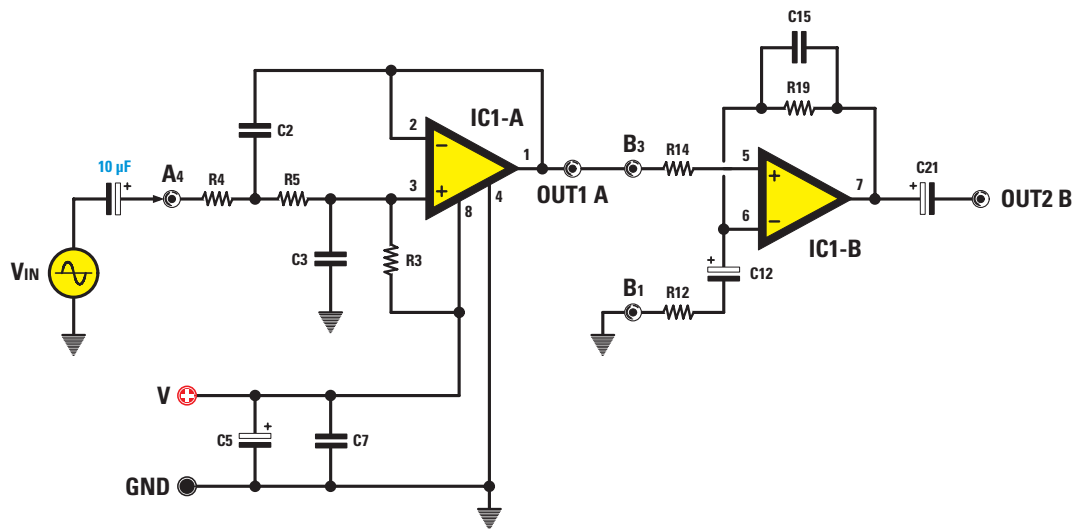


### Liste des composants

R1	.....	1 k
R6	.....	1 k
R8	.....	100 k
C1	.....	100 nF polyester
C5	.....	100 µF électrolytique
C6	.....	100 µF électrolytique
C7	.....	100 nF polyester
C8	.....	100 nF polyester

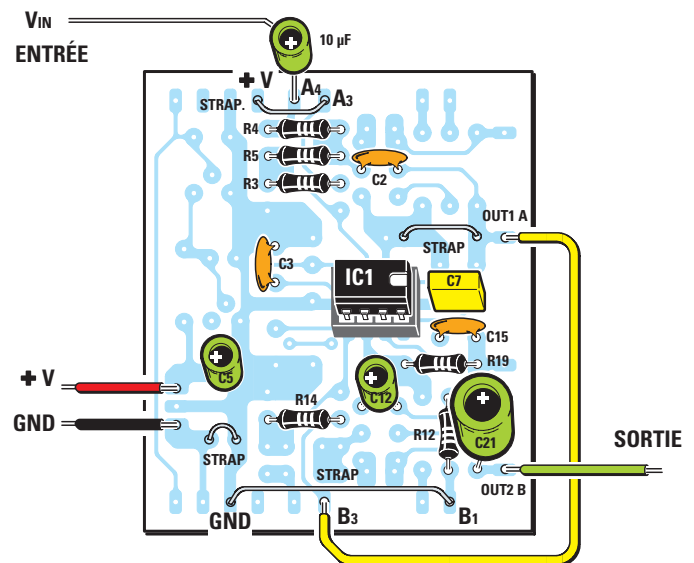






## Liste des composants

R3	47 k
R4	22 k
R5	22 k
R12	10 k
R14	15 k
R19	150 k
C2	100 pF céramique
C3	47 pF céramique
C5	100 µF électrolytique
C7	100 nF polyester
C12	10 µF électrolytique
C15	47 pF céramique
C21	100 µF électrolytique



## Amplificateur pour DDS

Comme nous l'annonçons dans le précédent numéro, voici maintenant un exemple montrant comment **filtrer** et **amplifier** la sortie **BF** du générateur **EN1788**.

Bien sûr, les composants utilisés dans ce cas ne se trouvent pas dans le matériel disponible **EN1788**, mais nos annonceurs se feront un devoir de les mettre à votre disposition dans

les meilleures conditions pour peu que vous les interrogiez, par téléphone ou par mail.

Les caractéristiques du montage sont les suivantes :

- alimentation simple ;
- filtrage de type passe-bas à **100/120 kHz** ;
- amplificateur avec gain de **15**.

Le résultat est le schéma de la figure si dessus. La section **IC1/A** de l'opérationnel **NE5532** constitue un filtre passe-bas, avec fréquence de coupure de **120 kHz**.

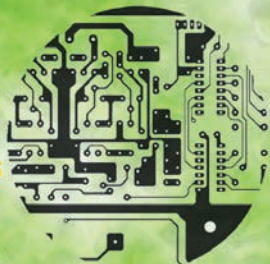
La résistance **R3** polarise l'opérationnel à **6 V**. On a choisi une valeur élevée afin d'éviter qu'elle ne charge le signal. L'amplificateur inverseur est constitué de **IC1/B**.

# SERILEC

E.MAIL : [SERILEC2@WANADOO.FR](mailto:SERILEC2@WANADOO.FR)

**SPÉCIALISATION:**

**PROTOTYPE  
PETITES ET MOYENNES SERIES**



**RÉALISATION:**



**CIRCUITS SIMPLE FACE  
CIRCUITS DOUBLE FACE  
CIRCUITS MULTICOUCHES DE 3 à 6**

**FINITION SELECTIVE  
TEST À SONDE**

TÉL. : 04.42.24.39.52 FAX : 04.42.24.47.55

**70 RUE LOUIS ARMAND  
13795 AIX EN PROVENCE CEDEX**

Lycée Professionnel & Technologique  
**ÉCOLE MODÈLE D'ÉLECTRONIQUE**

# EME

**Bac Pro. SEN en 3 ans**

**(Systèmes Electroniques Numériques)**



**Bac STI**

**(Option Électronique)**

**BTS SE**

**(Systèmes Électroniques)**

233, Bd de saint Marcel 13396 MARSEILLE Cedex 11  
Tél.: 04 91 44 65 37- Fax: 04 91 89 23 82

**[WWW.eme-enseignement.fr](http://WWW.eme-enseignement.fr)**

# ABONNEZ-VOUS

**OUI,**

Je m'abonne à

**ELECTRONIQUE**  
ET LOISIRS  
LE MENSUEL DE L'ELECTRONIQUE POUR TOUS

**A PARTIR DU N° 119 ou supérieur**



N°

E0118

Ci-joint mon règlement de \_\_\_\_\_ € correspondant à un abonnement de 4 revues Annuel

Règlement CB directement sur le site [www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com) rubrique **Abonnement**

Adresser mon abonnement à :

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Tél. \_\_\_\_\_ e-mail \_\_\_\_\_

Date, le \_\_\_\_\_

Signature obligatoire ▷

L'ASSURANCE de ne manquer aucun numéro en recevant votre revue directement dans votre boîte aux lettres près d'une semaine avant sa sortie en kiosques.

BÉNÉFICIER de 50% de remise\*\* sur les CD-ROM des anciens numéros

**TARIFS FRANCE**

☐ **4 numéros** **28€,00**

**TARIFS CEE/EUROPE**

☐ **4 numéros** **32€,00**

**DOM-TOM/HORS CEE OU EUROPE:**

**NOUS CONSULTER SUR  
[www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com)  
rubrique Abonnement**

**POUR TOUT CHANGEMENT  
D'ADRESSE, N'OUBLIEZ PAS DE  
NOUS INDIQUER VOTRE NUMÉRO  
D'ABONNÉ (INSCRIT SUR  
L'EMBALLAGE)**

**Bulletin à retourner à: JMJ – Abo. ELM**

**B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE - Tél. 0820 820 534 - Fax 0820 820 722**

Cherche schéma de multiplexeur et ou électronicien dynamique pour conception d'un stator de moteur (nombre de circuits alimentés, durée de commutation et charges de bobines sont variables.). Cherche aussi schéma de générateur BF d'antibruit ambiant vers enceinte pour bien-être sonore M. Braudel Tél. : 06 38 44 57 57

Achète et recherche Président Lincoln et Jackson 240 canaux même en panne faire offre au Tél. : 03 88 39 98 70

Recherche schéma TV Mitsubishi Réf. CT-29BFST pour réparation. Paiement des frais M. Cougnaud Tél : 06 15 80 81 65 aux repas.

Achète et recherche Multimètre analogique Metrix Modèle 462 faire offre au Tél. : 06 83 63 28 11 E-mail. : schneider.audio@noos.fr

Achète et recherche Multimètre analogique de marque Metrix Modèle 462 faire une offre au Tél. : 03 88 39 98 70

Recherche pour restaurer un ancien récepteur Philips modèle 930A un jeu de lampes comprenant : une lampe B443 deux lampes E438 ou E438B, une lampe 1801, ensemble ou séparément. Faire une offre au Tél. : 02 31 92 14 80

Recherche plan TV Brandt Chassis ICC55. Tél : 03 80 65 12 84



## ANNONCEZ-VOUS !

**VOTRE ANNONCE POUR SEULEMENT 2 TIMBRES\* à 0,57 € !**

LIGNES	TEXTE : 30 CARACTÈRES PAR LIGNE. VEUILLEZ RÉDIGER VOTRE PA EN MAJUSCULES. LAISSEZ UN BLANC ENTRE LES MOTS.
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

\*Particuliers : 2 timbres à 0,57 € - Professionnels : La grille : 90,00 € TTC - PA avec photo : + 30,00 € - PA encadrée : + 8,00 €

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

Toute annonce professionnelle doit être accompagnée de son règlement libellé à l'ordre de JMJ éditions. Envoyez la grille, avant le 10 précédent le mois de parution, accompagnée de votre règlement à l'adresse:

**JMJ/ELECTRONIQUE • Service PA • BP 20025 • 13720 LA BOUILLADISSE**

**Directeur de Publication**  
**Rédacteur en chef**  
Charles CARDONA  
redaction@electronique-magazine.com

**Direction - Administration**  
JMJ éditions  
B.P. 20025  
13720 LA BOUILLADISSE  
Tél. : 0820 820 534

**Secrétariat - Abonnements**  
**Petites-annonces - Ventes**  
A la revue

**Vente au numéro**  
A la revue

**Publicité**  
A la revue

**Maquette - Illustration**  
**Composition - Photogravure**  
JMJ éditions sarl

**Impression**  
Print Courtage  
25 Bd Bouès  
13003 Marseille

**Distribution**  
NMPP

**Hot Line Technique**

**0820 820 534 \***

du lundi au vendredi de 16 h à 18 h

**Web**

www.electronique-magazine.com

**e-mail**

info@electronique-magazine.com

\* prix d'un appel local

**ELECTRONIQUE**  
ET LOISIRS  
LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS

EST RÉALISÉ  
EN COLLABORATION AVEC :

**ELECTRONICA**  
Elettronica In

**JMJ éditions**

Sarl au capital social de 7800 €

RCS MARSEILLE : 421 860 925

APE 221E

Commission paritaire: 1015T79056

ISSN: 1295-9693

Dépôt légal à parution

### IMPORTANT

Reproduction, totale ou partielle, par tous moyens et sur tous supports, y compris l'internet, interdite sans accord écrit de l'Editeur. Toute utilisation des articles de ce magazine à des fins de notice ou à des fins commerciales est soumise à autorisation écrite de l'Editeur. Toute utilisation non autorisée fera l'objet de poursuites. Les opinions exprimées ainsi que les articles n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas obligatoirement l'opinion de la rédaction. L'Editeur décline toute responsabilité quant à la teneur des annonces de publicités insérées dans le magazine et des transactions qui en découlent. L'Editeur se réserve le droit de refuser les annonces et publicités sans avoir à justifier ce refus. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés ne sont communiqués qu'aux services internes de la société, ainsi qu'aux organismes liés contractuellement pour le routage. Les informations peuvent faire l'objet d'un droit d'accès et de rectification dans le cadre légal.





**Au sommaire :** MINILAB: apprendre l'électronique en se divisant 2ème partie: La pratique des compteurs (Pour étudier facilement l'électronique) - La mesure du facteur Q d'un circuit L/C Réalisation d'un Q-mètre - Pointeur de parabole pour satellite - Calcul de la résistance de chute pour LED - Un distorsionneur PLL pour guitare à module JOP «un joyau pour l'audiophile» - Un conductimètre professionnel - Un récepteur FM 87,5-108 MHz - Nouvelle version de la magnétothérapie BF à 100 gauss - Nouvel éthylomètre ultra sensible pour alcootest. Nos lecteurs ont du génie! - Mesurez facilement la puissance de vos enceintes acoustiques - Etc...

**Au sommaire :** MINILAB: 3ème partie: construction d'un générateur sinusoïdal Interface AUDIO USB - Un audiomètre médical, vous désirez surveiller votre audition ou celle de vos enfants, appareil facile à réaliser que vous pourrez utiliser également comme oscillateur BF. La résonance série et parallèle d'un quartz. Un jeu de lumières animées par les sons. Filtre paramétrique à module JOP. Testeur de réflexes - Afficheur modulaire à 64 caractères - Rétrospective des montages de Noël - Feu virtuel EN1477 - Simulateur d'aube et crépuscule EN1493 - Enregistreur de voix compact EN1524 - Clignotant à LED bleues - Reproducteur de sons sur EPROM 27256 EN1571 - Etc...

**Au sommaire :** Contrôle de température pour aquarium à cellules de PELTIER - Plein feu sur les LED - MINILAB: stop au larcin et autres indiscretions - Mesurer une tension alternative - Adaptateur fréquences pour multimètre - Purificateur d'air électronique à ionisation négative - Soigner l'acouphène et les vertiges - Charger les batteries avec une dynamo - Jauge de niveau d'eau pour citerne - Oscillateur à quartz et circuit intégré TTL - Diviseur de fréquence numérique - Contrôle de tonalité à un amplificateur opérationnel. Trois préamplificateurs à FET et transistor. Testeur de niveaux logiques pour circuit intégré TTL - Clignotant à quatre LED - Oscillateur à ondes carrées. Etc...

**Au sommaire :** Interphone à un seul circuit intégré - Mesurer la distorsion d'un amplificateur avec un PC - Compteur heures-minutes-secondes, ce compteur de temps ou «timer» offre le choix de compter seulement les secondes ou bien les minutes MINILAB : mesure d'une sinusoïde à l'oscilloscope, apprendre comment mesurer avec l'oscilloscope pour PC l'amplitude d'un signal électrique sinusoïdal et sa fréquence. - Relais piloté par un son ou clap-inter - Deux oscillateurs MAV11 jusqu'à 1 GHz dont un modulé en FM - Mémoire pour le générateur DDS Indicateur lumineux à 12 LED - VCO simple à double monostable - Qu'est-ce que l'impédance et comment la mesurer. Etc...

**Au sommaire :** Réalisez un theremin en version professionnelle - Deux alimentations à découpage - MINILAB : Émetteur FM 88-96 MHz. Avec le petit émetteur FM de 88-96 MHz, vous comprendrez comment on émet des ondes radio. - Convertisseur N/A USB Avec ce microscopique convertisseur R2R nous allons transformer notre interface USB EN1741 en un convertisseur N/A Numérique/Analogique). - Synthétiseur de 143 MHz à 970 MHz. - Platine universelle pour LM358. - Avec l'antenne active pour ondes courtes que nous vous proposons maintenant de construire, vous pourrez enfin satisfaire votre passion en mettant à profit même un espace vital très réduit... Etc...

**8,50 € par revue, frais de port inclus pour la France (CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.)**



**Au sommaire :** Détecteur de trois types de champs polluants «électriques, magnétiques et électromagnétiques» Porte-clé sonore pour MINILAB, réalisation et fonctionnement. Avec la commande «Capture» nous explorerons ensemble les signaux électroniques, et nous vous montrerons comment visualiser sur votre oscilloscope des signaux d'une durée de quelques millisecondes de secondes. Capteur infrarouge à réflexion, utile dans de nombreuses applications: contrôle de présence, un interrupteur de proximité etc. Carte USB pour cinq applications et plus Pliomètre USB pour mesurer la graisse corporelle - Clôture électrique pour protéger les jardins et les élevages. - Microphone actif pour améliorer l'audition - Qu'est-ce que la TNT ? - Nos lecteurs ont du génie. Etc...

**Au sommaire :** Appareil pour la thérapie CHIATSU-CHROME agissant sur ces points par massage, il est possible de restaurer l'équilibre énergétique de l'organisme et de soulager les douleurs et les tensions - Des LED comme éclairage pour créer dans votre maison des effets de lumières enchanteurs - Une alimentation à tout faire avec transformateurs de récupération ayant un secondaire compris entre 13 et 24 V. Vu-mètre de précision avec échelle linéaire en dB - Vu-mètre de précision avec échelle linéaire en dB - Mesureur de fréquence de la persistance rétinienne pour effectuer des tests très utiles pour mieux connaître l'état de votre vue - Coussinet diffuseur pour la magnétothérapie, vous aurez la possibilité de soigner des zones plus étendues du corps BF. Etc...

**Au sommaire :** Chargeur de batterie sans fil, vous pourrez recharger vos batteries au plomb - Détecteur de métaux à impulsions - Taser/dissuadeur anti agression, dispositif délivrant des impulsions à haute tension, portable, il peut être utilisé tant pour mesurer l'immunité de nos appareils électroniques par rapport aux parasites que pour la défense personnelle - MINILAB : Lumières psychédéliques à LED - Convertisseur d'ultrasons en sons audibles - Doubler la puissance du linéaire RF 88-108 MHz - Un automatisme pour faire face aux coupures de courant, ce montage vous permet de rallumer automatiquement les appareils domestiques mais pas tous en même temps, afin d'éviter le désagrément du black-out à répétition - Luminaire à LED en 230 V réglable par variateur Etc...

**Au sommaire :** Récepteur DRM s'affranchit des frontières pour l'écoute radio - MINILAB : Lumières psychédéliques Variateur 230 VAC à MOSFET - ITESLA La note aiguë d'une soprano, le chant d'un rossignol ou la totalité d'un morceau de musique peuvent-ils être reproduit fidèlement Signalisation d'alarme multifonction cet automatisme simple se prête à de multiples exigences - Sirène-flash anti agression ce dispositif a été conçu pour contribuer à la sécurité personnel - Alarme anti inondation capacitive Une fuite d'eau peut rapidement se transformer en une petite catastrophe domestique - Facteur Q Leçon d'approfondissement, nous examinerons le Quality Factor des composants électroniques - condensateurs et selfs - et celui des circuits résonants. Etc...

**Au sommaire :** Thérémin professionnel ou comment produire de la musique sans toucher l'instrument - Réalisez deux alimentations à découpage élévatrice de tension «step-up» et abaisseur de tension «step-down» - MINILAB : réalisez un émetteur FM de 88-96 MHz - Convertisseur R2R Numérique/Analogique via l'USB - Synthétiseur de fréquence de 143 MHz à 970 MHz avec une résolution de 10 Hz - Platine universelle pour LM358 - amplificateur inverseur - amplificateur non inverseur - amplificateur différentiel - filtre Sallen Key passe-bas du second ordre - filtre Sallen Key passe-haut du second ordre - comparateur de tension à anneau ouvert - oscillateur sinusoïdal à pont de Wien- Antenne active pour ondes courtes - Etc...

**8,50 € par revue, frais de port inclus pour la France (CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.)**



# CD-ROM ENTIÈREMENT IMPRIMABLE

LISEZ ET IMPRIMEZ VOTRE REVUE SUR VOTRE ORDINATEUR PC OU MACINTOSH

**50 € Les 3 CD du Cours d'Électronique en Partant de Zéro**

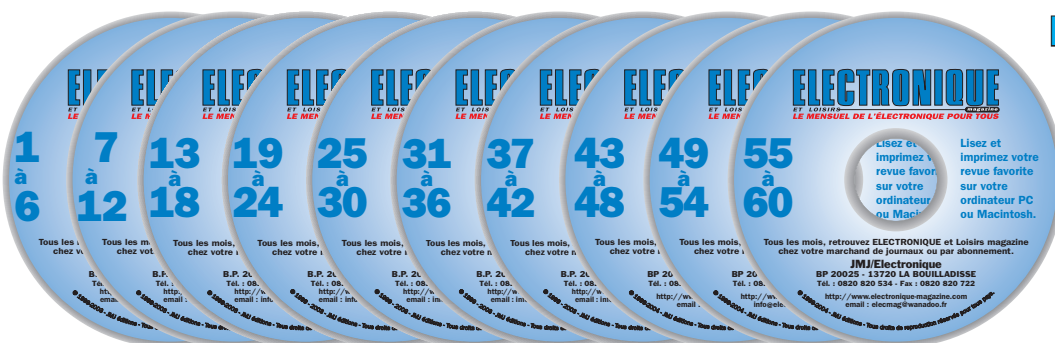


← **COURS**

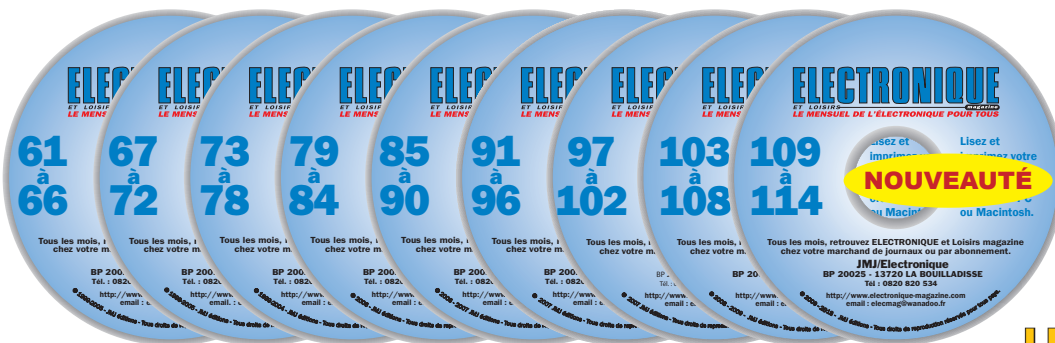
**SOMMAIRE INTERACTIF  
ENTIÈREMENT IMPRIMABLE**



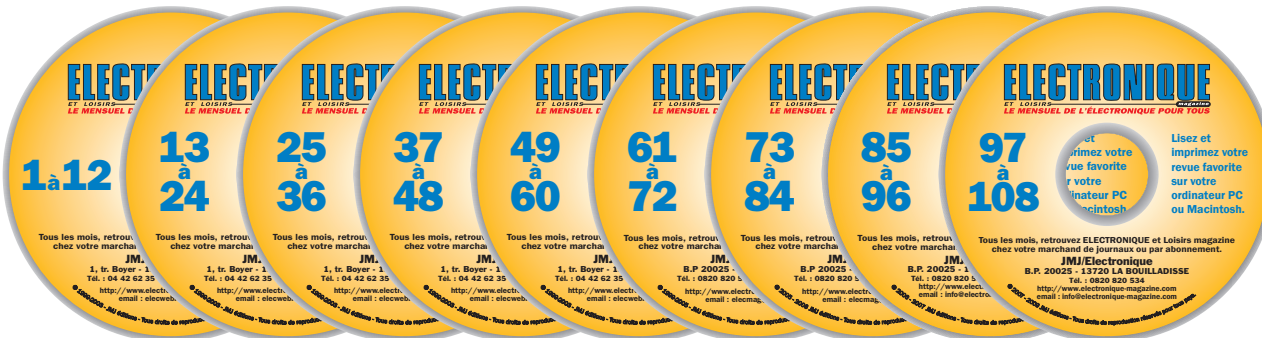
**Numéros spéciaux  
5.50 €  
l'unité**



**LE CD 6 NUMÉROS 25€**



**50% DE REMISE  
POUR NOS ABONNÉS  
SUR TOUS LES CD  
DES ANCIENS NUMÉROS  
6 ou 12 NUMÉROS**



**LE CD 12 NUMÉROS 45€**

**FRAIS DE PORT INCLUS POUR LA FRANCE (DOM-TOM ET AUTRES PAYS: NOUS CONSULTER.)**

**JMJ/ELECTRONIQUE - B.P. 20025 - 13720 LA BOULLADISSE** règlement par Chèque à l'ordre de **JMJ ÉDITIONS**  
règlement par Carte Bancaire sur notre site: [www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com) - téléphone : 0820 820 534

# RESTEZ EN FORME

## DÉCOUVREZ NOTRE GAMME ÉLECTROMÉDICALE

### MICROPHONE ACTIF POUR AMÉLIORER L'AUDITION



9,00€  
CUF32

37,50€  
Kit EN1762

6,90€  
CUF10

56,25 €

Version montée EN1762KM

Ce microphone préamplifié vous sera d'une grande utilité si vous souffrez d'un déficit d'acuité auditive et si vous avez besoin d'un support audio externe ou bien si vous aimez capter les sons discrets de l'environnement lors de vos promenades. Le circuit est doté de contrôles de tonalité et de volume et il vous permettra d'égaliser les sons faibles parvenant du monde extérieur.

### DIFFUSEUR POUR LA IONOPHORÈSE



139,00 €  
Kit EN1365

198,00 €

Version montée EN1365KM

Cet appareil permet de soigner l'arthrite, l'arthrose, la sciatique et les crampes musculaires. De nombreux thérapeutes préfèrent utiliser la ionophorèse pour inoculer dans l'organisme les produits pharmaceutiques à travers l'épiderme plutôt qu'à travers l'estomac, le foie ou les reins. La ionophorèse est aussi utilisée en esthétique pour combattre certaines affections cutanées comme la cellulite.

### GÉNÉRATEUR D'ULTRASONS À USAGE MÉDICAL



315,00 €  
Kit EN1627

441,00 €

Version montée EN1627KM

Cet appareil à ultrasons que nous vous proposons est un générateur d'ultrasons à usage médical : il vous rendra de grands services pour traiter de nombreuses affections (Arthropathie, Arthrose, Arthrite, Névrite, Périarthrite, Tendinite, Epicondylite, Traumatisme par contusion, Retard de consolidation osseuse, Adiposité localisée, Ostéite, Myalgie, Bursite, Lomalgie, Rigidité et douleur articulaire).

### THÉRAPIE PHOTODYNAMIQUE À LED ROUGE



26,70 €  
Kit EN1747

38,50 €

Version montée EN1747KM

Cet appareil permet de tonifier les muscles, de calmer les douleurs articulaires, soigner les verrues, traiter l'acné, les taches de la peau, réduire la cellulite et rajeunir l'épiderme en atténuant les rides et autres imperfections. Les rayons infrarouges émis par des LED spéciales ont un effet bénéfique sur l'épiderme.

### CESSEZ DE FUMER GRÂCE À ÉLECTRONIQUE LM ET SON ÉLECTROPUNCTEUR



24,50 €  
Kit EN1621

36,00 €

Version montée EN1621KM

Cesser de fumer sans l'aide de contributeurs externes est plutôt difficile ! L'électrostimulateur, ou électropuncteur, que nous vous proposons réveillera dans votre corps l'énergie nécessaire (ce que l'on appelle à tort la volonté) pour tenir bon jusqu'au sevrage et à la désintoxication définitive.

### MAGNETOTHÉRAPIE VERSION VOITURE



89,90 €  
Kit EN1324

116,00 €

Version montée EN1324KM

La magnétothérapie est très souvent utilisée pour soigner les maladies de notre organisme (rhumatismes, douleurs musculaires, arthroses lombaires et dorsales) et ne nécessite aucun médicament, c'est pour cela que tout le monde peut la pratiquer sans contre indication. (Interdit uniquement pour les porteurs de Pace-Maker).

### GÉNÉRATEUR D'IONS NÉGATIFS POUR AUTOMOBILE



47,00 €  
Kit EN1010

69,00 €

Version montée EN1010KM

Cet appareil se branche sur l'allume-cigare, il a un effet curatif contre les nausées provoquées par le mal de voiture. De plus, il permet d'épurer et de désodoriser l'habitacle de la voiture.

### STIMULATEUR MUSCULAIRE



59,00 €  
Kit EN1003

75,00 €

Version montée EN1003KM

Cet appareil permet de soulager des douleurs tels que l'arthrose, les céphalées. Il est très pratique à utiliser et de faible encombrement,

### STIMULATEUR ANALGESIQUE



147,10 €  
Kit EN1408

189,10 €

Version montée EN1408KM

Tonifier ses muscles sans effort grâce à l'électronique. Cet appareil Tonifie et renforce les muscles, livré avec (4 électrodes).