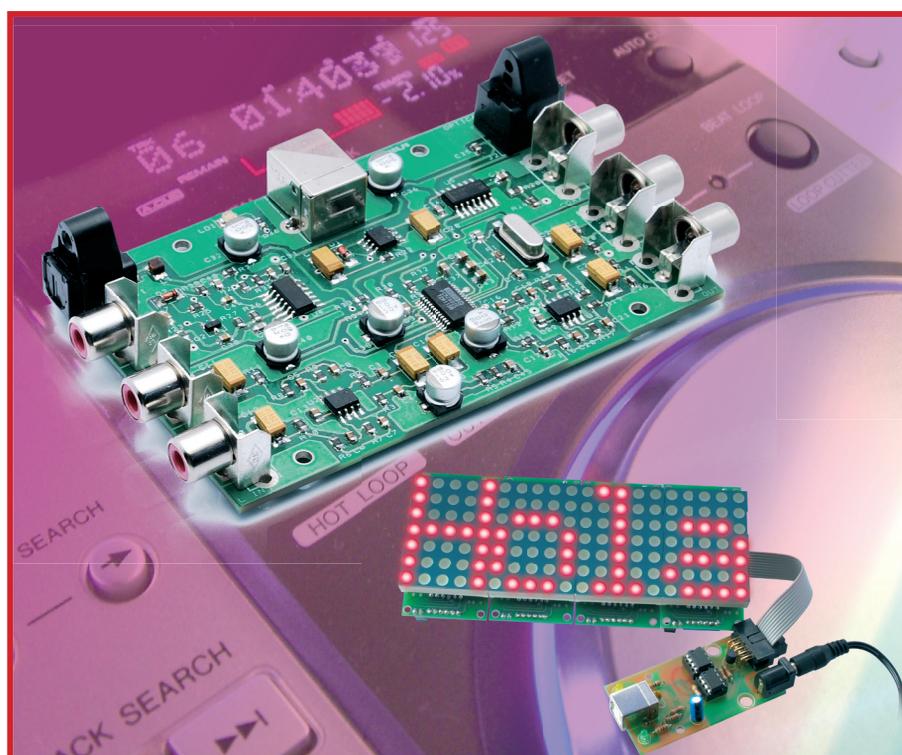
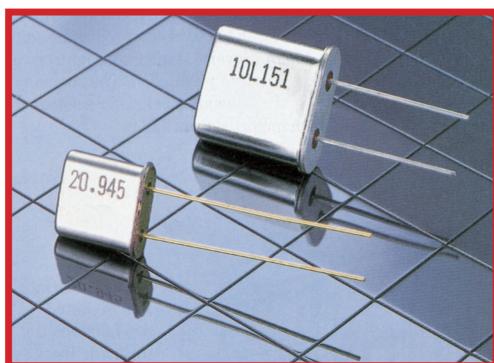
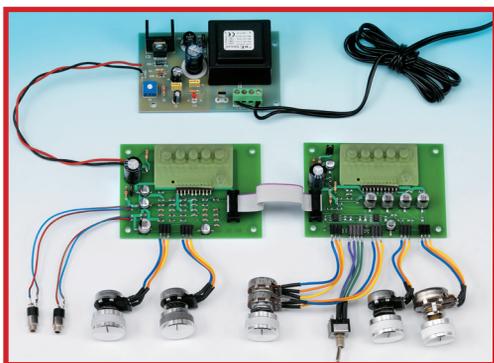


**n° 109****HIVER 2009**

## INTERFACE AUDIO USB

**AFFICHEUR MODULAIRE À 64 CARACTÈRES****UN TESTEUR DE RÉFLEXES****RÉTROSPECTIVE DES MONTAGES DE NOËL****MINILAB: CONSTRUCTION D'UN GÉNÉRATEUR****UN JEU DE LUMIÈRES ANIMÉES PAR LES SONS ETC...****LA RÉSONANCE SÉRIE  
ET PARALLÈLE D'UN QUARTZ****UN AUDIOMÈTRE MÉDICAL****FILTRE PARAMÉTRIQUE  
À MODULE JOP****SOMMAIRE  
DÉTAILLÉ  
PAGE 4**

M 04662 - 109 - F: 7,50 € - RD



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

**MINILAB OU APPRENDRE L'ÉLECTRONIQUE EN SE DIVERTISSANT**



**MINILAB OU APPRENDRE L'ÉLECTRONIQUE EN SE DIVERTISSANT**



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 +/- 15 V - 0,4 A ;
- un générateur de signaux sinusoïdaux, carrés, triangulaires, variable de 1 Hz à 8 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 tout monté..... 330,00 €**

**EN3000J .... Kit complet version junior, livré avec boîtier ..... 229,00 €**  
**EN3000JKM Kit complet version junior, livré tout monté ..... 260,00 €**

## AUDIOMÈTRE MÉDICAL



Si vous aussi vous faites partie de la foule dense de ceux qui se découvrent une perte de l'acuité auditive ou si, plus simplement, vous désirez surveiller votre audition ou celle de vos enfants, vous trouverez sans doute utile d'avoir un audiomètre à la maison, c'est-à-dire un appareil facile à réaliser que vous pourrez utiliser également comme oscilla- teur BF. Alimentation: pile 9Vdc.

**EN1730 Kit complet avec boîtier & casque ..... 75,60 €**  
**EN1730 KM Kit complet version monté ..... 105,85€**

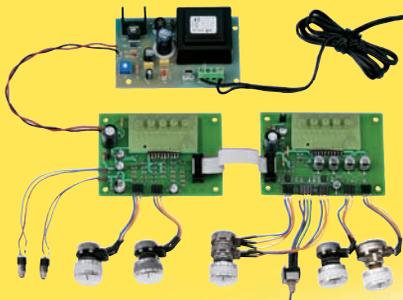
## TESTEUR DE RÉFLEXES



Tout individu est doté d'un temps de réaction personnel face à un stimulus externe ; ce facteur est d'une importance décisive pour quiconque conduit un véhicule parce que de la rapidité de nos réflexes dépend l'évitement ou non d'éventuels accidents de la circulation. Le montage proposé ici mesure le temps de réaction jusqu'à un centième de seconde: une fois l'appareil réalisé, vous pourrez tester vos réflexes et ceux de vos amis. Alimentation: 6 Vdc (4 x1.5 V).

**EN1718 ..... Kit complet avec boîtier ..... 58,80 €**  
**EN1718KM Kit complet version monté ..... 82,32 €**

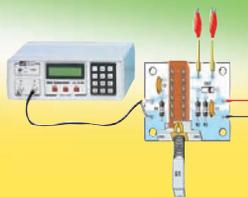
## FILTRE PARAMÉTRIQUE À MODULE JOP (10 HZ - 30 KHZ)



Il vous est parfois arrivé de rester sur votre faim à l'écoute de votre chaîne Hi-Fi et de ne pas parvenir à améliorer la situation en jouant sur les contrôles à votre disposition. Dans la foulée de l'intérêt suscité par les deux applications précédentes à module JOP, nous vous proposons ce filtre paramétrique modulaire qui, nous en sommes certains, fera «un tabac» auprès des audiophiles qui nous suivent. Alimentation: 230 Vac

**EN1733 ..... Kit sans boîtier avec KM01.61 et KM01.62 .....196,00 €**  
**EN1733KM Kit complet version monté ..... 274,40 €**

## PLATINE DE TEST, LA RÉSONANCE SÉRIE ET PARALLÈLE D'UN QUARTZ



Si on fait osciller un quartz en résonance série ou parallèle, on obtient deux fréquences différentes. Avec le circuit que nous vous présentons et à l'aide de notre générateur DDS EN1645, vous découvrirez très facilement les valeurs de ces deux fréquences.

**EN1712 ..... Kit sans boîtier, .....13,35 €**  
**EN1712KM Kit complet version monté ..... 20,00 €**

## JEU DE LUMIÈRES ANIMÉES PAR LES SONS



Un petit appareil qui réalise de multiples combinaisons de jeux de lumières à partir des sons environnants. Et si la pièce est aussi silencieuse qu'une salle de concert juste avant que le chef d'orchestre n'attaque le morceau ? N'aïlez crainte, nous avons prévu cela aussi ! Alimentation: 230 Vac.

**EN1696 ..... Kit complet sans boîtier ..... 51,10 €**  
**M01696 ..... boîtier du EN1696 ..... 18,20 €**  
**EN1696KM Kit complet version monté ..... 97,02 €**

**COMELEC CD 908 - 13720 BELCODENE**

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

**www.comelec.fr**

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

## RÉTROSPECTIVE DES MONTAGES DE NOËL

### FEU VIRTUEL ENTIEREMENT ÉLECTRONIQUE

Même si vous voyez sortir une flamme tremblotante de la bûche de bois placée dans votre cheminée, vous noterez qu'elle ne génère aucune chaleur, ni ne consomme le moindre gramme de bois ! En fait, ce que vous voyez, c'est un feu virtuel, obtenu électriquement. Vous en avez rêvé devant les poêles à bois électroniques, dans les grandes surfaces de bricolage, nous vous l'offrons pour votre propre cheminée !



**EN1477..... Kit complet avec boîtier ..... 41,60 €**  
**EN1477KM Kit complet version monté ..... 60,00 €**

### UN SIMULATEUR D'AUBE ET CRÉPUSCULE

Ce montage a été conçu pour allumer très lentement des lampes à filament, de manière à simuler l'aube, le jour, le crépuscule et la nuit. Les sorties 1, 2 et 3 sont pilotées par des TRIAC et les sorties 4, 5, 6 et 7 par deux relais. Bien entendu, comme il est difficilement imaginable de passer 24 heures devant sa crèche ou son sapin de Noël, la durée du cycle est réglable. Alimentation 230 Vac.



**EN1493..... Kit complet avec boîtier ..... 122,00 €**  
**EN1493KM Kit complet version monté ..... 162,00 €**

### CONTRÔLEUR DE LUMIÈRES GÉRÉ PAR ORDINATEUR

Centrale de commande d'illumination par PC idéale pour les applications du monde du spectacle (théâtre, concerts, etc.) ou similaires. Le système est modulaire et il offre la possibilité d'utiliser une à huit unités de puissance. Le kit complet est constitué d'une carte d'entrée (EN1614) et d'une carte de puissance (EN1614) et du logiciel CDR1613.



**EN1613-14 Kit complet avec boîtier + CDR1613..... 125,00 €**  
**EN1613-14KM Kit complet sans boîtier monté ..... 161,00 €**

### CLIGNOTANT À LED À CIRCUIT INTÉGRÉ NE555 EN5050

\*article page 94



**EN5050..... Kit complet sans boîtier ..... 10,50 €**  
**EN5050KM Kit complet monté sans boîtier ..... 15,50 €**

### CLIGNOTANT À LED BLEUES

\*article page 91

Ce clignotant tout simple et universel, normalement prévu pour allumer des diodes LED "flash" de couleur bleue ou blanche, peut également être utilisé avec n'importe quel type de LED en clignotant ou non.



**EN1554..... Kit complet avec boîtier ..... 17,00 €**  
**EN1554KM Kit complet version monté ..... 27,00 €**

### ÉTOILE DE NOËL À LED BICOLORES

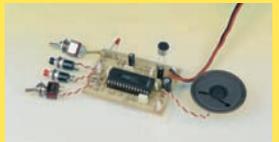
Créé pour les fêtes de Noël, ce kit EN1103 représente une étoile illuminée. Le mouvement lumineux débute au centre de l'étoile pour se déplacer vers l'extérieur. De plus, une alternance de couleurs est créée de façon à passer du rouge au jaune puis au vert. Etage alimentation EN1103/B.



**EN1103..... Kit complet avec le EN1103B + boîtier ..... 66,50 €**  
**EN1103KM Kit complet version monté ..... 93,10 €**

### ENREGISTREUR DE VOIX COMPACT

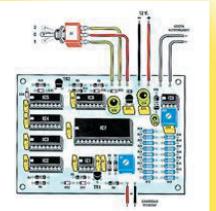
Avec le microprocesseur Voice Recorder Playback construit aux USA par Winbond, il est possible de réaliser des "magnétophones solid state" (ou plus justement des enregistreurs audio à mémoire numérique) pouvant être utilisés dans le domaine des loisirs comme pour des applications professionnelles. Alimentation: 9 à 12 Vdc.



**EN1524..... Kit complet sans boîtier ..... 43,10 €**  
**EN1524KM.Kit complet monté sans boîtier ..... 60,00 €**

### REPRODUCTEUR DE SONS SUR EPROM 27256

Ce circuit, capable de reproduire les sons enregistrés sur PC, relève du champ d'application le plus vaste qui soit, des plus futiles : modélisme ferroviaire (produit les sons caractéristiques du train), animation d'une crèche de Noël (bêlement des moutons...) aux plus sérieuses : enregistrement vocal multiusage, couplage à une alarme antivol (message dissuasif ou simulation de présence), etc. Alimentation: 12 Vdc. Sons et article complet téléchargeables gratuitement sur le site: [www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com)



**EN1571..... Kit complet sans boîtier sans EPROM ..... 49,00 €**  
**EN1571KM Kit version monté + 1 microcontrôleur au choix .... 77,00 €**  
**Au choix EP1571C - EP1571D - EP1571B - EP1571A - EP1571 .. 6,00 €**

### INTERRUPTEUR CRÉPUSCULAIRE À CIRCUIT INTÉGRÉ NE555 EN5052

\*article page 95

En fonction du seuil de luminosité que vous aurez préalablement réglé, ce montage didacticiel déclenchera un relais.



**EN5052..... Kit complet sans boîtier ..... 14,70 €**  
**EN5052KM Kit complet monté sans boîtier ..... 20,50 €**

### DEUX LED CLIGNOTANTES

\*article page 96



**EN1682..... Kit jeu de la vérité sans boîtier ..... 13,15 €**  
**EN1682KM..... Kit jeu de la vérité sans boîtier monté ..... 19,70 €**  
**EN1683..... Kit jeu de led clignotantes sans boîtier ..... 6,30 €**  
**EN1683KM..... Kit complet sans boîtier monté ..... 9,45 €**  
**EN1684..... Kit touche sensitive sans boîtier ..... 15,40 €**  
**EN1684KM..... Kit touche sensitive sans boîtier monté ..... 23,10 €**

**EN1684K..... .. Kits EN1682 EN1683 EN1684 CDR10.90 ..... complet sans boîtier ..... 41,85 €**  
**EN1684KKM... Kits EN1682 EN1683 EN1684 CDR10.90..... complet sans boîtier montés ..... 58,60 €**

**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.

**MINILAB: apprendre l'électronique en se divertissant..... 05****Troisième partie: construction d'un générateur sinusoïdal**

Dans cet article nous allons poursuivre l'explication du mode d'emploi de votre mini laboratoire d'électronique, MINILAB EN3000; cette fois encore nous entreprendrons des expérimentations sur les LED et construirons un générateur de signal sinusoïdal. Si vous possédez la version Avancée du MINILAB EN3000, vous pourrez apprendre à visualiser ces ondes sinusoïdales à l'oscilloscope, c'est-à-dire sur l'écran de votre ordinateur.

**Interface AUDIO USB ..... 22**

Cette platine audio USB (donc extérieure au PC), à la différence de toutes celles dont on nous abreuve, est Hi-Fi ... et en plus elle ne vous coûtera pas cher! La carte que vous allez réaliser est en outre dotée d'une liaison optique et d'une connexion S-PDIF.

**Un audiomètre médical ..... 32**

Si vous aussi vous faites partie de la foule dense de ceux qui se découvrent une perte de 'acuité auditive ou si, plus simplement, vous désirez surveiller votre audition ou celle de vos enfants, vous trouverez sans doute utile d'avoir un audiomètre à la maison, c'est-à-dire un appareil facile à réaliser que vous pourrez utiliser également comme oscillateur BF.

**La résonance série et parallèle d'un quartz..... 42****Réalisation de la platine de test EN1712 à utiliser avec le générateur DDS EN1645**

Si on fait osciller un quartz en résonance série ou parallèle, on obtient deux fréquences différentes. Avec le circuit que nous vous présentons dans cette Leçon et à l'aide de notre générateur DDS EN1645, vous découvrirez très facilement les valeurs de ces deux fréquences.

**Un jeu de lumières animées par les sons ..... 55**

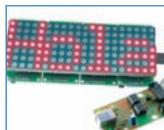
Ce petit appareil réalise de multiples combinaisons de jeux de lumières à partir des sons environnants. Et si la pièce est aussi silencieuse qu'une salle de concert juste avant que le chef d'orchestre n'attaque le morceau, n'aïlez crainte nous avons prévu cela aussi !

**Filtre paramétrique à module JOP ..... 62**

Il vous est parfois arrivé de rester sur votre faim à l'écoute de votre chaîne Hi-Fi et de ne pas parvenir à améliorer la situation en jouant sur les contrôles à votre disposition. Dans la foulée de l'intérêt suscité par les deux applications précédentes du module JOP, nous vous proposons ce filtre paramétrique modulaire qui, nous en sommes certains, fera «un tabac» auprès des nombreux audiophiles qui nous suivent.

**Un testeur de réflexes ..... 71**

Tout individu est doté d'un temps de réaction personnel face à un stimulus externe ; ce facteur est d'une importance décisive pour quiconque conduit un véhicule parce que de la rapidité de nos réflexes dépend l'évitement ou non d'éventuels accidents de la circulation. Le montage proposé ici mesure le temps de réaction jusqu'à un centième de seconde : une fois l'appareil réalisé, vous pourrez tester vos réflexes et ceux de vos amis.

**Afficheur modulaire à 64 caractères ..... 80**

Cet afficheur modulaire est constitué de 64 modules (maximum) reliables en cascade, chaque module correspond à un caractère. L'écriture se fait très facilement avec un logiciel fonctionnant sous Windows.

**Rétrospective des montages de Noël ..... 87**

Nous vous proposons dans cet article de faire rapidement le point sur les principaux montages que nous avons conçus pour souligner l'atmosphère joyeuse et festive de la période calendale dans laquelle vous serez au moment de recevoir ou d'acheter votre revue préférée. Nous sommes assurés que ces réalisations donneront à votre crèche (si vous la faites) ou du moins à votre sapin de Noël et à la décoration de votre maison «cette touche en plus» que vous recherchez.

**Feu virtuel EN1477 ..... 88****Simulateur d'aube et crépuscule EN1493 ..... 89****Enregistreur de voix compact EN1524 ..... 90****Clignotant à LED bleues EN1554 ..... 91****Reproducteur de sons sur EPROM 27256 EN1571 ..... 92****Contrôleur de lumières géré par ordinateur EN1613-1614... 93****Clignotant à LED à circuit intégré NE555 EN5050..... 94****Interrupteur crépusculaire à circuit intégré NE555 EN5052. 95****Deux LED clignotantes EN1683 ..... 96****L'index des annonceurs se trouve page ..... 97****Le bulletin d'abonnement se trouve page ..... 98**

**Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 5 Décembre 2009**

Crédits Photos : Corel, Futura, Nuova, JMJ

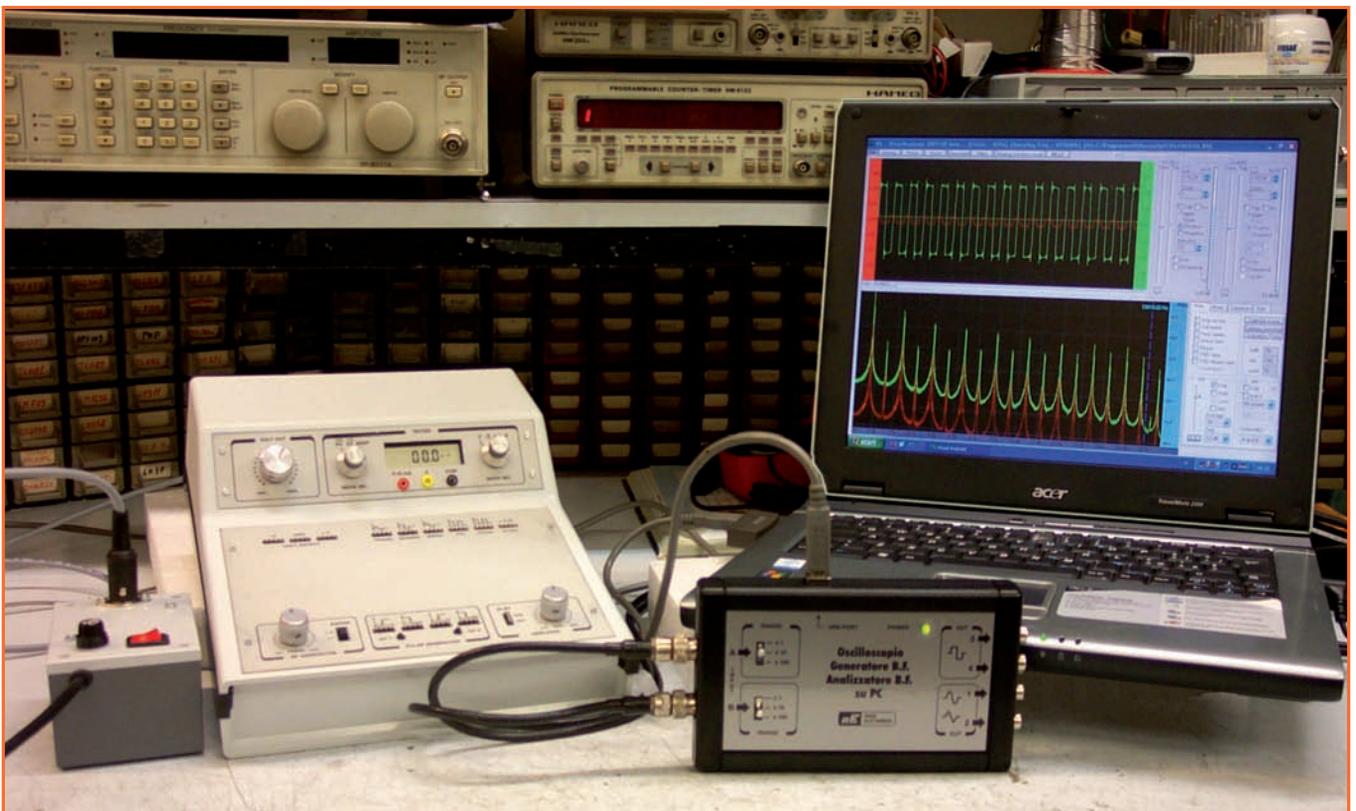
**Toute l'équipe de la rédaction vous souhaite de Joyeuses Fêtes de Noël ainsi qu'une bonne et heureuse année 2010**

# MINILAB

## ou apprendre l'électronique

### en se divertissant

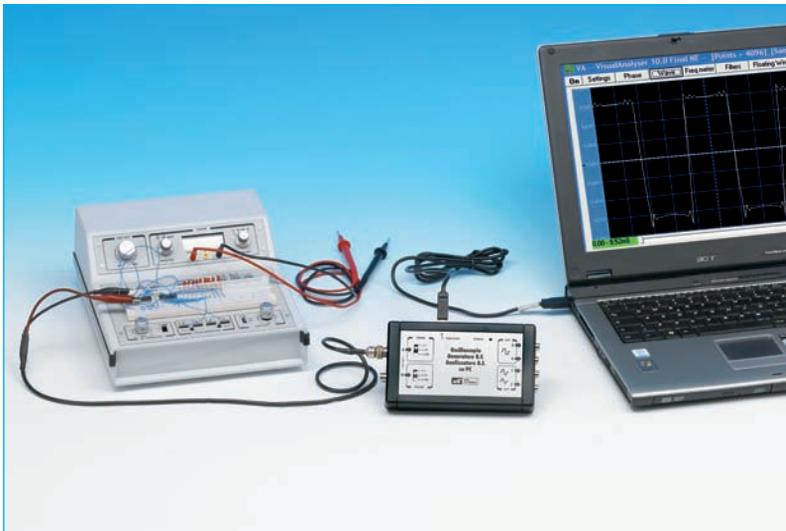
Dans cet article nous allons poursuivre l'explication du mode d'emploi de votre mini laboratoire d'électronique, **MINILAB EN3000** ; cette fois encore nous entreprendrons des expérimentations sur les LED et construirons un générateur de signal sinusoïdal. Si vous possédez la version Avancée du **MINILAB EN3000**, vous pourrez apprendre à visualiser ces ondes sinusoïdales à l'oscilloscope, c'est-à-dire sur l'écran de votre ordinateur.



Quand, dans les numéros précédents, nous vous avons présenté le **mini laboratoire** d'électronique, nous avons déjà prévu de compléter cette introduction avec une série de montages permettant aux jeunes lecteurs de faire leurs premiers pas dans le monde de l'électronique. C'est en effet en nous tournant vers ce public nouveau qu'il nous a semblé logique de proposer des réalisations d'abord faciles, pour ensuite vous initier à l'utilisation d'un appareil complexe comme l'oscilloscope. Rappelons que l'oscilloscope pour ordinateur est fourni avec

la version Avancée du **MINILAB EN3000**. Cet oscilloscope permet de visualiser sur l'écran de l'ordinateur n'importe quel signal électrique.

Aujourd'hui le succès de ce mini laboratoire d'électronique a dépassé nos prévisions les plus optimistes et bien sûr nous en sommes ravis : c'est que les parents ont compris, en achetant une des deux versions, qu'un cadeau (d'anniversaire, de fête, de rentrée, de Noël ...) peut être un jeu tout en étant un outil de formation personnelle, ludique et didactique.



Avec cet article nous commençons avec les lecteurs ayant choisi la version **Avancée** du **MINILAB EN3000**, une série d'expérimentations grâce auxquelles ils apprendront à se familiariser avec les commandes et les fonctions de l'instrument le plus important aux yeux de tout électronicien, l'oscilloscope. Les Juniors ne sont pas pour autant oubliés : des expérimentations leur sont dédiées afin qu'il puissent consulter ou revoir leur Cours AEPZ.

Ce qui nous a le plus surpris est que la plupart des commandes se sont portées sur la version **Avancée du Minilab**, la plus sophistiquée. Cela confirme, si besoin, l'extraordinaire propagation des PC même chez les plus jeunes élèves. Les parents, oncles et tantes, papys et mamys ont en effet vu tout l'intérêt de donner tout de suite à l'apprenti électronicien l'accès à un oscilloscope. Ces résultats ont un peu bousculé nos programmes et tant mieux car cela nous a permis de brûler les étapes (nous aussi) et d'anticiper sur notre programme d'expérimentations à venir.

Cet article continue à vous en proposer, le but étant toujours de vous aider à comprendre comment mettre en œuvre les composants électroniques : ici nous verrons comment monter les **LED** et à comprendre leur comportement. Nous allons également construire un **générateur de signaux sinusoïdaux**, ce dernier

permettra aux lecteurs possédant la version **Avancée** de se familiariser avec l'utilisation de l'**oscilloscope**. Dans les prochaines leçons (au cours des prochains mois) nous consacrerons de nouvelles expérimentations aux possesseurs de l'oscilloscope pour PC, sans toutefois oublier les Juniors.

## APPRENONS À CONNAITRE LES LED

Vous vous souvenez que dans le numéro précédent nous avons réalisé un petit circuit permettant d'allumer une LED ? Nous vous conseillons à cette occasion de conserver ce montage, car il devait nous être à nouveau utile. C'est en effet avec ce même circuit que nous allons maintenant nous amuser à pratiquer des mesures au moyen du MINILAB EN3000.

Elles vous aideront à comprendre comment fonctionnent les LED ou DEL. Dans l'expérimentation réalisée la fois précédente, nous avons vu que la LED ne s'allume que si elle est alimentée en reliant son **anode** au pôle **positif** de l'alimentation et sa **cathode** au pôle **négligatif**. Toutefois l'anode ne peut pas être reliée directement au pôle positif de l'alimentation parce que dans ce cas la LED serait traversée par un courant trop intense qui la détruirait. C'est pourquoi entre l'anode de la LED et le pôle positif de l'alimentation nous avons inséré une résistance de **2,7 k**, qui limite le courant traversant la LED. Nous avons vu en outre que si nous inversons les fils de l'alimentation la LED ne s'allume plus. Nous avons ainsi compris que la LED, comme tous les composants appartenant à la famille des diodes, conduit le courant dans un seul sens, à savoir de l'anode à la cathode, comme le montre la figure 1.

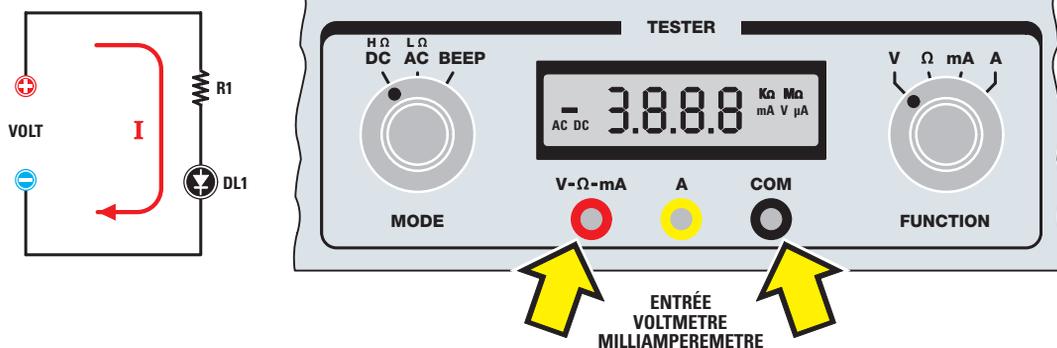
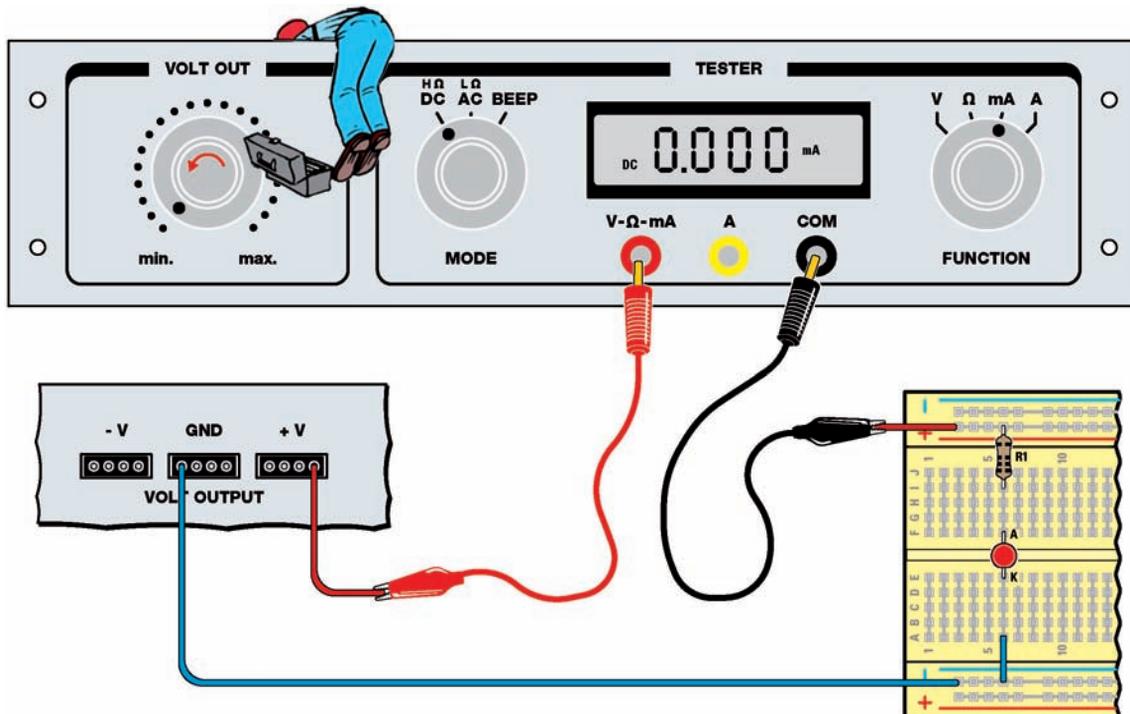


Figure 1 : Cette fois nous allons approfondir l'étude du fonctionnement de cet intéressant composant électronique ; ce sera l'occasion d'apprendre à utiliser deux instruments fondamentaux de votre Minilab, l'ampèremètre (l'appareil qui mesure l'intensité du courant électrique) et le voltmètre (l'appareil qui mesure la tension ou différence de potentiel).



**Figure 2 :** Avant de commencer précisons que le MINILAB EN3000 est fourni avec une paire de cordons de mesure munis de pointes de touche, une rouge et une noire. Vous trouverez aussi une paire de cordons dotés de quatre pinces crocodiles. Pour effectuer les mesures décrites ci-après, vous devez toujours relier les deux pointes aux cordons à crocodiles comme le montre le dessin ci-dessous. Les deux crocos libres seront connectés aux fils de la plaque d'essais et les deux fiches bananes libres seront insérées dans les douilles du Minilab. Pour des motifs d'espace, dans les dessins suivants, cette connexion sera représentée par un câble unique allant du Minilab à la plaque d'essais. En réalité vous devrez effectuer la connexion comme le montre la figure ci-dessous.



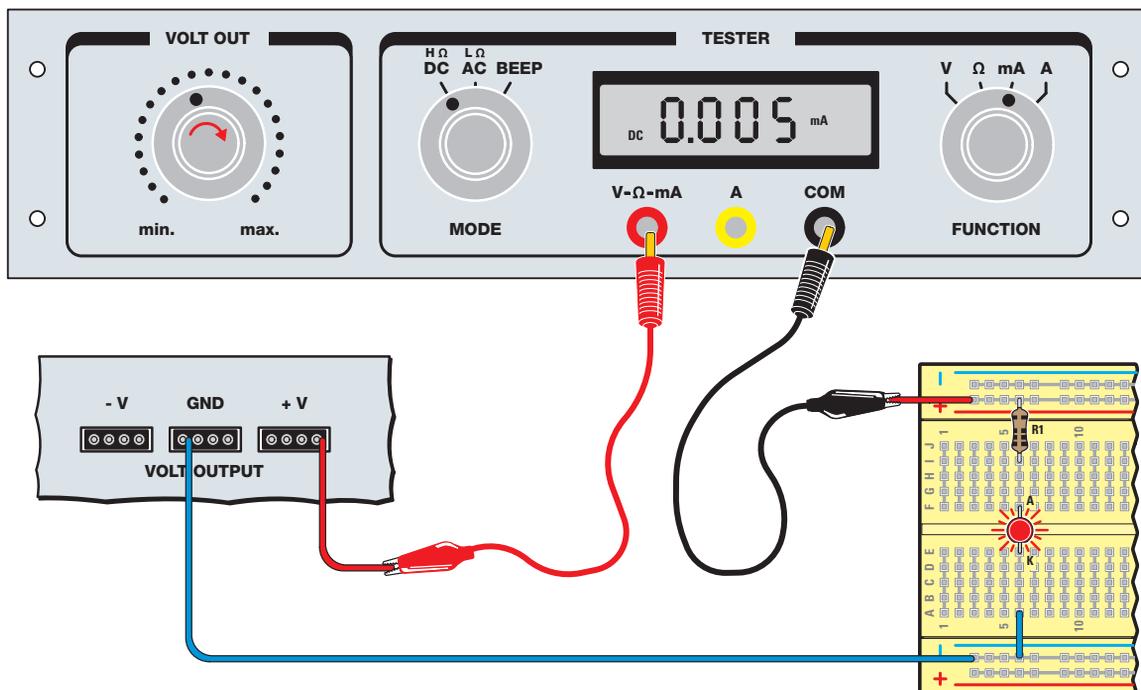
**Figure 3 :** La première expérimentation va nous permettre de «voir» le courant électrique qui traverse la LED quand elle s'allume ; pour ce faire nous utiliserons l'ampèremètre du Minilab. Prenez le circuit réalisé la fois précédente et remplacez la résistance de 2,7 k que vous aviez montée par une de 1 k.

La résistance de 1 k est reconnaissable par ses anneaux de couleurs imprimés sur son enrobage protecteur : **marron-noir-rouge-or**

**Note :** la couleur or indique uniquement la **tolérance**, soit la précision de la valeur de la résistance. À la place de la bande de couleur or on pourrait en trouver une de couleur argent, cela ne changerait rien à l'expérimentation que nous allons faire.

Reliez le circuit à l'alimentation du Minilab comme le montre la figure. Pour cela prenez le bout du fil bleu relié à la ligne bleue de la plaque d'essais et insérez-les dans un des quatre trous présents dans le connecteur **GND** du Minilab. Puis réalisez les deux autres connexions aux douilles **COM** et **VΩmA**, à l'aide des cordons et de la manière indiquée figure 2.

Tournez le bouton **V** entièrement vers la gauche, soit dans le sens **anti horaire**. Comme nous faisons une mesure de courant continu, mettez le petit bouton **Mode** sur **DC**, ce qui signifie **D**irect **C**urrent ou Courant Continu et le bouton des **FUNCTION** sur **mA**, ce qui signifie milliampère, l'unité de mesure utilisée lorsqu'on veut exprimer un **courant très faible**. Maintenant que vous avez préparé le Multimètre du Minilab, nous sommes prêts à faire la mesure du **courant électrique** traversant la LED.



**Figure 4 : Allumez le Minilab. Si vous avez tourné le bouton du potentiomètre Volt Out tout à gauche la LED doit être éteinte. Regardez l'afficheur LCD du multimètre où est visualisée la valeur du courant traversant la LED.**

Comme elle est éteinte, aucun courant ne passe et l'afficheur visualise le nombre **0.000**. Comme vous le voyez, le LCD affiche aussi **DC** et **mA**. Maintenant, commencez à tourner lentement le bouton du potentiomètre **Volt Out** vers la droite (**sens horaire**) et regardez attentivement la LED. Si votre circuit a été monté correctement, à un moment vous verrez la LED s'**allumer**. Arrêtez alors de tourner le bouton.

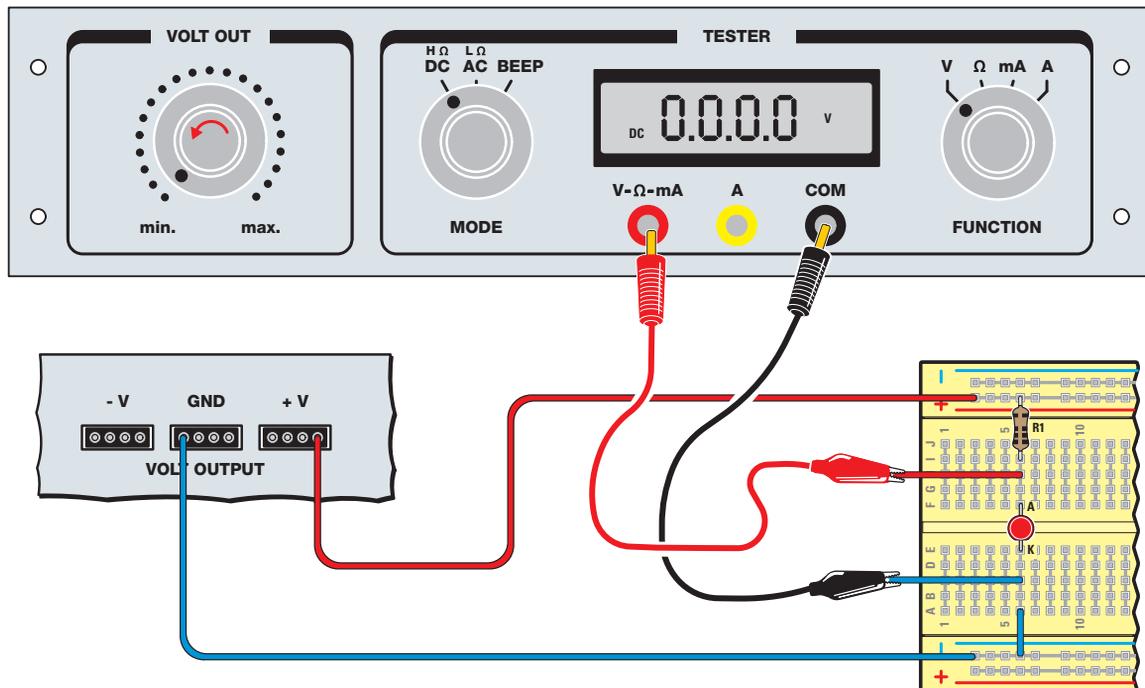
Regardez l'**afficheur** du multimètre : il visualise la valeur de l'intensité du courant (on dit l'intensité ou bien le courant) qui traverse la LED. Si par exemple il indique **0,005** c'est que le courant traversant la LED est de **5 mA** (millampères).

Si maintenant vous tournez lentement le bouton du potentiomètre **Volt Out** encore dans le sens horaire, vous verrez que le courant augmente.

**Note** : si la LED ne s'allume pas, contrôlez les points suivants :

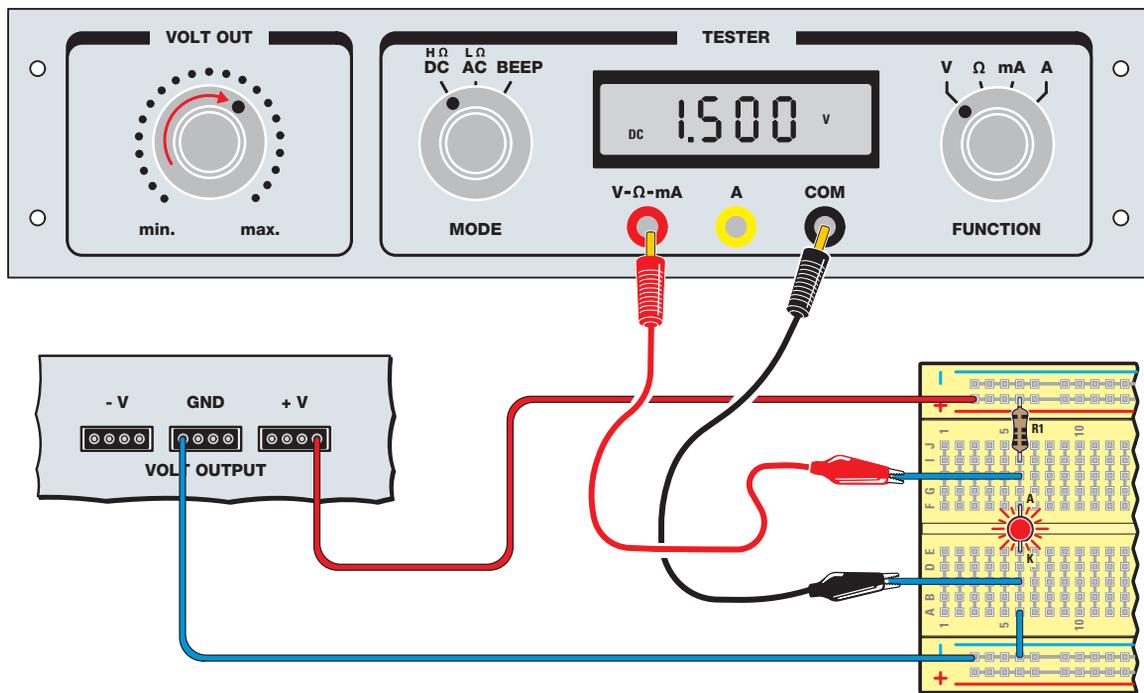
- vérifiez que la résistance de **1 k** est bien insérée dans les trous. Extrayez-la et réinsérez-la ;
- vérifiez que la LED est bien insérée dans le bon sens, le méplat de sa tête plastique doit être tourné vers le bas ;
- extrayez la LED et réinsérez-la ;
- contrôlez que le fil bleu de la plaque d'essais est bien dénudé à son extrémité et que celle-ci est bien enfoncée dans les trous. Dans le doute extrayez-la et réinsérez-la ;
- contrôlez que les deux fils rouge et bleu reliant la plaque d'essais au Minilab sont correctement dénudés et insérés à fond dans les trous. Dans le doute extrayez-les et réinsérez-les.

Par conséquent, enfoncez bien à fond les deux extrémités dénudées du fil de liaison.



**Figure 5 :** Après avoir mesuré le courant traversant le LED, nous voulons mesurer la tension présente à ses extrémités quand elle est allumée. Pour faire cette mesure vous devez éteindre le Minilab. Maintenant vous allez refaire les connexions de la manière suivante :

- mettez le bouton **FUNCTION** sur la position **V**(Volt). Vous lisez alors sur l'afficheur LCD la tension en **V** mesurée par le **voltmètre** ;
- tournez le bouton **Volt Out** tout à gauche dans le sens **anti horaire** ;
- reliez un fil **rouge** de la ligne **rouge** de la plaque d'essais à un quelconque des quatre trous du **connecteur +V** ;
- reliez le fil **bleu** connecté à la ligne **bleue** de la plaque d'essais à l'un des quatre trous du **connecteur GND** ;
- enfoncez un fil **bleu** dans le premier trou situé en **dessous** de la LED, comme le montre la figure et reliez-le à la douille **COM** du **multimètre** au moyen du cordon croco et banane noir ;
- enfoncez un fil **rouge** dans le premier trou situé au **dessus** de la LED, comme le montre la figure et reliez-le à la douille **VΩmA** du **multimètre** au moyen du cordon croco et banane rouge ;
- **Allumez le Minilab.**



**Figure 6 :** Tournez le bouton de Volt Out dans le sens horaire et regardez le LCD du multimètre. Vous voyez qu'avec les lettres DC et V (Volt) de part et d'autre l'afficheur visualise un nombre. Ce nombre exprime la tension en V aux extrémités de la LED.

Tournez lentement le bouton **V Out** et vous verrez la tension affichée augmenter, mais la LED reste encore **éteinte**. Tournez encore le bouton dans le même sens et à un moment vous verrez la LED s'allumer. Regardez alors la tension affichée : c'est la **tension de seuil**, c'est-à-dire la tension devant se trouver aux extrémités de la LED pour qu'elle **s'allume**. Si maintenant vous tournez encore le bouton toujours dans le sens horaire, vous voyez que la luminosité de la LED augmente, mais la tension à ses extrémités augmente **très peu**. C'est une des caractéristiques typiques de ce composant.

Si par curiosité vous extrayez la LED et si vous la réinsérez à **l'envers**, cathode vers le haut et anode vers le bas, vous verrez que même en tournant le bouton V Out à fond vers la droite vous ne parviendrez pas à allumer la LED, car c'est une propriété de la **diode** (et la LED en est une) de ne conduire que dans **un seul sens**.

En conclusion, avec cette petite expérimentation nous avons vérifié que :



- une LED ne conduit le courant que dans un seul sens ;
- une LED consomme un courant de quelques mA, c'est-à-dire très faible ;
- pour allumer une LED il faut que la tension à ses extrémités dépasse un certain niveau, dit tension de seuil ;
- si on augmente le courant dans la LED celle-ci devient plus lumineuse, mais la tension à ses extrémités varie très peu.

### Approfondissement

Rappelons que si vous souhaitez mieux comprendre le fonctionnement d'une LED, vous pouvez consulter le **Cours AEPZ** fourni sous forme de CD avec la version Junior du **MINILAB EN3000**.

## Les montages du Minilab

### Réalisons un générateur de signaux sinusoïdaux

Dans cet article nous allons construire ensemble un **générateur de signaux sinusoïdaux** et une fois le circuit réalisé nous essaierons son fonctionnement au moyen de l'**amplificateur** du Minilab et éventuellement aussi avec l'**oscilloscope** installé sur votre ordinateur.

Les ondes sinusoïdales sont très importantes parce qu'elles sont présentes partout dans le monde qui nous entoure.

Beaucoup de phénomènes de la nature ont pour base les ondes sinusoïdales et toutes les **ondes électromagnétiques**, comme les **ondes radio**, ou même la **lumière**, se propagent dans l'espace sous cette forme.

Les signaux sinusoïdaux ont une grande importance en électronique.

La figure ci-dessous donne le schéma électrique du générateur de signaux sinusoïdaux. Quand nous l'aurons réalisé nous verrons comment il fonctionne.

Comme vous le voyez sur le schéma électrique, pour réaliser le générateur on se sert d'un seul circuit intégré LM358.

Le symbole triangulaire à deux entrées marquées + et - indique qu'il s'agit d'un amplificateur opérationnel, soit un circuit capable de produire une amplification très élevée du signal électrique présent entre ses deux entrées.

L'entrée marquée + se nomme entrée non inverseuse.

L'entrée - est l'entrée inverseuse.

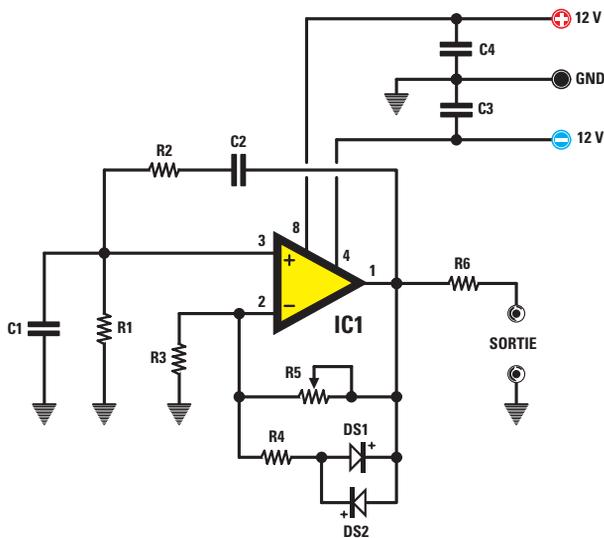
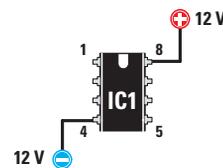


Figure 7 : Schéma électrique du générateur de signaux sinusoïdaux et brochage du circuit intégré IC1 LM358 vu de dessus avec indication des alimentations et du nombre de broches.



#### Liste des composants EN 3006

R1 ..... 10 k  
 R2 ..... 10 k  
 R3 ..... 1,5 k  
 R4 ..... 10 k  
 R5 ..... 10 k trimmer  
 R6 ..... 1 k

C1 ..... 10 nF polyester  
 C2 ..... 10 nF polyester  
 C3 ..... 100 nF polyester  
 C4 ..... 100 nF polyester

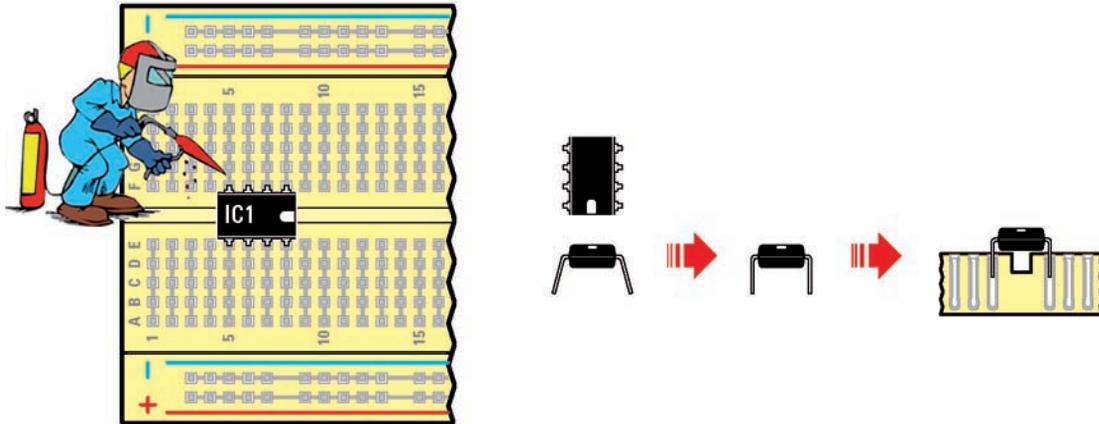
DS1 ... 1N4148  
 DS2 ... 1N4148

IC1 .... LM358

Ce circuit intégré est formé d'un boîtier à deux files de 4 broches chacune, soit un total de 8 broches numérotées de **1 à 8**. Comme on l'a vu dans le numéro précédent, sur le boîtier de chaque circuit intégré est présente une **marque de référence** servant à insérer le circuit intégré dans le **bon sens**. Ce **repère-détrompeur** sert aussi à identifier la position des broches. Si on place le circuit intégré avec sa marque de référence vers le haut, comme le montre la figure 7, quand on regarde le circuit intégré de dessus, broches vers le circuit imprimé donc, on voit que la broche **1** est la première à gauche de la marque de référence. A partir de la broche numéro 1 les broches sont numérotées dans le sens **anti horaire**.

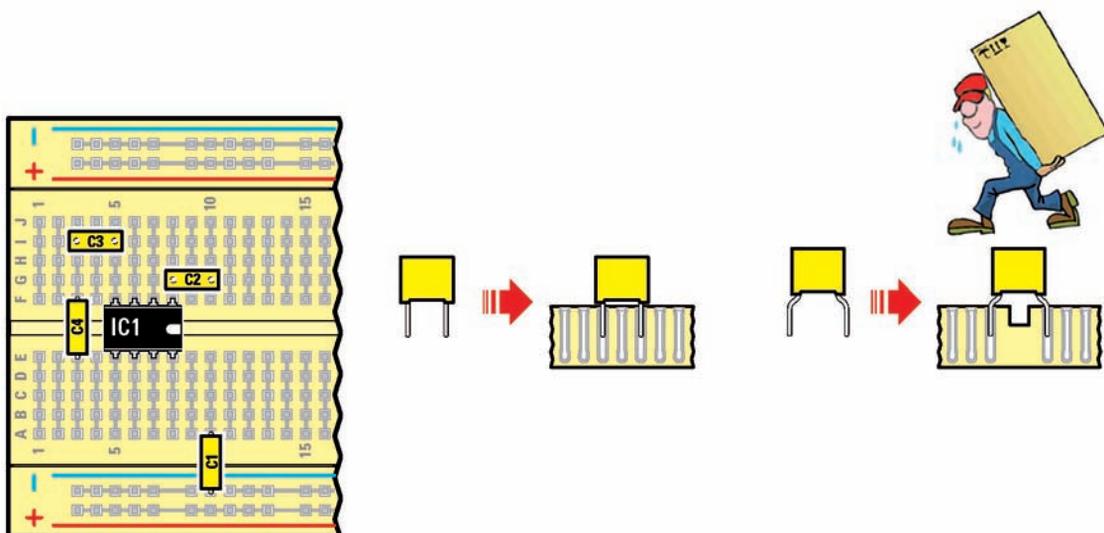
La broche **4**, soit la dernière au bas de la file de gauche est utilisée pour fournir au circuit intégré le **négatif** de la tension d'alimentation, en l'occurrence **-12 V**.

La broche **8**, soit la première en haut de la file de droite est utilisée pour fournir au circuit intégré le **positif** de la tension d'alimentation de **+12 V**.



**Figure 8 :** Pour réaliser le circuit de notre générateur nous partons comme d'habitude de la plaque d'essais, sur laquelle nous allons insérer un à la fois tous les composants.

Pour commencer nous insérons le circuit intégré **LM358**, nommé **IC1**, plaçons-le à cheval sur la ligne centrale de la plaque d'essais, comme le montre la figure, repère-détrompeur vers la droite. Attention vous ne devez pas tourner cette marque de référence dans l'autre sens car le circuit **ne fonctionnerait pas**. Avant d'insérer le circuit intégré, avec une pince, rapprochez légèrement les deux files de broches afin de les rendre parallèles, comme le montre la figure. Quand cela est fait, placez le repère-détrompeur vers la droite et enfoncez délicatement les deux rangs de broches dans les trous de la plaque d'essais : délicatement mais bien à fond afin d'éviter tout mauvais contact.



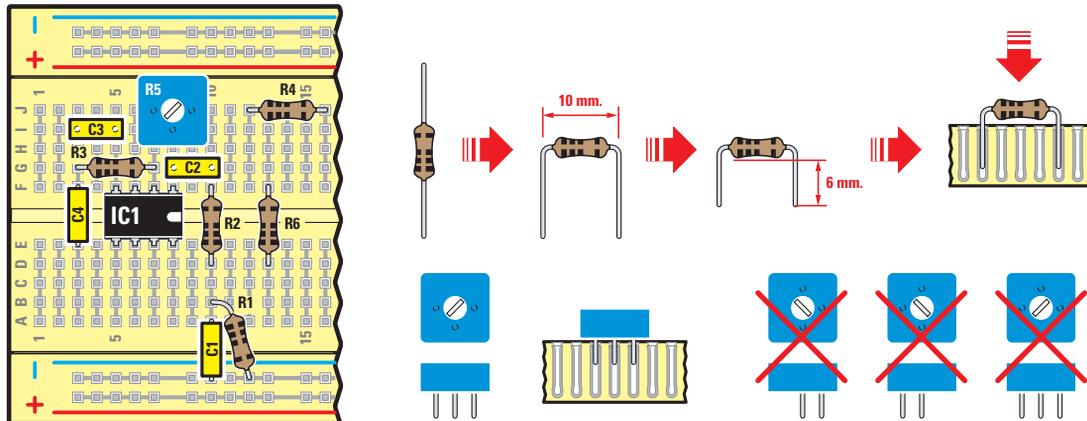
**Figure 9 :** Ceci fait, prenez les 4 condensateurs polyester C1-C2-C3-C4. Les condensateurs polyester ne sont pas polarisés. Et par conséquent leurs pattes peuvent être interverties sans aucun problème. Si vous regardez la liste des composants de la figure 7, vous verrez que chaque condensateur a sa valeur propre. C1 et C2 ont une valeur de 10 nF, où nF signifie nanoFarad. Les deux condensateurs C3 et C4 ont une valeur de 100 nF. Les nanoFarad sont des sous multiples du Farad, qui est l'unité de mesure de la capacité d'un condensateur.

Pour reconnaître les condensateurs vous devez faire bien attention à ce qui est écrit sur leur enrobage de protection :

Le marquage **10n** indique qu'il s'agit d'un condensateur de **10 nF (C1-C2)**

Le marquage **.1** indique qu'il s'agit d'un condensateur de **100 nF (C3-C4)**

Après les avoir identifiés, insérez les 4 condensateurs dans la plaque d'essais, chacun dans la position indiquée par la figure.



**Figure 10 : C'est au tour des 5 résistances R1-R2-R3-R4-R6. Comme le montre le schéma, chaque résistance se distingue par sa valeur propre.**

- R6**                    **1.000 ohms soit 1 k**
- R3**                    **1 500 ohms soit 1,5 k**
- R1-R2-R4**        **10 000 ohms soit 10 k**

Pour connaître la valeur d'une résistance, il existe deux manières : la mesurer avec un **ohmmètre**, ou bien lire les anneaux de couleurs sérigraphiés sur leur enrobage de protection.

Dans un prochain article nous vous apprendrons à mesurer une résistance. Pour le moment, pour savoir la valeur d'une résistance, nous utiliserons le code des couleurs. Regardez vos résistances rassemblées pour ce montage :

- marron-noir-rouge-or résistance de 1 k R6**
- marron-vert-rouge-or résistance de 1,5 k R3**
- marron-noir-orange-or résistances de 10 k R1-R2-R4**

**Note** : dans le Cours AEPZ vous trouverez le **code des couleurs** des résistances et tout ce qu'il faut pour le comprendre.

Maintenant que vous les avez identifiées une après l'autre, vous pouvez les insérer dans les positions indiquées par la figure. A côté on a indiqué comment couper et recourber leurs pattes (ou fils de sortie) afin de les insérer facilement dans les trous de la plaque d'essais. Les fils de la résistance **R1** doivent être repliés avec un écartement légèrement supérieur car cette résistance sera placée en biais, comme le montre la figure. Attention, insérez toujours bien à fond les fils dans les trous, sinon le contact sera mauvais ou absent. Après les résistances, insérez le **trimmer R5**, ce n'est rien d'autre qu'une **résistance** dont la valeur peut être modifiée en tournant une vis centrale avec un petit tournevis. Le trimmer se présente sous la forme d'un petit bloc de plastique coloré. Sur la face supérieure on trouve la vis de réglage et sur la face inférieure les trois broches de sortie disposées en triangle. Au moment d'insérer le trimmer sur la plaque d'essais, attention à la position de ces trois broches : le triangle formé par les trois broches a son sommet vers le bas.

**Note** : après avoir monté les résistances vous verrez qu'il vous en reste ! Ne les jetez pas, elles ont été prévues pour réaliser des modifications expérimentales.

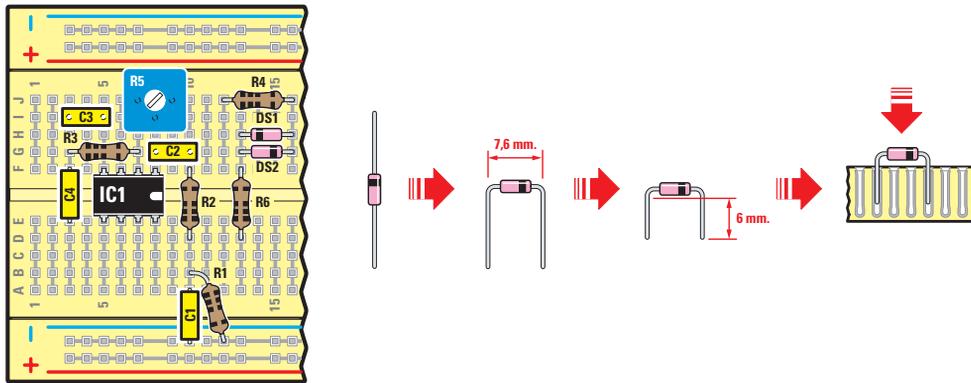
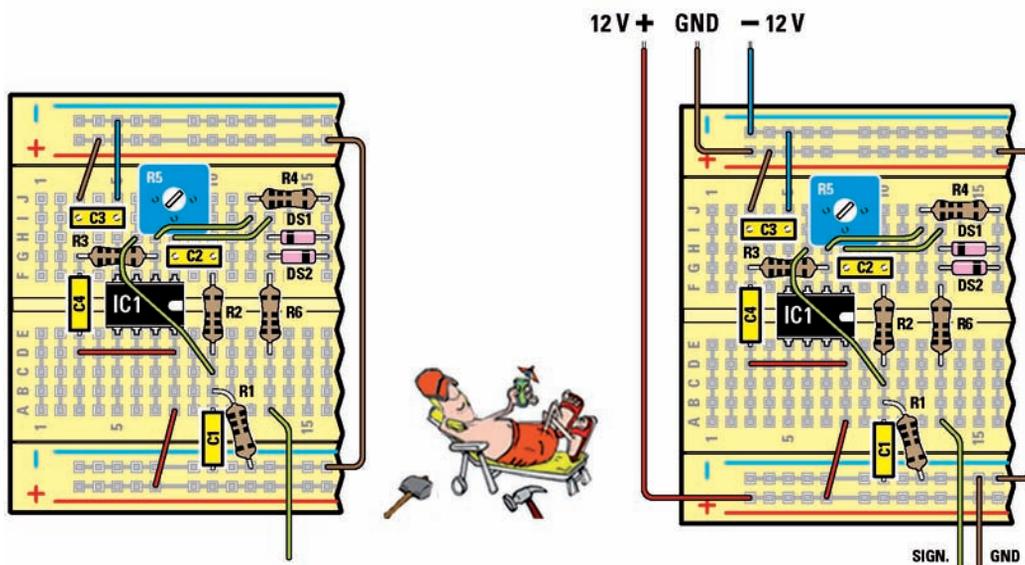


Figure 11 : Prenez les deux diodes 1N4148. Regardez-les attentivement et vous verrez que leur boîtier comporte à une extrémité une fine bague noire. Cette bague indique de quel côté se trouve le fil de cathode de la diode. Vous voyez que DS1 est montée avec cette bague de cathode vers la gauche ; au contraire DS2 avec la bague vers la droite. Chaque fois que vous monterez une diode, faites très attention au sens de montage, à sa polarité. Si la diode est montée à l'envers, le circuit ne fonctionnera pas.



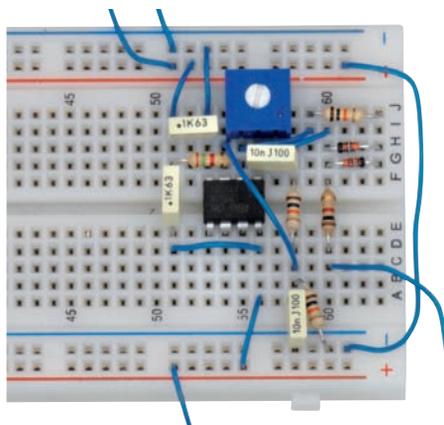
Figures 12 et 13 : Il ne vous reste qu'à faire les quelques connexions, avec des longueurs de fils rouge et bleu.

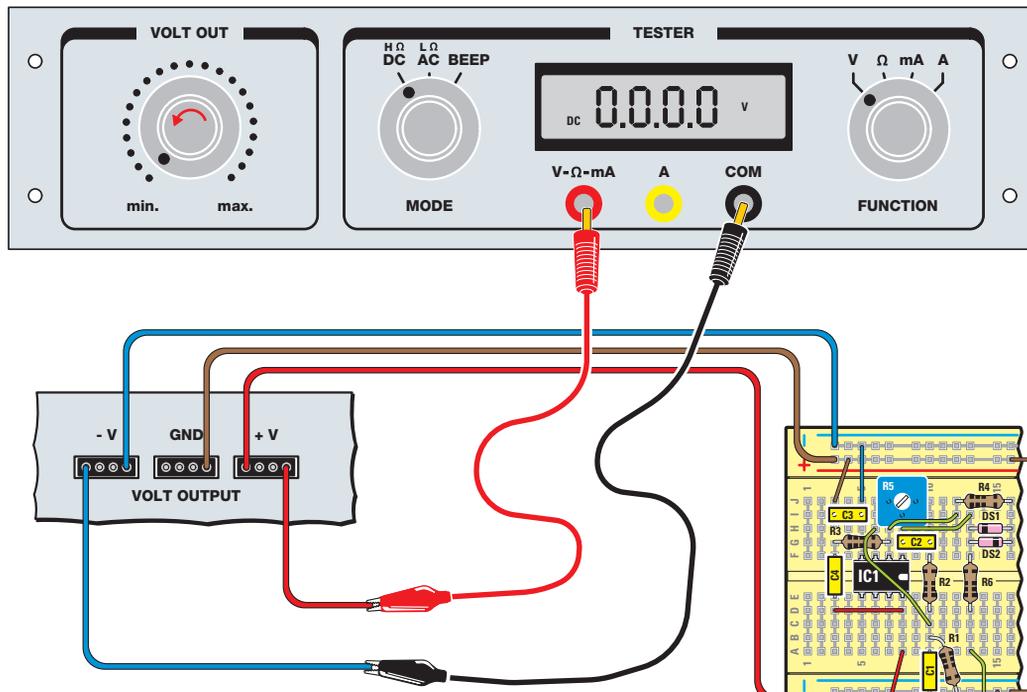
**Note** : pour des raisons graphiques, dans nos dessins, les fils sont de couleurs différentes.

N'oubliez pas d'insérer le fil qui connecte la ligne rouge de la plaque d'essais à la ligne bleue, présente sur le côté droit de la figure.

Insérez ensuite sur la plaque d'essais les **trois fils** qui serviront à relier l'alimentation du Minilab ; prenez garde de ne pas intervertir les fils de couleurs **rouge** et **bleu** reliés à la ligne **rouge (+)** et à la ligne **bleu (-)** de la plaque d'essais.

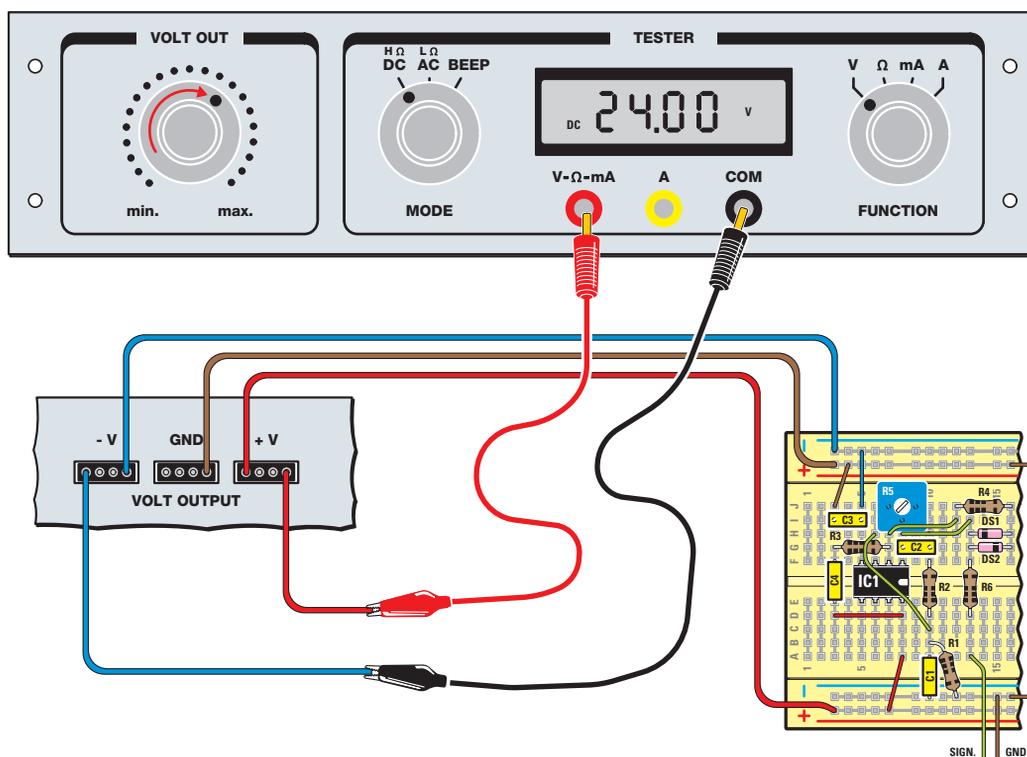
Effectuez un dernier contrôle visuel pour vous assurer que vous avez bien inséré tous les composants dans le bon sens et que vous avez réalisé toutes les connexions requises avec les morceaux de fil.



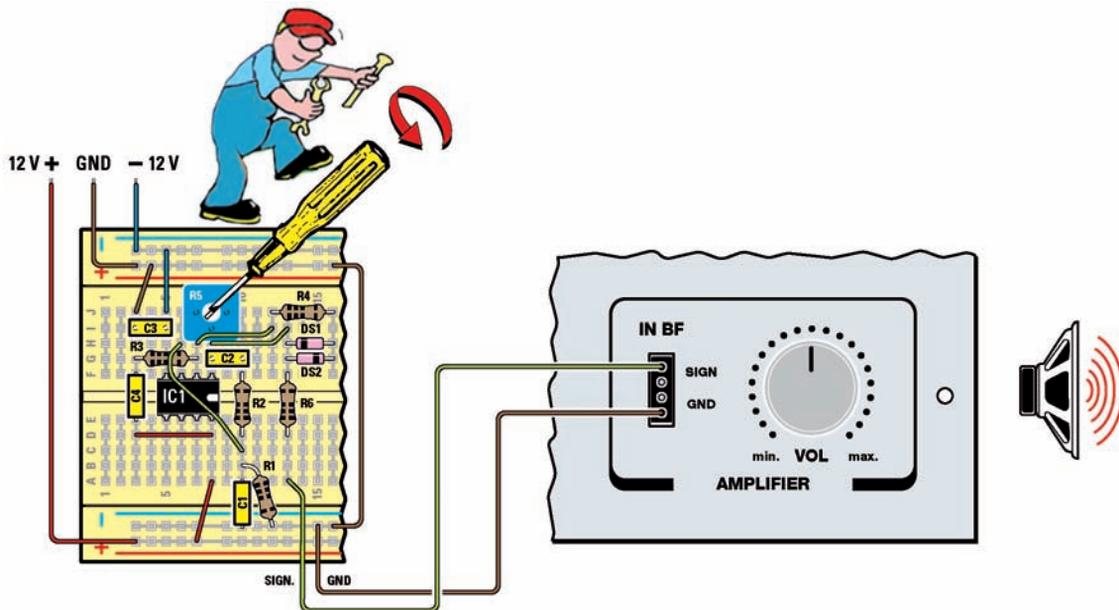


**Figure 14 :** Arrivés là, vous devez relier la plaque d'essais à l'alimentation du Minilab. Pour cela, reliez le fil bleu du  $-12\text{ V}$  à l'un des 4 trous du connecteur  $-V$  et le fil rouge du  $+12\text{ V}$  à l'un de 4 trous du connecteur  $+V$  comme le montre la figure.

Reliez en outre le fil **marron** du **GND** à l'un des trous du connecteur **GND**. Les deux fils **SIGN** et **GND** en bas à droite de la plaque d'essais ne sont pas connectés, ils serviront plus tard pour vérifier le fonctionnement du générateur. Tournez le bouton **V Out** tout vers la gauche en position **min.** Sélectionnez avec le commutateur **MODE** de gauche la position **DC** et avec le commutateur **FUNCTION** de droite la position **V**. Prenez un morceau de fil **bleu** et insérez-le dans l'un des deux trous du connecteur  $-V$ . Prenez ensuite un morceau de fil **rouge** et insérez-le dans l'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 au moyen des cordons à pointes de touche et des cordons à crocos. Cette liaison vous servira à mesurer avec le voltmètre la tension d'alimentation à fournir au circuit.



**Figure 15 :** Allumez le Minilab. Tournez tout doucement le bouton **V Out** dans le sens horaire jusqu'à ce que vous lisiez sur le LCD du multimètre la valeur la plus proche de 24,000. Il n'est pas indispensable d'obtenir cette valeur exactement, il suffit que la tension soit entre 23 et 24 V. De cette manière vous avez alimenté le circuit en  $+12\text{ V}$  et  $-12\text{ V}$ , tensions nécessaires au bon fonctionnement.



**Figure 16 :** Maintenant nous allons passer à la plus «belle» séquence de l'expérimentation. Reliez les deux fils SIGN et GND visibles en bas à droite de la plaque d'essais à l'entrée IN BF de l'amplificateur du Minilab. Les deux fils seront connectés comme le montre la figure, soit le fil marron au trou de GND (c'est-à-dire Ground, ou masse) et le fil vert au trou SIGN (c'est-à-dire Signal) du connecteur IN BF.

Ensuite vous devez régler le **trimmer R5** situé sur la plaque d'essais, en procédant ainsi :

- tournez dans le sens horaire jusqu'à environ la moitié le bouton du volume ;
- prenez un petit tournevis et insérez-le dans la fente de la vis du **trimmer R5** , comme le montre la figure ;
- tournez le tournevis dans le sens horaire jusqu'à la fin de course ;
- commencez alors à tourner lentement le tournevis dans le sens anti horaire et écoutez le haut-parleur du Minilab. A un moment vous entendrez un son continu, ce qui témoigne que le circuit a commencé à produire son signal sinusoïdal.

L'amplificateur en effet **amplifie** la puissance du signal électrique du générateur et le haut-parleur le transforme en **ondes acoustiques**.

- tournez encore lentement le tournevis et vous entendrez le son augmenter légèrement d'intensité. Cessez de tourner la vis car vous avez obtenu le point de réglage parfait du trimmer **R5** .

Si vous continuez à tourner la vis du trimmer vous entendriez un son **distordu**. Cela signifierait que vous avez trop tourné le curseur du trimmer et que le signal de sortie du générateur n'est plus une parfaite onde sinusoïdale.

Vous avez certainement noté que le son sortant du haut-parleur a une certaine **tonalité** . Cette tonalité dépend de la **fréquence** des ondes sinusoïdales produites par le générateur.

La petite note d'approfondissement de la fin de l'article explique brièvement ce qu'est un signal à onde sinusoïdale et en quoi consiste la fréquence d'un tel signal.

Pour le moment sachez que tout **son** que nous percevons, du sifflement du train au bruit du trafic urbain, du ronronnement d'un moteur à la musique, n'est rien d'autre que la combinaison de très nombreux signaux à ondes sinusoïdales de diverses fréquences, comme si d'innombrables générateurs fonctionnaient en même temps, chacun sur sa fréquence propre. Ce qui est extraordinaire c'est que notre oreille est en mesure d'identifier chaque son par la reconnaissance de toutes les fréquences de ces innombrables ondes sinusoïdales.

Si vous lisez la suite de l'article et l'approfondissement suivant, vous verrez que, même si vous ne possédez pas la version Avancée, vous pourrez quand même continuer avec une autre expérimentation passionnante, simplement en faisant varier la **tonalité** du son produit par votre générateur.

## Observons une sinusoïde avec l'oscilloscope

L'expérimentation que nous allons décrire va vous permettre de «voir» l'onde sinusoïdale produite par le **générateur** que vous venez de construire sur l'écran de votre ordinateur. Cette expérimentation pourra être faite par tous ceux qui ont choisi la version **Avancée** du **Minilab**, c'est-à-dire celle qui permet d'installer l'**oscilloscope** sur le **PC**.

L'oscilloscope est un des instruments les plus importants de tout laboratoire d'électronique qui se respecte. Son grand avantage tient à ce qu'il visualise sur un écran l'**évolution** d'un signal électrique dans le **temps** ; il est ainsi possible de comprendre comment fonctionne réellement n'importe quel circuit électronique.

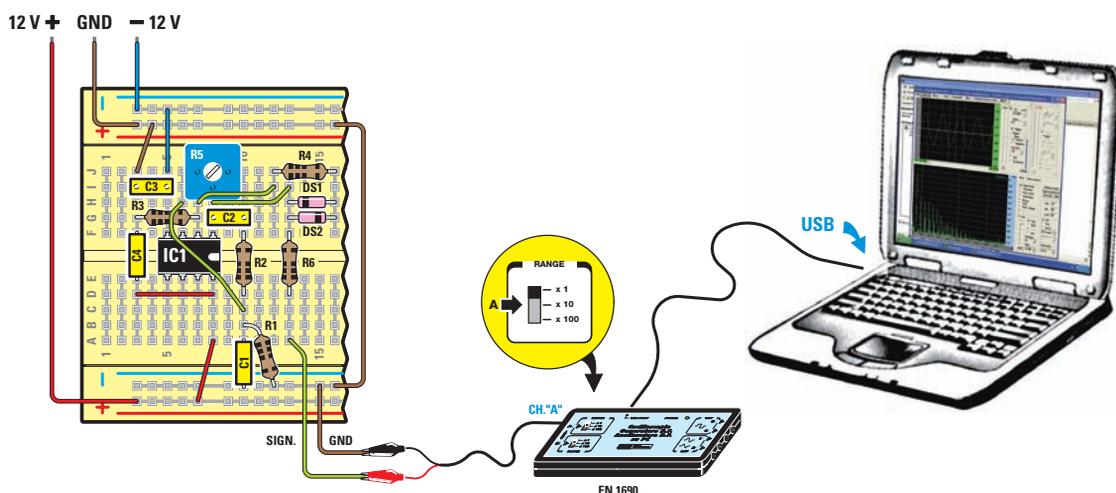
Si vous installez dans votre ordinateur le logiciel **Visual Analyser**, vous aurez à votre disposition un véritable **oscilloscope virtuel**, avec lequel vous pourrez vous amuser à observer le fonctionnement des différents circuits électroniques que nous réaliserons lors des prochaines expérimentations ; vous apprendrez à connaître petit à petit les fonctions et les commandes de cet extraordinaire appareil. Même si Visual Analyser n'est pas un oscilloscope à proprement parler, il n'en reproduit pas moins parfaitement les diverses fonctions, tout comme un simulateur de vol reproduit le poste de pilotage d'un aéronef.

Pour réaliser cette expérimentation vous devez tout d'abord installer le logiciel Visual Analyser, que nous appellerons désormais **VA**, sur votre ordinateur, ce dernier devant posséder un port USB et satisfaire aux réquisits minimaux suivants :

- **SE Windows XP Pro ou Home Edition ou Vista 32**
- **Processeur : Pentium**
- **Ram : 512 Mo**
- **Espace disponible sur le disque dur : 20 Mo au moins**
- **Lecteur : CD-Rom 8x ou DVD 2x**
- **Carte vidéo graphique : 800 x 600 16 bits**
- **(rappel) un port USB**

Avant de commencer, nous vous conseillons de lire ou relire attentivement l'article "**Oscilloscope et analyseur de spectre pour PC**" dans les numéros 105 et 106 de la revue ELM. Ensuite vous pourrez procéder à l'**installation** du **logiciel VA** en suivant avec attention les indications reportées dans les numéros sus cités d'ELM (disponibles auprès de la Rédaction).

Quand le logiciel est installé vous devez procéder à sa **configuration** et pour cela nous recommandons de suivre pas à pas les prescriptions données dans ces revues au paragraphe "**Configuration du VA**". Après avoir configuré le VA vous devez relier la platine **EN1690** au port **USB** de l'ordinateur, comme le montre la figure ci-dessous. Ensuite reliez à l'entrée du canal **CHA** de la platine le **cordon** muni du connecteur **connecteur BNC femelle** et des **deux crocos**. Si vous regardez le connecteur **BNC** du cordon, vous verrez qu'il est muni d'une fixation tournante à **baïonnette**. Insérez-la sur le connecteur **BNC mâle** de **CHA** de la **platine EN1690** et **tournez** dans le sens horaire pour la verrouiller. Attention, ne pas confondre le canal **CHA** et le canal **CHB**, car vous ne pourriez pas faire apparaître le signal sur l'oscilloscope. Vous êtes maintenant fins prêts à faire l'expérimentation.



**Figure 17 : Reliez les deux fils SIGN et GND sortant du générateur sinusoïdal à la platine EN1690 comme le montre la figure, en reliant le fil marron au crocodile noir et le fil vert au crocodile rouge. Allumez le Minilab et réglez la tension d'alimentation du générateur comme le montre la figure 15. Regardez attentivement la platine EN1690. Notez à gauche la présence de deux petits interrupteurs marqués chacun des 3 positions x1-x10-x100. L'interrupteur affecté au canal CHA est celui de dessus. Réglez-le sur la position x1.**

Après avoir démarré l'ordinateur, cliquez deux fois sur l'icône **VA** comme le montre la première figure du paragraphe "**configuration du VA**" dans les revues citées ci-avant. Suivez les indications reportées dans les figures suivantes, jusqu'à visualiser l'écran principal du VA reproduit ci-dessous.

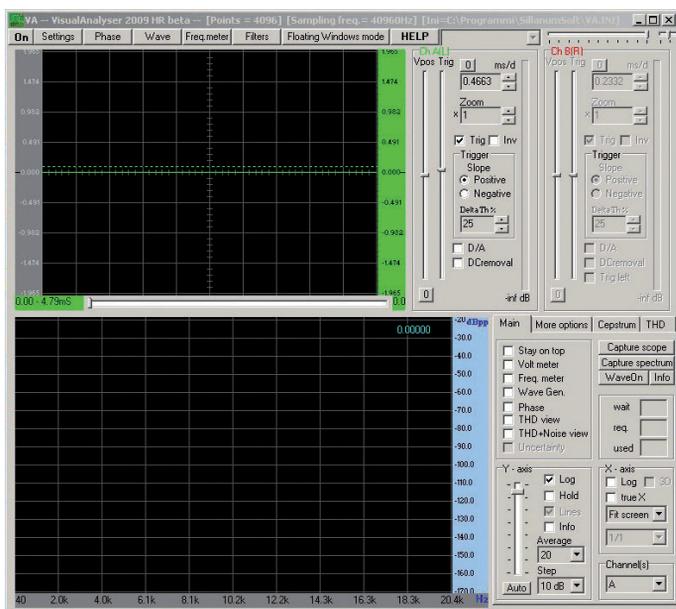


Figure 18 : Vous voyez que ce qui apparaît à l'écran est une double fenêtre. Celle du dessus est l'écran de l'oscilloscope, sur lequel nous allons visualiser les signaux sinusoïdaux (les ondes sinusoïdales) produites par le générateur. Pour cela, cliquez avec la touche gauche de la souris sur l'option ON que vous trouvez dans la barre en haut à gauche. L'option se transforme en OFF et l'écran visualise l'onde sinusoïdale produite par le générateur.

**Note** : si l'onde n'apparaît pas vous devez avant tout contrôler que le paramétrage des commandes a été fait durant la configuration. Examinez bien la section **CHA (L)** située tout de suite à droite de l'écran. A l'intérieur de cette section, contrôlez le paramétrage de ces commandes :

- le curseur **Vpos** doit être positionné exactement au **centre** de la course ;
- le curseur **Trig** aussi doit être positionné exactement au **centre** de la course ;
- dans la case **ms/d** la valeur **0.4663** doit apparaître ;
- dans la case **Zoom** le nombre **1** doit apparaître ;
- la case blanche **Trig** doit être **cochée** ;
- la case **Positive Slope** doit également être **cochée**.

Si quelque commande n'était pas en fonction, pas de problème ! Il suffit de cliquer avec la touche gauche sur l'option **Settings**, située dans la barre du haut ; dans la fenêtre qui s'ouvre, cliquez sur l'option **Scope**, située dans la barre du haut. Dans la fenêtre qui s'ouvre vous pouvez alors modifier les **paramètres** de l'oscilloscope comme suggéré ci-avant. Dans cette première phase vous devez vous contenter de faire le paramétrage en suivant nos indications. Dans les prochains articles nous vous expliquerons comment fonctionnent les différentes commandes de l'oscilloscope et comment on les paramètre pour profiter pleinement de ce merveilleux instrument. Si les commandes de l'oscilloscope sont correctes, mais si les ondes sinusoïdales n'apparaissent pas quand même à l'écran, vérifiez le **réglage** du **trimmer R5** vu précédemment figure 16.

Contrôlez en outre que le connecteur **BNC** est correctement inséré sur le **canal CHA** de la platine **EN1690**. Vérifiez que les connexions des fils **SIGN** et **GND** provenant de la plaque d'essais sont bien réalisées et que tous les composants sont enfoncés à fond dans les trous de la plaque d'essais.

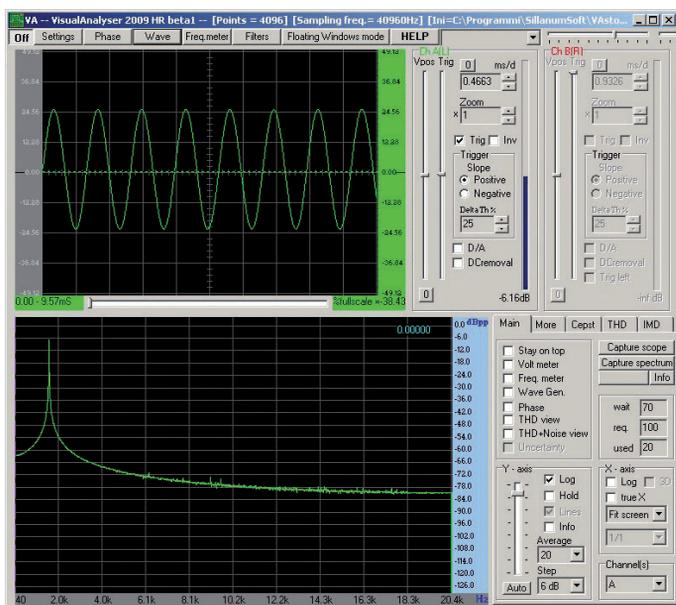


Figure 19 : Quand vous avez réussi à visualiser à l'écran de l'ordinateur les ondes sinusoïdales, observez-les attentivement. Notez que le signal électrique a une allure alternative. En effet la tension part de 0, représentée par la ligne horizontale médiane de l'écran, monte au maximum du pic positif, puis redescend à zéro, le dépasse vers le bas et atteint le minimum du pic négatif, puis revient à zéro. Ce cycle, représentant une seule onde sinusoïdale se répète un nombre infini de fois.

Vous ne pouvez toutefois observer à l'écran qu'une **partie** de cette **série continue** d'ondes produites par le générateur, car lorsque vous observez un signal électrique à l'oscilloscope, c'est comme si vous preniez une photo rapprochée d'un train qui passe : dans ce cas sur la photo vous ne verriez que quelques wagons, ceux qui se trouvaient devant l'objectif au moment du déclenchement de l'obturateur. C'est ce qui se passe avec les ondes sinusoïdales sortant du générateur.

Maintenant, vous pourrez vous amuser à faire varier la **fréquence** des ondes produites par le générateur. Les ondes que vous voyez à l'écran ont une fréquence d'environ **1 500 Hertz** (soit 1,5 kHz). Cela signifie que le générateur que vous avez construit produit **1 500 ondes** par **seconde** (voir l'**approfondissement** en fin d'article). Pour modifier la fréquence du générateur vous devez remplacer les deux **résistances R1** et **R2** de **10 k** chacune par deux résistances de valeur différente.

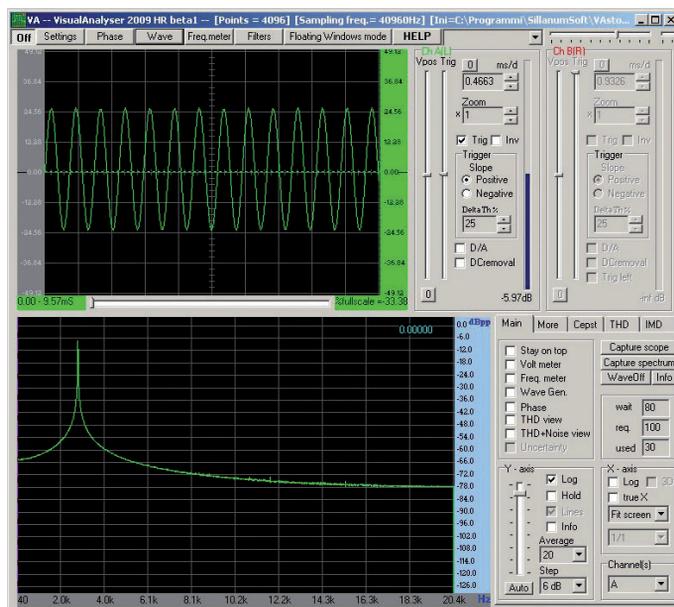


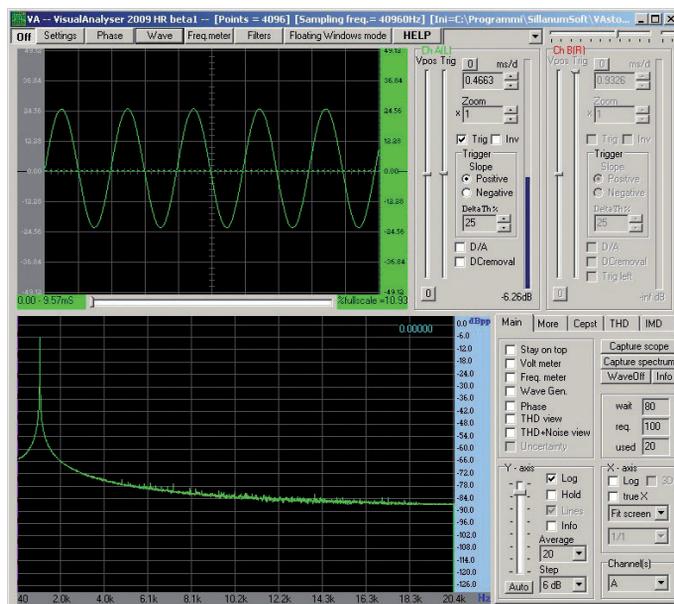
Figure 20 : Prenez deux résistances de 5,6 k que vous reconnaîtrez à leurs bandes colorées :

vert-bleu-rouge-or

Eteignez le Minilab et insérez-les sur la plaque d'essais à la place des résistances **R1** et **R2** de **10 k** que vous avez précédemment montées. Rallumez le Minilab et sur l'écran de l'oscilloscope vous voyez maintenant une série d'ondes **plus nombreuses**, comme le montre la figure. Cela parce qu'en **réduisant** la valeur de **R1** et **R2** la **fréquence** du générateur (c'est-à-dire le nombre d'ondes produites par second) **augmente**.

Avec les deux résistances de 5,6 k la fréquence passe de **1 500 Hertz** à environ **2 800 Hertz** (soit 2,8 kHz), c'est-à-dire presque le double, comme vous le confirme un coup d'œil sur l'écran de l'oscilloscope.

Dans l'approfondissement, à la fin de l'article, nous vous expliquerons comment **calculer** exactement la **fréquence** de votre générateur.



Maintenant nous allons faire l'expérimentation opposée, en remplaçant les résistances **R1** et **R2** par deux autres de valeur **plus élevée**, ceci afin de voir ce qui se passe. Prenez cette fois deux résistances de **15 k** que vous reconnaîtrez aux bandes de couleurs :

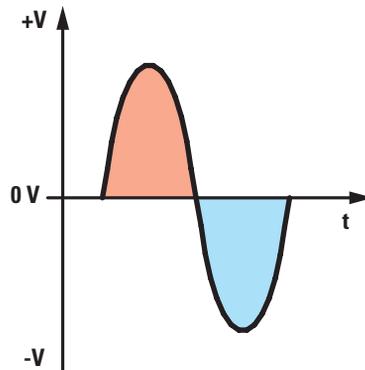
**marron-verte-orange-or**

Eteignez le Minilab et, comme précédemment, insérez-les sur la plaque d'essais à la place des résistances **R1** et **R2** de **10 k**. Rallumez le Minilab et sur l'écran de l'oscilloscope vous voyez cette fois une série d'ondes **moins nombreuses**, comme le montre la figure. Cela parce qu'en **augmentant** la valeur de **R1** et **R2** la **fréquence** du générateur (c'est-à-dire le nombre d'ondes produites par seconde) **a diminué**.

Avec les deux résistances de **15 k** la fréquence est descendue à environ **1 000 Hertz** (soit 1 kHz), ou **1 000 ondes** par seconde.

### Approfondissement

Dans cette note nous allons essayer de vous expliquer en quelques lignes comment fonctionne le générateur de signaux sinusoïdaux que vous avez construit. Mais avant tout voyons comment est faite une **onde sinusoïdale**:



Comme vous pouvez le voir, ce type d'onde est formé de deux **pics** alternant au dessus et au dessous d'une ligne horizontale, laquelle correspond au **zéro**. Pour les distinguer nous avons coloré le pic du haut en **rouge** et celui du bas en **bleu**. Étant donné que chaque pic correspond à une **moitié** d'onde, on l'appelle **demie-onde**. Le pic du haut constitue la **demie-onde positive** et celui du bas la **demie-onde négative**.

Vous pouvez comparer l'onde sinusoïdale à l'eau de la mer au voisinage du rivage quand elle vient battre contre un obstacle. Supposons que nous nous trouvons sur une rive et que nous voulions compter le nombre d'ondes arrivant contre le parapet pendant un certain laps de temps, par exemple dix secondes. Admettons qu'en **dix secondes** nous comptons **20 ondes**.

Si nous divisons le nombre d'ondes par le temps, nous obtenons :

**(nombre d'ondes) : temps = 20 : 10 = 2 ondes/s**

c'est la fréquence des ondes de la mer à ce moment-là : **2 ondes/s**. Au lieu d'exprimer la fréquence en onde/s, en électronique on préfère utiliser une autre unité de mesure, le Hertz (symbole Hz).

**1 Hz correspond à une fréquence de 1 onde/s.**

Donc si nous voulions exprimer la fréquence des vagues de la mer en Hz nous dirions que ces ondes maritimes ont une fréquence de **2 Hz**.

Vous avez vu qu'en modifiant la valeur des résistances **R1** et **R2** on change le nombre d'ondes à l'écran de l'oscilloscope car on a modifié la fréquence du signal émis par le générateur. Si au lieu de relier la sortie **SIGN** et **GND** du générateur à l'oscilloscope, vous l'aviez reliée à l'**amplificateur** du Minilab comme le montre la figure 16, vous vous seriez immédiatement rendu compte, avec les deux exemples des figures 20 et 21, que la tonalité des sons sortant du haut-parleur était chaque fois différente. En prenant pour R1 et R2 des résistances de **5,6 k** (valeur plus faible que la valeur initiale) le son devient plus **aigu** et en prenant pour ces mêmes résistances des **15 k** (valeur plus forte que la valeur initiale) le son devient plus **grave**.

Cela arrive parce que vous avez modifié la fréquence des ondes sinusoïdales émises par le générateur. Le son plus aigu correspond à une **fréquence plus haute** et le son plus grave à une **fréquence plus basse**. Vous serez sans doute curieux de savoir comment calculer la fréquence produite par le générateur ? Eh bien c'est très simple.

La **fréquence f** du générateur se calcule avec la formule :  
 **$f = 1 / 2\pi RC$**  où :

**f** est la fréquence du générateur en Hz  
 **$\pi$**  = 3,14 donc  $2\pi = 6,28$   
**R** est la valeur de R1 et R2 en ohm  
**C** est la valeur des condensateurs C1 et C2 en Farad.

C'est la formule que l'on trouve dans les manuels d'électronique mais on peut la trouver trop compliquée et vouloir la simplifier. Si au lieu d'exprimer C en Farad on veut le faire en **nF** (nanoFarad) et si on préfère exprimer R en k (kiloohm) au lieu de le faire en ohm, la formule devient beaucoup plus simple et vous pourrez vous amuser à calculer la fréquence de votre générateur.

La formule simplifiée est la suivante :

**$f = 159\,000 / RC$**  où :

**f** est la fréquence du générateur en Hz  
**R** est la valeur de R1 et R2 en k  
**C** est la valeur des condensateurs C1 et C2 en nF.

Maintenant le calcul est plus simple et voici un exemple.

**Exemple** : supposons que nous voulions calculer la fréquence initiale du générateur. Sur la plaque d'essais nous avons inséré pour **R1** et **R2** des résistances de **10 K** et pour **C1** et **C2** des condensateurs de **10 nF**. Comme le montre la figure 10, une résistance de **10 K** ou de 10 000 ohm c'est la même chose.

Donc pour calculer la fréquence du générateur nous n'avons qu'à insérer les valeurs dans la formule. Ce qui donne :

$$f = 159\,000 / (10 \times 10) = 159\,000 / 100 = 1\,590 \text{ Hz ou } 1,59 \text{ kHz}$$

Par la même méthode vous pouvez maintenant calculer la fréquence émise par le générateur lorsque les résistances ont une valeur de **5,6 k** :

$$f = 159\,000 / (5,6 \times 10) = 159\,000 / 56 = 2\,839 \text{ Hz ou } 2,839 \text{ kHz}$$

et quand elles ont une valeur de **15 k** :

$$f = 159\,000 / (15 \times 10) = 159\,000 / 150 = 1\,060 \text{ Hz ou } 1,06 \text{ kHz}$$

Ce sont les différentes fréquences obtenues figures 19, 20 et 21 avec notre générateur.

## CONCLUSION

Dans cet article vous aurez appris des notions à propos du fonctionnement des LED, en utilisant deux des instruments du Minilab, à savoir le voltmètre et l'ampèremètre. Vous avez en outre fait fonctionner un générateur de signaux sinusoïdaux et avez compris comment on calcule sa fréquence de travail.

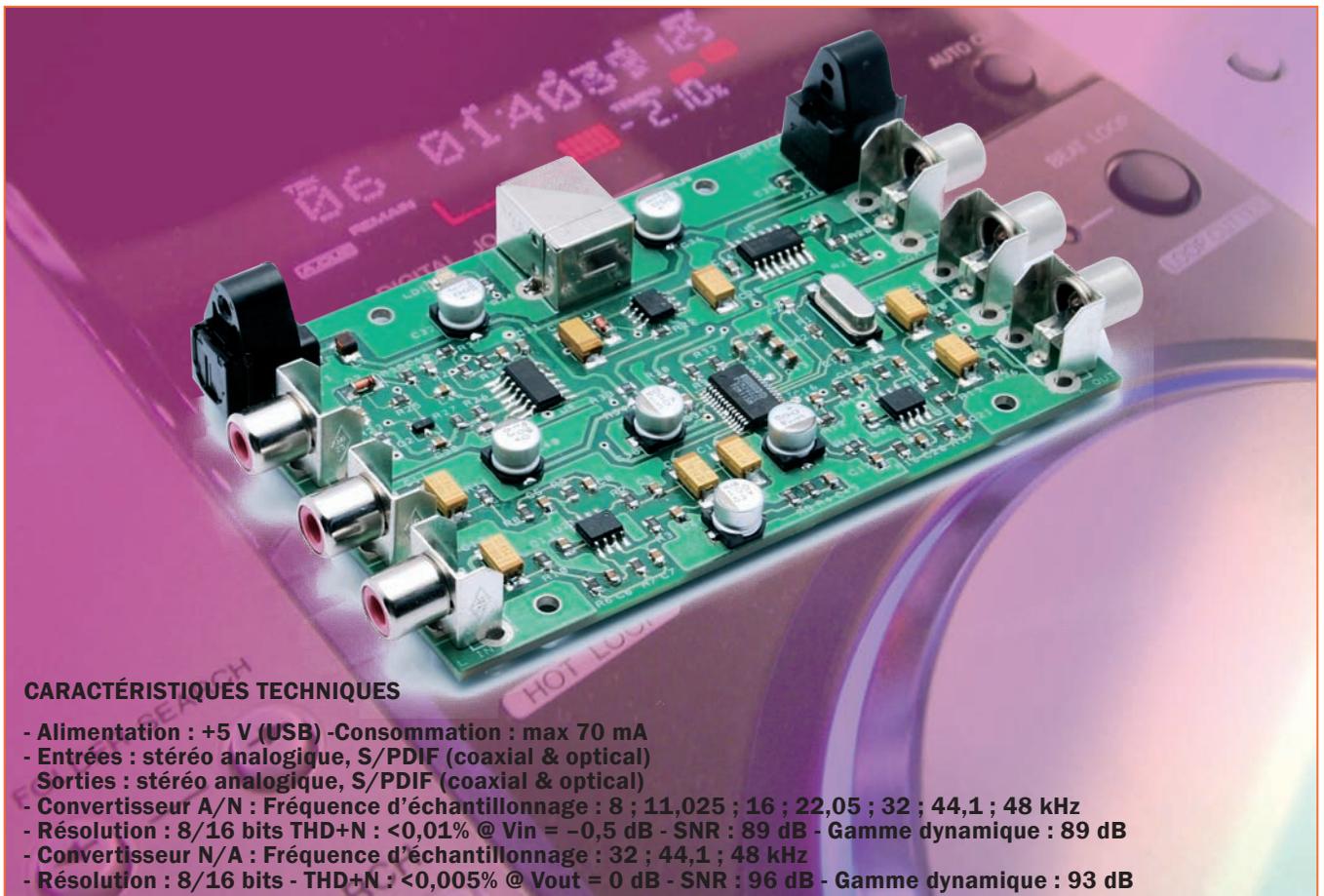
A cette occasion vous vous êtes amusés tout en apprenant les rudiments de l'appareil le plus important du laboratoire d'électronique, l'oscilloscope.

Dans les prochains articles nous vous proposerons d'autres expérimentations et la réalisation d'autres montages tous très intéressants ; nous en profiterons pour poursuivre votre découverte des fonctions et des commandes de l'oscilloscope.

Nous vous recommandons de conserver les circuits entre deux articles car, vous l'avez vu, ils sont susceptibles de resservir la fois suivante. ♦

# Interface AUDIO USB

Cette platine audio USB (donc extérieure au PC), à la différence de toutes celles dont on nous abreuve, est Hi-Fi ... et en plus elle ne vous coûtera pas cher ! La carte que vous allez réaliser est en outre dotée d'une liaison optique et d'une connexion S-PDIF.



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

- Alimentation : +5 V (USB) - Consommation : max 70 mA
- Entrées : stéréo analogique, S/PDIF (coaxial & optical)
- Sorties : stéréo analogique, S/PDIF (coaxial & optical)
- Convertisseur A/N : Fréquence d'échantillonnage : 8 ; 11,025 ; 16 ; 22,05 ; 32 ; 44,1 ; 48 kHz
- Résolution : 8/16 bits THD+N : <0,01% @  $V_{in} = -0,5$  dB - SNR : 89 dB - Gamme dynamique : 89 dB
- Convertisseur N/A : Fréquence d'échantillonnage : 32 ; 44,1 ; 48 kHz
- Résolution : 8/16 bits - THD+N : <0,005% @  $V_{out} = 0$  dB - SNR : 96 dB - Gamme dynamique : 93 dB

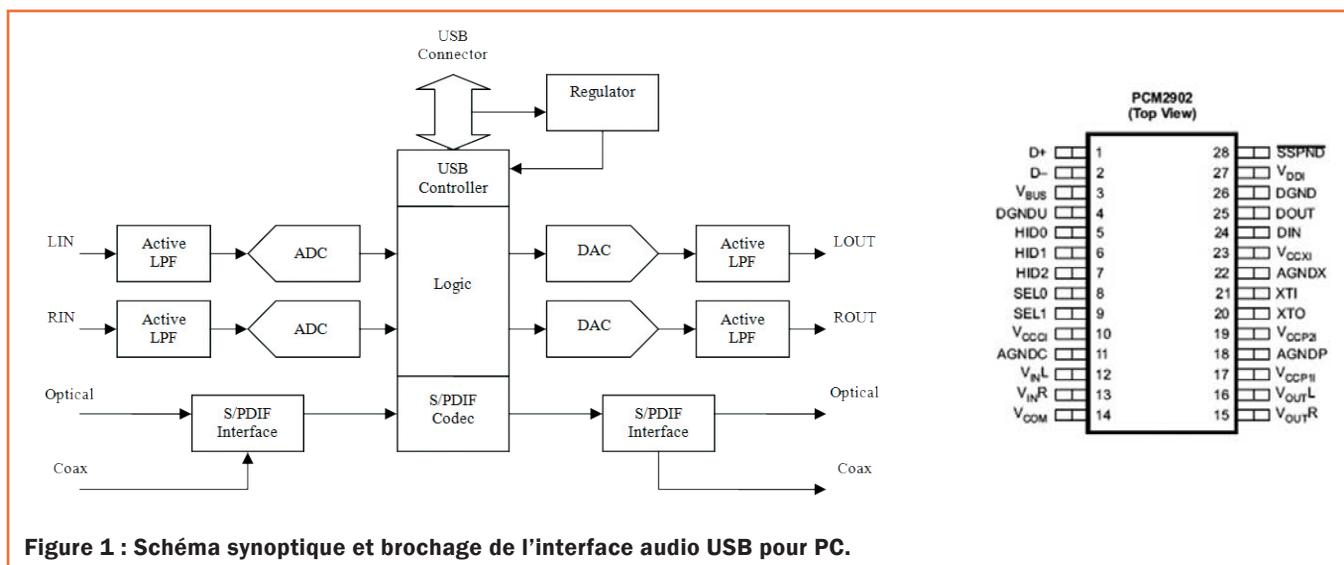
L'idée ne vous a jamais traversé l'esprit de transférer toute votre discothèque vinyle sur CD ? Cela vous permettrait d'écouter votre musique préférée en voiture, dans le métro ou même en jogging, au moyen d'un lecteur MP3...

## Notre réalisation

Le montage Hi-Tech que vous propose cet article permet de le faire, ainsi que bien d'autres choses : en effet, pour le dire en toute simplicité, il s'agit d'une véritable platine audio Hi-Fi externe pour PC à relier au port USB. L'idée de cette réalisation nous est venue lorsque l'un de nos collaborateurs

a essayé d'enregistrer sur un PC portable un disque vinyle. L'enregistrement s'est passé correctement mais la qualité était vraiment décevante (faible dynamique, bruit de fond bien audible et même bruit de la tête du disque dur). Ce problème est commun à tous les ordinateurs, portables ou de bureau, etc. Le bruit passe dans l'audio à cause de l'étroite proximité entre les sources de bruit (disque dur, bus, CPU, alimentations à découpage, etc.) et les circuits analogiques de la carte son.

Cette carte son interne convient parfaitement pour une utilisation comme entrée/sortie audio universelles, mais elle peut difficilement satisfaire aux exigences de quelqu'un qui entend utiliser son ordinateur pour enregistrer et reproduire une musique en qualité Hi-Fi !



**Figure 1 : Schéma synoptique et brochage de l'interface audio USB pour PC.**

La solution que nous vous proposons, une platine externe à relier au PC par l'un de ses ports USB, utilise un codec audio Texas Instruments (PCM2902E) de haute qualité. Qu'il s'agisse d'une platine externe et non d'une carte interne permet une plus grande insensibilité aux bruits produits à l'intérieur de l'ordinateur et cela importe beaucoup lorsqu'on vise la qualité Hi-Fi, surtout en termes de rapport S/B (pour signal/bruit, en anglais S/B pour signal/noise). En outre, afin de ne pas vous proposer un clone de ce vous trouverez dans un magasin de matériel informatique, nous avons décidé de doter notre périphérique d'entrées et de sorties numériques à fibre optique et sur câble coaxial (S/PDIF), dotation peu usitée dans un produit multimedia.

Ces entrées et sorties permettront de relier, par exemple, un lecteur CD ou DVD doté lui aussi d'une sortie S/PDIF : vous pourrez ainsi enregistrer directement sur ordinateur les données numériques que le lecteur lira sur le disque sans effectuer aucune conversion N/A ou A/N, donc en préservant la qualité d'enregistrement. De même, si vous disposez d'un système Home Cinéma avec entrée S/PDIF vous pourrez lui connecter la sortie de notre platine audio sans utiliser son convertisseur N/A.

L'entrée numérique est utile quand on doit enregistrer à partir d'un lecteur CD ayant un convertisseur N/A de qualité pas très élevée ; ce cas est fréquent surtout avec les vieux lecteurs CD dont le convertisseur N/A est à simple fréquence d'échantillonnage (44,1 kHz). Seuls les lecteurs les plus performants et la plupart de ceux de la dernière décennie sont adaptés au décodage du suréchantillonnage quadruple (4-time oversampling).

La possibilité d'enregistrer directement le signal numérique nous affranchit également de la dégradation du signal numérique dans la conversion A/N du signal pris à la sortie analogique du lecteur. En reproduction, la sortie numérique permettra à l'heureux possesseur d'un système Home cinéma à liaison numérique et convertisseur N/A de qualité supérieure à celui de notre platine, d'utiliser celui de son amplificateur A/V.

Avec un matériel (hardware) d'une telle qualité, nous ne pouvons pas nous exonérer de mettre à votre disposition un bon logiciel (software) de gestion ; vous trouverez donc dans ces pages la description d'un programme tournant sous Windows et téléchargeable gratuitement sur notre site : il vous permettra d'enregistrer (REC), d'éditer (EDIT) et de reproduire (PLAY) les fichiers aux formats audio les plus divers.

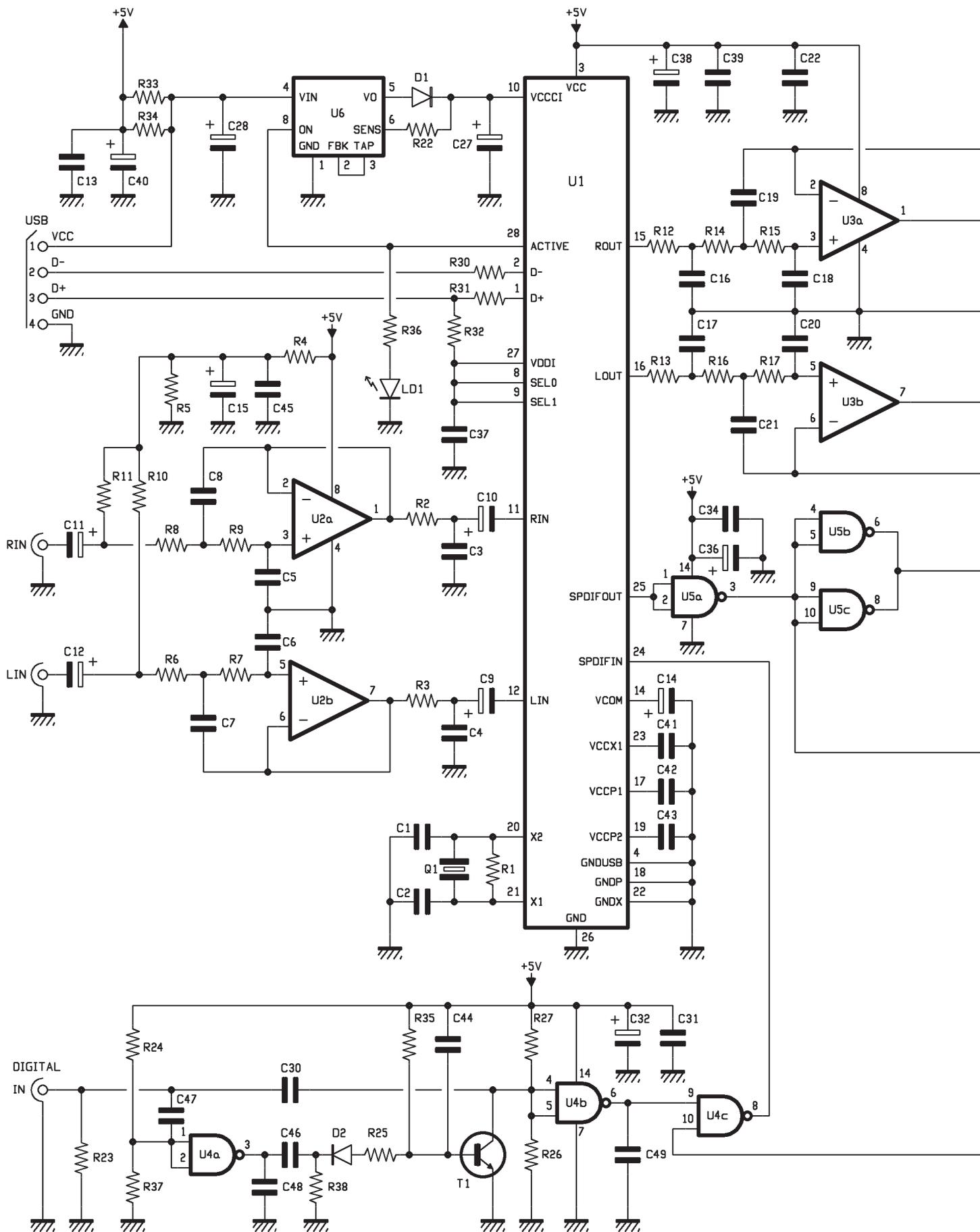
### Le schéma électrique

Procédons par ordre et regardons le circuit dont le schéma électrique est visible figure 3 : il se connecte directement à une prise USB de votre ordinateur avec un câble USB ordinaire ; l'autre extrémité s'insère dans le connecteur USB-B de notre platine audio. Sur ce connecteur la platine prélève l'alimentation nécessaire à son propre fonctionnement (5 V pour une consommation typique de 500 mA) que tout port USB peut fournir pour alimenter les périphériques qui lui sont connectés.

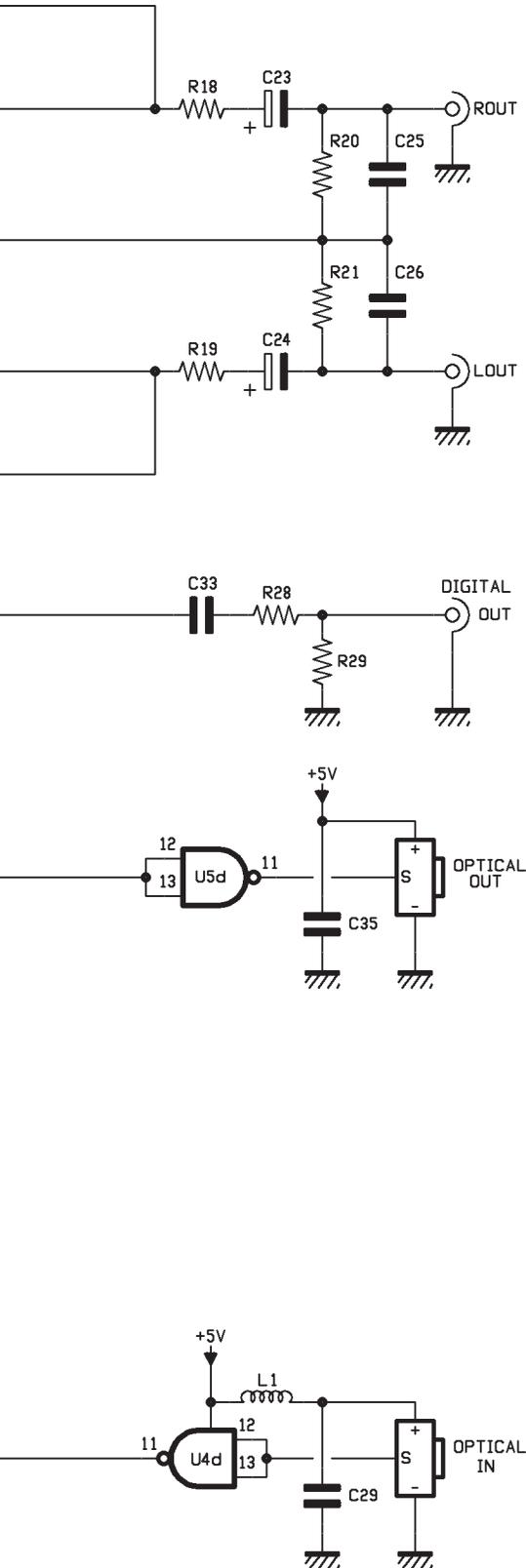
La tension d'alimentation est envoyée à tout le circuit après passage par le filtre formé de R33, R34 et C30, ce filtre servant à éliminer le moindre bruit



**Figure 2 : L'interface optique. La liaison est réalisée avec de petits modules contenant le connecteur, une LED dans le TX et une photodiode dans le RX, en plus de l'électronique nécessaire pour interfacier ces composants avec les signaux TTL utilisés dans le circuit.**



**Figure 3 : Schéma électrique de l'interface audio USB pour PC.**



### Liste des composants EThifpc

- R1.....1 M (0805)
- R2.....680 (0805)
- R3.....680 (0805)
- R4.....22 k (0805)
- R5.....22 k (0805)
- R6.....1,8 k (0805)
- [...]
- R9.....1,8 k (0805)
- R10....100 k (0805)
- R11....100 k (0805)
- R12....680 (0805)
- R13....680 (0805)
- R14....1,8 k (0805)
- [...]
- R17 ....1,8 k (0805)
- R18....2,2 k (0805)
- R19....2,2 k (0805)
- R20....100 k (0805)
- R21....100 k (0805)
- R22....15 k (0805)
- R23....75 k (0805)
- R24....22 k (0805)
- R25....1 k (0805)
- R26....22 k (0805)
- R27 ....22 k (0805)
- R28....390 (0805)
- R29....100 (0805)
- R30....22 (0805)
- R31....22 (0805)
- R32....1,5 k (0805)
- R33....4,7 (0805)
- R34....4,7 (0805)
- R35....100 k (0805)
- R36....1,5 k (0805)
- R37 ....22 k (0805)
- R38....10 k (0805)

- C1 .....15 pF céramique (0805)
- C2 .....15 pF céramique (0805)
- C3 .....1 nF céramique (0805)
- [...]
- C8 .....1 nF céramique (0805)
- C9 .....10 µF 20 V tantale (case D)
- [...]
- C12 ....10 µF 20 V tantale (case D)
- C13 ....100 nF céramique (0805)
- C14 ....10 µF 16 V électrolytique (case D)
- C15 ....100 µF 6,3 V électrolytique (case D)
- C16 ....1 nF céramique (0805)
- [...]
- C21 ....1 nF céramique (0805)
- C22 ....100 nF céramique (0805)

- C23 ....10 µF 20 V tantale (case D)
- C24 ....10 µF 20 V tantale (case D)
- C25 ....220 pF céramique (0805)
- C26 ....220 pF céramique (0805)
- C27 ....10 µF 20 V tantale (case D)
- C28 ....10 µF 20 V tantale (case D)
- C29 ....100 nF céramique (0805)
- C30 ....10 nF céramique (0805)
- C31 ....100 nF céramique (0805)
- C32 ....10 µF 16 V électrolytique (case D)
- C33 ....100 nF céramique (0805)
- C34 ....100 nF céramique (0805)
- C35 ....100 nF céramique (0805)
- C36 ....10 µF 16 V électrolytique (case D)
- C37 ....1 µF céramique (0805)
- C38 ....10 µF 16 V électrolytique (case D)
- C39 ....100 nF céramique (0805)
- C40 ....100 µF 6,3 V électrolytique (case D)
- C41 ....1 µF céramique (0805)
- C42 ....1 µF céramique (0805)
- C43 ....1 µF céramique (0805)
- C44 ....10 nF céramique (0805)
- C45 ....100 nF céramique (0805)
- C46 ....1 nF céramique (0805)
- C47 ....10 nF céramique (0805)
- C48 ....100 pF céramique (0805)
- C49 ....100 pF céramique (0805)

L1 .....47 µH CMS

D1 .....LL4148  
D2 .....LL4148

LD1 ....LED verte (0805)  
T1 .....BC857

U1 .....PCM2902E Texas Instruments  
U2 .....LME49721MA National  
U3 .....LME49721MA National  
U4 .....74HC00  
U5 .....74HC00  
U6 .....LP2986 National  
U7 .....TORX177 Toshiba  
U8 .....TOTX177 Toshiba

Q1 .....quartz 12 MHz (HC49)

Divers :

- 1 connecteur USB-B
- 6 connecteurs RCA 90° pour ci
- 2 connecteurs optiques

numérique présent sur l'alimentation de l'ordinateur. Le régulateur U6 sert en revanche à alimenter la section analogique du circuit intégré U1 avec une tension stabilisée à 3,8 V. Ce même régulateur est activé ou désactivé de manière autonome par le codec au moyen du niveau logique présent sur sa broche 8. L'utilisation d'un régulateur externe permet d'obtenir du codec ses performances maximales en termes de bruit de fond et de distorsion.

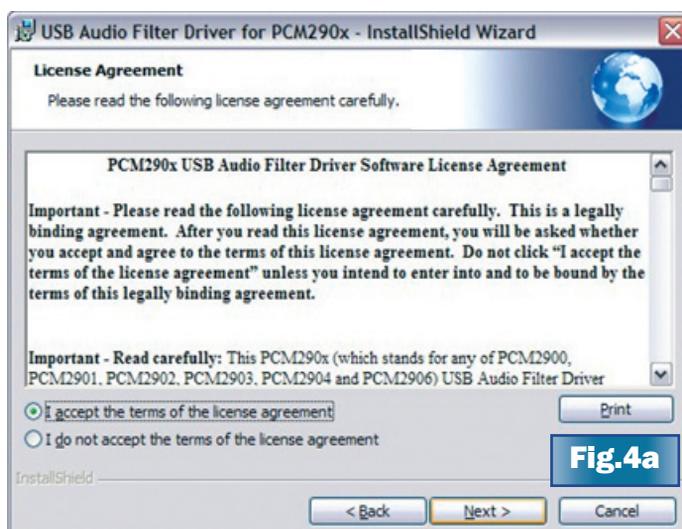
Sur ce connecteur USB nous prélevons également le bus de données différentiel D+ et D- et nous l'envoyons aux différentes broches du circuit intégré U1. La résistance de tirage (pull-up) R32, située sur la ligne D+, sert à informer l'hôte (host) USB que le dispositif qu'il accueille est de type «rapide» (full-speed).

Le circuit intégré U2 est utilisé comme tampon (buffer) d'entrée et filtre passe-bas de second ordre : en effet, bien qu'à l'intérieur de U1 on ait un front-end analogique complet, mieux vaut tout de même filtrer le plus possible le signal envoyé à un convertisseur A/N au-delà de la fréquence de Nyquist (moitié de la fréquence d'échantillonnage) afin de maintenir l'effet d'aliasing au niveau le plus bas. Notez que les convertisseurs A/N sont de type  $\Sigma\Delta$  (sigma-delta) et qu'ils travaillent en suréchantillonnant le signal analogique.

Par conséquent dans ce cas il est moins nécessaire de filtrer au-delà de la bande audio (comme on le ferait spontanément, en effet, c'est le filtre numérique intégré au codec qui s'en occupe) que de couper la zone spectrale à haute fréquence (centaine de kHz et au delà) pour éviter qu'à la fréquence d'échantillonnage réelle se superpose du bruit qui finirait dans la bande audio sous forme d'aliasing.

C'est ce dont s'occupe U2, un LME49721: il s'agit d'un circuit intégré assez récent de National Semiconductors, conçu pour des applications audio Hi-Fi. Le circuit intégré est du type rail-to-rail et il se targue d'une très basse distorsion harmonique et d'un bruit thermique intrinsèque tout aussi faible.

Ce même circuit intégré a été utilisé comme tampon (buffer) pour le signal de sortie (U3) qui est prélevé par les convertisseurs N/A du codec : dans ce cas aussi nous avons adopté une configuration à filtre passe-bas dans le but de «nettoyer» toute la bande en dehors des fréquences audio (> 20 kHz).



**Fig.4a**



**Fig.4b**



**Fig.4c**

**Figure 4 : Installation du programme sous Windows.**

Ce même codec PCM2902E est en mesure de gérer une liaison (link) S/PDIF (Sony- Philips Digital Interface) en entrée comme en sortie, respectivement sur les broches 24 et 25.

Pour offrir un système complètement flexible, nous avons prévu la possibilité d'utiliser une liaison numérique optique ou bien sur câble coaxial : dans le premier cas on a mis en œuvre le récepteur TOSLINK U7, dans lequel on insère

directement le connecteur qui se trouve à l'extrémité du câble à fibre optique (par exemple, ce peut être un AVB046/2.5, référence que vous trouverez dans le catalogue de certains de nos annonceurs). Le signal numérique présent sur la broche 1 du récepteur optique est mis en quadrature par la porte NAND U4b et envoyé à une des deux entrées de U4c.

Dans le second cas, en revanche, le signal provenant du câble coaxial

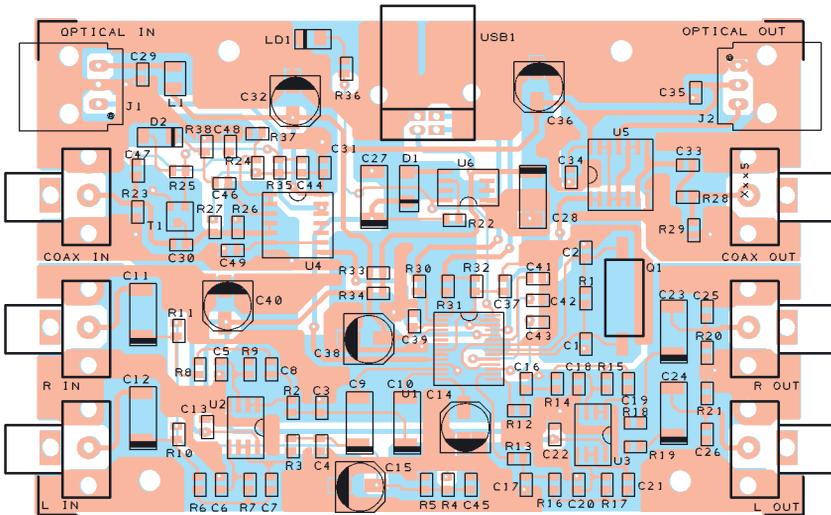


Figure 5a : Schéma d'implantation des composants de l'interface audio USB pour PC.

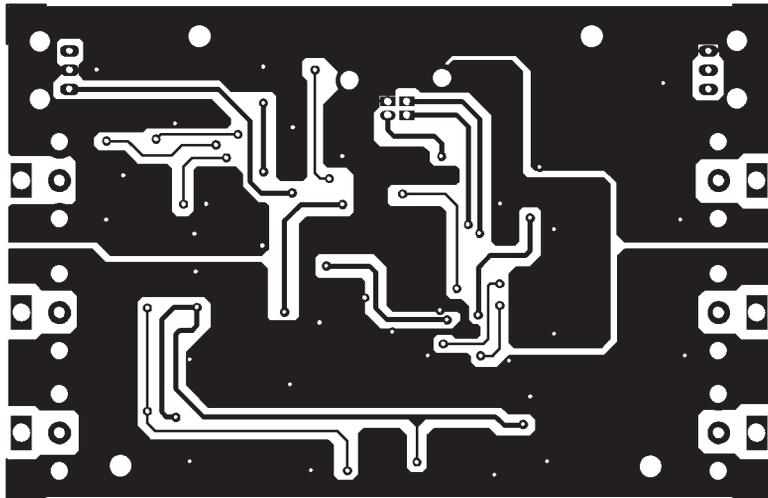


Figure 5b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'interface audio USB pour PC, côté composants CMS et soudures.

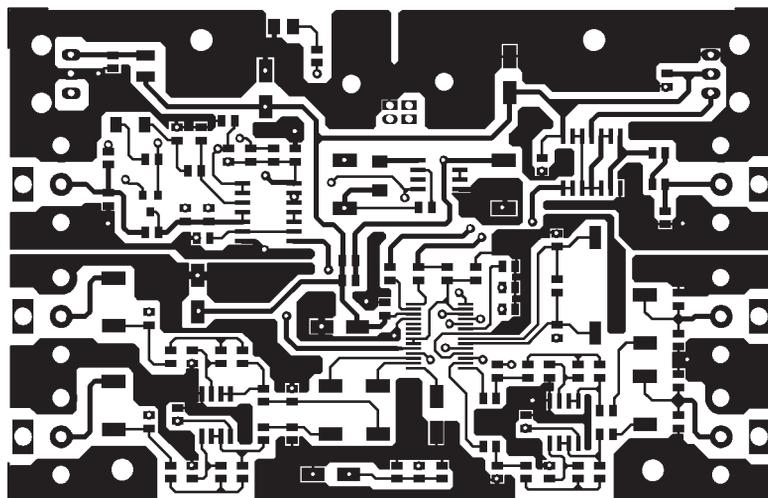


Figure 5b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'interface audio USB pour PC, côté pistes sans soudures.

relié à la RCA J3 est découplé par le condensateur C30 et envoyé à la porte U4b. Le signal ainsi régénéré est envoyé à l'autre entrée de la porte U4c dont la fonction est de sélectionner le signal provenant de U4b, D2 et Q1 est utilisé comme squelch pour rendre muette l'entrée numérique sur le câble coaxial lorsque aucun appareil n'est connecté ; cela afin d'écartier le risque que dans la U4d ne se produisent des commutations aléatoires de niveaux logiques dues à des parasites en entrée.

En revanche il n'est pas nécessaire de bloquer le fonctionnement du récepteur U7, étant donné qu'en absence de source sur la broche 1 de sortie, se trouve normalement un niveau logique haut. Remarquez que l'entrée numérique sur câble coaxial est à utiliser alternativement avec celle sur fibre optique; il n'est pas possible d'utiliser les deux en même temps.

La section de sortie numérique prévoit un double support physique, optique et câble coaxial : le premier est basé sur un émetteur TOSLINK U8 et le second utilise deux portes logiques NAND connectées en parallèle (afin de fournir un courant suffisant) et un réseau passif d'adaptation ; dans ce cas, les deux sorties peuvent être utilisées en même temps, rien n'empêche d'envoyer le même signal à deux appareils distincts.

**La LED1 est utilisée comme témoin de M/A de la platine.**

### La réalisation pratique

Pour notre platine audio USB nous avons conçu un circuit imprimé double face à trous métallisés sur lequel on monte les composants CMS. Cela, d'ailleurs, ne présente pas de complication particulière par rapport au montage de composants traversants ; mais le lecteur qui entreprendra cette réalisation devra être un peu familiarisé avec les CMS. La réalisation pourra même être plus rapide, vu qu'on n'aura pas ici à replier ni à couper les queues de composants !

Le seul «problème», auquel il faut prêter une attention soutenue, est qu'avec les CMS on a des broches (et donc des pistes sur le ci) très rapprochées et souvent très fines qu'il ne faut pas court-circuiter lors de la soudure. Vous devrez donc disposer d'une tresse pour

le cas où, accidentellement, une goutte de soudure commettrait un tel court-circuit : augmentez la température de la station de soudage et appuyez la tresse (et la panne du fer par-dessus) sur l'excès de tinol que vous voulez enlever. Par capillarité, vous verrez l'excès de tinol absorbé par les mailles de la tresse à dessouder. Vous aurez ainsi supprimé le court-circuit et aurez peut-être à reprendre les soudures ainsi «nettoyées». Si vous utilisez un fer de 25 W à panne très fine et du tinol de bonne qualité et de diamètre maxi 0,5 mm, vous ne devriez pas avoir à faire cette opération trop souvent.

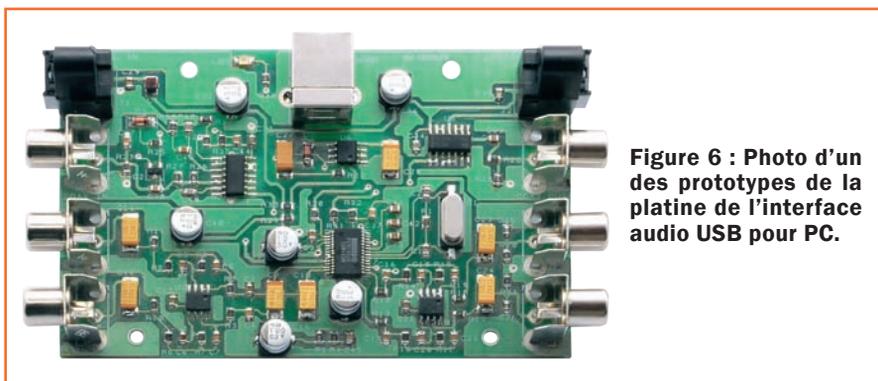


Figure 6 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'interface audio USB pour PC.

A part cela, nous conseillons de commencer le montage du circuit en partant du circuit intégré U1, le plus délicat à souder avec ses 28 broches distantes entre elles de seulement 1 mm. Soyez patients et attentifs et, lorsque vous avez terminé, contrôlez bien qu'aucune bavure ne risque de faire court-circuit, puis poursuivez par le montage des autres circuits intégrés : les deux opérationnels U2 et U3, les deux logiques HCMOS U4 et U5 et le régulateur U6 ; montez ensuite tous les composants passifs, les diodes, le transistor Q1 et enfin le quartz XTAL1 de 12 MHz.

Insérez ensuite les connecteurs RCA, le connecteur USB, le récepteur et l'émetteur optiques : attention à ces derniers car, bien que mécaniquement identiques, il ne faut absolument pas les confondre et les intervertir (la platine ne fonctionnerait pas). La seule façon de les distinguer et de les identifier individuellement consiste à lire sur leurs boîtier plastique l'impression qui y figure : le TX se nomme TOTX177 et le RX TORX177).

Quand toutes ces opérations sont terminées, le circuit est tout de suite prêt à fonctionner et vous allez pouvoir vous consacrer à l'installation des pilotes sous Windows après avoir relié la platine au PC par le port USB.

## L'installation des pilotes

Pour pouvoir utiliser la platine audio sur un ordinateur, il est nécessaire d'installer avant tout les pilotes (drivers) de telle manière que le nouveau périphérique USB (votre platine audio) soit reconnu et puisse communiquer avec lui. Les pilotes sont gratuitement téléchargeables sur le site de Texas Instruments ([www.ti.com](http://www.ti.com)) ou bien sur le site de la revue. Dans les deux cas, vous posséderez alors une paire de fichiers

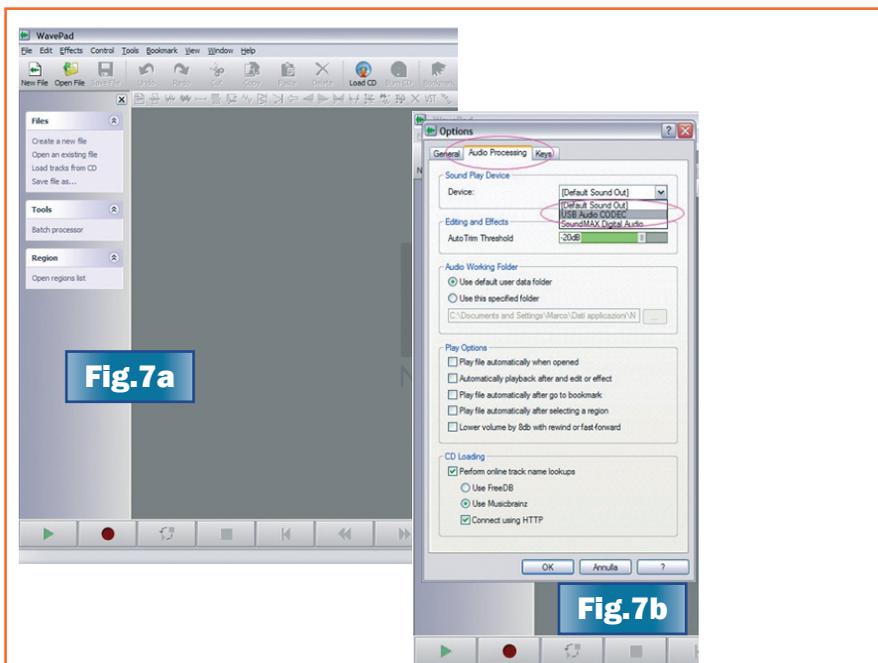


Fig.7a

Fig.7b

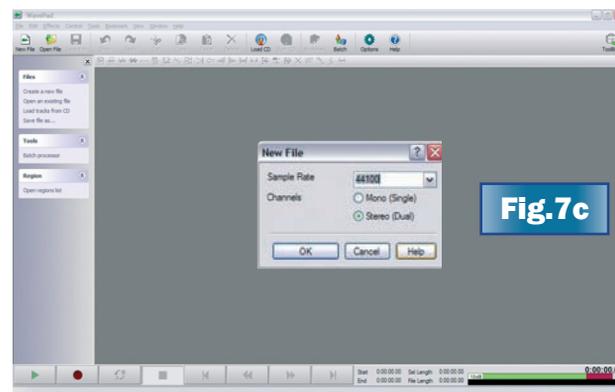


Fig.7c

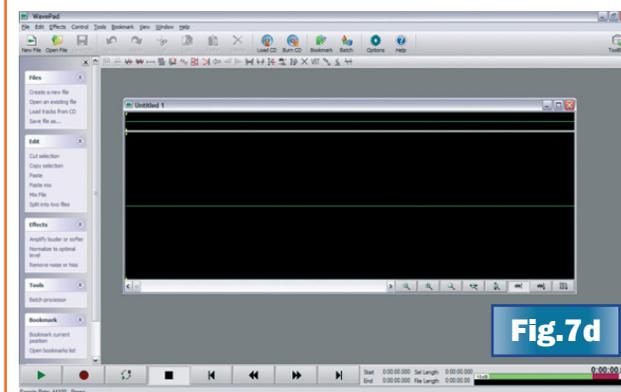


Fig.7d

L'interface S/PDIF a été conçue dans les années 80, juste après l'apparition des premiers lecteurs CD, avec la finalité de transférer sans aucune dégradation le signal numérique provenant de la source à un second appareil. En particulier, si ce second appareil travaille en numérique (par exemple un égaliseur paramétrique, un DSP ou encore un enregistreur DAT ou Mini-Disc, etc.) pouvoir transférer un signal déjà quantifié économise la double conversion N/A et A/N avec des avantages évidents en matière de qualité. Aujourd'hui le standard S/PDIF est très employé dans le secteur audio professionnel mais il est également présent sur la plupart des lecteurs CD et des amplificateurs intégrés destinés au grand public. Le standard IEC958 spécifie les formats des données ainsi que le type de connexion physique. Le type de code utilisé est appelé biphas marking code (BMC), il s'agit d'une sorte de modulation de phase : en ce sens un signal d'horloge à fréquence fixe est combiné avec l'empreinte des données à transférer ; une transition pour le zéro indique un bit 0 et inversement deux transitions pour le zéro indiquent un bit 1.

La fréquence d'horloge est déterminée par la vitesse d'échantillonnage utilisée et par la résolution en bit (typiquement 16 bits), en particulier les fréquences de 32 kHz, 44,1 kHz et 48 kHz sont prévues, elles correspondent à des vitesses de transfert de 2 048 Mbps, 2 822 Mbps et 3 072 Mbps.

Chaque échantillon audio de 16 bits est inséré en un flux de 32 bits appelé subframe : les 3 premiers bits constituent un préambule de synchronisation nécessaire au récepteur pour qu'il puisse effectuer correctement le décodage des données reçues. Suivent 4 bits auxiliaires et l'échantillon à proprement parler. Enfin on a 4 autres bits pour signaler la validité de l'échantillon, la parité et une paire de bits appelée Subcode data et Channel status information.

Les flux de 32 bits sont liés deux par deux pour former un trame : dans chaque trame seront donc présents deux sousframes, chacune longue de 32 bits et contenant un échantillon audio (un le canal #1 et l'autre le canal #2).

Les trames sont donc regroupées en blocs de 192 unités. Dans chaque bloc sont donc présents 384 bits de Subcode Data et 384 bits de Channel status information qui sont utilisés pour transmettre divers types d'informations. L'interface physique de communication peut être en revanche un câble coaxial de 75 ohms d'impédance terminé par une RCA, ou bien une interface optique (communément appelée Toslink) laquelle équipe typiquement les appareils professionnels ou semi professionnels. Dans le cas d'une interface à câble coaxial, le signal nominal présente une amplitude de 500 mV crête-crête.

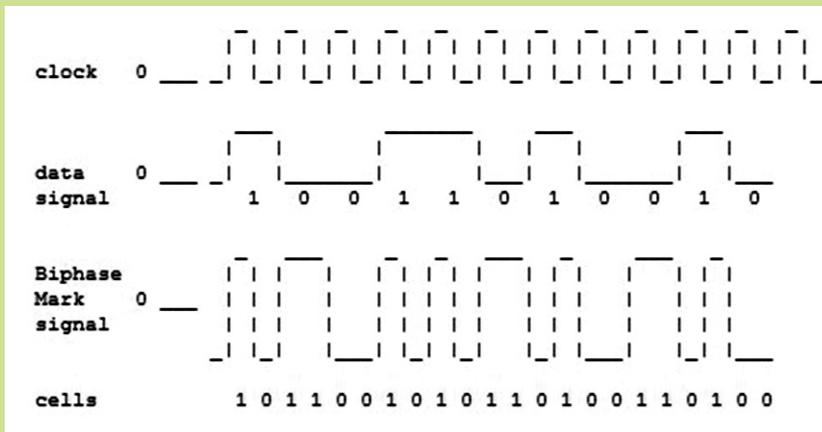
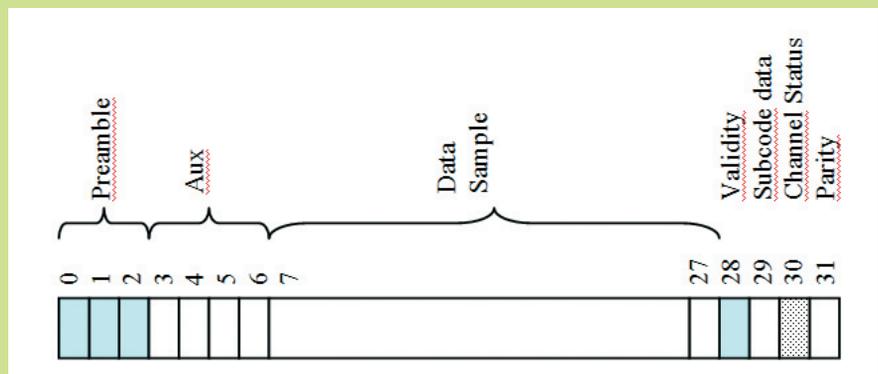
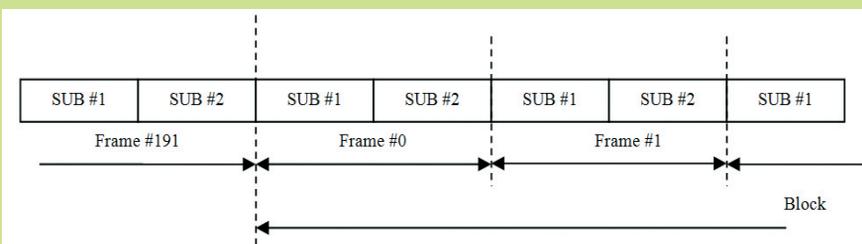


Figure 8 : L'interface S/PDIF.



### Structure du sousframe.



**Structure du bloc de données:** chaque bloc de données se compose de 192 frames soit 384 subframes.



Fig.9a

Fig.9b



Fig.9c



Fig.9d



Fig.9e



Fig.9f

driver\_usb\_pcm2902.zip qui seront décompressés dans un dossier temporaire. Lancez alors un des deux exécutables : le fichier Setup.exe est à utiliser sur un PC ayant un processeur à 32 bits et le fichier Setup64.exe est exécutable seulement sur des machines dont le processeur travaille à 64 bits. Dans les deux cas si vous essayez d'ouvrir le « mauvais » fichier, vous aurez un message d'erreur et pourrez vous reprendre.

Dans la première fenêtre de paramétrage (setup) qui apparaît, vous devez choisir la langue anglaise puis cliquer sur le poussoir Next et accepter les conditions de licence (voir figure 4a) ; cliquez à nouveau sur Next, puis sur Install. Après quelques instants, une fenêtre confirme la réussite de l'installation ; cliquez sur Finish (voir figure 4b). Connectez alors au port USB de l'ordinateur, à travers un câble USB ordinaire, votre platine audio et peu après, dans la barre de Démarrage de Windows, apparaît un pop-up indiquant le type de périphérique détecté (voir figure 4c). Au terme de l'enregistrement de la platine périphérique sur ce port USB, la fenêtre indique que le nouveau matériel est prêt à être utilisé.

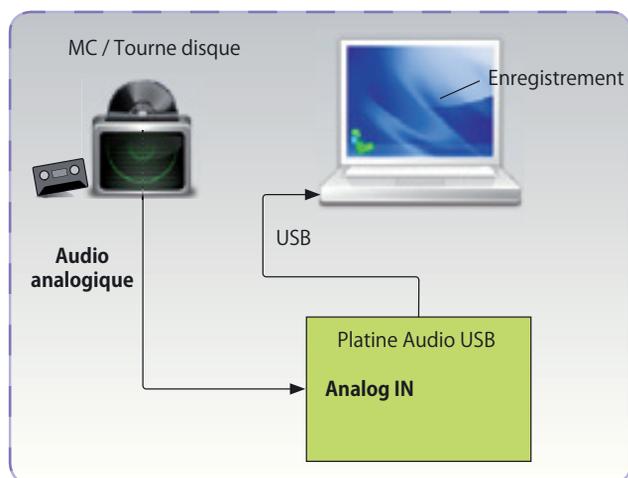
## Le logiciel d'édition audio

Le programme que nous vous proposons pour l'édition (editing) des fichiers audio (en alternative avec l'enregistreur de sons de Windows) s'appelle WavePad Sound Editor et il est distribué gratuitement en version de base par NCH Software ([www.nch.com.au/wavepad](http://www.nch.com.au/wavepad)).

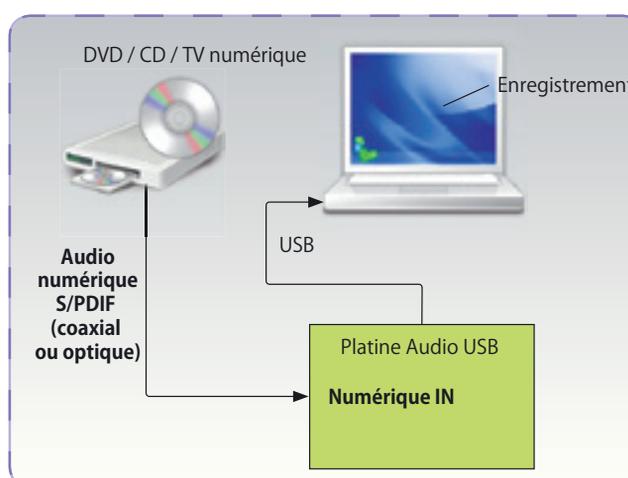
A notre avis le programme est nettement plus puissant que l'enregistreur de sons de Windows, car il permet d'ouvrir et de sauvegarder des fichiers audio dans une grande variété de formats (.wav, .ogg, .wma, .mp3, .aac, etc.); il dispose en outre d'un panel complet d'effets (amplification, égalisation, écho, réverbération, speed et pitch change, etc.), un générateur de sons et un outil (tool) d'analyses spectrales. Ce n'est pas le lieu, dans cet article, d'expliquer toutes ces fonctions, aussi nous nous limiterons aux principales.

Pour pouvoir utiliser le programme, il est nécessaire avant tout de l'installer en suivant les instructions qui apparaissent au fur et à mesure dans des fenêtres (très ressemblantes à celles de l'installation des pilotes) ; à la fin de l'installation apparaît automatiquement une fenêtre comme le montre la figure 7a. Dans le menu File sélectionnez le mot WavePad Options, puis la platine Audio Processing.

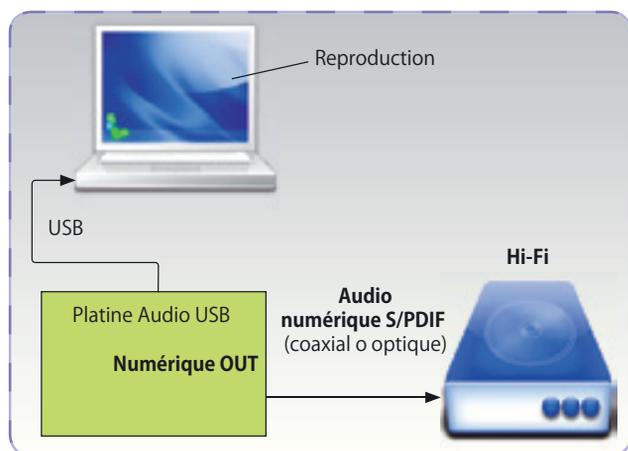
**Figure 10a : Enregistrement du signal audio provenant d'une source analogique.**



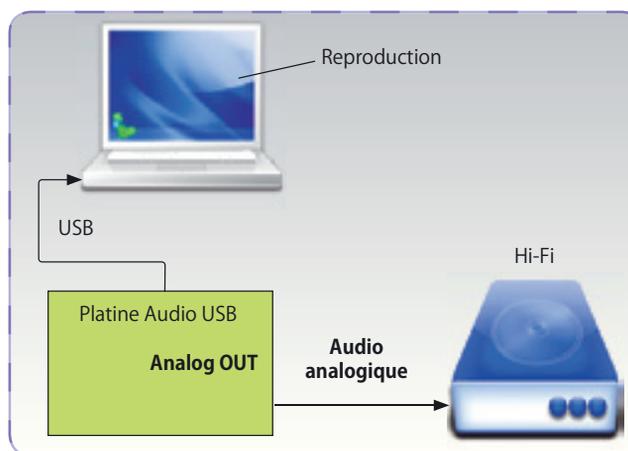
**Figure 10b : Enregistrement direct d'une source numérique utilisant l'entrée optique ou le S/PDIF.**



**Figure 10c : Reproduction reliant la platine audio à la chaîne Hi-Fi avec liaison numérique.**



**Figure 10d : Reproduction reliant la sortie analogique de la platine audio à la chaîne Hi-Fi.**



Dans le menu déroulant Device sélectionnez parmi les possibilités USB Audio CODEC pour utiliser notre platine audio USB comme périphérique (figure 7b) ; puis cliquez sur OK. Pour enregistrer un fich audio cliquez sur le poussoir New File : une fenêtre apparaît dans laquelle vous pouvez choisir la fréquence d'échantillonnage et le nombre de canaux (voir figure 7c) ; cliquez sur OK et un fichier vide apparaît. Pressez maintenant le poussoir rouge REC en bas à gauche et une boîte de dialogue pour l'enregistrement apparaît (figure 7c) : dans les deux menus déroulants nommés Device sous les sections Playback et Recording vous devez sélectionner USB Audio CODEC. Ainsi le programme utilisera la platine audio USB comme périphérique audio (figure 7d). Pour commencer l'enregistrement vous devez presser le point de repos REC à l'intérieur de la fenêtre active (figure 9a) : immédiatement vous verrez dérouler le compteur des secondes et également les deux VU-mètres signaler le niveau sonore d'entrée.

Pour terminer l'enregistrement, il suffit de presser le poussoir STOP : en procédant ainsi vous aurez une prévisualisation du signal enregistré (figure 9b).

En utilisant l'entrée numérique, optique ou coaxiale, l'enregistrement ne démarre qu'avec le poussoir REC, mais il se termine automatiquement car dans ce cas il y a synchronisation avec le signal numérique.

Fermez ensuite la fenêtre d'enregistrement et le programme retourne à la fenêtre principale, dans laquelle vous voyez maintenant la trace audio que vous venez d'acquérir. Vous pouvez alors utiliser tous les instruments fournis par le programme pour éditer votre trace audio (les figures 9e et 9f montrent, respectivement, l'effacement d'une portion de tracé et l'égalisation du signal) : il est inutile d'expliquer plus avant le programme car cela reviendrait pratiquement à répéter le manuel. Si vous pressez le poussoir PLAY en bas à gauche de la fenêtre,

le tracé audio sera «joué» (reproduit : PLAY) par la platine audio USB et le signal sera présent en même temps sur toutes les sorties de la platine : analogiques et numériques.

Songez qu'en reproduction le mélangeur (mixer) de Windows continue à fonctionner et vous pourrez modifier les niveaux du signal de sortie de la platine en utilisant ses potentiomètres linéaires (sliders), comme le montre la figure 9f). Les quatre figures 10a à 10d montrent quelques exemples d'utilisation de la platine audio.

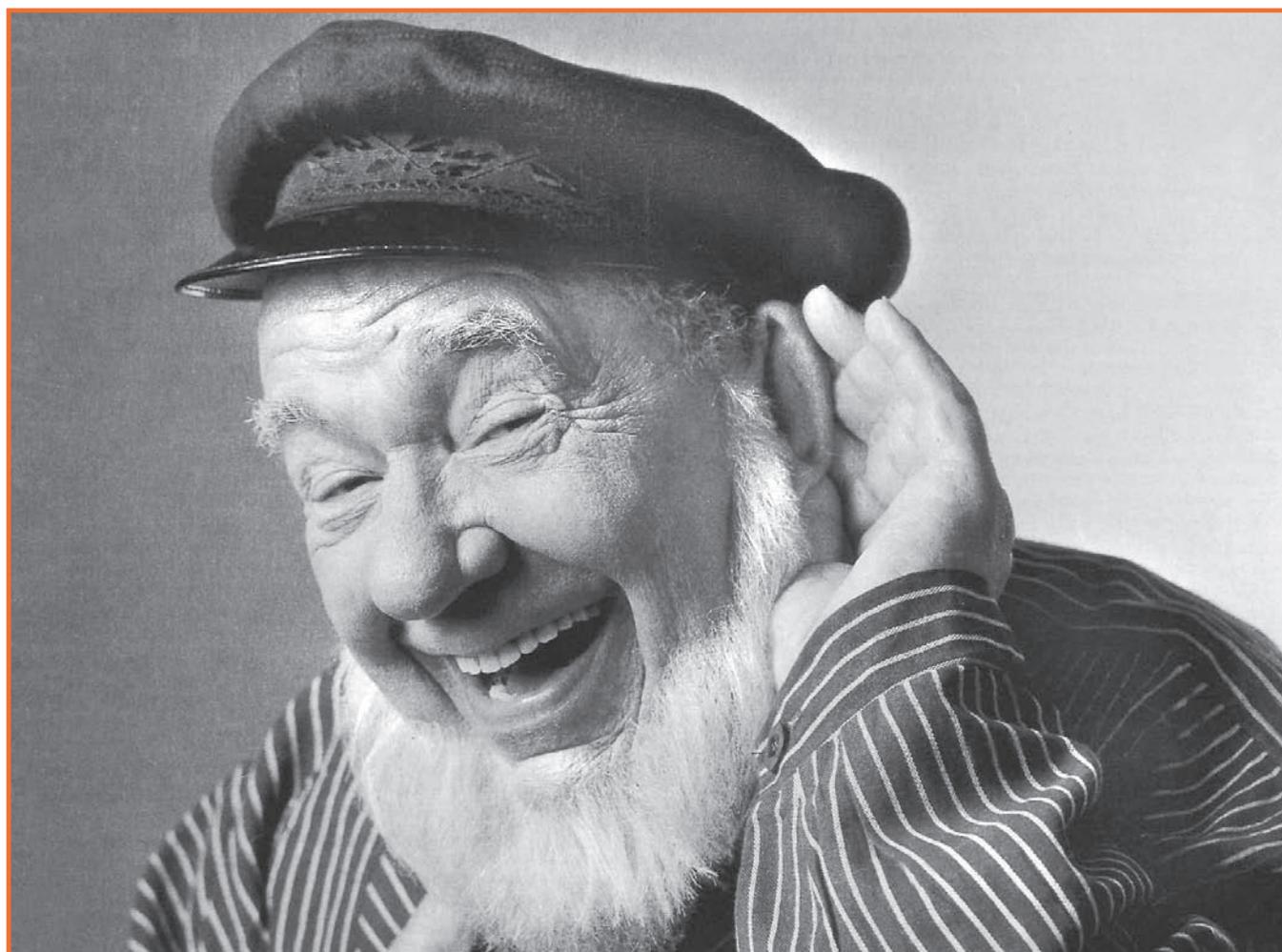
### Comment construire ce montage ?

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

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/109.zip> ◆

# Un audiomètre médical

**Si vous aussi vous faites partie de la foule dense de ceux qui se découvrent une perte de l'acuité auditive ou si, plus simplement, vous désirez surveiller votre audition ou celle de vos enfants, vous trouverez sans doute utile d'avoir un audiomètre à la maison, c'est-à-dire un appareil facile à réaliser que vous pourrez utiliser également comme oscillateur BF.**



**S**i l'on nous demandait d'expliquer pourquoi nous pouvons entendre un son, la plupart d'entre nous répondraient de manière plus ou moins exhaustive, mais pour introduire notre nouveau montage il nous paraît nécessaire de vous fournir quelques brèves précisions sur la question.

Commençons par dire que la fonction fondamentale de l'oreille est de convertir les vibrations d'une onde sonore se propageant dans l'air en des signaux que le cerveau interprète comme sons. Quand les vibrations d'une onde sonore entrent dans l'oreille, le pavillon et un ensemble de petits os (marteau, enclume et étrier) amplifient ces vibrations.

Dans la partie la plus interne de l'oreille, ces vibrations amplifiées mettent en mouvement de petites cellules ciliées qui le convertissent à leur tour en impulsions nerveuses envoyées au cerveau. Le cerveau se met alors à décoder ou interpréter ces impulsions comme sons.

La capacité (l'acuité) auditive n'est cependant pas invariable dans le temps, mais diminue progressivement non seulement par l'effet du vieillissement physiologique auquel tous les organes de notre corps sont soumis, mais aussi par celui de tous les «outrages» que nos oreilles ont à endurer au cours de la vie.

Figure 1 : Photo de l'audiomètre avec son casque.



## Notre réalisation

Pour surveiller constamment l'acuité auditive, l'appareil que cet article vous propose d'analyser puis de construire sera d'une incontestable utilité : il s'agit d'un audiomètre, c'est-à-dire un oscillateur BF en mesure d'évaluer la sensibilité de nos oreilles aux différentes fréquences acoustiques. Pouvoir en disposer, à son domicile, est particulièrement utile quand on veut s'assurer du bon état de son appareil auditif ou de celui des membres de sa famille, ou encore lorsqu'on découvre les premiers symptômes d'une perte de l'audition (sur soi ou sur un proche) : sons distordus, difficulté à comprendre ce que dit l'entourage ... L'importance de diagnostiquer précocement les problèmes d'audition est particulièrement évidente quand on a affaire à des enfants en âge préscolaire, parce que la corrélation entre l'état de la fonction auditive de l'enfant et son apprentissage du langage sont un des plus vieux acquis de l'orthophonie.

Dans la majorité des cas, c'est un diagnostic précoce qui permet de préparer d'efficaces mesures thérapeutiques et de précaution. Rappelons en effet que, s'il n'est pas possible d'intervenir dans le cas d'une perte de capacité auditive due au vieillissement, nous pouvons en revanche faire beaucoup pour réduire ou éliminer les effets nocifs de ce que nous avons nommé plus haut des «outrages» subis par nos oreilles dans maintes circonstances de la vie quotidienne,

professionnelle en particulier mais pas seulement. Nous sommes en effet chaque jours bombardés par des sons de diverses intensités allant du bruit de fond de la ville avec ses voies de communication, au fracas émis par les machines, engins de chantier mais aussi appareils ménagers, etc. L'effet cumulatif de tous ces bruits sur notre organe auditif peut entraîner la perte partielle ou totale de l'audition tout aussi bien qu'une exposition ponctuelle à un très fort bruit (comme une détonation).

Nous contribuons souvent involontairement à minimiser nous même la gravité du risque : pensons à cette habitude qu'ont les jeunes (pas seulement les ados) de porter un casque à écouteurs diffusant leur musique préférée stockée en MP3, à un très haut volume (trop en tout cas pour s'affranchir d'une lésion parfois irréversible de l'oreille interne). Les auriculaires reliés à l'iPod, à l'ordinateur ou à n'importe quelle source audio ont d'ailleurs un effet, à la longue, tout aussi dommageable. Sans parler de la fréquentation régulière des discothèques où le niveau des enceintes est presque toujours réglé à une intensité 3-4 fois supérieure au seuil de tolérance. L'aspect le plus préoccupant de ce phénomène, que les spécialistes reconnaissent être en augmentation constante chez les très jeunes, tient au fait que l'on (l'oreille) s'habitue à ces niveaux trop élevés jusqu'à ne plus se rendre compte qu'on les atteint et les dépasse : un peu comme une drogue à laquelle on s'accoutume !

Ces sons, écoutés au volume maximal ou presque et pendant des périodes prolongées, sont propulsés dans l'oreille interne où ils provoquent une atrophie progressive des cellules nerveuses présentes dans le colimaçon avec une diminution conséquente de l'acuité auditive; sans compter que pendant ce temps les intenses champs magnétiques placés tout prêt du cerveau (téléphones mobiles et/ou relais GSM) portent atteinte au cortex lui-même.

Vous trouverez donc judicieux que votre revue (d'électronique, certes, mais assez disposée, vous le savez, à s'occuper de votre santé) se propose aujourd'hui de vous aider à construire un audiomètre domestique.

De même vous avez probablement un thermomètre médical dans votre table de nuit et quelque part un appareil pour mesurer la tension artérielle. Bien sûr, si vous détectez, grâce à ce nouvel instrument médical, une faiblesse de votre audition ou de l'acuité d'un de vos proches, vous devrez consulter sans délai un médecin spécialiste pour qu'il vous donne un diagnostic de professionnel et vous propose une éventuelle thérapie appropriée.

En théorie l'oreille devrait pouvoir percevoir n'importe quel son, d'une fréquence minimale de 30-50 Hz jusqu'à une fréquence maximale de 20 000-25 000 Hz. Avec l'âge, nous l'avons dit, cette sensibilité se réduit notablement, en particulier dans les fréquences aiguës.

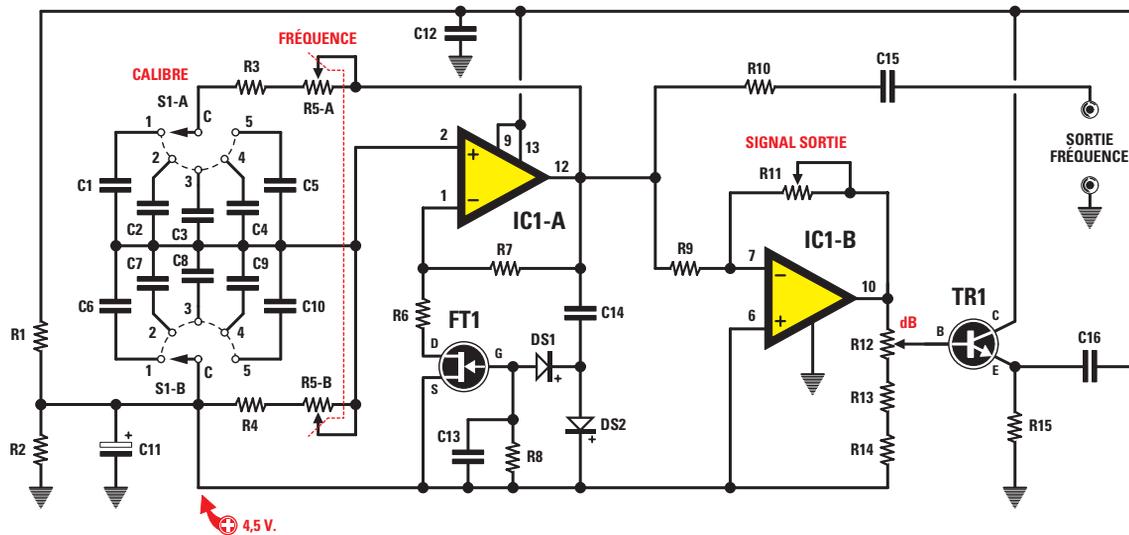


Figure 2 : Schéma électrique de l'audiomètre. Comme le montre la figure 8, pour son alimentation nous avons couplé 6 piles bâtons de 1,5 V en deux boîtiers porte-piles.

Liste des composants  
EN1730

- R1 ..... 1 k
- R2 ..... 1 k
- R3 ..... 33 k
- R4 ..... 33 k
- R5 ..... 100 k double pot. lin.
- R6 ..... 10 k
- R7 ..... 22 k

- R8 ..... 1 M
- R9 ..... 22 k
- R10 ... 1 k
- R11 ... 10 k pot. lin.
- R12 ... 100 k pot. log.
- R13 ... 1 k
- R14 ... 390
- R15 ... 3,3 k
- R16 ... 22 k
- R17 ... 1,2 k
- R18 ... 10

- R19 ... 180
- C1 ..... 22 nF polyester
- C2 ..... 8,2 nF polyester
- C3 ..... 22 nF polyester
- C4 ..... 680 pF céramique (marqué 681)
- C5 ..... 180 pF céramique (marqué 181)
- C6 ..... 22 nF polyester
- C7 ..... 8,2 nF polyester
- C8 ..... 2,2 nF polyester

Par exemple si une personne de quinze ans est capable de percevoir toutes les fréquences jusqu'à 22 000 Hz, un quadragénaire ne peut plus percevoir les fréquences dépassant 15 000-16 000 Hz et un quinquagénaire les fréquences au dessus de 10 000-11 000 Hz.

Puisque en présence d'un grave déficit auditif on ne peut plus percevoir la gamme complète des fréquences aiguës, nous n'avons pas trouvé utile d'ajouter un fréquencemètre numérique à cet audiomètre ; en revanche nous avons prévu une prise BNC, d'ailleurs facultative, permettant d'en connecter un externe.

Cet audiomètre compte cinq gammes acoustiques couvrant des notes Basses aux Super Aiguës.

Le schéma électrique

Commençons la description du schéma électrique de la figure 2 par le double commutateur rotatif S1/A et S1/B servant à sélectionner l'une des cinq gammes de fréquences:

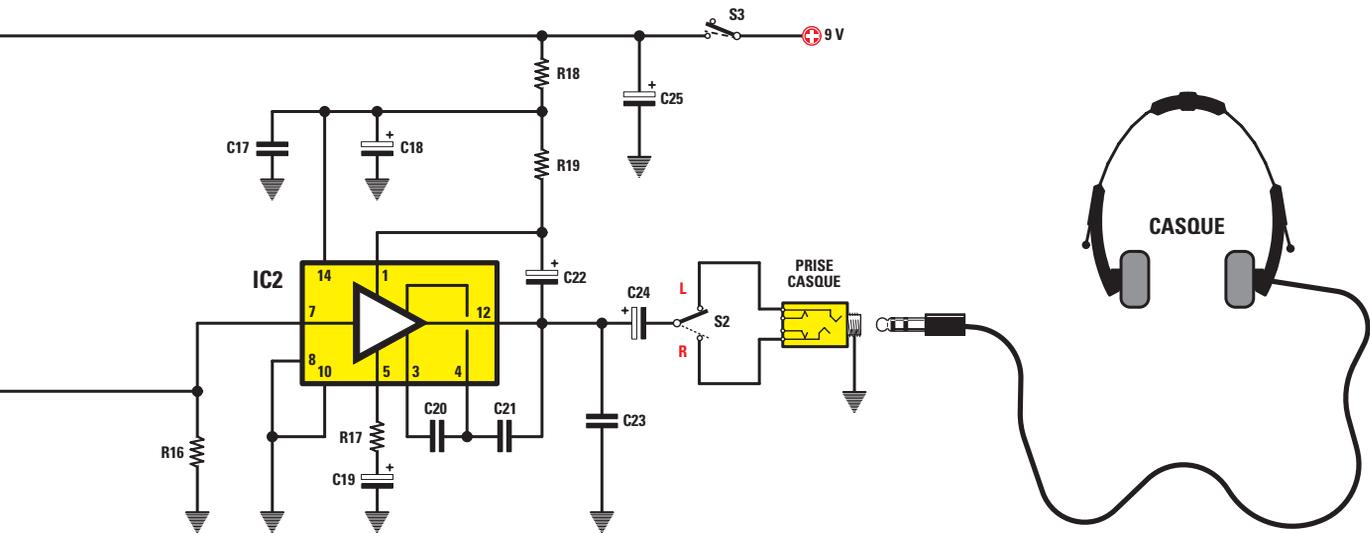
**Note** : éventuellement les fréquences effectivement produites par votre audiomètre pourront être légèrement différentes de celles données ci-dessus, cela est dû à la tolérance des condensateurs.

Le double potentiomètre R5/A et R5/B permet de sélectionner la fréquence minimale et la fréquence maximale en fonction de la gamme sélectionnée.

L'étage oscillateur se compose de l'opérationnel IC1/A et du FET FT1, lequel est utilisé pour stabiliser l'amplitude du signal sinusoïdal.

Le signal BF présent sur la broche de sortie 12 du premier opérationnel IC1/A arrive, à travers R9, sur la broche d'entrée inverseuse 7 du second opérationnel IC1/B, qui l'amplifie et le dose; à travers R10 ce signal peut être appliqué à la prise BNC «Sortie Fréquence». Vous pourrez l'utiliser si vous souhaitez coupler un fréquencemètre à votre appareil. Si vous utilisez cet oscillateur BF comme audiomètre, nul besoin de recourir à un fréquencemètre numérique parce que, pour contrôler l'audition il est déjà bien suffisant de savoir à laquelle des cinq gammes de sons nos oreilles sont moins sensibles.

pos. A Notes Basses	60-220 Hz
pos. B Notes Medium	150-600 Hz
pos. C Notes Medium-Aiguës	550-2 100 Hz
pos. D Notes Aiguës	1 800-7 000 Hz
pos. E Notes Super Aiguës	6 100-22 300 Hz



- |   |   |   |
|---|---|---|
| <p>C9 ..... 680 pF céramique (marqué 681)<br/>                 C10 ... 180 pF céramique (marqué 181)<br/>                 C11 ... 100 µF électrolytique/16V<br/>                 C12 ... 100 nF polyester<br/>                 C13 ... 1 µF polyester<br/>                 C14 ... 1 µF polyester<br/>                 C15 ... 1 µF polyester<br/>                 C16 ... 1 µF polyester<br/>                 C17 ... 100 nF polyester</p> | <p>C18 ... 100 µF électrolytique/16V<br/>                 C19 ... 47 µF électrolytique/16V<br/>                 C20 ... 27 pF céramique (marqué 27)<br/>                 C21 ... 150 pF céramique (marqué 151)<br/>                 C22 ... 10 µF électrolytique/16V<br/>                 C23 ... 100 nF polyester<br/>                 C24 ... 470 µF électrolytique/16V<br/>                 C25 ... 470 µF électrolytique/16V<br/>                 DS1 .. 1N4150</p> | <p>DS2 .. 1N4150<br/>                 FT1 ... FET BF245 oo 2N5247<br/>                 TR1 ... NPN BC547<br/>                 IC1 .... uA747<br/>                 IC2 .... SN76001<br/>                 S1 ..... commutateur 2 voies 5 positions (marqué CR2V5X)<br/>                 S2 ..... inverseur à levier<br/>                 S3 ..... interrupteur à levier<br/>                 Casque                    stéréo 32 ohms</p> |
|---|---|---|

Le potentiomètre R11, monté entre la broche d'entrée 7 et la broche de sortie 10 du second opérationnel IC1/B, est utilisé comme potentiomètre de volume pour doser l'amplitude du signal de sortie entre le niveau maximum et zéro. Si vous la réglez à sa résistance maximale, à la sortie vous aurez un signal BF d'amplitude maximale ; si vous le réglez à la résistance minimale, aucun signal ne sera produit.

Ce potentiomètre s'utilise normalement pour régler le niveau de sortie sur le seuil auditif de la personne examinée ou bien pour vérifier si la sensibilité aux différentes fréquences est identique sur les deux oreilles : dans ce cas, il faudra tourner le bouton de volume du maximum vers le minimum.

Le second potentiomètre R12, monté entre la broche de sortie 10 de l'opérationnel IC1/B et la Base du transistor TR1, est utilisé pour doser l'amplitude du signal en décibel (dB). Si vous placez le bouton de ce potentiomètre sur 0 dB vous appliquerez au casque une puissance de 0,3 mW environ.

En tournant ce même bouton vous disposez des 11 positions sérigraphiées

sur la face avant, elles correspondent aux puissances suivantes :

TABLEAU 1 (équivalence des dB et de la puissance en mW)		
<b>+25 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>100 mW</b>
<b>+20 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>32 mW</b>
<b>+15 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>10 mW</b>
<b>+10 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>3 mW</b>
<b>+ 5 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>1 mW</b>
<b>0 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>0,3 mW</b>
<b>- 5 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>0,1 mW</b>
<b>-10 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>0,03 mW</b>
<b>-15 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>0,01 mW</b>
<b>-20 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>0,03 mW</b>
<b>-25 dB</b>	<b>puissance de sortie égale à</b>	<b>0,001 mW</b>

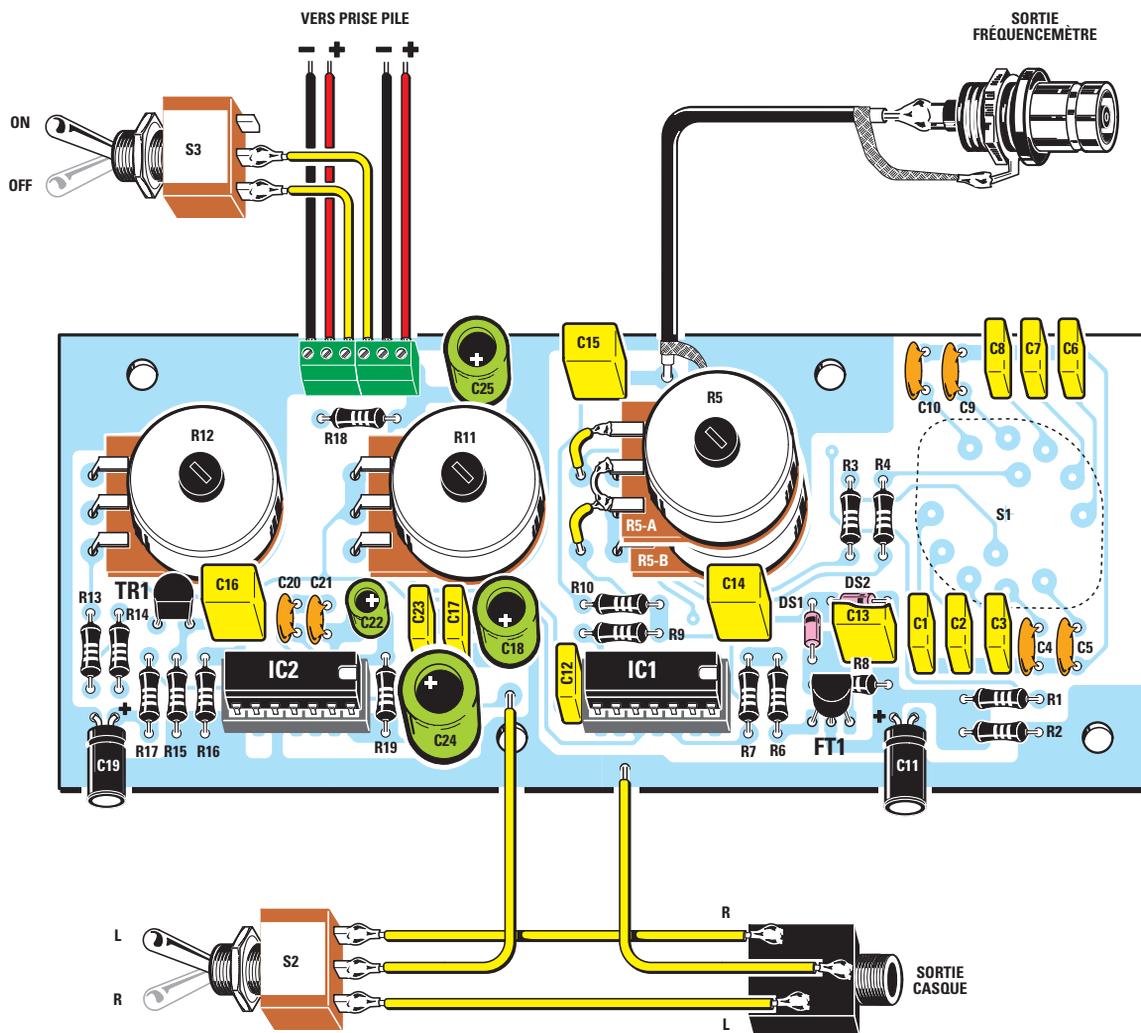


Figure 3a : Schéma d'implantation des composants de l'audiomètre. Dans le bornier à 4 pôles en haut à gauche on insère les fils - et + provenant des deux porte-piles (voir figure 8) en prenant bien garde de ne pas les intervertir sous peine d'endommager les circuits intégrés, le transistor et le FET. A ce bornier on relie aussi l'interrupteur de mise en marche S3. La prise BNC femelle pour relier un fréquencemètre externe à l'audiomètre est facultative.

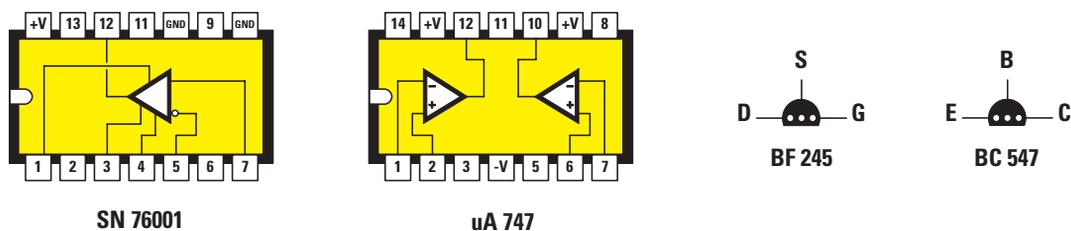


Figure 4 : Les brochages des circuits intégrés SN76001 et uA747 sont vus de dessus et les repère-détrompeurs en U sont tournés vers la gauche. Les brochages du BF245 et du BC547 sont vus de dessous.

Le transistor TR1, relié au curseur du potentiomètre R12, est utilisé uniquement comme étage séparateur, donc le signal prélevé sur son émetteur aura la même amplitude que sur sa base.

Le condensateur C16 de 1  $\mu$ F polyester prélève le signal sur l'émetteur de TR1 et le transfère sur la broche d'entrée 7 du second circuit intégré IC2. Ce dernier est un simple amplificateur final de faible puissance SN76001 en

mesure de fournir environ 200 mW sur une charge de 32 ohms, ce qui correspond à la puissance admissible par le casque de votre audiomètre.

De la broche 12 de ce circuit intégré, le signal est prélevé par l'électrolytique C24 pour est transféré, à travers l'inverseur S2, soit sur l'auriculaire droit soit sur le gauche pour vérifier si les deux oreilles ont bien la même sensibilité.

Pour alimenter cet audiomètre on utilise 6 piles de 1,5 V (voir figure 8), de manière à le rendre indépendant du secteur 230 V.

Dans le but d'atteindre une sécurité maximale, on peut même, avec de telles tensions (maxi 9 V), qualifier d'absolute la sécurité de cet audiomètre médical, ce qui permettra de tester l'audition des enfants sans arrière pensée.

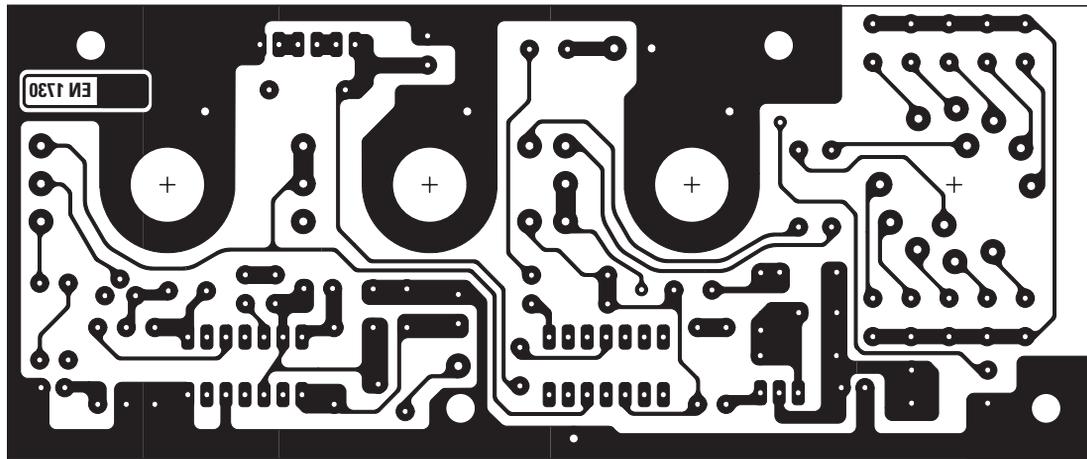


Figure 3b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés avec plan de masse partiel de la platine de l'audiomètre, côté soudures.

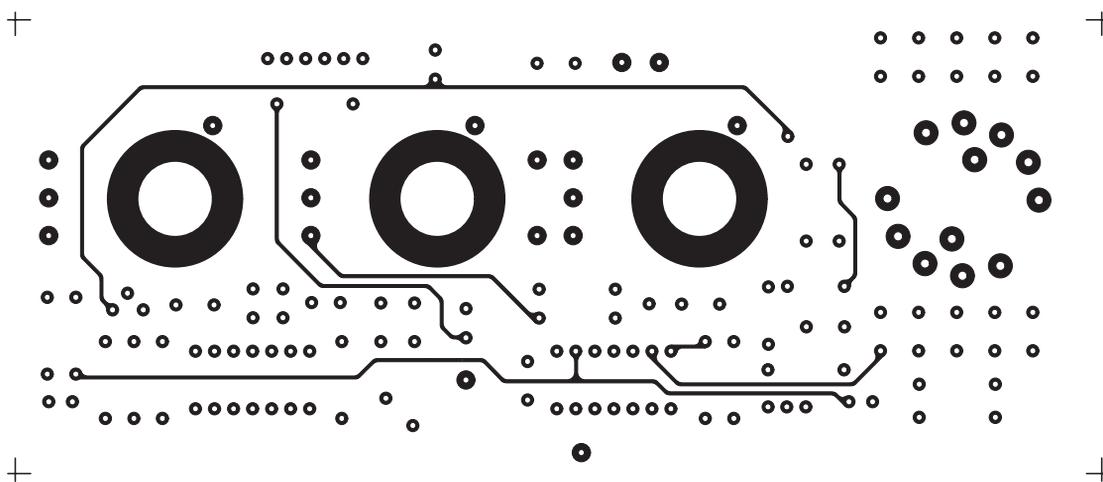


Figure 3b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine de l'audiomètre, côté composants.

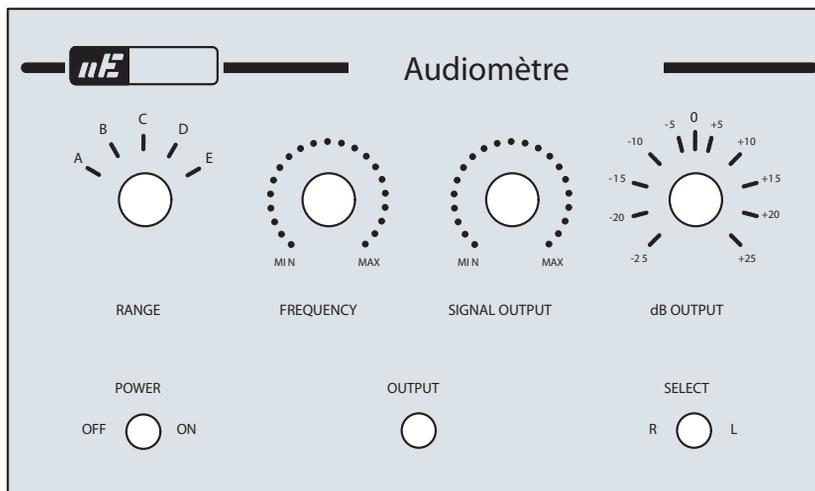


Figure 5 : Face avant de l'audiomètre.

## La réalisation pratique

Pour réaliser cet audiomètre EN1730, vous vous servirez des figures 3a à 11, la liste des composants étant figure 2.

La platine à réaliser est un circuit imprimé double face à trous métallisés avec plan de masse côté soudures (voir figure 7).

Vous n'aurez ensuite qu'à la monter sur ses quatre entretoises plastiques auto-

collantes (comme 4 «pieds») derrière la face avant (voir figures 6-7-9-11).

Réalisez (ou procurez-vous) le circuit imprimé double face à trous métallisés EN1730 dont la Figure 3b-1 et 2 donne les dessins à l'échelle 1:1.

Ensuite, en vous aidant des figures 3a, 9, 10 et 11, montez tous les composants. En premier, enfoncez et soudez les deux supports de circuits

intégrés IC1 et IC2. Vérifiez bien ces premières soudures : elles doivent être impeccables, brillantes, sans excès de tinol, sans courts-circuits entre pistes ou pastilles ni faux contact entre broches et pastilles. Montez d'abord les composants à bas profil, comme les résistances et les diodes (insérez, retournez la platine, soudez, coupez); puis les condensateurs céramiques (insérez, retournez la platine, soudez, puis coupez).

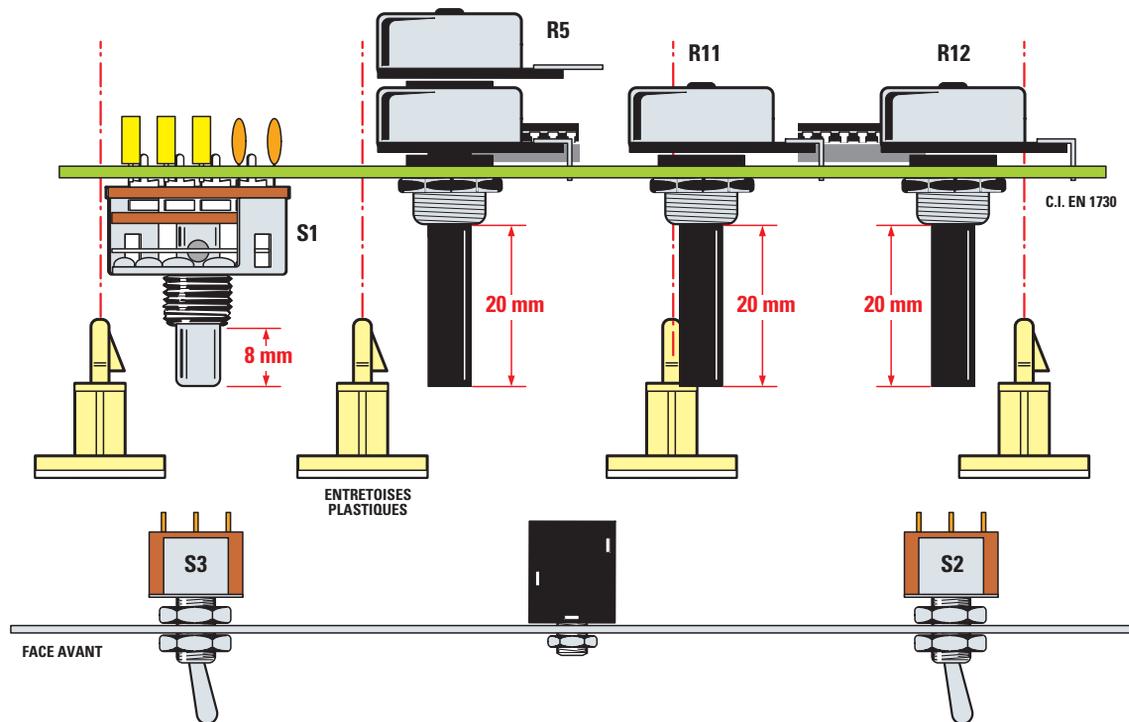


Figure 6 : Après avoir fixé les deux inverseurs à levier S2-S3 et la prise femelle Jack sur la face avant, prenez les quatre entretoises plastiques et insérez-les dans les quatre trous du circuit imprimé (voir photo ci-dessous). Après avoir ôté de la base des entretoises plastiques le papier protégeant l'adhésif, pressez-les fortement sur l'envers de la face avant en insérant dans les trous prévus les axes des potentiomètres et du commutateur.

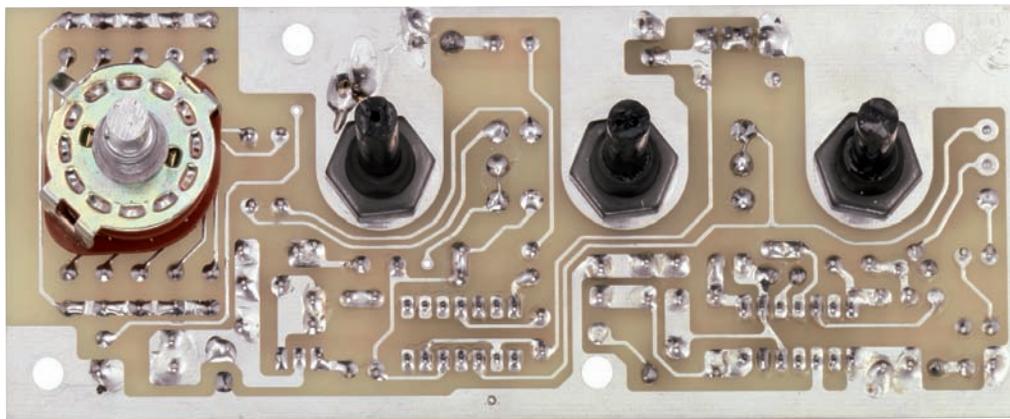


Figure 7 : Avant de fixer le commutateur et les trois potentiomètres sur le circuit imprimé, nous conseillons de raccourcir les axes (voir figure en haut), parce que ce serait bien plus difficile à faire quand ils seront fixés sur le circuit imprimé et ferait encourir le risque d'endommager des composants. Pour faire des soudures parfaites, nous vous recommandons de maintenir toujours très propre la panne du fer à souder et d'utiliser peu de tinol.

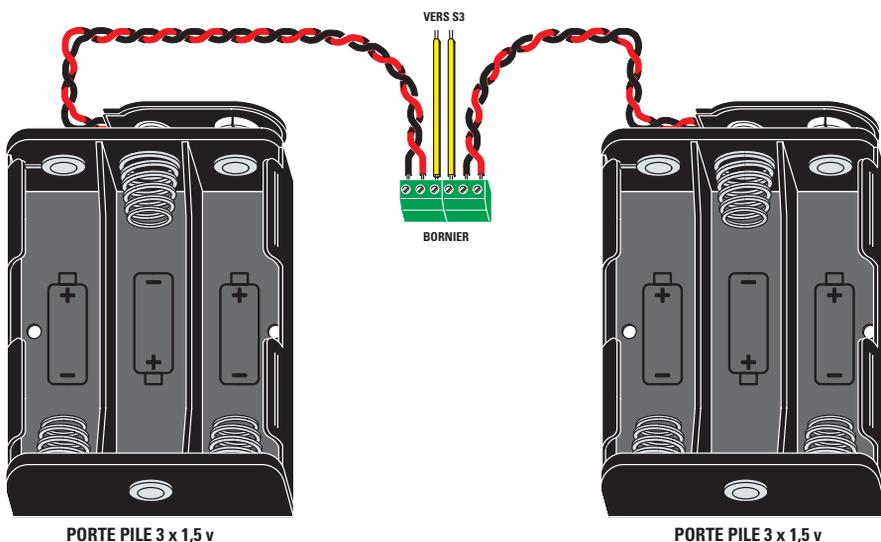


Figure 8 : Pour obtenir la tension de 9 V nécessaire pour alimenter cet audiomètre, on couple 6 piles bâtons de 1,5 V en deux porte-piles, comme le montre la figure ; les fils rouge et noir de chaque porte-pile seront reliés au bornier en respectant bien la polarité.



**Figure 9 :** Comme le montre la photo, les deux porte-piles sont collés avec une goutte de colle sur le fond du boîtier plastique. Si vous disposez d'un fréquencemètre numérique et si vous voulez connaître ou bien modifier la fréquence produite, montez la prise BNC : elle vous permettra de prélever le signal à l'arrière du boîtier, comme le montre la photo. En haut vous voyez le circuit imprimé avec tous ses composants : il est fixé derrière la face avant au moyen des quatre entretoises plastiques autocollantes (voir figure 6). Quand vous insèrerez les piles dans le porte-piles, vous devrez respecter la polarité +/- que vous verrez indiquée à l'intérieur : si vous ne la trouvez pas, souvenez-vous que le pôle négatif de chaque élément "bâton" doit toucher le ressort.

Ensuite les condensateurs polyesters et les petits électrolytiques, dont deux sont montés couchés, pattes repliées à 90° (idem) ; ensuite les autres condensateurs électrolytiques, (idem) et enfin les quatre picots, les deux borniers, les trois potentiomètres (pour le potentiomètre double R5 vous devrez faire trois «straps», comme le montre la figure 3a).

Vérifiez aussi très attentivement que vous n'avez interverti aucun composant

et qu'aucun des polarisés (diodes et électrolytiques) n'a été monté dans le mauvais sens ; vérifiez encore la qualité de toutes vos soudures. Vous pouvez maintenant insérer les deux circuits intégrés dans leurs supports, repères-détrompeurs en U vers la droite, vers R7 pour IC1 et vers R19 pour IC2.

Côté soudure (voir figure 7) vissez les écrous plats des trois potentiomètres (si ce n'est déjà fait) et insérez le commutateur, que vous soudez côté composants.

### Fixation de la platine derrière la face avant

La platine étant terminée, vous pouvez maintenant la monter sur ses quatre «pieds» (entretoises plastiques) et la coller derrière la face avant, comme le montrent les figures 6 et 9.

Il vous reste à réaliser les connexions de la platine avec les éléments de la face avant, insérez-les dans les trous (ils sont déjà faits et la face avant est

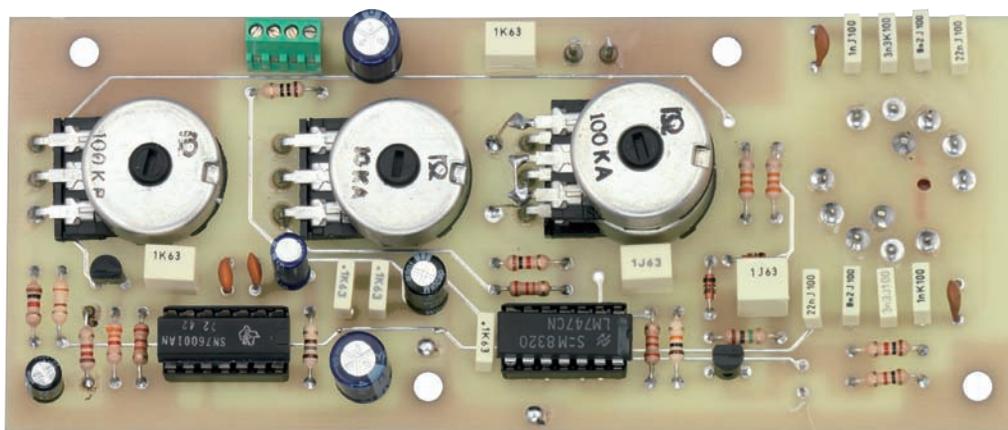


Figure 10 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'audiomètre. Si vous la comparez à la figure 3, vous voyez qu'ici la valeur des dix condensateurs situés près de S1 ne sont pas les mêmes : nous les avons en effet modifiées pour suivre les prescriptions d'experts otorhinolaryngologistes auxquels nous avons confié quelques uns de nos prototypes afin qu'ils nous conseillent sur les fréquences à utiliser. Les fréquences minimales et maximales des 5 portées : Notes Basses - Notes Medium - Notes Medium Aiguës - Notes Aiguës et Super Aiguës sont données dans l'article après le schéma électrique de la figure 2.

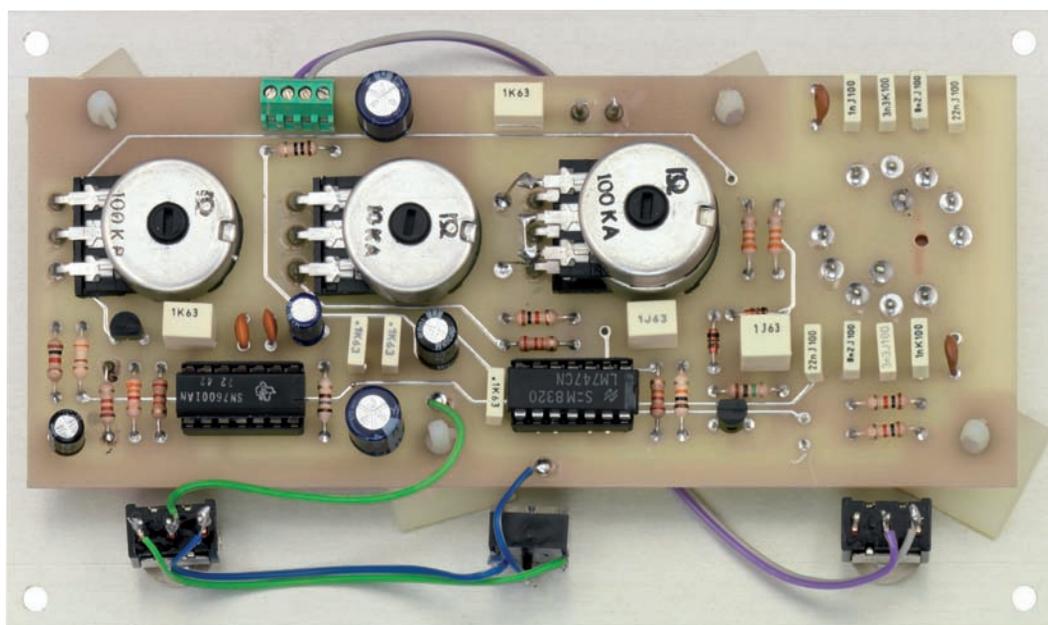


Figure 11 : Après avoir inséré tous les composants sur le circuit imprimé, fixez-le derrière la face avant au moyen des quatre entretoises plastiques comme le montre aussi la figure 9. Les axes des entretoises plastiques vont dans les quatre trous du circuit imprimé (voir figure 10) ; n'oubliez pas d'enlever des bases les papiers de protection de l'adhésif avant de coller ces entretoises plastiques derrière la face avant. Centrez bien les axes des potentiomètres et du commutateur dans les trous de la face avant afin que les bases adhésives s'appliquent correctement à l'envers de la face avant. Si vous voulez pouvoir prélever le signal pour mesurer la fréquence produite par l'audiomètre, montez la BNC à l'arrière du boîtier plastique (voir figure 9).

sérigraphiée), les deux interrupteur S3 / inverseur S2 et le jack socle femelle, puis soudez des fils entre les deux picots du bas et les deux interrupteur/inverseur et entre S2/S3, comme le montrent les figures 3a-6 et 11. Vérifiez bien que vous ne vous êtes pas trompés avant de passer aux autres interconnexions.

Sur le panneau arrière, montez, si tel est votre choix (voir plus haut), la BNC acheminant le signal vers l'éventuel fréquencemètre.

Réalisez la connexion à la platine de cette BNC avec un câble coaxial, sans intervertir l'âme et la tresse, comme le montrent les figures 3a et 9.

### Les prises de piles

A l'aide des deux boîtiers, coupez les 6 piles en deux fois trois, comme le montre la figure 8 et, sans vous tromper dans la polarité, reliez les deux torsades R/N aux borniers. Comme le montre la figure 9, fixez les deux porte-piles au fond du boîtier plastique de l'audiomètre.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet audiomètre médical EN1730 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 suivante :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/109.zip> ◆

# RESTEZ EN FORME

## GÉNÉRATEUR D'ULTRASONS À USAGE MÉDICAL

La capacité de pénétration des ultrasons dans les tissus du corps humain a révolutionné l'imagerie médicale (avec l'échographie) et donc la fiabilité du diagnostic. Cette propriété des ultrasons les fait également utiliser en physiothérapie avec un succès qui n'est plus à démontrer. L'appareil que nous vous proposons de construire est un générateur d'ultrasons à usage médical : il vous rendra de grands services pour de nombreuses affections (comme Arthropathie, Arthrose, Arthrite, Névrite, Périarthrite, Tendinite, Epicondylite, Traumatisme par contusion, Retard de consolidation osseuse, Adiposité localisée, Ostéite, Myalgie, Bursite, Lombalgie, Rigidité et douleur articulaire) qu'il vous aidera à soigner. Le diffuseur professionnel SE1.6 est livré monté est étalonné avec son cordon.

- EN1627K.. Kit complet avec coffret et 1 diffuseur SE1.6 ..... 315,00 €
- SE1.6..... diffuseur ultrasons supplémentaire ..... 139,00 €
- EN1627KM Version montée ..... 441,00 €

## CESSEZ DE FUMER GRÂCE À ÉLECTRONIQUE LM ET SON ÉLECTROPUNCTEUR



Bien que les pires malédictions soient écrites de plus en plus gros au fil des ans (comme une analogie des progrès de la tumeur qui nous envahit ?) sur chaque paquet de cigarettes (bout filtre ou sans ), cesser de fumer sans l'aide de contributeurs externes est plutôt difficile ! La menace ci-dessus aide à nous décider d'arrêter mais pas à nous tenir à cette décision. L'électrostimulateur, ou électropuncteur, que nous vous proposons de construire 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.

- LX1621 ..... Kit complet avec son boîtier ..... 24,00 €
- EN1621KM Version montée ..... 36,00 €

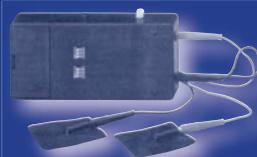
## STIMULATEUR MUSCULAIRE



Tonifier ses muscles sans effort grâce à l'électronique. Tonifie et renforce les muscles (4 électrodes). Le kit est livré complet avec son coffret sérigraphié mais sans sa batterie et sans électrode.

- EN1408 ..... Kit avec boîtier ..... 104,00 €
- Bat. 12 V 1.2 A ..... Batterie 12 V / 1,2 A ..... 15,10 €
- PC1.5 ..... 4 électrodes + attaches ..... 28,00 €
- EN1408KM Version montée sans batterie ni PC1.5 ..... 146,00 €

## STIMULATEUR ANALGESIQUE



Cet appareil permet de soulager des douleurs tels l'arthrose et les céphalées. De faible encombrement, ce kit est alimenté par piles incorporées de 9 volts. Tension électrode maximum: -30 V - +100 V. Courant électrode maximum: 10 mA. Fréquences : 2 à 130 Hz.

- EN1003 ..... Kit complet avec boîtier ..... 40,50 €
- EN1003KM Version montée ..... 61,00 €

## MAGNETOTHERAPIE VERSION VOITURE

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.



- EN1324 .... Kit avec boîtier et une nappe version voiture ..... 68,50 €
- PC1324 .... Nappe supplémentaire ..... 27,50 €
- EN1408KM Version montée avec nappe ..... 116,00 €

## MAGNETOTHERAPIE BF À 100 GAUSS



Ce nouvel appareil de magnétothérapie basse fréquence (BF) est capable de produire un champ magnétique de 100 gauss dans des fréquences pouvant varier de 5 à 100 Hz au pas de 1 Hz. Anti-inflammatoire - Anti-angiogénique Régénération des tissus - Accélération de la formation du périoste lors de la consolidation des fractures - Ostéoporose

Caractéristiques techniques : Alimentation: secteur 230 V 50 Hz - Durée maximale de l'application (réglable):90 minutes - Fréquences: réglable de 5 à 100 Hz au pas de 1 Hz - Puissance du champ magnétique produit: réglable de 5 à 100 gauss au pas de 1 gauss (avec mesure de l'intensité et de la polarité du champ magnétique) - Afficheur LCD à une ligne de seize caractères - Deux canaux de sortie séparés. Protection contre un courant de sortie excessif (court-circuit en sortie). Protection contre une surtension de sortie si on débranche le solénoïde alors que l'appareil est en fonctionnement. Capteur de champ magnétique à effet Hall pour déterminer la polarité +/- du champ magnétique et son intensité. Le kit complet comprend le cordon, l'afficheur ( EN1681) Le difuseur (MP) le transformateur (TT12.01) le boîtier (MO1680)

- EN1680.....Kit complet magnétothérapie ..... 296,00 €
- EN1680KM... Version montée ..... 356,90 €
- MP80.....Difuseur (en option) ..... 36,00 €
- MP1680.....Difuseur (en option) ..... 25,00 €
- MP1660A.....Bande d'application 1mètre (en option) ..... 20,00 €
- MP1660B.....Bande d'application 2mètres (en option) ..... 39,05 €
- EP1680B.....EPROM (en option) ..... 22,00 €
- DIN12F.....Connecteur seul ..... 3,10 €
- MK50N.....Valise en plastique (en option) ..... 15,00 €

## LA IONOTHERAPIE: TRAITER ELECTRONIQUEMENT LES AFFECTIONS DE LA PEAU

Pour combattre efficacement les affections de la peau, sans aucune aide chimique, il suffit d'approcher la pointe de cet appareil à environ 1 cm de distance de la zone infectée. En quelques secondes, son "souffle" germicide détruira les bactéries, les champignons ou les germes qui sont éventuellement présents.



- EN1480 .... Kit étage alimentation avec boîtier ..... 104,00 €
- PIL12.1 .... Batterie 12 volts 1,3 A/h ..... 15,10 €
- EN1480KM Version montée sans batterie ..... 146,00 €

## GÉNÉRATEUR D'IONS NÉGATIFS POUR AUTOMOBILE



Ce petit appareil, qui se branche sur l'allumecigare 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.

- EN1010 .... Kit complet ..... 42,00 €
- EN1010KM Version montée ..... 63,00 €

## DIFFUSEUR POUR LA IONOPHORÈSE

Ce kit paramédical, à microcontrôleur, permet de soigner l'arthrite, l'arthrose, la sciatique et les crampes musculaires. De nombreux thérapeutes préfèrent utiliser la ionophorese 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 par exemple.



- EN1365 .... Kit avec boîtier, hors batterie et électrodes ..... 96,00 €
- Bat. 12 V 1.2 A Batterie 12 V / 1,2 A ..... 15,10 €
- PC2.33x ... 2 plaques conduct. avec diffuseurs ..... 13,70 €
- EN1365KM Version montée avec PC2.33 + Bat ..... 198,00 €

COMELEC

Tél. : 04.42.70.63.90 Fax : 04.42.70.63.95

Photos non contractuelles. Publicité valable pour le mois de parution. Prix exprimés en euro toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions.

COMELEC 11/2009

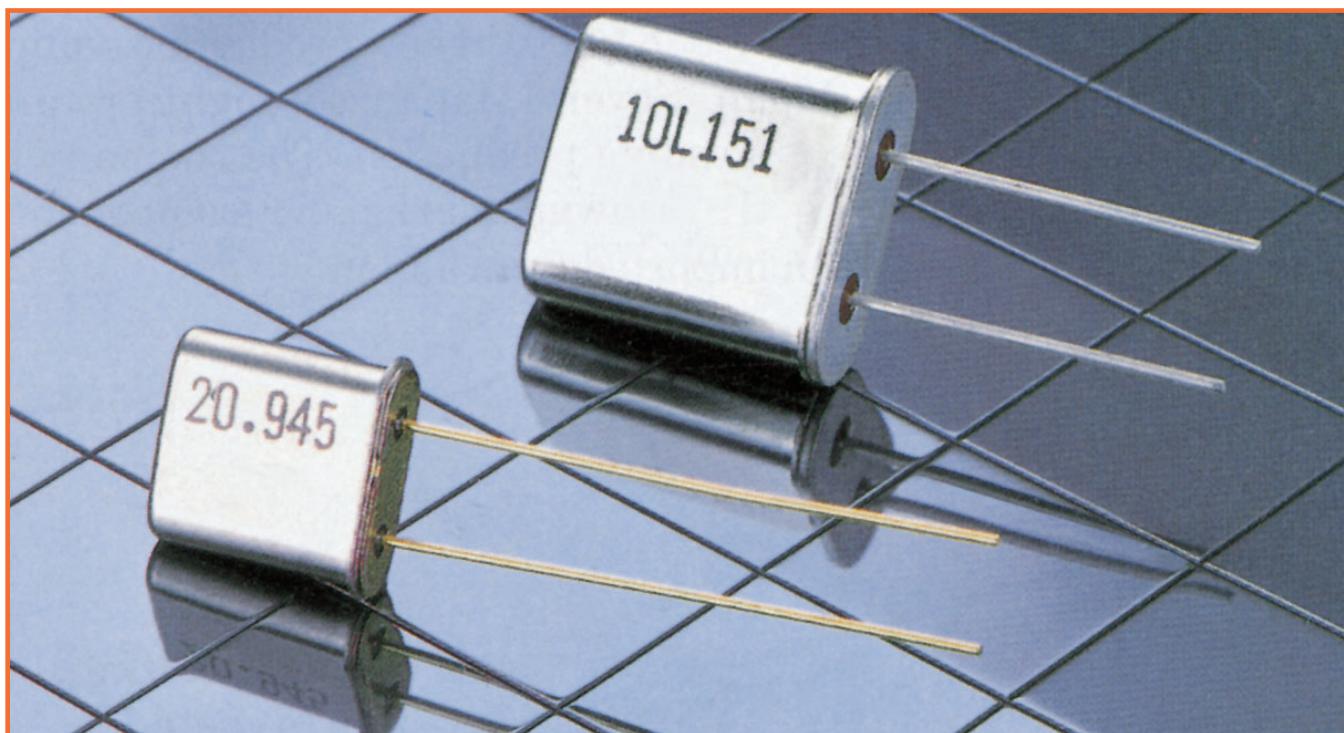
PASSEZ VOS COMMANDES DIRECTEMENT SUR NOTRE SITE : WWW.COMELEC.FR

# La résonance série et parallèle d'un quartz

(Réalisation de la platine de test

EN1712 à utiliser avec le générateur  
DDS EN1645)

Si on fait osciller un quartz en résonance série ou parallèle, on obtient deux fréquences différentes. Avec le circuit que nous vous présentons dans cette Leçon et à l'aide de notre générateur DDS EN1645, vous découvrirez très facilement les valeurs de ces deux fréquences.



**S**il vous insérez dans un **oscillateur RF** un **quartz** de **15 MHz** et si vous mesurez avec un **fréquence** **numérique** la **fréquence** produite vous allez trouver la valeur :

**15 005 200 Hz ;**

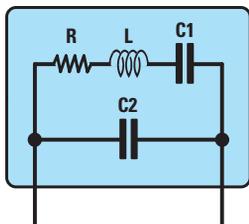
la différence par rapport aux 15 MHz, soit **5 200 Hz**, sera considérée (à tort, voir plus loin) comme une **tolérance** du quartz.

Dans le même **oscillateur RF**, si vous insérez cette fois un **quartz** de **10 MHz** vous allez trouver la valeur suivante: **10 000 300 Hz ;**

et là encore vous attribuez (toujours à tort) la différence de **300 Hz** à la **tolérance** du quartz.

Ensuite vous allez monter ces deux quartz dans un autre type d'oscillateur et vous trouverez cette fois les résultats suivants :

## EQUIVALENT QUARTZ



Un quartz est équivalent à ce circuit et par conséquent si vous montez en série avec ses extrémités un condensateur ou bien une self vous ferez varier sa fréquence.

- le quartz de **15 MHz** produit une fréquence inférieure par rapport au premier oscillateur :

**14 994 100 Hz**

- le quartz de **10 MHz** oscille également sur une fréquence inférieure par rapport au premier oscillateur :

**9 996 000 Hz**

Cette différence, vous la rencontrerez aussi en utilisant des **quartz overtone** ; alors vous vous demanderez probablement pourquoi tous les **quartz** oscillent sur **2 fréquences différentes** et comment procéder pour les mesurer.

Vous vous doutez bien à présent que la tolérance de fabrication des quartz n'explique pas cette dualité de fréquences !

En fait un **quartz** peut être comparé à un circuit composé d'une résistance, d'une inductance (comme une self) et de deux capacités (comme deux condensateurs), comme le montre la figure 1.

Mais le schéma équivalent ne nous dit pas pourquoi ce disque de cristal peut osciller sur deux fréquences différentes en fonction du type de montage.

En outre, si vous essayez de faire osciller des quartz de, par exemple, **145 MHz**, sur les **5e-7e-9e harmoniques**, vous échouerez probablement et serez tentés de penser que ces quartz sont défectueux.

Eh bien dans cette Leçon nous allons reprendre tous ces problèmes et tenter de les résoudre.

### Résonance série et parallèle

Peu de gens savent que l'étage oscillateur que l'on choisit pour faire osciller un **quartz** le prédispose à travailler sur sa **résonance série** (voir figure 2) ou bien sur sa **résonance parallèle** (voir figure 3) et qu'avec ces **deux types différents de résonance** on obtient **deux fréquences différentes**.

Quand vous avez inséré dans le premier oscillateur le quartz de **15 MHz** et ensuite le **quartz** de **10 MHz** vous avez remarqué qu'ils oscillaient sur des fréquences entre **15 005 200 Hz** et **10 000 300 Hz** : en fait ce premier oscillateur faisait osciller ces quartz en leur **résonance parallèle**.

Quand en revanche vous avez trouvé qu'ils produisaient une fréquence **inférieure**, soit environ **14 994 100 Hz** et **9 996 000 Hz** l'étage oscillateur faisait travailler ces quartz en **résonance série**.

Pour connaître la **fréquence** produite par le **quartz** en **résonance série** ou

en **résonance parallèle** il faut disposer d'un **Générateur VHF** très stable et doté d'un **accord micrométrique (fin)**, en mesure de faire varier la fréquence produite de **+/- quelques centaines** ou même **dizaines de Hz**. Notre **Générateur BF-VHF DDS EN1645** répond largement à ces réquisits.

Pour trouver la valeur de la **fréquence** d'un quartz **résonant en parallèle** vous devez relier le **quartz** comme le montrent les figures 4-5 : quand l'aiguille du **multimètre** dévie vers le **maximum**, sur le LCD du **Générateur DDS** vous lisez la valeur de la fréquence d'accord.

Pour trouver la valeur de la **fréquence** d'une **résonance série** vous devez monter le **quartz** comme visible figures 6-7 et, quand l'aiguille du **multimètre** dévie vers le **maximum**, sur l'afficheur du **Générateur DDS** vous lirez la fréquence d'accord.

Précisons que la différence entre une **résonance parallèle** et une **résonance série** concerne seulement la **réactance**.

Dans une **résonance parallèle** la valeur de la réactance est de l'ordre de **10 000-15 000 ohms**.

Dans une **réactance série** elle est de l'ordre de **50-52 ohms**.

Connaissant la valeur de la **réactance**, vous pouvez trouver la valeur de la **tension maximale** que vous lirez sur un **multimètre analogique** en utilisant la formule :

$$U = \sqrt{P \times Zr}$$

où U est la tension lue en V, P la puissance en W et Zr la réactance en ohm.

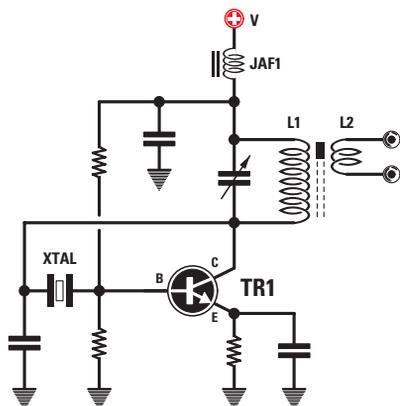


Figure 2 : Si on monte un quartz entre le collecteur et la base d'un transistor, comme le montre la figure, le quartz oscillera sur la fréquence de sa résonance série.

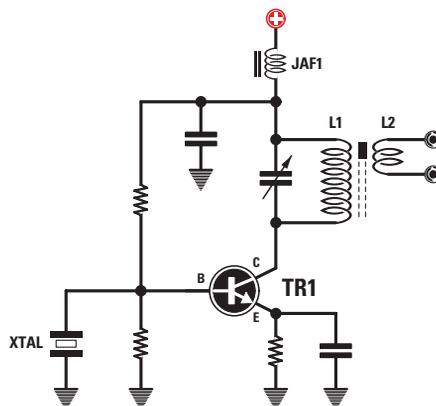


Figure 3 : Si on monte un quartz entre la base et la masse, comme le montre la figure, le quartz oscillera sur la fréquence de sa résonance parallèle.

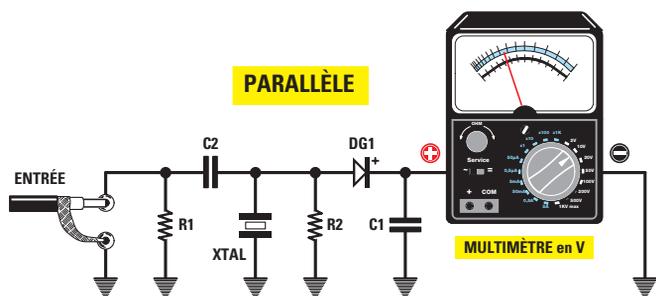
Sachant qu'à la sortie du **Générateur DDS EN1645** on a une puissance de l'ordre de **0,02 W**, vous pouvez calculer la **tension** à lire sur le multimètre quand le quartz travaille en **résonance parallèle** (voir les figures 4-5) :

$$\sqrt{0,02 \times 10\,000} = 14 \text{ V environ}$$

**Note** : la tension que vous lirez à la sortie d'un quartz quelconque pourra être assez différente car la **réactance** peut varier de **8 000 à 15 000 ohms**. Quand on fait travailler le quartz sur sa **résonance série** (voir les figures 6-7), la **tension** minimale qu'on lira sur le **multimètre** sera d'environ de l'ordre de :

$$\sqrt{0,02 \times 50} = 1,0 \text{ V}$$

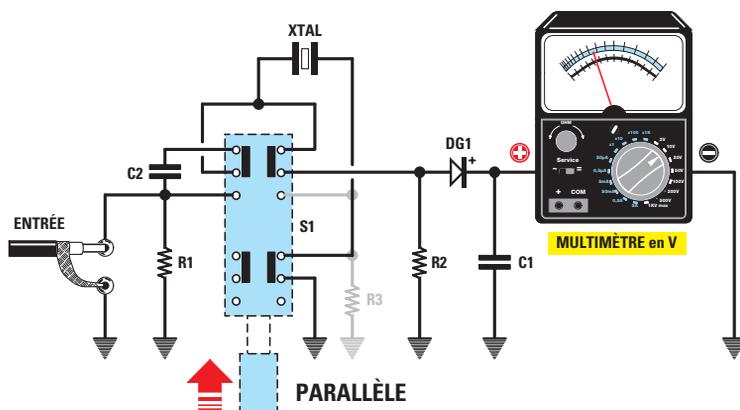
Comme vous voyez, la différence de **tension** entre les **deux résonances** est importante. Avec la résonance **parallèle** on atteint **10-18 V**, avec la résonance **série** on ne dépasse pas **1,5 V**.



### Liste des composants Figure 4

R1 ..... 1 k  
R2 ..... 220 k  
C1 ..... 100 nF céramique  
C2 ..... 18 pF céramique  
DG1 .. diode germanium AA117  
XTAL .. quartz à tester  
S1 ..... inverseur à glissière

Figure 5 : Si on presse le bouton du commutateur S1 de manière à ce qu'il se positionne à l'intérieur comme le montre la figure, le circuit est préparé pour mesurer la résonance parallèle d'un quartz.



### Liste des composants Figure 6

R1 ..... 1 k  
R2 ..... 220 k  
R3 ..... 220  
C1 ..... 100 nF céramique  
C2 ..... 18 pF céramique  
DG1 .. diode germanium AA117  
XTAL .. quartz à tester  
S1 ..... inverseur à glissière

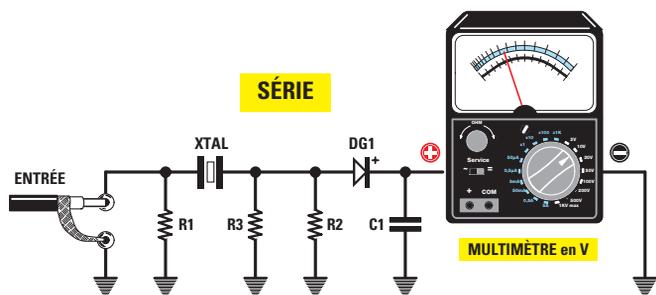


Figure 7 : Si on presse le bouton du commutateur S1 de manière à ce qu'il se positionne à l'extérieur comme le montre la figure, le circuit est préparé pour mesurer la résonance série d'un quartz.

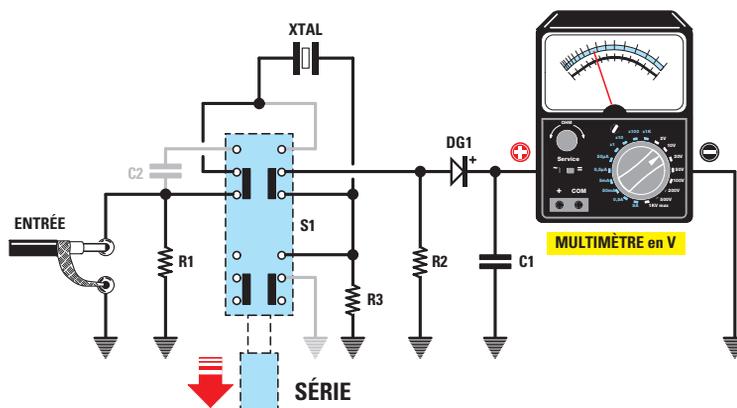




Tableau 2 Quartz en troisième harmonique

fréquence QUARTZ	fréq. résonance PARALLÈLE et V	fréq. résonance SÉRIE et V
26.670 KHz 8.890.000 Hz	26.667.400 Hz Volt 4,0 8.889.600 Hz Volt 4,0	26.666.200 Hz Volt 1,2 8.885.900 Hz Volt 0,8
27.120 KHz 9.040.000 Hz	27.120.600 Hz Volt 3,0 9.044.100 Hz Volt 14	27.119.500 Hz Volt 1,2 9.039.900 Hz Volt 1,2
34.555 KHz 11.518.333 Hz	34.556.600 Hz Volt 3 11.519.100 Hz Volt 14	34.555.400 Hz Volt 1,2 11.514.200 Hz Volt 1,1
40 MHz 13.337.300 Hz	40.001.100 Hz Volt 1,2 13.337.800 Hz Volt 11	39.999.500 Hz Volt 1,2 13.333.400 Hz Volt 1,1

**Note** : sur la première ligne nous donnons la valeur de la fréquence overtone qui est marquée sur le boîtier du quartz et sur la seconde ligne la valeur de la fréquence fondamentale qui est égale à celle de l'overtone divisée par 3.

Dans la colonne freq. résonance parallèle nous indiquons sur quelle fréquence s'accorde le quartz et à droite la tension mesurée à ses extrémités. Dans la colonne freq. résonance série nous indiquons sur quelle fréquence s'accorde ce même quartz et à droite la tension que nous mesurons à ses extrémités..

Tableau 3 Quartz en cinquième harmonique

fréquence QUARTZ	fréq. résonance PARALLÈLE et V	fréq. résonance SÉRIE et V
86 MHz 17,2 MHz	86.040.400 Hz Volt 0,2 17.182.500 Hz Volt 9,0	86.056.400 Hz Volt 0,6 17.172.500 Hz Volt 0,6
86,5 MHz 17,3 MHz	86.500.700 Hz Volt 0,2 17.288.800 Hz Volt 12	86.490.500 Hz Volt 0,6 17.281.200 Hz Volt 0,6
87,625 MHz 17,525 MHz	87.625.800 Hz Volt 0,2 17.522.200 Hz Volt 6,0	87.621.300 Hz Volt 1,0 17.517.600 Hz Volt 1,2
94 MHz 18,8 MHz	94.021.300 Hz Volt 0,2 18.777.200 Hz Volt 10	94.027.200 Hz Volt 0,6 18.766.100 Hz Volt 0,6
96,125 MHz 19,225 MHz	96.197.300 Hz Volt 0,2 19.209.100 Hz Volt 8,0	96.188.600 Hz Volt 0,6 19.202.300 Hz Volt 1,2

**Note** : sur la première ligne nous donnons la valeur de la fréquence overtone qui est marquée sur le boîtier du quartz et sur la seconde ligne la valeur de la fréquence fondamentale qui est égale à celle de l'overtone divisée par 5.

Dans la colonne freq. résonance parallèle nous indiquons sur quelle fréquence s'accorde le quartz et à droite la tension mesurée à ses extrémités ; dans la colonne freq. résonance série nous indiquons sur quelle fréquence s'accorde ce même quartz et à droite la tension que nous mesurons à ses extrémités..

Pour pouvoir vous indiquer sur quelle **fréquence s'accorde** un quartz en **troisième harmonique**, quand on le fait travailler sur sa **résonance parallèle** ou bien sur sa **résonance série** sur la fréquence **fondamentale** égale à **1/3** de la fréquence marquée sur le quartz, nous avons acheté un certain nombre de quartz et les avons tous testés.

En prenant un quartz de **27 120 KHz** correspondant à **27 120 000 Hz** et sachant qu'il s'agit d'un **overtone** en **troisième harmonique**, sa **fréquence fondamentale** sera de :

$$27\ 120\ 000 : 3 = 9\ 040\ 000\ \text{Hz}$$

Si on fait travailler le quartz en **résonance parallèle** sur sa **fréquence fondamentale** il s'accordera, comme le montre le **Tableau 2**, sur :

$$9\ 044\ 100\ \text{Hz}$$

et le **multimètre** relié à sa sortie indiquera une tension d'environ **14 V**.

Si on fait travailler ce même quartz en **résonance série** sur sa **fréquence fondamentale** il s'accordera sur :

$$9\ 039\ 900\ \text{Hz}$$

et le **multimètre** relié à sa sortie indiquera une tension d'environ **1,2 V**.

Comme vous le voyez, la **résonance série** s'accorde toujours sur une **fréquence inférieure** par rapport à celle de la **résonance parallèle** et la **tension** que nous lisons sur le **multimètre** sera différente. Même chose si nous mesurons sa **fréquence overtone** en **troisième harmonique**.

Sachant que la **fréquence overtone** correspond à **27 120 000 Hz**, si nous faisons travailler ce quartz sur sa **résonance parallèle**, il s'accordera sur la fréquence de :

$$27\ 120\ 600\ \text{Hz}$$

et le **multimètre** relié à sa sortie indiquera une tension d'environ **3,0 V**.

Si nous passons à sa **résonance série**, ce **quartz** s'accorde sur une fréquence **inférieure** d'environ :

$$27\ 119\ 500\ \text{Hz}$$

et le **multimètre** relié à sa sortie indiquera une tension d'environ **1,2 V**.

Dans ce cas aussi on notera que la **tension** de la **résonance parallèle** de sa

**troisième harmonique** est **supérieure**, en effet nous avons ici une tension de **3,0 V** contre **1,2 V** précédemment.

Le **Tableau 2** donne les fréquences d'accord de quartz en **overtone** en **troisième harmonique** et les **tensions** relevées à la sortie.

### Quartz overtone en cinquième harmonique

Tous les quartz dont le boîtier est marqué d'une fréquence comprise entre **80 MHz** et **100 MHz** sont des **overtone** en **cinquième harmonique**.

C'est-à-dire que si nous lisons le marquage **96,125 MHz**, sa **fréquence fondamentale** est de **1/5** de celle marquée, soit :

$$96,125 : 5 = 19,225\ \text{MHz}\ \text{soit une fréquence de } 19\ 225\ 000\ \text{Hz}$$

Avec ces **quartz overtone en cinquième harmonique** on obtient toujours **4 fréquences** d'accord **différentes** :

**1°** - la fréquence de la **résonance parallèle** sur la valeur de la **fondamentale** soit **19 225 000 Hz** ;

**2°** - la fréquence de la **résonance série** sur la valeur de la **fondamentale** soit **19 225 000 Hz** ;

**3°** - la fréquence de la **résonance parallèle** sur la valeur de l'**overtone** soit **96 125 000 Hz** ;

**4°** - la fréquence de la **résonance série** sur la valeur de l'**overtone** soit **96 125 000 Hz**.

Là encore nous en avons testé pas mal de quartz afin de pouvoir vous indiquer sur quelle **fréquence** ils s'accordent en **résonance parallèle** et en **résonance série** de leurs fréquences **fondamentale** ou **overtone**. En prenant un quartz de **96,125 MHz** correspondant à **96 125 000 Hz** et sachant qu'il s'agit d'un **overtone** en **cinquième harmonique**, sa **fréquence fondamentale** sera de :

$$96\ 125\ 000 : 5 = 19\ 225\ 000\ \text{Hz}$$

Si on fait travailler le quartz en **résonance parallèle** il s'accordera, comme le montre le **Tableau 3**, sur :

$$19\ 209\ 100\ \text{Hz}$$

et le **multimètre** relié à sa sortie indiquera une tension d'environ **8 V**.

Si on fait travailler ce même quartz en **résonance série** il s'accordera sur :

$$19\ 202\ 300\ \text{Hz}$$

et le **multimètre** relié à sa sortie indiquera une tension d'environ **1,2 V**.

Comme vous le voyez, la **résonance série** s'accorde toujours sur une **fréquence inférieure** par rapport à celle de la **résonance parallèle**. Même chose si nous mesurons sa **fréquence overtone** en **cinquième harmonique** que nous savons correspondre à **96,125 MHz** ou **96 125 000 Hz**. Si nous faisons travailler ce quartz sur sa **résonance parallèle** (voir **Tableau 3**), il s'accordera sur la fréquence de :

$$96\ 197\ 300\ \text{Hz}$$

et le **multimètre** relié à sa sortie indiquera une tension d'environ **0,2 V**.

Si nous passons à sa **résonance série**, ce quartz s'accorde sur une fréquence **inférieure** d'environ : **96 188 600 Hz**

et le **multimètre** relié à sa sortie indiquera une tension d'environ **0,6 V**.

Comme vous le voyez, tous les **quartz** en **cinquième harmonique** fournissent en **résonance parallèle** de leur **fréquence overtone** une tension dépassant difficilement **0,2 V**, alors qu'en **résonance série** cette tension peut atteindre **0,6-0,7 V**.

Les **tensions** relevées sur la fréquence **fondamentale**, laquelle en pratique correspond à celle marquée sur le boîtier **divisée par 5**.

Quand on fait travailler le quartz sur la **résonance parallèle** de sa **fréquence fondamentale** il s'accorde sur la fréquence de **19 209 100 Hz** et le **multimètre** relié à la sortie indique une tension pouvant atteindre et dépasser **8 V**.

Si on passe à la **résonance série**, ce même quartz s'accorde sur **19 202 300 Hz** et nous lisons sur le **multimètre** une tension d'environ **1,2 V**.

Nous pouvons donc affirmer que tous les **quartz overtone en 3e-5e-7e harmoniques** fournissent une tension **supérieure** en **résonance parallèle** par rapport à celle de leur **fréquence fondamentale**.

Le **Tableau 3** donne les fréquences d'accord de divers quartz en **overtone** en **cinquième harmonique** et les **tensions** relevées à la sortie.

## Quartz de 145 MHz non standard

En ce qui concerne les **quartz overtone** de **145 MHz** que vous avez soupçonnés d'être défectueux, sont en fait **tous fonctionnants**. Initialement nous ne réussissions pas non plus à les faire osciller mais, après avoir relié le circuit de la figure 9 à notre **Générateur DDS EN1645** (voir figure 10), nous avons trouvé la **fréquence fondamentale** sur laquelle ils s'accordent.

En effet, comme ces quartz de valeur **145 MHz** ne rentrent pas dans la catégorie des **quartz standard**, il est nécessaire de **diviser la fréquence** marquée sur leur boîtier **x8, x12 et x24**.

Donc ces quartz de **145 MHz** peuvent osciller sur ces **3 fréquences fondamentales**:

**145 : 8 = 18,125 MHz**  
**145 : 12 = 12,083 MHz**  
**145 : 24 = 6,041 MHz**

Quand nous avons testé tous ces quartz de **145 MHz** en divisant la fréquence marquée **x8, x12, x24** nous avons pu découvrir leur **fréquence en résonance parallèle** et en **résonance série**. Dans le **Tableau 4** nous avons indiqué les fréquences **fondamentales** des quartz de **145 MHz** que nous avons trouvés dans le commerce.

## Poursuivons la description

Dans les figures 4-6 nous trouvons les schémas électriques de montage d'un **quartz** pour en mesurer la **résonance série** ou **parallèle**. Quand on les regarde, tout cela nous paraît simple, mais n'oubliez pas que pour effectuer ces **mesures** il faut en outre disposer de :

- un **Générateur BF-VHF** précis et pourvu d'un **accord fin** en mesure de modifier sa fréquence en **+/-** de quelques **dizaines de Hz** ;

- un **fréquence-mètre numérique** précis capable de mesurer des variations de quelques **Hz**.

Il s'agit de deux instruments **professionnels** vraiment **très onéreux**, qu'un amateur peut difficilement acquérir. Pour contourner ce problème il suffit de réaliser le **Générateur DDS EN1645** (voir figure 8).

Pour les amateurs et les étudiants en électronique désireux de vérifier les

valeurs des **fréquences des résonances série** et **parallèle** d'un **quartz**, nous avons conçu un **montage très simple** qui s'est avéré à l'usage très pratique et tout à fait valable à tous points de vue. Comme le montre le schéma électrique des figures 5-7 il suffit d'un seul commutateur à **glissière** (voir **S1**) pour effectuer cette commutation.

## La réalisation pratique

Nous vous conseillons de commencer le montage de la platine **EN1712** visible figure 9a, en appliquant tout d'abord le commutateur à glissière **S1** ; continuez par l'insertion des résistances **R1-R2-R3**, les deux condensateurs céramiques **C1-C2** et la diode au germanium **DG1**, sans omettre d'orienter sa bague **noire** vers la droite et enfin les 6 picots. Aux deux picots de gauche, reliez le **câble coaxial** disponible déjà doté de sa BNC laquelle ira se brancher à la **BNC** de la prise de sortie **VHF** du **Générateur DDS** (voir figure 10).

La tresse de **blindage** de ce petit câble coaxial sera soudée sur le picot du bas et donc l'âme sur celui du haut. Aux deux picots de droite reliez deux fils ordinaires, un rouge en haut et un noir en bas, dotés de pinces **crocodiles**, que vous pincerez sur les **pointes de touche** du **multimètre**. Aux deux picots du haut de la petite platine, soudez deux autres fils ordinaires dotés eux aussi de pinces **crocodiles**, que vous pincerez aux extrémités du **quartz** à tester. Ces deux fils auront une longueur ne dépassant pas **8 cm**.

Nous vous conseillons de **ne pas installer** cette petite platine dans un boîtier **métallique**, parce que les inévitables **capacités parasites** pourraient modifier la **fréquence** de résonance : laissez donc le circuit "en l'air", comme on dit et appuyez-le lors de l'utilisation sur une table en bois.

## Avant de tester un quartz

Avant de tester un quartz nous vous suggérons de toujours contrôler la valeur de la **fréquence** marquée sur le boîtier du quartz, car en fonction de cette valeur vous saurez s'il s'agit d'un **quartz en fondamentale** ou bien d'un **overtone en troisième** ou **cinquième harmonique**. Pour tester un quartz il faut toujours chercher la **fréquence** de sa **résonance parallèle**, parce que ses amples variations de tension qui, partant d'un **minimum** de **10 V** peuvent atteindre un **maximum** de **18 V**,

permettront d'évaluer avec précision la valeur de sa **fréquence** d'accord.

Après avoir trouvé la **fréquence** de sa **résonance parallèle** il sera bien plus facile de trouver la **fréquence** de sa **résonance série**, parce qu'elle est toujours **inférieure**, par conséquent il suffira de presser la touche - située en face avant du **Générateur DDS** jusqu'à la trouver. En consultant les **Tableaux 1-2-3-4** vous noterez que cette tension dépasse difficilement **1,5 V**.

## Mesurer la résonance parallèle de la fréquence fondamentale

Avec le matériel nécessaire pour construire la platine **EN1712** vous seront offerts **5 quartz** de différentes fréquences. Pour commencer vous pourrez utiliser n'importe quel **quartz**, mais pourquoi ne pas prendre celui de **27 120 KHz** correspondant à **27 120 000 Hz** ? C'est un quartz **overtone** en **troisième harmonique** (voir **Tableau 2**) et sa fréquence fondamentale est de :

**27 120 000 : 3 = 9 040 000 Hz**

Après avoir relié le connecteur **BNC** à la prise de sortie **VHF** du **Générateur DDS** (voir figure 10), vous procéderez ainsi :

- reliez les pinces crocodiles du **EN1712** aux extrémités du **quartz** et pressez le poussoir **S1** (voir figure 11), de manière à régler la platine pour la mesure de la **fréquence** de sa **résonance parallèle** ;

- reliez aux fils indiqués "**au multimètre**" les pointes de touche d'un quelconque **multimètre analogique** que vous aurez réglé sur le calibre **3 V CC** fond d'échelle;

- allumez le **Générateur DDS** puis, sachant que la **fréquence fondamentale** du quartz choisi est de l'ordre de **9 040 000 Hz**, tapez sur le **clavier** ce nombre (voir figure 13) ;

- si vous vous trompez en tapant, éteignez le **Générateur DDS** et rallumez-le puis tapez le nombre correct ;

- ensuite pressez la touche **#** et sur la droite de **Hz** vous voyez apparaître le symbole de confirmation **>** (voir figure 14).

Enfin vous voyez s'allumer la LED située au dessous de la **BNC** de la **sortie VHF** afin d'indiquer que sur cette sortie se trouve le signal de la **fréquence** que vous avez tapée au clavier.

Tableau 4 Quartz de 145 MHz non standard

fréquence QUARTZ	fréq. résonance PARALLÈLE et V	fréq. résonance SÉRIE et V
145.000 (FT 2F Tenko)	6.042.900 Hz Volt 18	6.040.400 Hz Volt 0,6
T 145.025 (IC 2P)	18.127.300 Hz Volt 9,0	18.115.800 Hz Volt 0,7
145.050 (KP202 Tenko)	12.089.100 Hz Volt 15	12.084.100 Hz Volt 0,6
145.050 (1000 P -T)	12.088.200 Hz Volt 18	12.081.300 Hz Volt 0,7
T 145.075 (Ft 2F)	6.046.200 Hz Volt 15	6.043.000 Hz Volt 0,6
T 145.075 (KP 202 IAJ)	12.091.100 Hz Volt 15	12.085.300 Hz Volt 0,7
145.100 (1000 I T)	12.082.300 Hz Volt 18	12.085.000 Hz Volt 0,6
145.125 (IC-2P Tenko)	18.138.800 Hz Volt 12	18.128.900 Hz Volt 0,7
T 145.150 (KP202 Tenko)	12.097.400 Hz Volt 15	12.091.400 Hz Volt 0,7
145.175 (IC-2F Tenko)	18.259.700 Hz Volt 4,0	18.258.400 Hz Volt 0,6
145.200 (1000P T)	12.173.600 Hz Volt 5,0	12.173.100 Hz Volt 0,6
T 145.225 (FD-210 IAJ)	12.104.400 Hz Volt 12	12.098.800 Hz Volt 0,6
145.525 (KP-202 Tenko)	12.128.500 Hz Volt 15	12.122.500 Hz Volt 0,7
T 145.550 (KP-202 IAJ)	12.130.500 Hz Volt 12	12.124.500 Hz Volt 0,6
145.575 (FD 210 Tenko)	12.133.200 Hz Volt 12	12.126.700 Hz Volt 0,6
T 145.625 (IC21 XT)	18.201.200 Hz Volt 8,0	18.189.200 Hz Volt 0,7
R 145.650 (FT-2F IAJ)	17.356.500 Hz Volt 12	17.346.500 Hz Volt 0,7
14.650 (IC20 Tenko)	18.204.500 Hz Volt 8,0	18.193.500 Hz Volt 0,7
145.650 (FT-2F Tenko)	6.070.100 Hz Volt 18	6.067.500 Hz Volt 0,6
T 145.675 (IC 20 X)	18.206.400 Hz Volt 9,0	18.195.100 Hz Volt 0,7
145.700 (IC 2P R Mistral)	14.985.000 Hz Volt 10	14.972.500 Hz Volt 0,7
T 145.725 (IC21 XT)	18.213.600 Hz Volt 12	18.201.400 Hz Volt 0,7
145.750 (multi B Tenko)	12.148.200 Hz Volt 15	12.142.000 Hz Volt 0,7
T 145.750 (KP.202 IAJ)	12.147.200 Hz Volt 15	12.141.500 Hz Volt 0,6
145.775 (1000. P.I R)	14.996.400 Hz Volt 12	14.991.800 Hz Volt 0,6
T 145.800 (IC.21 IAJ)	18.283.000 Hz Volt 4,0	18.212.500 Hz Volt 0,7
145.800 (TC-21)	6.076.300 Hz Volt 20	6.073.800 Hz Volt 0,6
145.825 (KP 202 Tenko)	12.153.700 Hz Volt 12	12.147.600 Hz Volt 0,6

**Note :** dans la première colonne nous donnons la valeur de la fréquence overtone marquée sur le boîtier du quartz et entre parenthèses ce qui est indiqué sur ce boîtier après la fréquence. Ces dernières indications vont nous permettre de savoir s'il convient de diviser la fréquence marquée x8 x12 x24 de manière à obtenir la fréquence fondamentale.

Dans la colonne fréq. résonance parallèle nous donnons la valeur de la fréquence d'accord de sa fondamentale et la tension que nous mesurerons.

Dans la colonne fréq. résonance série nous donnons la valeur de la fréquence d'accord de sa fondamentale et la tension que nous mesurerons. Notez que la résonance parallèle est toujours supérieure à la fréquence de résonance série et il en va de même pour leurs tensions.

**Note :** si vous ne pressez pas la touche #, sur la BNC VHF il n'y aura aucun signal.

– maintenant pressez la touche \* située en bas à gauche du clavier et vous voyez tout de suite le premier 0 de droite souligné (voir figure 15), mais comme il convient d'abord de modifier les milliers de Hz, pressez la touche \*

jusqu'à souligner le quatrième 0 (voir la figure 16) ;

– vous pouvez alors pressez la touche + et vous voyez que la fréquence augmente de 1 000 Hz : 9.041.000 - 9.042.000 - 9.044.000, etc..

Plus la fréquence augmente et plus l'aiguille du multimètre dévie en fond

d'échelle; vous allez devoir changer le calibre du multimètre et le faire passer de 3 V à 10 ou 30 V fond d'échelle ;

– pour obtenir une plus grande précision vous devrez modifier les centaines de Hz, mais puisque il n'est pas possible de revenir en arrière pressez la touche \* jusqu'à souligner le dernier chiffre de gauche et continuez :

Figure 9a : Schéma d'implantation des composants de la petite platine EN1712. Après avoir inséré sur le circuit imprimé EN1712 les quelques composants requis, pour mesurer la tension que fournit le quartz vous pouvez relier à la sortie de la petite platine un multimètre analogique ou numérique.

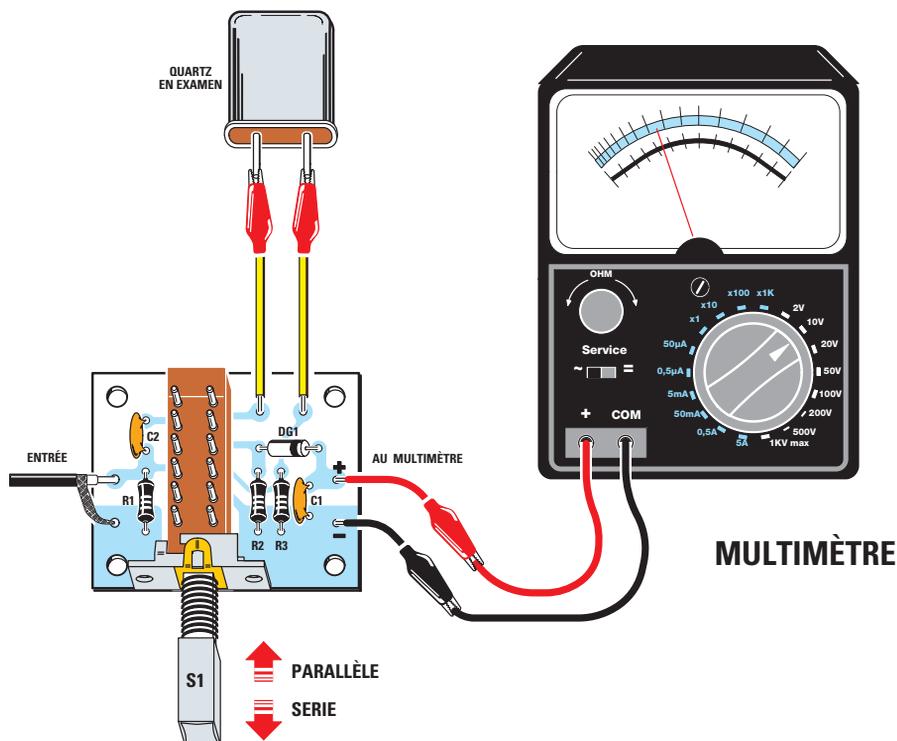
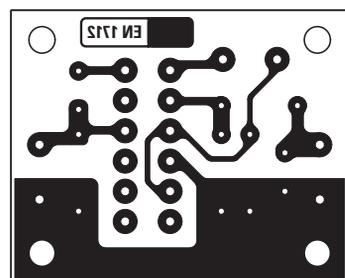


Figure 9a : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de la petite platine EN1712.

le soulignage revient sur le **premier 0** de droite (voir figure 15), puis sur le **second 0** et enfin sur le **troisième 0** (figure 17) ;

– quand vous avez atteint la valeur de la **fréquence** de la **résonance parallèle**, soit **9 044 100 Hz** (Tableau 2), vous obtenez en sortie une **tension** d'environ **14 V** ;

– si vous pressez la touche **+** vous dépassez la valeur de la **fréquence** de la **résonance parallèle** ; vous pouvez redescendre en pressant la touche **-**.

En exécutant cette opération vous **ne** devez jamais **maintenir** pressé les touches touches **+/-**, si vous ne voulez pas que la fréquence varie très **rapidement**.

– si en pressant la touche **\*** le soulignage se déplace plus que prévu vers la gauche, sachant que vous ne pouvez pas revenir **en arrière** vous devez presser la touche **\*** jusqu'à souligner le dernier chiffre de gauche ; puis continuer jusqu'à souligner le **premier 0**, puis souligner le **second 0**, puis le **troisième 0**, etc.

### Mesurer la résonance parallèle de la fréquence overtone

Quand vous avez trouvé la **fréquence fondamentale** du quartz, cherchez sa

**fréquence overtone** qui est normalement de **27 120 000 Hz** :

– comme le montre le **Tableau 2** en page 5, puisque la tension ne dépasse pas **3 V CC**, réglez le **multimètre analogique** sur le calibre **3 V** fond d'échelle :

– allumez le **Générateur DDS**, puis tapez au clavier la **fréquence overtone** qui est de **27 120 000 Hz** (voir figure 18) :

– ceci fait, pressez maintenant la touche **#** et vous voyez alors s'afficher à droite du nombre **27 120 000 Hz** le symbole **>** (voir figure 19) :

– pressez la touche **\*** et le **0** de droite est souligné (voir figure 20) ; sachant qu'on n'a à modifier que les **centaines** de Hz (voir **Tableau 2**), pressez la touche **\*** jusqu'à ce que souligner le **troisième 0** (figure 21) ;

– maintenant pressez la touche **+** et vous voyez que la fréquence augmente de **100 Hz**, s'affichent alors les nombres **27 120 100 - 27 120 200**, etc. (voir figure 22), poursuivez jusqu'à ce que l'aiguille du **multimètre** dévie vers le **fond d'échelle** ;

– quand vous avez atteint la valeur de sa **résonance parallèle**, soit environ **27 120 600 Hz** (voir le **Tableau 2**), le multimètre indique une tension d'environ **3 V** ;

– notez bien les valeurs de la **fréquence fondamentale** et de la **fréquence overtone** sur une feuille de papier. Elles vous serviront pour trouver ensuite les valeurs des **fréquences** de la **résonance série**.

### Mesurer la résonance série de la fréquence fondamentale

Quand vous avez trouvé la valeur de la **fréquence** de la **résonance parallèle**, vous devez chercher la valeur de la fréquence de la **résonance série**. Puisque vous savez que le quartz de **27 120 000 Hz** est un **overtone** en troisième harmonique, sa **fréquence fondamentale** est de :

**9 040 000 Hz**

Pressez **S1** de manière à le mettre en position extérieure (voir figure 12), le circuit est ainsi réglé pour mesurer la **fréquence** du quartz en **résonance série**, puis procédez comme suit ;

– allumez le **Générateur DDS** et sachant que la **fréquence fondamentale** de sa **résonance parallèle** est égale à la valeur de **9 040 000 Hz** (voir **Tableau 2**), tapez sur le **clavier** ce numéro ;

– reliez aux fils "au multimètre" les pointes de touche d'un **multimètre analogique** réglé sur le calibre **1 V CC** fond d'échelle ;

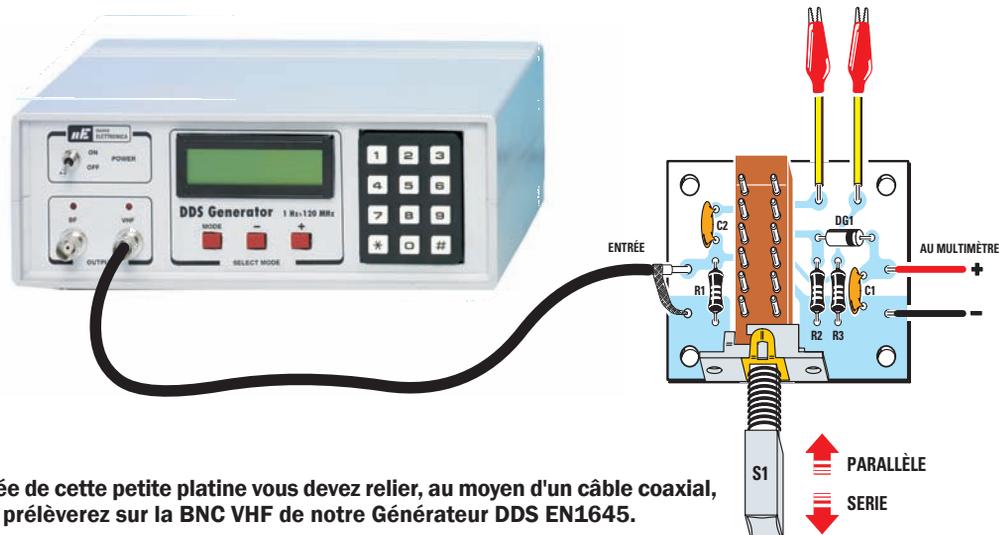


Figure 10 : À l'entrée de cette petite platine vous devez relier, au moyen d'un câble coaxial, le signal que vous prélèverez sur la BNC VHF de notre Générateur DDS EN1645.

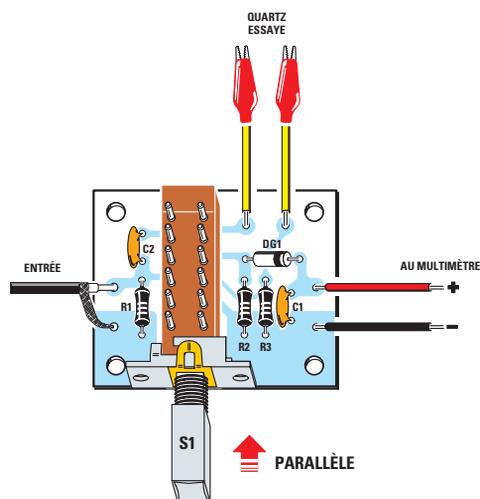


Figure 11 : Pour mesurer la fréquence de résonance parallèle d'un quartz vous devez presser le bouton du commutateur S1 vers l'intérieur.

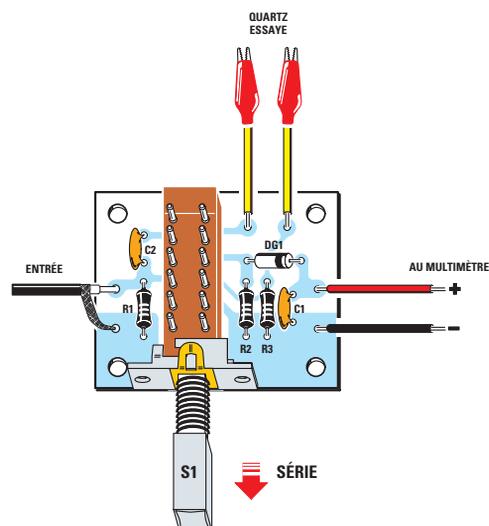


Figure 12 : Pour mesurer la fréquence de résonance série d'un quartz vous devez presser le bouton du commutateur S1 vers l'extérieur.

– tapez sur la touche # et vous voyez s'afficher à droite de Hz le symbole de confirmation > (voir figure 24). Vous voyez s'allumer les LED situées sous la prise BNC de sortie VHF. Rappelons à nouveau que si vous ne pressez pas la touche # du Générateur DDS il n'en sortira aucun signal :

– pressez la touche \* en bas à gauche du clavier, de façon à souligner le 0 de droite (figure 25). Puisque vous devez d'abord modifier les milliers de Hz, pressez la touche \* jusqu'à ce que le quatrième chiffre soit souligné (voir figure 26) ;

– puisque la fréquence de la **résonance série** est toujours inférieure à la fréquence de la **résonance parallèle**,

pressez la touche – de manière à faire **descendre** la fréquence de **1 000 Hz**. Quand la **fréquence de la résonance série**, soit **9.039.900 Hz**, est atteinte, l'aiguille du multimètre indique **1,0 V** :

– pour réaliser un accord plus précis sur la **fréquence de résonance série**, vous devez presser la touche \* jusqu'à ce que le **troisième 0** à partir de la droite soit souligné ; vous pouvez alors modifier la fréquence en +/- de **100 Hz**, puis quand le nombre **9.039.900** est atteint, le multimètre indique environ **1,2 V** ;

– si en pressant la touche \* le soulignage se déplace trop à gauche, il **n'est pas** possible alors de retourner en arrière. vous devez continuer à

presser jusqu'à arriver au soulignage du dernier chiffre de gauche puis continuer de façon à souligner le premier 0 de droite.

### Mesurer la résonance série de la fréquence overtone

Quand vous avez trouvé la **fréquence fondamentale**, vous pouvez chercher la **fréquence overtone** qui a une valeur de **27 120 000 Hz** ;

– comme le montre le **Tableau 2**, puisque la tension ne dépasse pas **1,5 V CC**, réglez le multimètre sur le calibre **3 V** ;

– le **Générateur DDS** étant allumé,

## RÉSONANCE PARALLÈLE de la FRÉQUENCE FONDAMENTALE



Figure 13 : Comme la fréquence fondamentale d'un quartz de 27 120 000 Hz en troisième harmonique est de 9 040 000 Hz, vous devez taper ce nombre au clavier.



Figure 14 : Après avoir tapé le nombre 9 040 000, pressez la touche # et tout de suite vous verrez s'afficher à droite de Hz le symbole de confirmation >.



Figure 15 : Pressez maintenant la touche \* et vous soulignerez ainsi le premier 0 de droite, ce qui indique qu'en pressant la touche + on ne modifie que les unités des Hz.



Figure 16 : Comme le montre le Tableau 2, puisque vous devez modifier les milliers de Hz, pressez la touche \* jusqu'à positionner le signe - sous le quatrième chiffre.



Figure 17 : Quand le nombre 9.044.000 est obtenu, pour avoir une précision supérieure il est nécessaire de modifier les centaines de Hz, en effet l'accord exact est sur 9.044.100 Hz.

## RÉSONANCE PARALLÈLE de la FRÉQUENCE OVERTONE



Figure 18 : Comme la fréquence overtone d'un quartz de 27 120 000 Hz en troisième harmonique est exactement cette valeur, vous devez taper sur le clavier le nombre 27.120.000.



Figure 19 : Après avoir tapé le nombre, pressez la touche # et tout de suite vous verrez s'afficher à droite de Hz le symbole de confirmation signalant qu'on a à la sortie la fréquence demandée.



Figure 20 : Pressez maintenant la touche \* et vous soulignerez ainsi le premier 0 de droite, ce qui indique qu'en pressant la touche + on ne modifie que les unités des Hz.



Figure 21 : Comme le montre le Tableau 2, puisque vous ne devez que modifier les centaines de Hz, pressez la touche \* jusqu'à positionner le signe - sous le troisième chiffre à partir de la droite.



Figure 22 : Si vous pressez la touche + quand le nombre 27.120.600 est atteint, le multimètre indique une tension d'environ 3 V (voir Tableau 2).

## RÉSONANCE SÉRIE de la FRÉQUENCE FONDAMENTALE



Figure 23 : Pour trouver la fréquence de la résonance série d'un quartz de 27 120 000 Hz en troisième harmonique, vous devez toujours taper la fréquence fondamentale de 9 040 000 Hz.



Figure 24 : Après avoir tapé le nombre 9 040 000, pressez la touche # et tout de suite vous verrez s'afficher à droite de Hz le symbole de confirmation > signalant qu'on a cette fréquence sur la BNC.



Figure 25 : Pressez maintenant la touche \* et vous soulignerez ainsi le premier 0 de droite, ce qui indique qu'en pressant la touche + on ne modifie que les unités des Hz.



Figure 26 : Comme le montre le Tableau 2, puisque vous devez modifier les milliers de Hz, pressez la touche \* jusqu'à positionner le signe - sous le quatrième chiffre.



Figure 27 : Quand le nombre 9.044.000 est obtenu, pour avoir une précision supérieure il est nécessaire de modifier les centaines de Hz, en effet l'accord exact est sur 9.039.900 Hz.

## RÉSONANCE SÉRIE de la FRÉQUENCE OVERTONE



Figure 28 : Comme la fréquence overtone d'un quartz de 27 120 000 Hz en troisième harmonique est exactement la valeur marquée sur le boîtier du quartz, vous devez taper sur le clavier le nombre 27.120.000.



Figure 29 : Après avoir tapé ce nombre, pressez la touche # et tout de suite vous verrez s'afficher à droite de Hz le symbole > de confirmation signalant qu'on a à la sortie la fréquence tapée.



Figure 30 : Pressez maintenant la touche \* et vous soulignerez ainsi le premier 0 de droite, ce qui indique qu'en pressant la touche - on ne modifie que les unités des Hz.



Figure 31 : Puisque vous devez modifier les centaines de Hz, pressez la touche \* jusqu'à souligner le troisième 0 puis la touche du signe - pour descendre en fréquence (voir figure suivante).



Figure 32 : Si vous pressez la touche - quand le nombre 27.119.500 est atteint, le multimètre indique une tension d'environ 1,2 V (voir Tableau 2).

sachant que la **fréquence overtone** est de **27 120 000 Hz**, tapez au **clavier** ce nombre (figure 28) ;

- ceci fait, pressez la touche **#** et vous voyez s'afficher à droite de **Hz** le symbole **>** (voir figure 29). Nous vous rappelons que si vous ne pressez pas la touche **#** du **Générateur DDS** il n'en sortira aucun signal ;

- pressez maintenant la touche **\*** située en bas à gauche sur le clavier et tout de suite vous verrez apparaître sous le premier **0** du nombre le signe **-** (voir figure 30). Comme nous n'avons à modifier que les **centaines de Hz** (voir **Tableau 2**), pressez la touche **\*** jusqu'à souligner le **troisième 0** (voir figure 31) ;

- pressez alors la touche **-** et vous voyez que la fréquence diminue de **100 Hz** et sur le LCD s'affiche **27.119.900 - 27.119.800**, etc, continuez jusqu'à ce que l'aiguille du **multimètre** dévie vers le maximum ;

- quand la fréquence de **résonance série**, soit **27 120 000 Hz** est atteinte (voir **Tableau 2**), le multimètre indique une **tension** d'environ **1,2 V**.

## Conclusion

Nous avons expliqué comment trouver la fréquence de **résonance série** et **parallèle** d'un quartz de **27 120 000 Hz** quand il s'agit d'un **overtone** en **troisième harmonique**, mais vous devrez suivre cette procédure également pour les quartz en fondamentale en **5e-7e harmoniques**.

Sachant que les lecteurs auront du mal à trouver des **quartz** en **fondamentale** ou des **overtone** en **3e-5e-7e harmoniques**, nous nous sommes assurés de leur disponibilité avec le reste du matériel auprès de nos annonceurs .

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce testeur de quartz **EN1716** ainsi que le générateur **BF-VHF DDS EN1645** est disponible chez certains de nos annonceurs.

Les typons des circuits imprimés sont téléchargeables à l'adresse suivante :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/109.zip> ◆

## Offre Spéciale

Valable jusque fin février 2010

réservée aux lecteurs d'Electronique et Loisirs

### Pont de mesure R-L-C



Offre Spéciale

55,90€ TTC 49,80€ TTC

R : 0,01 Ω à 40 MΩ / ±1,2%

L : 1 μH à 20 H / ±2%

C : 1 pF à 110 mF / ±3%

11.000 pts

- Changement de gamme auto en R et C
- Boîtier renforcé bi-matière
- Catégories EN : 61010-1 / CAT III 600V
- Livré avec **sacoche de rangement, cordons de mesure et pile**

Le pont R-L-C réf. : 5310.9101

### Testeur de conductivité



Offre Spéciale

58,90€ TTC 53,50€ TTC

Donne en micro-siemens (μS/cm) la teneur en sels dissous dans l'eau, facteur important dans l'entartrage et la corrosion des systèmes de traitement de l'eau.

- Gamme de mesure : 1990 μS/cm
- Résolution 10μS/cm • Précision : ±1%
- Correction de T° automatique
- Livré avec **capuchon de protection, piles et mode d'emploi**

Le testeur réf. : 5310.6516

### Mesureur de champ graphique 100MHz à 3GHz



Offre Spéciale

69,50€ TTC 59,50€ TTC

Pour évaluer la puissance des champs électriques RF rayonnés dans les environnements domestiques, en particulier en ce qui concerne la sécurité: radio (AM/FM, TDMA, GSM, DECT, CDMA, Wi-Fi), les téléphones portables, les caméras sans fil, les fours à micro-ondes, etc.

- Dynamique : 60dB
- Haute sensibilité : -55 à 0dBm
- Densité de rayonnement : 1,5μW/m<sup>2</sup> à 0,58W/m<sup>2</sup>

Le mesureur de champ réf. : 5310.8183-1

Autres analyseurs: WiFi, électromagnétique, etc. : voir notre catalogue 2010

### Pile 9V



5310.8600-9  
3,00€ TTC  
2,40€ TTC

### Boîtier, coffrets, racks...



TOUT le reste se trouve dans notre **NOUVEAU** catalogue 2010

**Selectronic**  
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

B.P 10050 - 59891 LILLE Cedex 9

Tél. : 0 328 550 328

Fax : 0 328 550 329

www.selectronic.fr



PARIS

11 place de la Nation

Tél. : 01.55.25.88.00

LILLE (Ronchin)

ZAC de l'orée du Golf

16, rue Jules Verne

59790 RONCHIN

Nos magasins

Coupon à retourner à : **Selectronic BP 10050 - 59891 LILLE Cedex 9**

OUI, je désire recevoir le **NOUVEAU "Catalogue Général 2010" Selectronic** à l'adresse suivante (ci-joint 12 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 8,00€ en chèque) :

Mr  Mme : ..... Prénom : .....

N° : ..... Rue : .....

Ville : ..... Code postal : ..... Tél. : .....

"Conformément à la loi informatique et libertés n° 78.17 du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant"

# Un jeu de lumières animées par les sons

Ce petit appareil réalise de multiples combinaisons de jeux de lumières à partir des sons environnants. Et si la pièce est aussi silencieuse qu'une salle de concert juste avant que le chef d'orchestre n'attaque le morceau, n'ayez crainte nous avons prévu cela aussi !



**N**ous sommes sûrs qu'au moins un lecteur, en lisant le sommaire, a pensé «et voilà le énième jeu de lumières, quelle imagination ! Bravo Électronique Loisirs Magazine». En effet, nous aussi quand nous avons pensé à un **jeu de lumières** nous nous sommes rendu compte que trouver quelque chose d'original était quasi impossible.

Mais le «quasi» nous laissait une chance et nous l'avons risquée. Le résultat est un **dispositif** véritablement **original**. D'ailleurs vous allez en juger par vous-même. Et en plus notre réalisation **ne se limite pas** pas aux seules fêtes de fin d'année.

Cette fois nous partons du **son** pour obtenir un générateur de lumières ; ces dernières s'allument et s'éteignent à l'infini dans des combinaisons différentes. La nouveauté consiste dans le fait que le circuit n'a pas besoin d'être relié à une chaîne stéréo, parce qu'un **microphone** capte directement dans l'environnement sonore les sons et les bruits servant à moduler les quatre canaux de sortie.

Sans oublier les bals, les discothèques et les fêtes dansantes, qui sont les atmosphères où musique et lumières trouvent une naturelle collaboration. Notre dispositif pourra être utilisé en de multiples occasions, dans les soirées publiques ou privées, amicales ou familiales, etc.

On peut relier à la sortie de chacun des quatre canaux des **ampoules à filament** secteur **230 V** ou bien des **rampes** de plusieurs ampoules montées en série, pourvu que la **tension totale** soit toujours de **230 V**. Dans tous les cas la puissance maximale totale sur chaque canal ne devra pas dépasser **150 W**. Si vous préférez une atmosphère raffinée, utilisez les ampoules normales **transparentes** ; si vous voulez créer un climat de fête, prenez plutôt des ampoules **colorées** de différentes teintes et l'ambiance sera bien plus «chaude». Dans tous les cas le bruit de fond déterminera «l'intermittence» des lumières, lesquelles auront l'air de bouger en rythme. Vous aurez avec cet appareil un jeu de lumières dans lequel les **stimuli lumineux** et **auditifs** s'intègrent et se complètent pour vous communiquer de nouvelles sensations agréables.

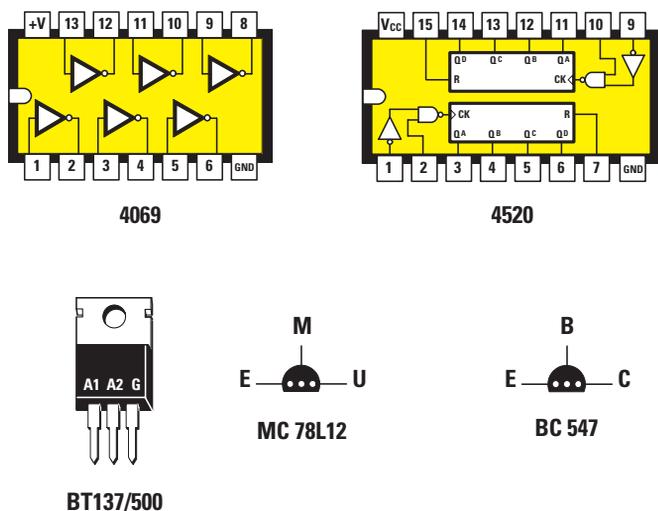


Figure 1 : brochages des circuits intégrés C/Mos 4069 et 4520 vus de dessus ; du triac vu de face ; ceux du transistor BC547 et du régulateur MC78L12 sont vus de dessous.

Si ensuite vous ne voulez plus donner de la « couleur » à ce que vous écoutez, un simple inverseur vous permettra d'exclure le microphone et d'insérer à la place un **oscillateur basse fréquence** lequel, produisant des fréquences qui travaillent à cadence fixe, allumera et éteindra les ampoules reliées aux sorties.

## Le schéma électrique

Le signal audio, capté par la capsule microphonique préamplifiée alimentée à travers les résistances **R1-R2** (voir **MICRO** figure 2), est appliqué à deux autres étages d'amplification basse fréquence constitués de deux portes inverseuses contenues à l'intérieur d'un **C/Mos 4069 IC1/A-IC1/B**. Même si le circuit intégré **4069** est un circuit intégré « numérique », dans beaucoup d'applications élémentaires il se prête fort bien au montage comme simple préamplificateur basse fréquence ; bien sûr ce n'est pas un circuit intégré Hi-Fi, mais il convient parfaitement pour le présent montage.

Il faut toutefois en linéariser le comportement à travers une **résistance de contre-réaction** (voir les résistances **R4-R5**) de manière à porter la sortie de l'inverseur à une différence de potentiel continue égale à environ la moitié de la tension d'alimentation, afin d'avoir un peu d'excursion en + ou en - par rapport à cette valeur une fois appliqué le signal à amplifier en entrée. La résistance **R3** détermine le gain de l'étage tout entier, ici il est d'environ **80 fois** ; le condensateur **C3** élimine

toute instabilité ou auto-oscillation indésirables, tandis que **C1** et **C4** sont des condensateurs de découplage de la tension continue présente à la sortie du microphone comme à celle du premier inverseur. Un inverseur (**S1**) insère un condensateur (voir **C5** entre la sortie de **IC1/B** et l'entrée de l'amplificateur et le tout devient un oscillateur normal basse fréquence (environ **60 Hz**), en mesure de piloter les étages suivants de manière autonome (à cadence fixe), en excluant le microphone. Nous verrons plus loin l'utilisation pratique de cette fonction.

Le signal du microphone une fois amplifié, l'étage suivant, composé des deux inverseurs **IC1/C-IC1/D**, formant un « trigger de Schmitt », transforme le signal en une **onde carrée**, pouvant être appliquée à l'entrée du double compteur binaire **IC2**, un autre **C/Mos 4520**. Le circuit intégré 4520 remplit dans notre cas la fonction toute simple de « **diviseur de fréquence** » du signal audio capté par le microphone.

Pour cela on utilise les deux étages (en effet le 4520 contient deux étages identiques, comme le montre le brochage de la figure 1), reliés en cascade de façon à obtenir un facteur de division plus élevé. Les **sorties** du premier étage, correspondant aux broches 3-5 (dans notre circuit les sorties correspondant aux broches 4-6 ne sont pas utilisées) et qui sont respectivement les sorties **divisé par 2** et par **8** du signal d'entrée, sont appliquées à travers deux diodes **DS1** et **DS3**, jouant le rôle de dérivateurs, à l'entrée (broche 9) du second étage diviseur présent dans le circuit intégré 4520.

## Liste des composants EN1696

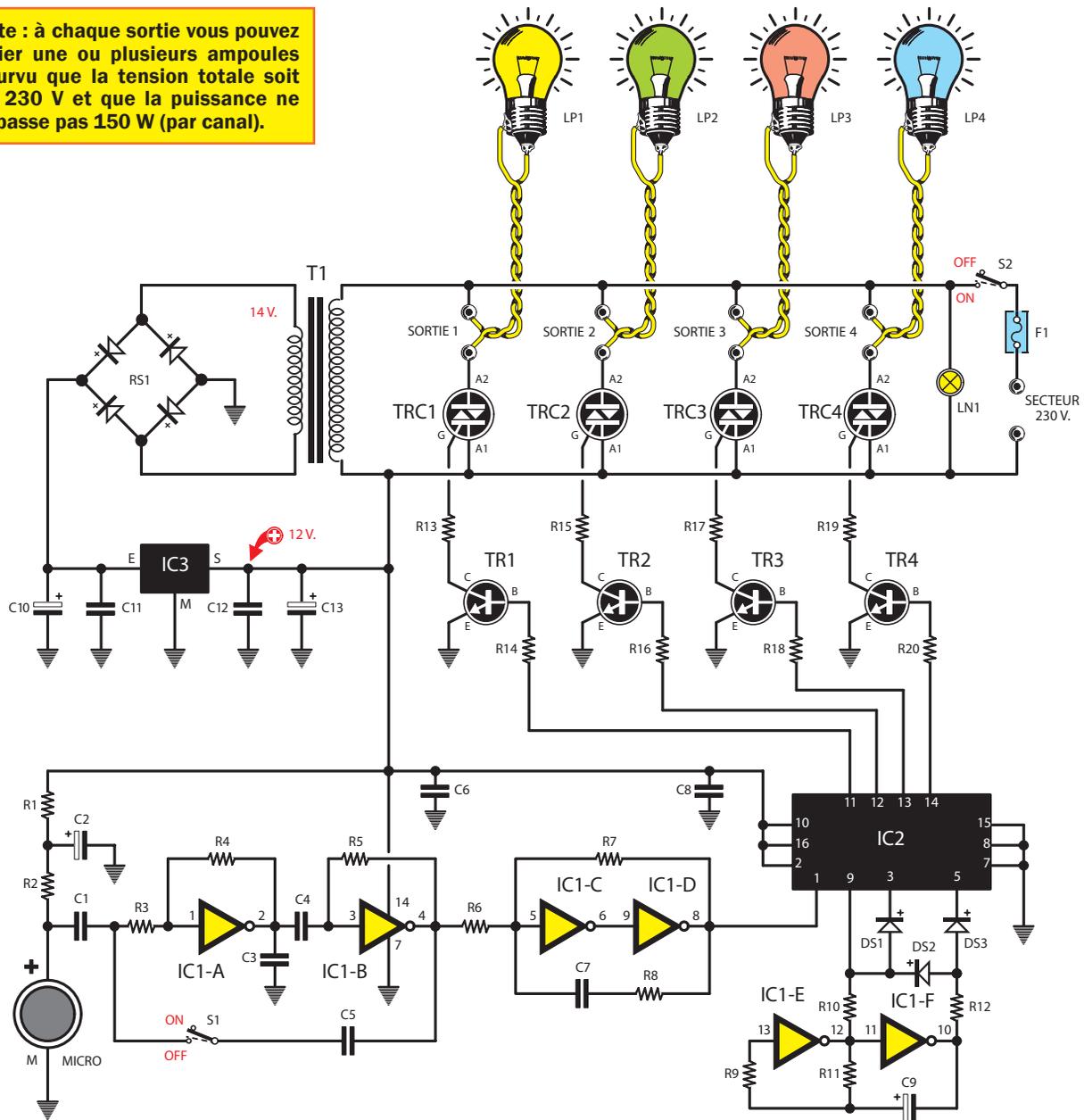
R1 ..... 1 k  
R2 ..... 10 k  
R3 ..... 10 k  
R4 ..... 330 k  
R5 ..... 330 k  
R6 ..... 330 k  
R7 ..... 4,7 M  
R8 ..... 10 k  
R9 ..... 1 M  
R10 ... 100 k  
R11 ... 330 k  
R12 ... 10 k  
R13 ... 1 k  
R14 ... 10 k  
R15 ... 1 k  
R16 ... 10 k  
R17 ... 1 k  
R18 ... 10 k  
R19 ... 1 k  
R20 ... 10 k

C1 ..... 47 nF polyester  
C2 ..... 10 µF électrolytique  
C3 ..... 1 nF polyester  
C4 ..... 47 nF polyester  
C5 ..... 100 nF polyester  
C6 ..... 100 nF polyester  
C7 ..... 22 pF céramique  
C8 ..... 100 nF polyester  
C9 ..... 10 µF électrolytique  
C10 ... 470 µF électrolytique  
C11 ... 100 nF polyester  
C12 ... 100 nF polyester  
C13 ... 100 µF électrolytique  
RS1 ... pont redresseur 100 V 1 A  
DS1 ... 1N4148  
DS2 ... 1N4148  
DS3 ... 1N4148  
TR1 ... NPN BC547  
TR2 ... NPN BC547  
TR3 ... NPN BC547  
TR4 ... NPN BC547  
TRC1 . triac BT137/500  
TRC2 . triac BT137/500  
TRC3 . triac BT137/500  
TRC4 . triac BT137/500  
IC1 .... C/Mos 4069  
IC2 .... C/Mos 4520  
IC3 .... MC78L12

T1 ..... transfo. 3 W 14-15 V 0,2 A  
(T003.01)  
F1 ..... fusible 2,5 A  
S1 ..... inverseur  
S2 ..... interrupteur  
MICRO capsule préamplifiée  
LP1-LP4 ampoules 230 V 150 W  
LN1 ... ampoule témoin 230 V

Note : toutes les résistances utilisées dans ce montage sont des 1/4 de W.

**Note :** à chaque sortie vous pouvez relier une ou plusieurs ampoules pourvu que la tension totale soit de 230 V et que la puissance ne dépasse pas 150 W (par canal).



**Figure 2 :** Schéma électrique du jeu de lumières EN1696. Tout le circuit est soumis à la tension du secteur 230 V, stabilisée à 12 V par le régulateur MC78L12, relié à un transformateur dont le secondaire fournit 14 V alternatif par l'intermédiaire d'un pont redresseur et de condensateurs de lissage. Quand l'inverseur S1 est ouvert (ON) le signal est capté par la capsule microphonique et il détermine la fréquence d'allumage et d'extinction des ampoules montées sur les sorties. Lorsque, en revanche, l'inverseur S1 est fermé (OFF) la fréquence est déterminée de manière autonome et à cadence fixe par un oscillateur basse fréquence (environ 60 Hz).

Le choix de la sortie à relier à l'entrée du second étage diviseur est effectué de manière cyclique toutes les **3 secondes** environ, grâce à l'étage oscillateur à très basse fréquence constitué par les deux portes inverseuses du circuit intégré 4069. Ainsi on obtient la variation automatique de la vitesse du jeu de lumières. Les entrées **clock/enable** (broches **2** et **10**) et **reset** (broches **7** et **15**) dont ce circuit intégré dispose ne sont pas utilisées ici et par conséquent il faut respectivement les connecter au **niveau logique 1** (+12 V) et au **niveau logique 0** (masse)

de manière à ne pas en influencer le fonctionnement normal.

Enfin, les **quatre sorties** du second diviseur (broches **11-12-13-14**) sont utilisées pour piloter les **gâchettes** des **triacs** de façon à pouvoir allumer des ampoules normales 230 V. Les quatre transistors NPN servent de «**buffer de courant**» parce que le faible courant disponible sur les sorties du 4520 ne permettent le pilotage direct des triacs. L'**alimentation** requise par ce montage est égale à **12 V continu** prélevé sur un

régulateur **78L12 (IC3)** associé à un petit transformateur à secondaire 14 V alternatif et à un pont redresseur, sans oublier les indispensables condensateurs de lissage.

**Note importante:** tout le circuit étant directement relié à la **tension du secteur 230 V**, vous ne devez toucher aucun des composants de la platine ou de la face avant et du panneau arrière, lorsque le cordon est branché sur le secteur 230 V. C'est pourquoi nous avons prévu d'installer ce montage dans un boîtier plastique.

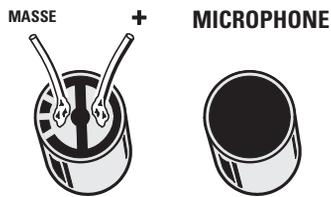


Figure 3 : Brochage de la capsule microphonique. Si votre capsule ne comporte pas de fils de sortie vous devez souder, comme le montre la figure, deux queues de composants ; puis repliez-les et soudez-les directement sur le circuit imprimé de telle manière que le micro soit tourné vers l'extérieur (voir figure 4a).

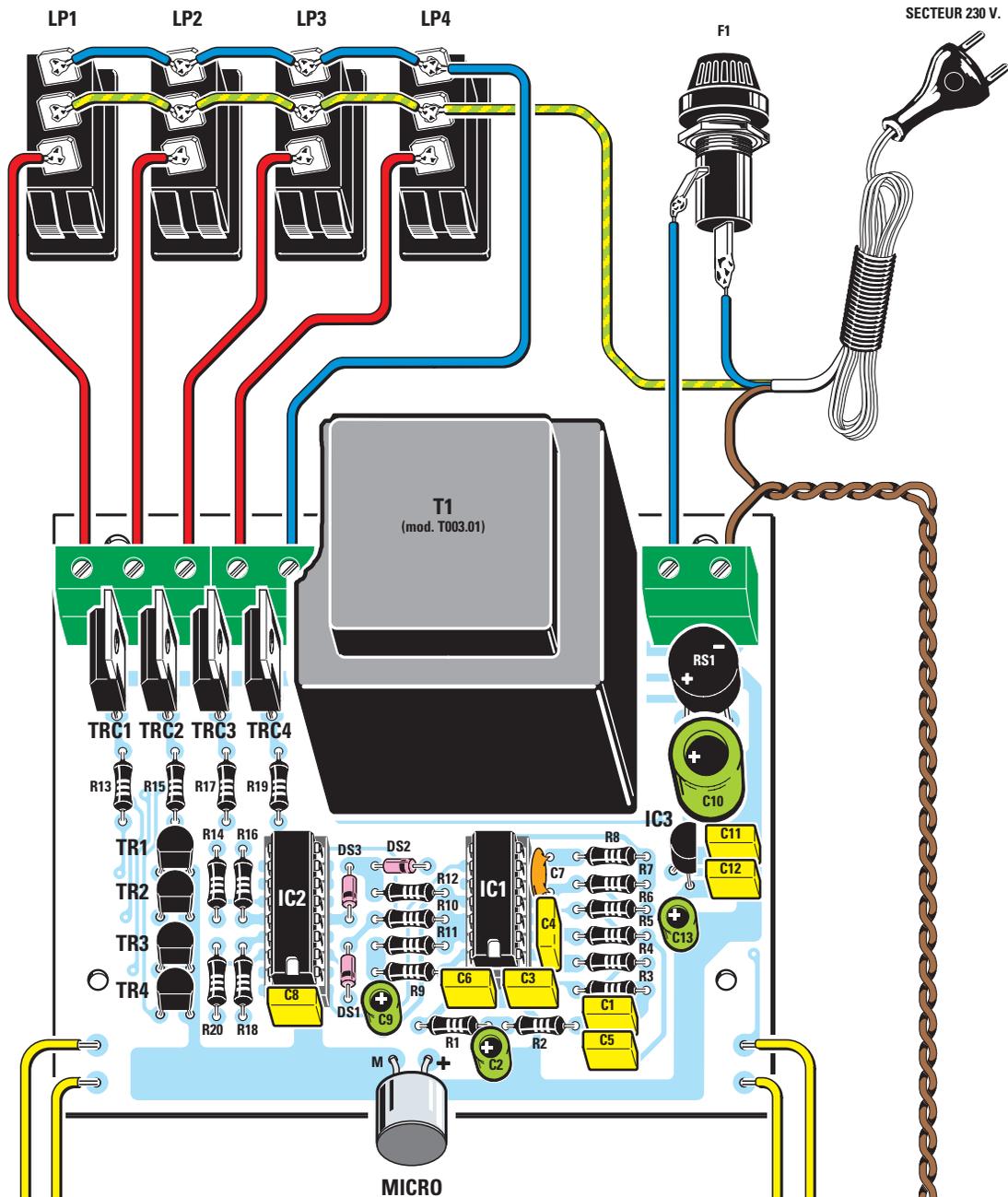
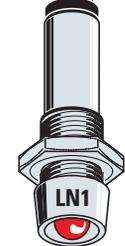


Figure 4a : Schéma d'implantation des composants de la platine EN1696. La réalisation de celle-ci ne présente aucune difficulté particulière mais, pour que tout fonctionne du premier coup, il est nécessaire d'insérer correctement les composants. Ne vous pressez donc pas trop (vous avez le temps, c'est un loisir, pas un travail à la chaîne) et contrôlez plusieurs fois la valeur des composants et, s'ils sont polarisés, leur orientation.



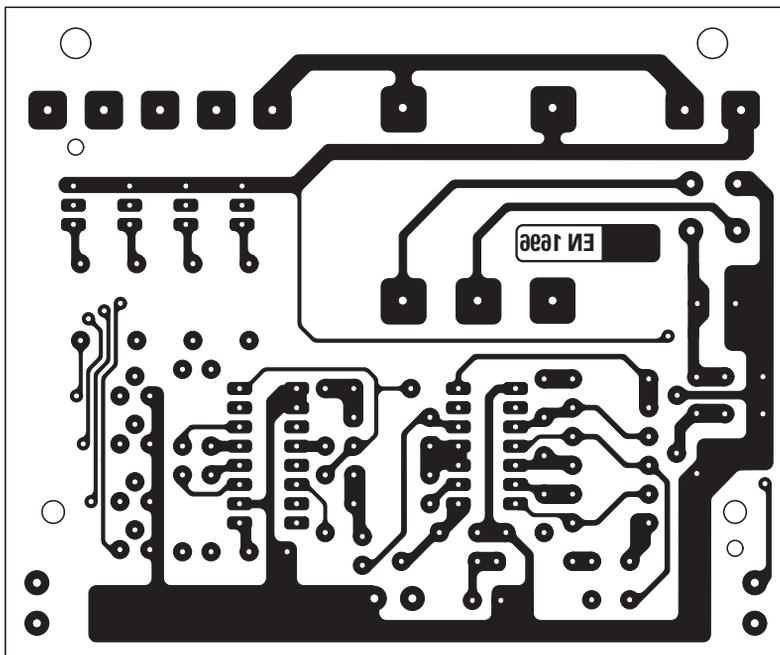


Figure 4b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine EN1696, côté soudures.

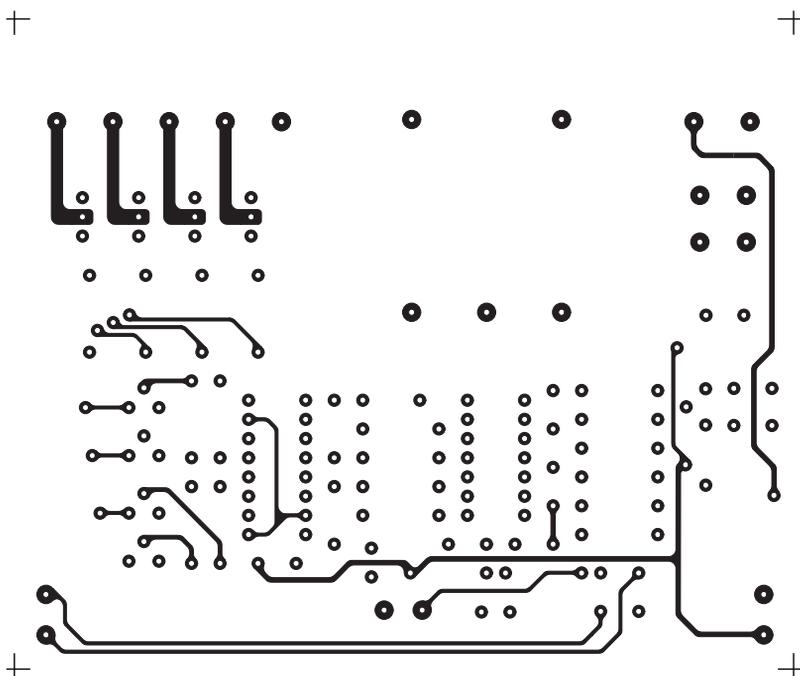


Figure 4b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine EN1696, côté composants.

Montez d'abord les composants à bas profil, comme les résistances et les diodes (insérez, retournez la platine, soudez, coupez) ; puis le condensateur céramique, les condensateurs polyester et les petits électrolytiques (idem) ; puis les transistors (méplats vers le bas) et le régulateur (méplat vers la droite). Ensuite les autres condensateurs électrolytiques et le pont RS1 (attention, le + vers C10) ; puis les quatre triacs (debouts, sans dissipateur et semelles métalliques tournées vers le transfo) et enfin les quatre picots, les trois borniers et la capsule microphonique (pour cette dernière voir la figure 3). Montez le transformateur en dernier (il tient par ses seules soudures au ci car il est de faible volume). Vérifiez très attentivement que vous n'avez interverti aucun composant et qu'aucun des polarisés (diodes, bagues vers le bas ou vers la droite, pont et électrolytiques) n'a été monté dans le mauvais sens. Vérifiez encore la qualité de toutes vos soudures. Vous pouvez maintenant insérer les deux circuits intégrés dans leurs supports, repères-détrompeurs en U vers la droite, vers C6-C3 pour IC1 et vers C8 pour IC2. Vous devez maintenant être en possession de quelque chose qui ressemble beaucoup à la figure 5 (centrage du micro mis à part). Ensuite vous pourrez procéder à l'installation dans le boîtier plastique et réaliser les interconnexions avec sa face avant et son panneau arrière.

### Le montage dans le boîtier

Fixez tout d'abord la platine au fond du boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé, dans le bon sens montré par la figure 6, au moyen de deux entretoises plastiques à bases autocollantes (au niveau des borniers, près du panneau arrière) et de deux vis autotaraudeuses (au niveau de la face avant).

Insérez et fixez sur la face avant, avec leurs écrous plats, le voyant LN1 et les deux interrupteurs S1-S2. Sur le panneau arrière insérez et fixez, dans les logements carrés déjà réalisés, les quatre inverseurs LP1-LP2-LP3-LP4 et, dans les deux trous ronds, le porte-fusible F1 et le passe-câble en caoutchouc du cordon secteur 230 V (enfilez ce dernier et faites un nœud à l'intérieur du boîtier). Voir figures 4a et 6. Interconnectez d'abord la face avant. Des deux picots de gauche, amenez deux fils gainés ordinaires, assez longs, à l'interrupteur S1 situé à droite en face avant. Du bornier de droite et du fil marron du cordon secteur, amenez une torsade à l'interrupteur S2. Des deux picots de droite, amenez deux fils gainés ordinaires, assez longs, au voyant LN1. Il vous reste à interconnecter le panneau arrière.

### La réalisation pratique

Pour réaliser ce jeu de lumières pour Noël EN1696, vous vous servirez des figures 4 à 6 et de la liste des composants figure 2. La platine à réaliser est un circuit double face à trous métallisés (figures 5 et 6). Vous n'aurez ensuite qu'à la fixer avec deux vis autotaraudeuses et deux entretoises autocollantes au fond du boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé (voir figure 6).

Réalisez le circuit imprimé double face à trous métallisés EN1696 dont les figures 4b-1 et 2 donnent les dessins à l'échelle 1:1. Ensuite, en vous aidant des figures 4a, 5 et 6, montez tous les composants. En premier, enfoncez et soudez les deux supports de circuits intégrés IC1 et IC2. Vérifiez bien ces premières soudures : elles doivent être impeccables, brillantes, sans excès de tinol, sans courts-circuits entre pistes ou pastilles ni faux contact entre broches et pastilles.

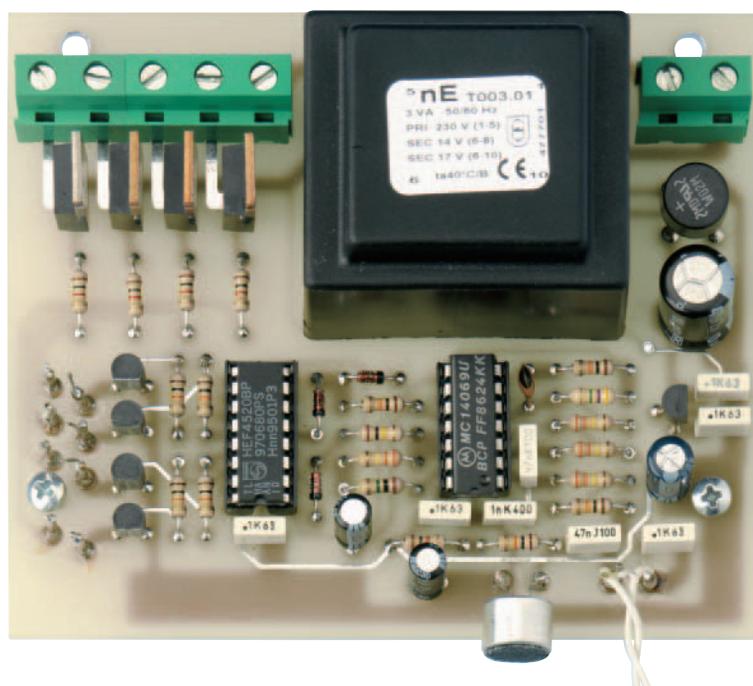


Figure 5 : Photo d'un des premiers prototypes d'essai de la platine ; le microphone est ici décentré vers la droite, sur le circuit imprimé définitif il est au centre.



Figure 6 : Photo d'un des premiers prototypes d'essai de la platine installée dans le boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé. Lors du montage des composants sur le circuit imprimé suivez plutôt le schéma d'implantation des composants de la figure 4.

Du bornier de droite amenez un fil à la cosse latérale du porte-fusible ; la cosse centrale de ce dernier est à souder au fil bleu du cordon secteur. Le fil vert/jaune de ce cordon secteur doit être soudé aux bornes centrales des quatre inverseurs LP1 à LP4 que vous n'oubliez pas de relier toutes entre elles. Du bornier central, amenez un fil (bleu sur le schéma figure 4a et sur la photo figure 6) aux bornes du haut des quatre inverseurs LP1 à LP4 que vous n'oubliez pas de relier toutes entre elles. De ce même bornier et du bornier de gauche, amenez quatre fils (rouges sur le schéma figure 4a et sur la figure 6) aux bornes du bas des quatre inverseurs LP1 à LP4. Pour interconnecter ces quatre inverseurs, utilisez du fil de même diamètre que les trois fils du cordon secteur, même chose pour les fils allant à S2 (0,75 mm<sup>2</sup> de section en principe). Ceux desservant la face avant peuvent être de petit diamètre. Si vous avez bien disposé le micro, comme le montrent les figures 3 et 5, la capsule doit se trouver derrière la grille de face avant prépercée à cet effet. Vérifiez bien plusieurs fois que vous n'avez commis aucune erreur (interversions ou inversions), en particulier au niveau des inverseurs LP1 à LP4, vous pouvez refermer le boîtier plastique et vous devez obtenir quelque chose ressemblant fort à la photo de première page. Sur le modèle définitif, le micro est bien au centre de la platine et de la face avant.

### Comment utiliser l'appareil

Sur chacune des quatre sorties de ce circuit, il est possible de relier des **ampoules 230 V AC** ou bien des **groupes de petites ampoules** dont la tension totale ne doit pas dépasser **230 V AC**. La **puissance maximale** que chaque sortie peut supporter est de **150 W**. Comme expliqué au paragraphe "Le schéma électrique", si on met l'inverseur **S1** en position **ON** (contact ouvert), la fréquence d'allumage et extinction des ampoules est déterminée par le signal capté par la capsule microphonique. Si vous désirez exclure le microphonique pour allumer et éteindre les ampoules montées à la sortie aux fréquences fixes produites par l'oscillateur basse fréquence, il faut placer l'inverseur **S1** sur **OFF** (contact fermé).

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette animation de Noël EN1696 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/109.zip>. ◆

L'ORIGINAL DEPUIS 1994

# PCB-POOL®

Beta LAYOUT

Email: [sales@pcb-pool.com](mailto:sales@pcb-pool.com)  
Appel Gratuit FR: 0800 90 33 30

## Spécialistes des circuits imprimés prototypes.

NOUVEAU

Délai rapide 24h

NOUVEAU

Support d'épaisseur 1.0mm désormais disponible

OFFERT!

Un pochoir pâte à braser CMS gratuit avec chaque commande "prototype"

[www.pcb-pool.com](http://www.pcb-pool.com)

## REFLOW-KIT®

Beta LAYOUT



Désormais disponible:

Outils et accessoires pour le câblage des circuits imprimés CMS

[www.reflow-kit.com](http://www.reflow-kit.com)

On accepte tous les formats suivants:



# Beta

LAYOUT

## VIDÉO-SURVEILLANCE SANS FIL AVEC 4 CAMÉRAS CMOS AVEC IR



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 CMOS couleur avec un transmetteur A/V 2,4 GHz et illuminateur IR - 1 récepteur 4 canaux A/V avec antenne - 1 télécommande infrarouge - 5 alimentations 12 Vdc / 500 mA. - 4 supports de fixation - 2 câbles A/V. **Caractéristique techniques** : caméra avec **transmetteur** A/V: - Élément sensible: CMOS 1/3" OMNIVISION PAL - Pixel total: 628 x 582 - Optique: f=3,6mm F2.0 - Angle: 92° - Synchronisation: interne - Sensibilité: 3 Lux / F1.2 - Résolution horizontale: 380 lignes TV - Balance des blancs : AWB - Gamme Balance des blancs: 3.200 à 10.000 °K - Contrôle de gain: AGC (automatique) - Rapport S/N vidéo: 48 dB min - rapidité obturateur électronique: 1/50 à 1/10.000 sec. - Fréquence de travail : 2400 à 2483 MHz - Tension d'alimentation: +12 Vdc - Puissance HF: 10 mW - Sortie vidéo: 1 (RCA jaune) 75 ohm, 1 Vpp - Sortie audio: 1 (RCA blanc) - Consommation: 110 mA (130 mA avec illuminateur) - Température de travail: -20 à +50 °C - Dimensions support inclus (mm): 55 L x 130 H x 55 P - Poids: 90 g - Portée indicative: 30 à 50 mètres - **Récepteur**: Nombre canaux: 4 - Fréquence de fonctionnement: 2400 à 2483 MHz - 2 sorties vidéo: 1 Vpp/75 ohm - 2 sorties audio: 2 Vpp (max) - Tension d'alimentation: 12 VDC - Consommation: 130 mA - Température de travail: -10°C / + 40 °C - Portée de la télécommande: 6/8 mètres - Dimension (mm): 120 L x 100 l x 30 h - Alimentation télécommande: 1 batterie au lithium (CR2025, inclus) - Poids: 150 g.

ER259.....Ensemble complet ~~269 €~~ 220 €

## ENREGISTREUR VIDÉO AVEC CAMÉRA INCORPORÉE ET MÉMOIRE 1 GB



Cet enregistreur vidéo couleur peut stocker dans sa mémoire Flash (1 Gb) jusqu'à 8000 images (qualité QVGA): Ce nombre varie en fonction de la résolution et de la compression choisie. Possibilité d'enregistrer en continu ou par déclenchement externe. Les images enregistrées peuvent être visualisées sur tous moniteurs ou téléviseurs. Alimentation par bloc secteur ou batteries. **Caractéristique techniques**: Capteur: CMOS 1/4" Optique: f 3,7 mm / F2.0 Sensibilité: 2 lux / F2.0 Pixels: VGA (640 x 480) - QVGA (320 x 240) Rapport S/N: 46 dB - Contrôle électronique du gain (AGC) - Contrôle automatique des blancs (AWB) - Sortie vidéo: 1 Vpp / 75 ohm (RCA) - Format Vidéo: PAL ou NTSC - O.S.D - Qualité d'enregistrement : VGA (640 x 480) - QVGA (320 x 240) - Consommation max: 2W - Durée batterie max. 6 H avec piles alcalines - Temps max. d'enregistrement : 1074 mn - Dim: 100 x 70 x 35,7 mm.

ENR1Gb..... 269 €

# COMELEC

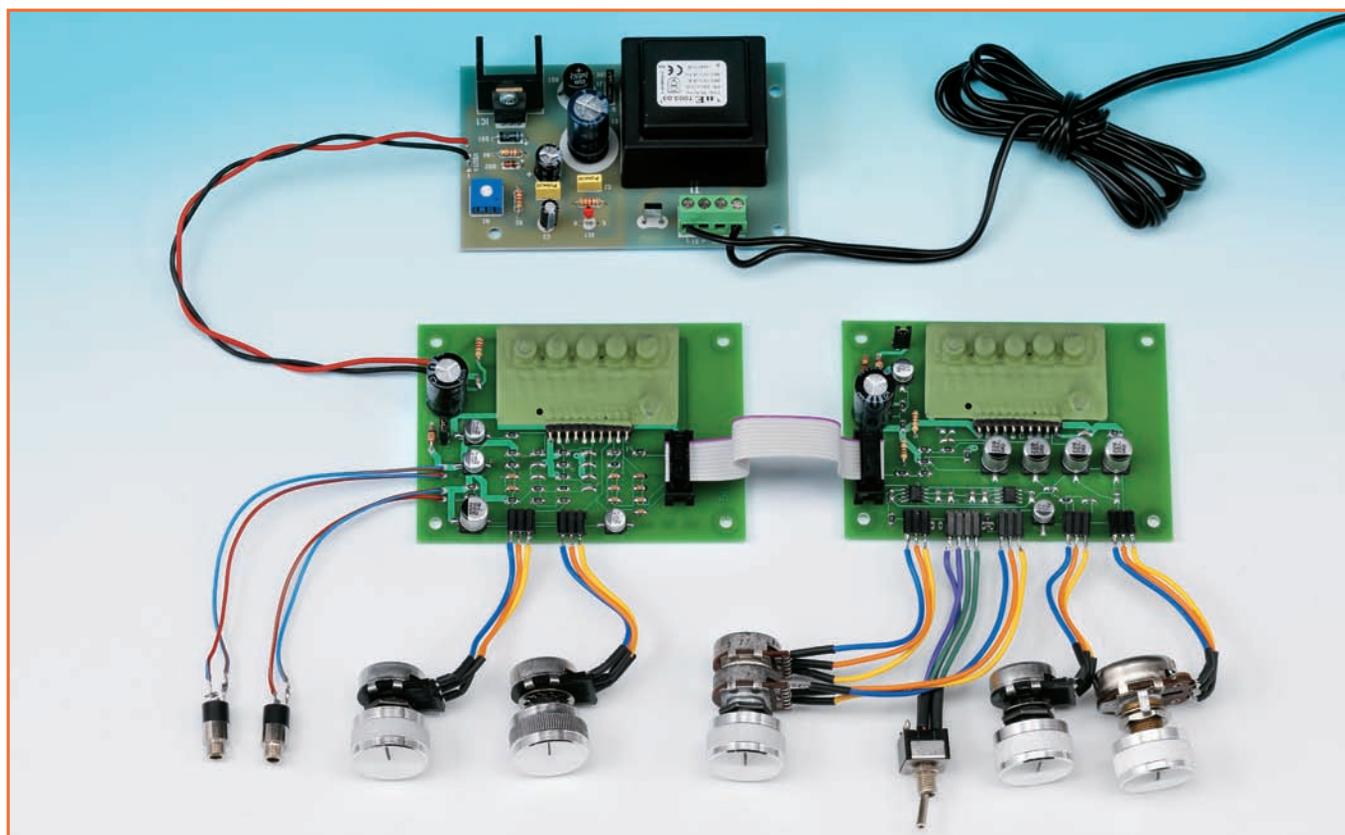
CD 908 - 13720 BELCODENE

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

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

# Filtre paramétrique à module JOP

Il vous est parfois arrivé de rester sur votre faim à l'écoute de votre chaîne Hi-Fi et de ne pas parvenir à améliorer la situation en jouant sur les contrôles à votre disposition. Dans la foulée de l'intérêt suscité par les deux applications précédentes du module JOP, nous vous proposons ce filtre paramétrique modulaire qui, nous en sommes certains, fera «un tabac» auprès des nombreux audiophiles qui nous suivent.



Dans les revues numéros **105** et **108** nous vous avons présenté le module **JOP** constitué entièrement de composants **Jfet** qui, comme les lampes, travaillent en pure **classe A** et qui partagent avec les tubes une **courbe** caractéristique produisant un son chaud typique. Nous en avons proposé deux applications intéressantes : les réalisations d'un **préamplificateur RIAA stéréo EN1706** et d'un **préamplificateur distorseur à PLL pour guitare EN1715**; tous deux ont remporté un vif succès auprès des passionnés de Hi-Fi. Nous en avons proposé deux applications intéressantes : les réalisations d'un préamplificateur RIAA stéréo EN1706 et d'un préamplificateur distorseur à PLL pour guitare EN1715 ; tous deux ont remporté un vif succès auprès des passionnés de Hi-Fi.

Aussi avons-nous pensé vous proposer cet hiver une nouvelle utilisation du JOP qui, appliqué à un circuit pour lequel

l'amplification est fondamentale, démontre toute sa valeur en rendant transparent et propre le travail d'augmentation ou d'atténuation des fréquences du spectre audio. En particulier, vous pourrez corriger n'importe quelle courbe de réponse en fréquence de votre chaîne Hi-Fi, les plus «tordues» comprises, ou bien «prélever dans l'orchestre» un instrument particulier qui vous intéresse, augmenter virtuellement la dimension de votre woofer, «raviver» les fréquences les plus aiguës du spectre audio si vous écoutez une source «ouatée», ou encore obtenir l'effet «phasing» comme en utilisent les DJ en discothèque. Le filtre est basé sur une platine universelle appelée «master» (maîtresse) et sur une ou plusieurs platines «slave» (esclave), une pour chaque bande paramétrique. Les platines «slave» sont reliées à la platine «master» et entre elles au moyen d'une chaîne de connexion réalisée avec des connecteurs «flat» et de la nappe multifilaire (voir photo de première page).

**Caractéristiques du Module JOP KM01.60**

**Brochage :**

barrette de 10 contacts dorés

Z in : 220 k

Z out : 3,9 k

**Gain :**

réglable de 60 dB à 85 dB environ\*

**Bande Passante :**

10 Hz – 40 MHz

**Bruit :**

2,4 nV (nanovolt) à 1 kHz

**Typologie :** chaque module contient deux blocs d'amplification en pure classe A, sans contre-réaction interne, indépendants et accessibles de l'extérieur. Les deux blocs peuvent également être montés en cascade (configuration typique). Chaque bloc ou les deux blocs en cascade peuvent être contre-réactionnés de l'extérieur comme s'il s'agissait d'un amplificateur opérationnel pour concevoir des filtres, contrôles de tonalité, amplificateurs à gain unitaire, etc. Le premier bloc d'amplification a un gain d'environ 34 dB, le second d'environ 26 dB, pour un gain total de 60 dB.

\* Si on met à la masse à travers un condensateur la broche 3, on augmente le gain du premier bloc d'environ 5 fois ; si on met également à la masse la broche 4 à travers un condensateur, on augmente le gain de 5 autres fois, ce qui donne ainsi 85 dB de gain total.

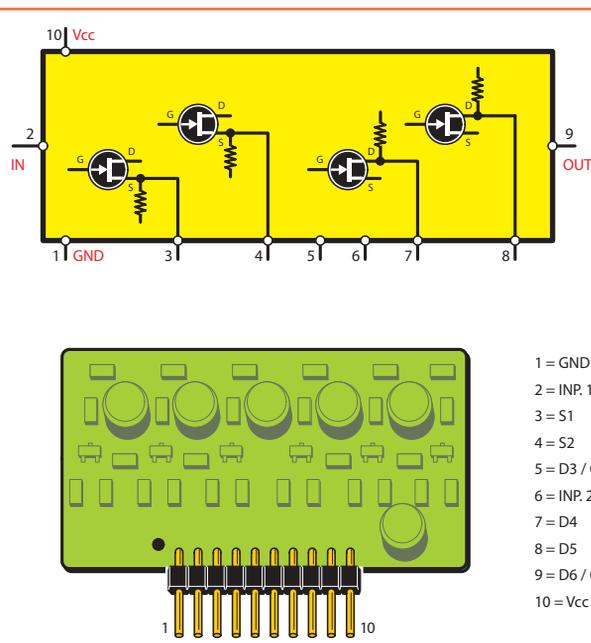
Comme il s'agit d'une application importante et dans un certain sens critique pour un audiophile normal, nous avons décidé de mettre à votre disposition les sous ensembles déjà montés et réglés, prêts à l'emploi : deux modules KM01.61 (platine «master») et KM01.62 (platine «slave»). Votre rôle à vous consistera à relier aux modules les potentiomètres, les inverseurs et les prises d'entrée/sortie. A la place des potentiomètres on peut utiliser des **trimmers** pour des applications fixes. L'audiophile, en revanche, s'il veut s'amuser à naviguer sur le spectre audio tout en écoutant ses standards de musique préférés, par exemple pour faire sortir de l'orchestre les trompettes qui l'intéressent, ou bien d'autres instruments, ou encore la voix d'une soliste ou d'un chœur, devra garder les potentiomètres.

S'agissant d'un montage dédié à une catégorie de lecteurs chevronnés et capable d'insérer le circuit à l'intérieur d'appareils existants, nous n'avons prévu aucun boîtier spécifique pour l'installer. Toutefois, si une telle demande de votre part se manifesterait en nombre suffisant, nous préparerions une **face avant d'une unité rack (1 U)**, avec des caractéristiques et une esthétique professionnelles, utilisable avec des boîtiers normalisés du commerce. Nous ne perdons pas de vue, en effet, qu'un rack professionnel peut atteindre des sommes dépassant largement le prix de ce kit audiophile ... ce qui serait un comble ! Le flacon plus onéreux que l'ivresse ! La figure 3 donne le schéma général des connexions et la figure 4 le schéma d'implantation des composants (mais, rappelons-le, les platines sont disponibles déjà montées).

Tableau 1	
tension	R1
25 V	150 ohms 1/2 W
26 V	220 ohms 1/2 W
27 V	270 ohms 1/2 W
28 V	330 ohms 1/2 W
29 V	390 ohms 1/2 W
30 V	390 ohms 1/2 W

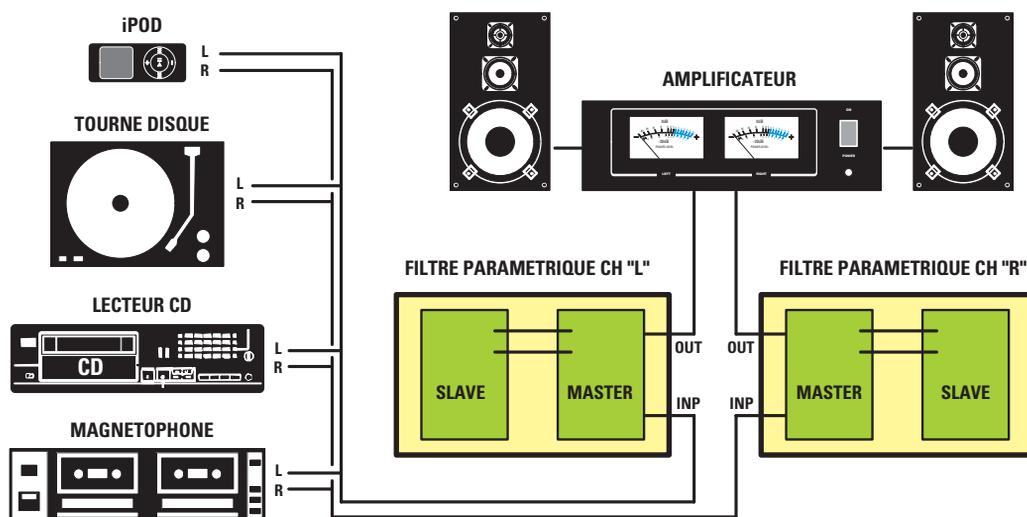
L'unique travail de soudure pour ce montage consistera à monter l'alimentation. L'alimentation n'est fournie qu'à la platine «master» **KM01.61** et elle atteint la platine «slave» **KM01.62** à travers la nappe et les connecteurs flat. L'alimentation est en **24 Vcc stabilisés**, ou bien en **27 Vcc** sous forme de **3 batteries de 9 V en série**, soit en effet un total de 27 V. Un cavalier et une résistance montés sur les deux platines «master» et «slave», **J1-R1**, permettent de choisir le mode d'alimentation.

Avec une alimentation stabilisée de **24 V** comme celle que nous vous proposons figure 5, le cavalier J1 est fermé pour activer une zener de 22 V située sur les platines. Et en voici l'explication : une alimentation stabilisée peut avoir encore un peu de «ripple» ou bruit de fond résiduel et J1 active une zener qui élimine cette ondulation résiduelle.



**Figure 1 : Schéma synoptique et brochage du module Jop. Ce module est entièrement constitué de composants Jfet qui, comme les lampes, travaillent en pure classe A et partagent avec les lampes une courbe de réponse caractéristique reconnaissable à un son chaud.**

- 1 = GND
  - 2 = INP. 1
  - 3 = S1
  - 4 = S2
  - 5 = D3 / OUT. 1
  - 6 = INP. 2
  - 7 = D4
  - 8 = D5
  - 9 = D6 / OUT. 2
  - 10 = Vcc
- BROCHE DE MASSE
  - ENTRÉE SIGNAL AU PREMIER ÉTAGE D'AMPLIFICATION (220 k)
  - BROCHE DE SOURCE D'UN JFET AMPLIFICATEUR
  - BROCHE DE SOURCE ET SORTIE DU PREMIER ÉTAGE AMPLIFICATEUR
  - BROCHE D'ALIMENTATION 18 / 24 V
  - BROCHE DE SOURCE D'UN JFET AMPLIFICATEUR
  - ENTRÉE SIGNAL AU SECOND ÉTAGE D'AMPLIFICATION (220 k)
  - BROCHE DE DRAIN D'UN JFET AMPLIFICATEUR
  - BROCHE DE DRAIN D'UN JFET AMPLIFICATEUR
  - BROCHE DE DRAIN ET SORTIE DU SECOND ÉTAGE AMPLIFICATEUR



**Figure 2 :** Ce dessin donne le schéma de connexion entre un amplificateur, le filtre paramétrique et les éventuels utilisateurs. Bien sûr, pour chaque application stéréo vous devrez vous servir d'un double filtre.

Si on se sert de **trois batteries rechargeables** (certaines ont désormais une grosse capacité, 700 mAh), la zener sera simplement exclue. En outre, si l'on veut insérer le filtre paramétrique à l'intérieur d'un autre appareil où sont disponibles des tensions différentes, il est nécessaire, non seulement de fermer **J1**, mais aussi de changer la valeur de **R1** en fonction du Tableau 1.

Nous l'avons dit, pour des applications fixes, à la place des potentiomètres on peut se servir de trimmers et à la place de **S1** on peut court-circuiter ou non les broches du connecteur dédié au changement de bande sur la platine "slave". Une fois réglée la réponse désirée, le paramétrique peut être inséré dans d'autres appareils. L'unique difficulté dans le cas d'une application fixe est que, un double trimmer n'étant pas disponible pour régler la fréquence, cette opération sera impossible. En effet, quand les deux trimmers auront été réglés à fond, il faudra pas à pas compter exactement le nombre de tours de chacun de telle manière qu'ils soient tous les deux dans la même position.

Un déséquilibre entre les deux valeurs de résistance peut en effet générer des effets gênants, voire des auto oscillations. La solution est d'utiliser un potentiomètre double au moment du réglage et, une fois la fréquence désirée atteinte, de mesurer avec un ohmmètre la valeur du potentiomètre et de le remplacer par des résistances.

Le filtre paramétrique professionnel modulaire que nous avons réalisé permet d'avoir un nombre de bandes à volonté de **1 à n** et rend de ce fait

possible de travailler conformément à nos exigences. Pratique, petit et compact, il peut être inséré facilement dans n'importe quel système et même directement à l'intérieur d'un amplificateur final ou d'un mélangeur (ceci n'étant au demeurant conseillé qu'à des électroniciens chevronnés). Par exemple, une seule bande peut déjà servir à combler les lacunes «dans les basses» de la réponse en amplification d'une sono de discothèque (généralement c'est là le point faible). Dans ce cas, en réglant le filtre pour une bande très étroite, soit pour le maximum de **Q** possible, sur les fréquences super-basses et en donnant quelques dB de plus, le son est rendu plus profond et l'effet simule des enceintes beaucoup plus grandes qu'en réalité, c'est-à-dire avec une réponse plus étendue vers le bas du spectre audio. Une seule bande peut aussi servir, avec un **Q modéré**, à atténuer un peu le centre de la gamme, afin de donner plus de relief aux extrémités de cette gamme.

Avec une chaîne ou une sono un peu «ouatée» on peut améliorer les choses en augmentant de quelques dB les «**super-aiguës**» vers **6 000 Hz - 12 000 Hz**. En mettant en œuvre deux bandes on peut effectuer en même temps les opérations qu'on vient de voir.

Généralement trois bandes paramétriques suffisent à couvrir la quasi totalité des exigences au moins en écoute finale. Dans un studio d'enregistrement, en revanche, où l'on pratique des opérations complexes de filtrage et de génération de sons individuels, on en veut toujours plus ! Mais ce ne sera pas un problème, car notre filtre paramétrique professionnel modulaire accepte «**n**» bandes (n tendant vers l'infini).

## L'alimentation

On l'a dit, pour alimenter ce filtre paramétrique vous pouvez utiliser une alimentation stabilisée en 24 V, comme celle que vous propose la figure 5. Il s'agit du circuit **EN1174**, un peu ancien mais hyper classique et sûr, se prêtant parfaitement à la présente application. Les seules modifications que nous avons dû lui apporter pour l'adapter à notre filtre paramétrique ont consisté à changer les valeurs des deux résistances **R1-R2** respectivement de **3,3 k** et **2,2 k** et le transformateur **T1** (modèle **T003.03**). Si vous adoptez ce type d'alimentation vous devrez fermer le cavalier **J1** pour activer la zener de **22 V** située sur la platine master **KM01.61**.

## La réalisation pratique

La réalisation pratique de cette alimentation, rebaptisée pour la circonstance **EN1174/24** ne présente aucune difficulté particulière et c'est pourquoi nous nous bornerons à vous fournir quelques brèves indications.

Pour réaliser cette alimentation, vous vous servirez des figures 5 (schéma électrique, liste des composants et photo de la platine), 6 (brochages) et 7a (schéma d'implantation des composants). Le circuit imprimé à réaliser (si vous préférez le faire vous-même) est un simple face. Réalisez-le (si vous avez fait ce choix) à l'aide du dessin à l'échelle 1:1 donné par la figure 7b.

Vous allez commencer, en vous aidant des figures, par monter les composants

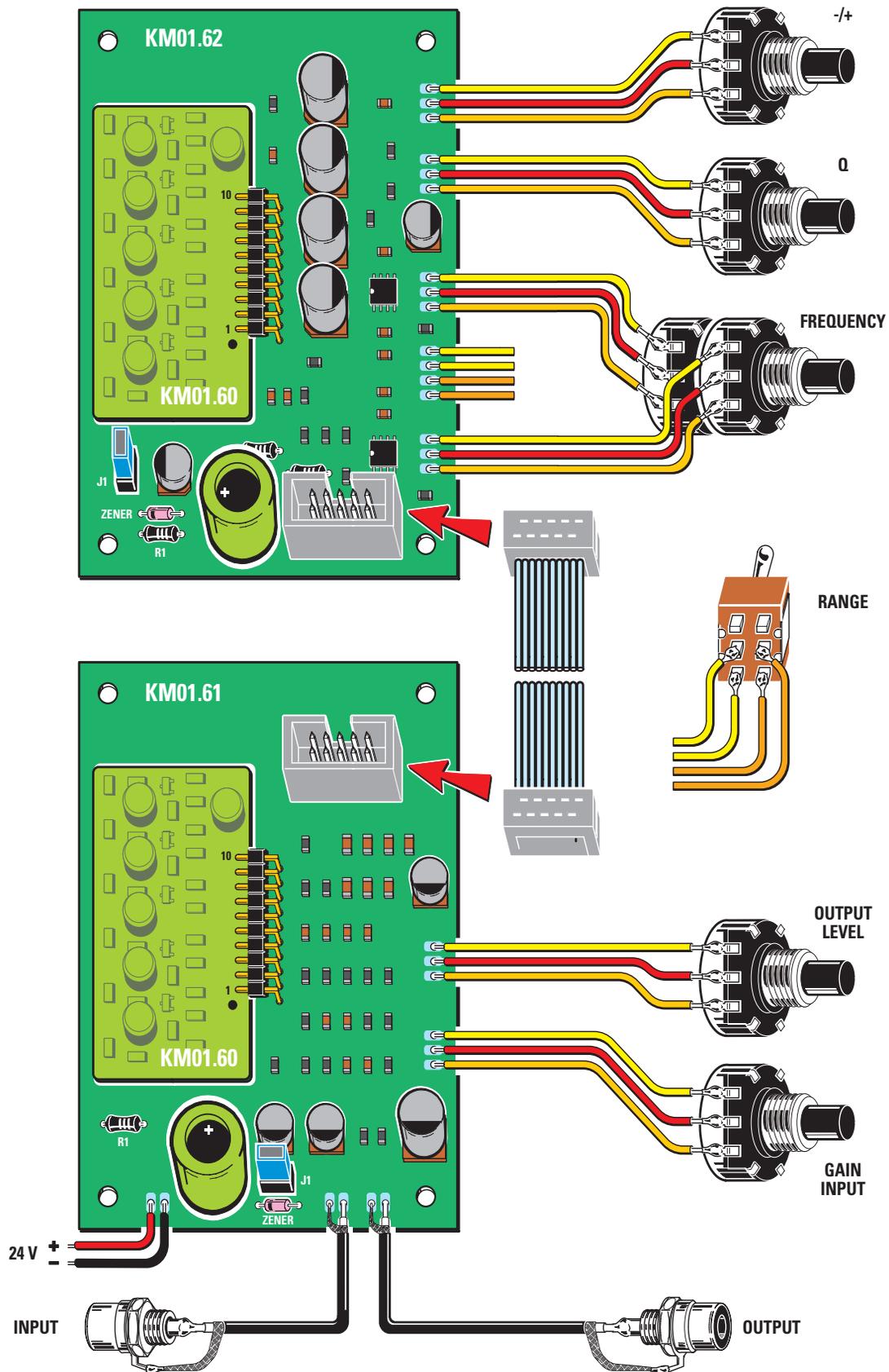


Figure 3 : Schéma de liaisons entre le module JOP, les potentiomètres, l'inverseur et les prises d'E/S.

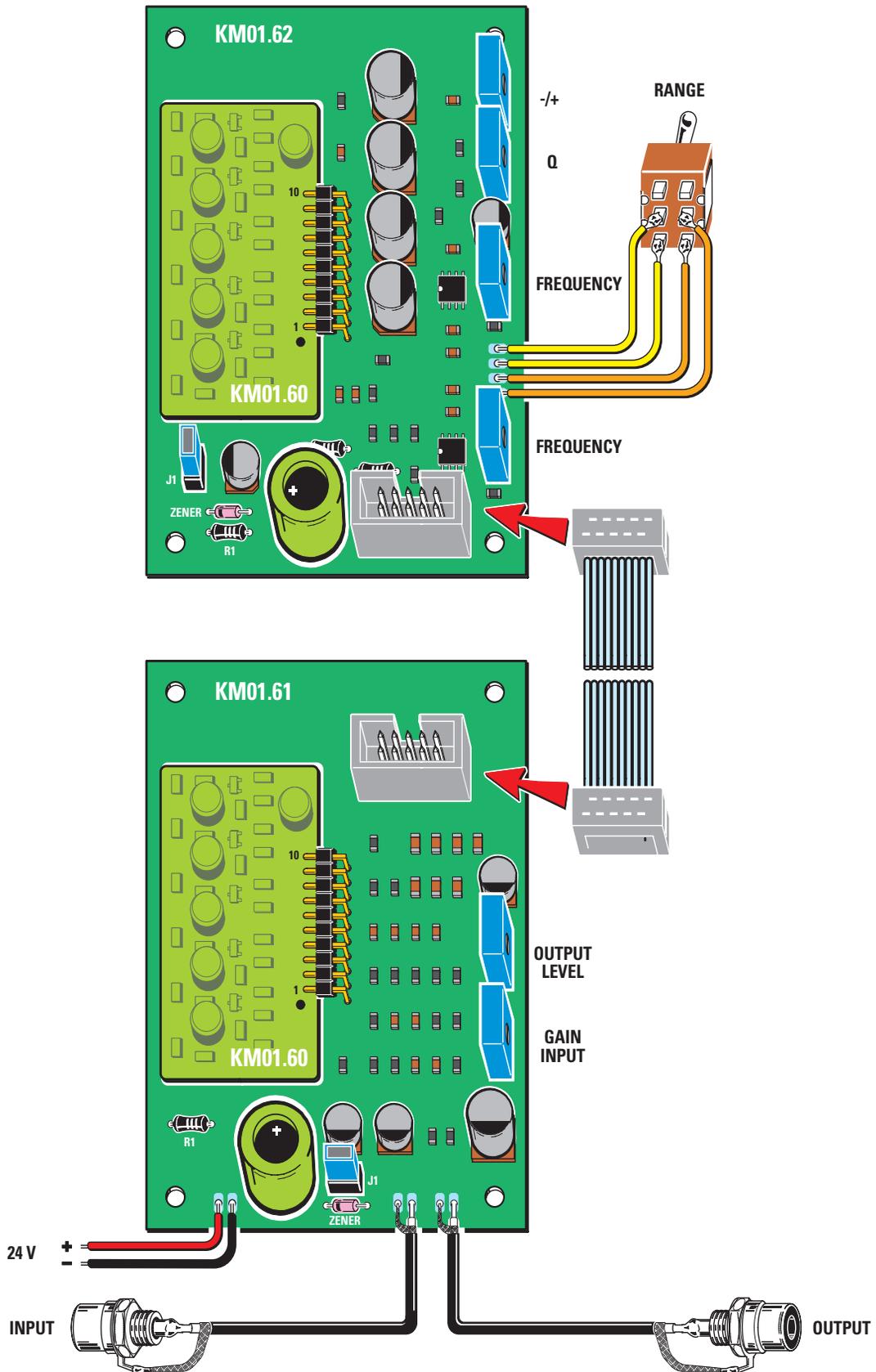


Figure 4 : Pour des applications fixes on peut remplacer les potentiomètres par des trimmers et à la place de l'interrupteur on peut court-circuiter les broches du connecteur à peigne destiné au changement de bande.

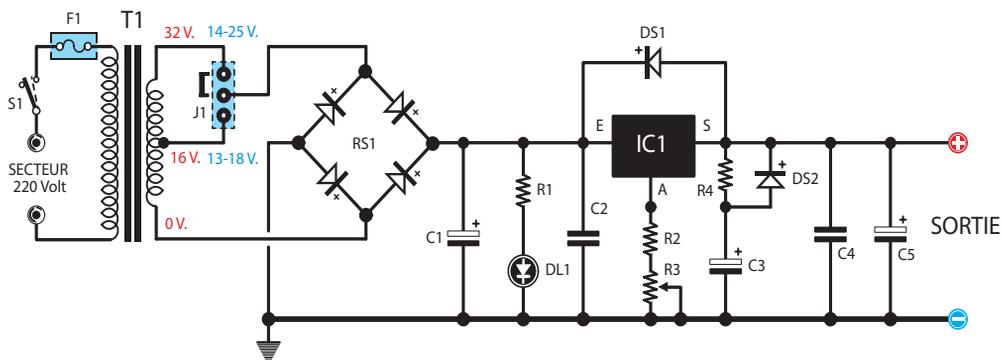
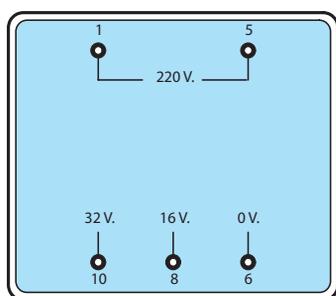


Figure 5 : Schéma électrique de l'étage d'alimentation EN1174/24. Pour adapter cette (déjà ancienne) alimentation aux nouvelles exigences, nous avons modifié les valeurs des résistances R1-R2 et remplacé le transformateur T1. Voyez ci-dessous la liste des composants mise à jour et la photo d'un prototype.



T003.03



LM 317



LED



### Liste des composants EN1174/24

- R1 = 3,3 k
- R2 = 2,2 k
- R3 = 2,2 k trimmer
- R4 = 220
- C1 = 1 000  $\mu$ F 50 V électrolytique
- C2 = 100 nF polyester
- C3 = 10  $\mu$ F 63 V électrolytique
- C4 = 100 nF polyester
- C5 = 100  $\mu$ F 35 V électrolytique
- DS1 = EM513 ou 1N4007
- DS2 = 1N4150
- RS1 = pont redresseur 100 V 1 A
- DL1 = LED
- IC1 = LM317
- F1 = fusible auto réarmable 145 mA
- T1 = transformateur 3 W secondaire 0-16-32 V 100 mA (T003.03)
- J1 = cavalier
- S1 = interrupteur



Figure 6 : Brochages vu de dessous du transformateur T003.03 et vus de face du régulateur LM317 et de la LED.

à bas profil, les trois résistances et les deux diodes (insérez, retournez la platine, soudez, coupez) ; puis les condensateurs polyesters et les petits électrolytiques, le pont redresseur **RS1**, le fusible auto réarmable **F1**, le cavalier **J1** et le trimmer **R3** (idem) ; enfin les moyens et gros électrolytiques, le régulateur **IC1** (après l'avoir fixé à son petit dissipateur), les deux picots de sortie et le bornier. Montez à la fin le transformateur, pas de souci, l'asymétrie de ses broches ne vous permet aucune hésitation à propos du sens d'insertion !

Il ne vous reste qu'à monter et souder les composants "périphériques", à savoir la LED **DL1**, les fils **R/N** d'alimentation des modules et à visser les fils allant à l'interrupteur **S1** et le cordon secteur 230 V.

Vérifiez très attentivement et plusieurs fois que vous n'avez interverti aucun composant et qu'aucun des polarisés (diodes, LED, pont, régulateur, électrolytiques) n'a été monté dans le mauvais sens. Ne vous trompez pas non plus dans les connexions du bornier à quatre pôles.

### Les courbes faibles en haute fidélité

Concluons cet article par quelques lignes d'approfondissement sur un aspect théorique concernant les filtres paramétriques, car elles sont susceptibles d'intéresser beaucoup de nos lecteurs. Le titre de ce paragraphe fait un peu penser à la physique des particules !

En fait, les **courbes faibles** sont un phénomène bien plus simple, même si depuis le début de la Hi-Fi elles ont dicté leur loi au marché de l'audio sans que nul ne s'en rende compte. Mais cherchons avant tout à donner une définition des **courbes faibles**. Une courbe faible est la **réponse en fréquence** d'un appareil **Hi-Fi** qui, comme il se doit, influe sur la réponse en fréquence de manière douce, par une augmentation ou une atténuation constante et régulière des fréquences aiguës ou basses d'une fraction de **dB** par octave (voir graphiques reproduisant la courbe constatée au cours de tests d'enceintes acoustiques). Une telle réponse est difficile à annuler dans le cas où l'on veut appliquer au système une courbe de réponse inverse, en utilisant des systèmes de

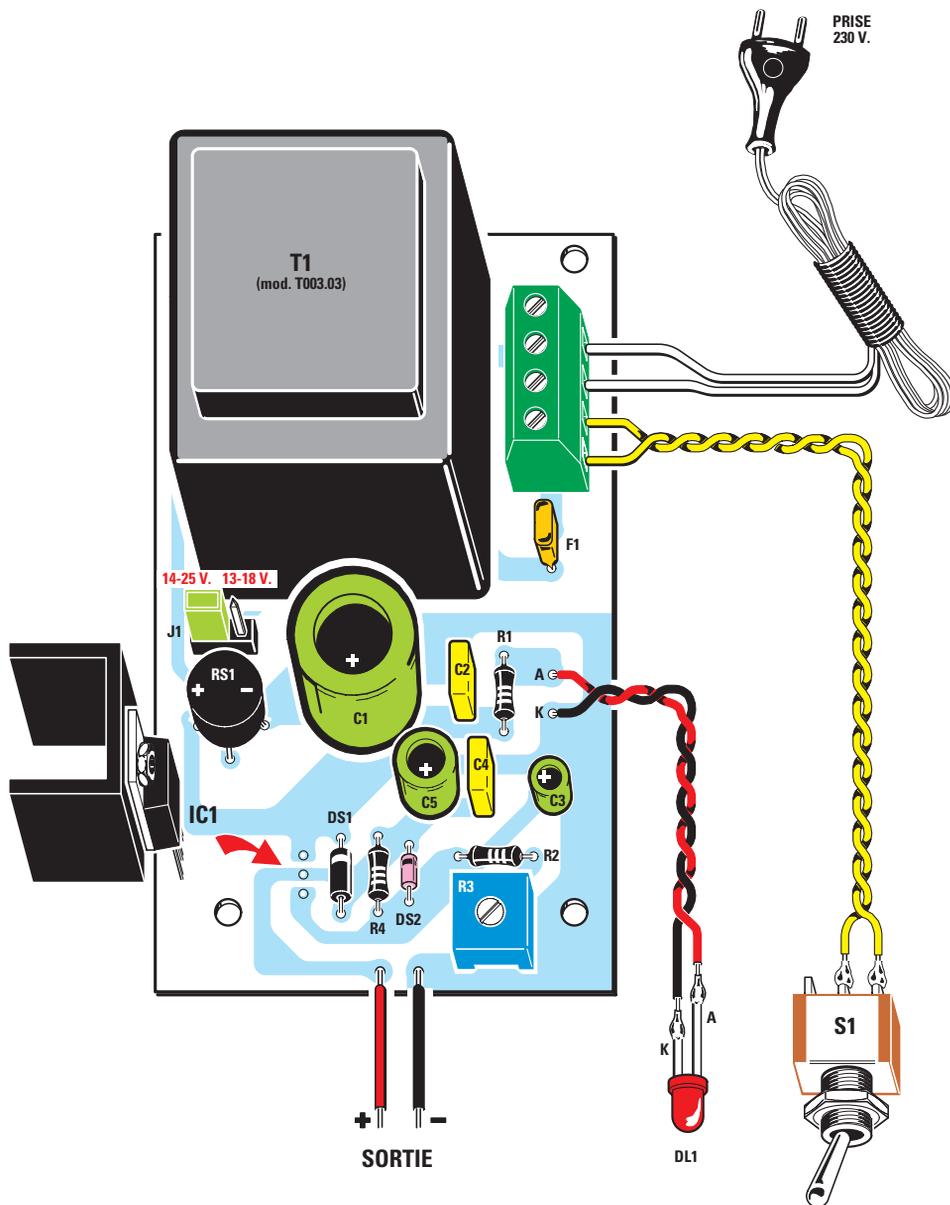


Figure 7a : Schéma d'implantation des composants de l'alimentation EN1174/24. Le régulateur LM317 doit être d'abord monté sur un petit dissipateur au moyen d'un petit boulon et ensuite soudé dans les trois trous du circuit imprimé. Les sorties du transformateur étant asymétriques, vous ne pouvez le monter que dans le bon sens.

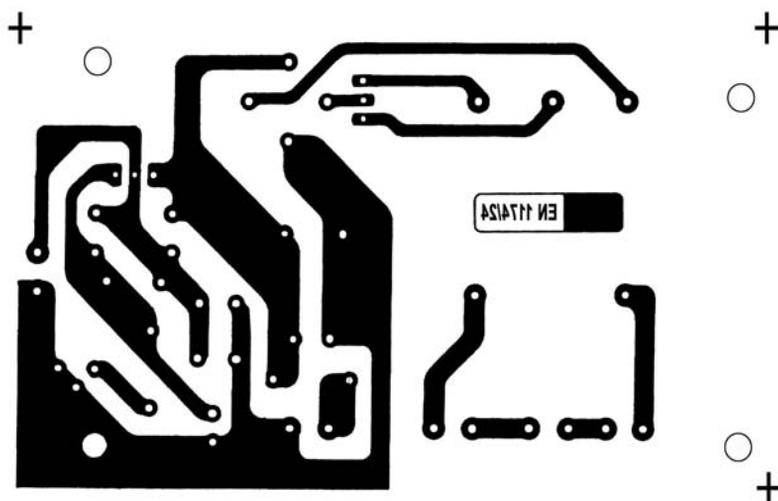


Figure 7b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de l'alimentation EN1174/24.

filtrage normal, par exemple des contrôles de tonalité aiguë/grave/medium, ou bien des égaliseurs graphiques.

La difficulté tient à ce que tous les filtres basés sur des réseaux **RC** (Résistance Condensateur) ont une réponse naturelle d'environ **6 dB** par octave et chercher à utiliser un réseau **RC** conventionnel pour reproduire la réponse d'une courbe faible, pour l'appliquer ou pour annuler une courbe déjà existante est chose impossible.

L'origine des courbes faibles est dans la physique des composants utilisés dans une chaîne Hi-Fi. Les équations physiques sont souvent mathématiquement liées à la structure atomique des matériaux, à la résonance des solides et autres phénomènes caractéristiques des composants audio.

Depuis des décennies les audiophiles utilisent simplement les contrôles de tonalité pour corriger les défauts surtout liés à l'élément diffuseur de sons de la chaîne, à savoir les enceintes acoustiques. En effet, ces diffuseurs constituent l'élément le plus variable de la chaîne, à la fois de par sa constitution propre, l'arrangement des objets (meubles, etc.) de la pièce faisant office d'auditorium et la position que ces enceintes y occupent. En définitive les contrôles de tonalité servent principalement à compenser les réponses acoustiques du couple enceintes-auditorium, par exemple environnement trop réverbérant (augmentation des «basses» dans des pièces vides, enceintes placées dans les angles, etc.), ou au contraire trop absorbant (perte des «aiguës» due à une pièce encombrée de meubles, de rideaux ...). Un des éléments à prendre en considération, en effet, est que la réponse «temporelle» de l'environnement est d'une importance capitale pour la perception de la réponse en fréquence de l'auditorium.

L'oreille humaine est un instrument très puissant et, sans que nous nous en rendions compte, elle transforme en une augmentation d'intensité même la permanence de certaines fréquences dans la pièce. En fait, si dans une pièce les réflexions ont une permanence plus importante dans la bande des fréquences moyennes (le medium), c'est le cas le plus fréquent, même si la valeur instantanée de l'intensité dans cette gamme ne dépasse pas celle des fréquences restantes, l'oreille aura la sensation que les fréquences moyennes sont bien **supérieures** aux aiguës et aux basses.

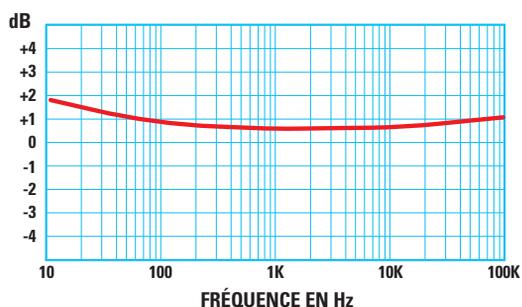


Figure 8 : Ce graphique montre comment le gain croissant vers la partie basse du spectre audio donne une impression de basses profondes.

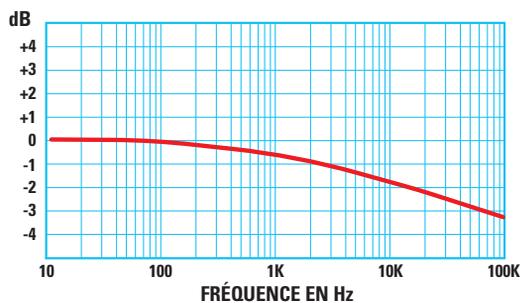


Figure 9 : Les «aiguës» descendent graduellement et cela donne l'impression d'un son ouaté, souvent interprété comme un manque de fidélité.

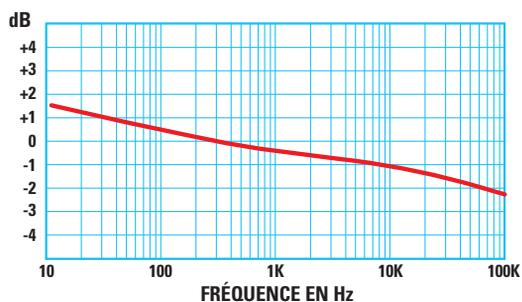


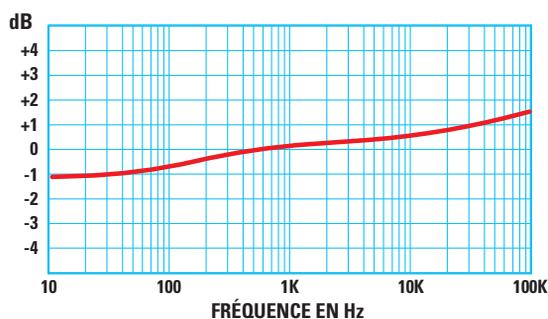
Figure 10 : Une courbe croissante sur les «basses» et en même temps descendante sur les «aiguës», même légèrement, donne l'impression d'un son trop riche en basses et avec peu de présence.

En fonction des caractéristiques subjectives de l'auditeur, ces réponses caractéristiques de l'environnement pourront plaire ou non et donc l'auditeur agira simplement sur les contrôles de tonalité aiguë/grave pour revenir à une écoute agréable.

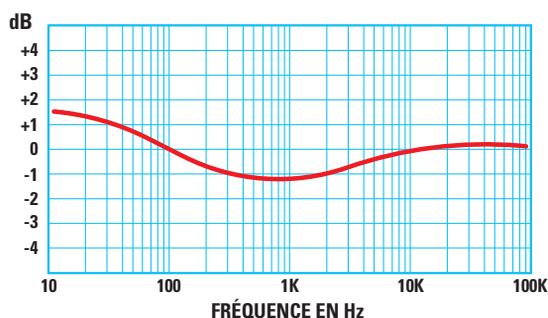
Vous objecterez peut-être : «Quel rapport avec les courbes faibles ?» Le rapport est que l'oreille possède la stupéfiante capacité de percevoir des **variations**, fussent-elles **minimes**, de la réponse en fréquence, même si elle n'est généralement pas en mesure de les quantifier. Une courbe comme celle de la figure 8 qui, par exemple, n'a qu'un gain de **1,5 dB à 30 Hz**, donnera l'impression de «basses» plus profondes. La courbe simple de la figure 9, où les «aiguës» descendent de manière graduelle de **2 dB à 15 kHz**

seulement, donnera l'impression que le son est «ouaté» et qu'on a affaire à une perte de fidélité. Si l'on ajoute les réponses des figures 8 et 9, on obtient la figure 10, une courbe croissante sur les basses et en même temps tombante sur les aiguës, même peu, on aura l'impression d'un son trop riche en basses et avec peu de présence. Au contraire, la courbe de la figure 11 évoquera la perception d'un son brillant et résonant, pauvre en basses et ce avec seulement **3 dB** de différence «basses/aiguës».

Venons-en au fait. Au moins **50%** des audiophiles ont une chaîne Hi-Fi située dans une pièce bien contrôlée et équilibrée. Dans une situation d'écoute de ce type, souvent, en changeant simplement un élément de la chaîne, le son change. «Quel son magnifique elle a cette tête ! Elle est imbattable.



**Figure 11 : Cette courbe est le contraire de celle de la figure 9 et donnera un son brillant et pauvre en «basses» et tout cela pour seulement 3 dB de différence «basses/aiguës».**



**Figure 12 : Seulement 2 dB de moins sur les fréquences moyennes suffisent pour faire pencher la préférence en faveur d'une tête de lecture magnétique plutôt qu'une autre.**

Par contre avec les enceintes X ça ne va pas. Avec ce lecteur de CD et cette enceinte on entend trop la friture dans les aiguës, en revanche avec cet amplificateur final ça ne s'entend pas ... Cette enceinte est exceptionnelle pour la musique classique, mais avec le rock elle résonne ...».

Note : friture est le terme populaire désignant l'effet de la distorsion d'**aliasing** surtout sensible avec les applaudissements du public dans les enregistrements «live».

Nous voici arrivés, au beau milieu de notre discours sur les courbes faibles, à parler des impressions subjectives d'écoute. Une tête de lecture «joue» mieux qu'une autre la musique d'orgue de JS BACH et ce pour un auditeur déterminé et non pour un autre audiophile ... juste parce qu'elle a une courbe comme celle de la figure 12, avec **2 dB** de moins **seulement** dans le médium.

Une enceinte rend mieux qu'une autre sur un morceau de YES, parce qu'elle est placée de telle manière et à tel endroit de la pièce, parce qu'elle présente un pic d'un **seul dB** entre **300** et **1 400 Hz** et les aiguës sont ouvertes vers le haut même si c'est seulement de **1 dB** et **1/2** à **12 000 Hz**.

Et nous en arrivons à l'autre caractéristique de l'oreille humaine, la «**relativité**». Oh, non, pas celle d'EINSTEIN: la relativité de l'oreille est la caractéristique que la rend si puissante au niveau comparatif, même si elle ne peut pas dire combien de **dB** perd ou gagne une chaîne Hi-Fi sur les aiguës ou sur les basses (graves). Si l'on écoute une chaîne pendant quelques dizaines de secondes, l'oreille s'habitue à la réponse en fréquence, mais si on commute à l'improviste l'écoute sur une autre chaîne, instantanément l'oreille est en mesure de juger de la différence et ce qu'elle réussit à entendre et comprendre est justement l'allure des courbes faibles décrites plus haut. Les courbes faibles fascinent et font décider d'acheter cette enceinte, cet amplificateur, ce préamplificateur, cette tête de lecture, ce lecteur de CD ... bien plus que l'acheteur n'en est conscient.

### Comment produire une courbe faible et comment l'annuler

Le filtre paramétrique professionnel est un instrument largement utilisé dans les studios d'enregistrement professionnels pour travailler sur les fréquences. Les paramètres d'un filtre ne sont pas nombreuses et précisément il y en

a **trois** : **fréquence**, **intensité d'atténuation** ou de **gain** et **Q** ou largeur de la gamme de fréquence dans laquelle le filtre agit. La clé de voûte d'un filtre paramétrique est le **Q**. Si on fait varier le **Q** la réponse en **dB octave** varie. Un **Q très haut** produit une bande très étroite dite «en épingle» et le filtre produit un effet très prononcé seulement sur la fréquence centrale choisie. Si on fait varier la fréquence centrale, l'épingle se déplace vers le haut et vers le bas du spectre audio, ce qui donne lieu à des effets intéressants : dans sa course, l'épingle augmente tour à tour chacun des instruments qui produisent des sons sur sa fréquence.

Un **Q élevé** peut être utilisé comme effet, pour s'amuser à focaliser l'écoute sur un seul instrument au détriment des autres, ou extraire des voix qui jusque là se perdaient dans l'ensemble de l'orchestre. Il peut être utile en outre pour résoudre des cas graves de carence de fréquences super-basses dans des chaînes dont les woofers sont trop petits ou trop peu efficaces, ou bien de carence des aiguës quand par exemple on écoute de vieux vinyles.

Un **Q très bas** produit une courbe faible et le filtre produit un effet sur la **fréquence** centrale choisie ou bien sur toutes les fréquences adjacentes, même si l'effet chute graduellement jusqu'à disparaître pour des fréquences très éloignées de la centrale. En outre, une fois la fréquence et le **Q** paramétrés, on peut décider de l'**atténuation** ou du **gain** que l'on entend appliquer au son à filtrer. Généralement un seul potentiomètre pour le contrôle de la fréquence n'est pas en mesure de balayer efficacement toute la gamme audio. C'est pourquoi sur le filtre paramétrique se trouve également un inverseur qui sélectionne la gamme : **gamme basse (graves)** et **gamme haute (aiguës)**.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce filtre paramétrique EN1733 et son alimentation EN1174/24 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 suivante :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/109.zip> ◆

# Un testeur de réflexes

Tout individu est doté d'un temps de réaction personnel face à un stimulus externe ; ce facteur est d'une importance décisive pour quiconque conduit un véhicule parce que de la rapidité de nos réflexes dépend l'évitement ou non d'éventuels accidents de la circulation. Le montage proposé ici mesure le temps de réaction jusqu'à un centième de seconde : une fois l'appareil réalisé, vous pourrez tester vos réflexes et ceux de vos amis.



Le nouvel éthylomètre ultra sensible EN1693 du numéro 108 d'ELM a été très apprécié par les moniteurs des écoles de conduite, il nous ont toutefois fait remarquer que personne n'a jamais rien publié sur un autre appareil fondamental quand il s'agit de «piloter» un véhicule, surtout puissamment motorisé : un **mesureur du temps de réaction** destiné à tester les réflexes d'une personne face à un événement imprévu.

## Étude raisonnée du risque

Commençons par préciser que par **temps de réaction** on entend l'**intervalle temporel** (la durée) ou **délat**  $\Delta t$  qui s'écoule entre l'instant  $t_0$  où nos sens perçoivent un stimulus et le moment  $t_1$  où nous répondons à la stimulation :

$$\Delta t = t_1 - t_0$$

Dans le cas spécifique de l'automobiliste, c'est le délai  $\Delta t$  écoulé entre la vision de l'obstacle (ou du signal impératif, par exemple le feu rouge) et l'activation du mécanisme de freinage : ce délai peut varier entre un **minimum de 0,8 seconde** et un **maximum de 1,5 seconde**. Pendant ce laps de temps, le véhicule poursuit sa course à la même vitesse.

Tout le monde ne sait peut-être pas que le **temps de réaction  $\Delta t$**  peut aussi varier d'un jour à l'autre parce qu'il est influencé par le **stress**, la fatigue physique, une mauvaise digestion et bien sûr une ingestion excessive d'alcool.

Connaissant ces deux données de **vitesse  $V$  du véhicule** et du **temps de réaction  $\Delta t$**  du conducteur, on peut déterminer avec une bonne précision combien de **mètres** (la distance  **$d$** ) parcourra le véhicule avant que ne **débute** l'action de **freinage** en utilisant cette formule :

$$d = (V \times \Delta t) : 3,6$$

où

-  **$d$**  est en **m**

-  **$V$**  est en **Km/h**

-  **$\Delta t$**  est en **s**

- **3,6** est la **constante** permettant de passer de Km/h à m/s (**3 600 : 1 000 = 3,6**)

Le **Tableau 1** de la figure 1 donne la **distance  $d$  en m** parcourue par l'auto à la **vitesse  $V$**  indiquée avant que le conducteur n'agisse sur le frein et ce pour divers  **$\Delta t$  : 1 - 1,3 - 1,5 s**.

Au retard causé par le **temps de réaction  $\Delta t$**  il faut ajouter la distance  **$d'$  en mètre** parcourue par la voiture avant de s'**arrêter définitivement**, distance que l'on peut calculer si on connaît le **coefficient d'adhérence  $adh$**  de la route (voir ces coefficients ci-dessous et **Tableau 2**, figure 2) :

**route avec asphalte granuleux** : coefficient  $adh$  **0,8**

**route avec asphalte lisse** : coefficient  $adh$  **0,6**

**route avec asphalte mouillé** : coefficient  $adh$  **0,4**

Dans le **Tableau 2**, nous donnons la **distance de freinage  $d'$  en mètre** se rapportant à la vitesse  **$V$**  du véhicule en **Km/h** et au **coefficient d'adhérence  $adh$**  de la route.

La **distance de freinage  $d'$  en mètre** peut être calculé avec la formule :

$$d' = V^2 : (250 \times adh)$$

-  **$d'$**  en **m**

-  **$V$**  en **Km/h**

**TABLEAU 1** Rapport vitesse / mètres parcourus pour différents  $\Delta t$

Vitesse V Km/h	$\Delta t$ 1 s	$\Delta t$ 1,3 s	$\Delta t$ 1,5 s
60	17 m	22 m	25 m
80	22 m	29 m	33 m
90	25 m	32 m	38 m
100	28 m	36 m	42 m
110	30 m	40 m	46 m
120	33 m	44 m	50 m
130	36 m	47 m	54 m
140	39 m	51 m	58 m
150	42 m	54 m	63 m
160	45 m	58 m	67 m
170	47 m	61 m	71 m
180	50 m	65 m	75 m
190	53 m	69 m	79 m
200	56 m	72 m	83 m

**Figure 1** : Ce Tableau indique la distance  **$d$  en m** parcourue par le véhicule roulant à la vitesse  **$V$**  entre le surgissement  **$t_0$**  d'un obstacle ou d'un signal justifiant impérativement le freinage et la réaction de freinage  **$t_1$**  de la part du conducteur, soit pendant le temps de réaction  **$\Delta t = t_1 - t_0$** . Le Tableau donne les distances parcourues pour des temps de réaction de **1 - 1,3 - 1,5 s**.



-  **$adh$**  est un coefficient (voir ci-dessus)

Donc si une voiture roule à une vitesse  **$V$**  de **60 Km/h** seulement sur une route dont le **coefficient d'adhérence  $adh$**  est de **0,8** elle s'**arrêtera** après avoir parcouru une  **$d'$**  de :

$$(60 \times 60) : (250 \times 0,8) = 18 \text{ m}$$

A cette distance  **$d'$  en mètre** nous devons bien sûr **ajouter** celle  **$d$**  parcourue pendant le **temps de réaction  $\Delta t$**  de **1 s** (voir **Tableau 1**), le véhicule s'**arrêtera** définitivement après avoir parcouru un total de :

$$18 + 17 = 35 \text{ m}$$

En présence d'un **coefficient d'adhérence  $adh$**  de **0,6** la voiture s'**arrête** après avoir parcouru une  **$d'$**  de :

$$(60 \times 60) : (250 \times 0,6) = 24 \text{ m environ.}$$

Si à cette distance  **$d'$  en mètre** nous ajoutons celle  **$d$**  parcourue pendant le **temps de réaction  $\Delta t$**  normal de **1 seconde**, le véhicule s'**arrêtera** définitivement après avoir parcouru un total de :

$$24 + 17 = 41 \text{ m (voir figure 3)}$$

**TABEAU 2** Coefficient d'adhérence adh

Vitesse V	coeff. 0,8	coeff. 0,6	coeff. 0,4
60 Km/h	18 m	4 m	36 m
80 Km/h	32 m	43 m	64 m
100 Km/h	50 m	67 m	100 m
120 Km/h	72 m	96 m	144 m
130 Km/h	84 m	113 m	169 m
140 Km/h	98 m	130 m	196 m
160 Km/h	128 m	170 m	256 m

Figure 2 : Ce second Tableau donne la distance d'arrêt d' en m en fonction de la vitesse V en Km/h du véhicule et du coefficient d'adhérence adh de la route.

En effet, le véhicule continue sur sa trajectoire initiale et le risque de quitter ainsi la route est important ... le danger le plus grave consistant à heurter de plein fouet les véhicules roulant sur l'autre moitié de la chaussée et donc venant de face ... sans parler du choc avec un mur ou une rangée d'arbres situés en bordure de route.

## Notre réalisation

Ce circuit est utile pour les **auto-écoles**: elles pourront avec notre appareil vérifier que le **temps de réaction** des élèves correspond bien aux normes ; l'instrument pourra en outre vous servir, à vous, pour contrôler vos **réflexes** et ceux de vos amis et de votre famille.

En passant ces tests vous vous rendrez bien vite compte que certaines personnes ont des temps de réaction **super rapides**, d'autres qui entrent dans des valeurs **moyennes** et d'autres encore qui possèdent des réflexes plutôt **lents** sans doute impropres à la **conduite** des véhicules, parce que cela représenterait un danger pour elles-mêmes et pour les autres.

A titre de curiosité, ajoutons que tous les aspirants pilotes d'aéronefs militaires sont soumis aux **tests** du **temps de réaction**, indispensables pour qui prétend piloter des avions munis de réacteurs et donc très rapides. Ces jeunes (eh oui, on «raccroche» avant la quarantaine ...) doivent en effet être en mesure de prendre une décision instantanée, sans la moindre hésitation, même minime.

Si le véhicule roule à une vitesse de **100 Km/h** sur une route dont le **coefficient d'adhérence adh** est de **0,6** le véhicule devrait s'arrêter après avoir parcouru une **d'** de :

$$(100 \times 100) : (250 \times 0,6) = 67 \text{ m}$$

Si à cette distance **d'** en mètre nous ajoutons celle **d** parcourue pendant le **temps de réaction  $\Delta t$**  de **1 seconde**, le véhicule s'arrêtera définitivement après avoir parcouru un total de :

$$67 + 28 = 95 \text{ m (voir figure 3)}$$

En roulant à une vitesse V de **130 Km/h** sur une route ayant un **coefficient d'adhérence adh** de **0,6** et un temps de

réaction est de **1,3 seconde**, le véhicule devrait s'**arrêter** après avoir parcouru un total de :

$$113 + 47 = 160 \text{ m environ (voir figure 3)}$$

Donc si vous **heurtez** une voiture et si vous vous demandez comment cela a pu se produire, alors que vous avez le sentiment d'avoir **freiné instantanément**, songez aux **chiffres** qui précèdent.

Rappelons maintenant qu'en présence d'un obstacle, il **ne faut** jamais freiner **brusquement** parce que vous risqueriez de **bloquer** les **roues avant** et, dans ces conditions, la **commande de direction** n'agit plus !

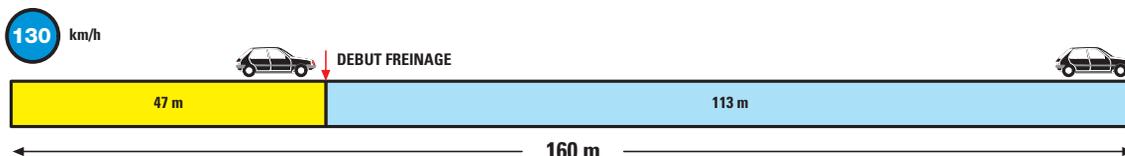
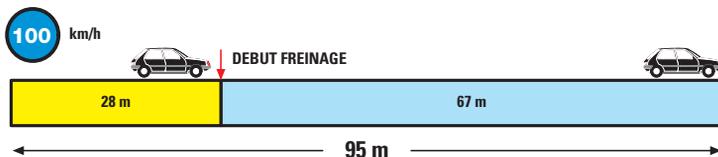
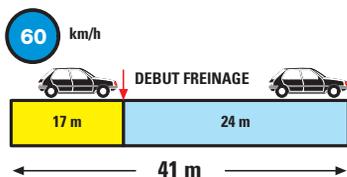


Figure 3 : Connaissant la vitesse de l'auto, le temps de réaction  $\Delta t$  du conducteur et le coefficient d'adhérence adh de la route, nous pouvons déterminer la distance totale parcourue avant l'arrêt complet du véhicule. Le dessin prend en compte trois vitesses V du véhicule : 60-100-130 Km/h. La bande jaune correspond à la distance d' parcourue pendant le temps de réaction  $\Delta t$ .

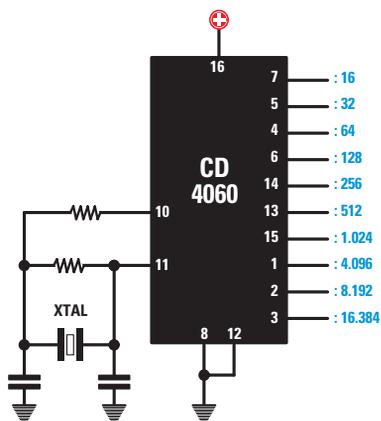
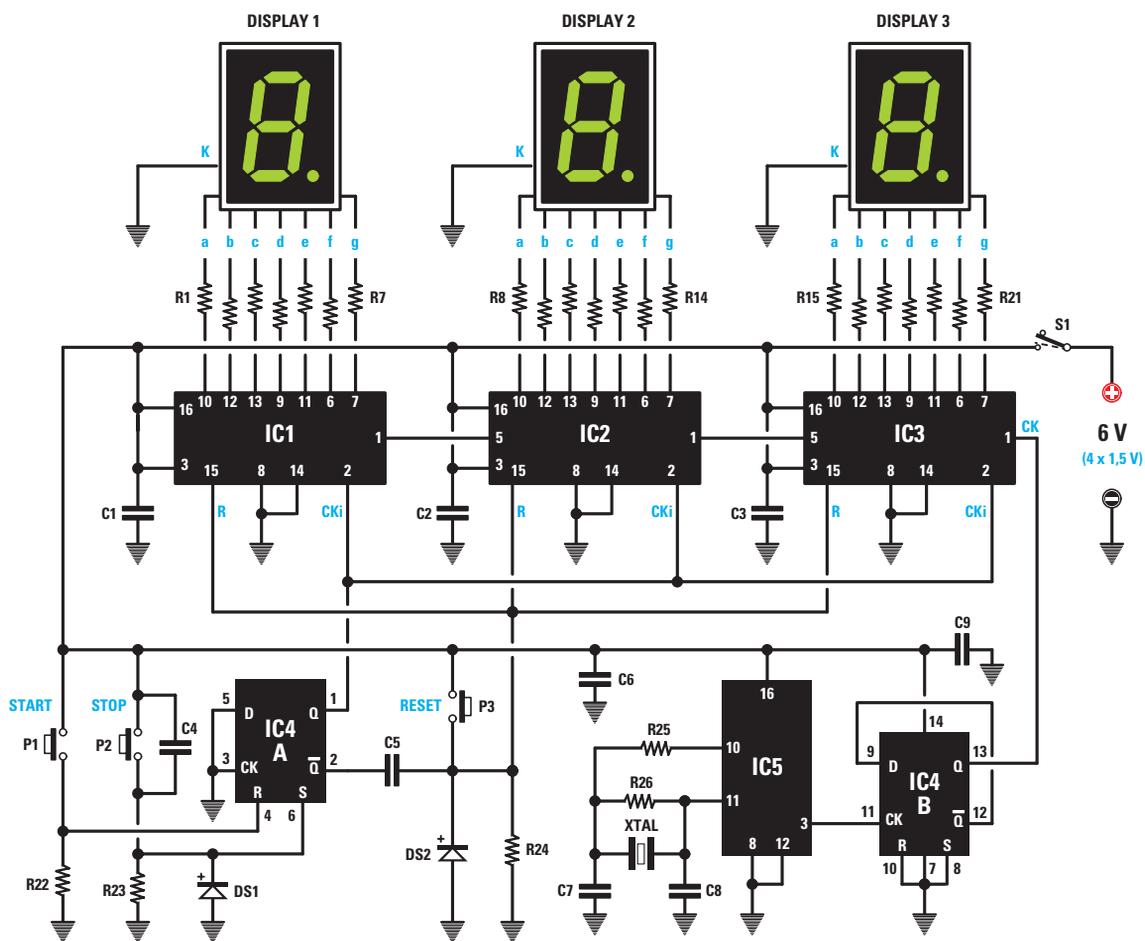


Figure 4 : Le circuit intégré IC5 utilisé dans ce montage est un CD4060, un diviseur à oscillateur intégré. Si on connecte un quartz aux broches 10-11 on prélèvera sur les broches de sortie, visibles sur la droite, la fréquence du quartz divisée par le nombre indiqué. Donc de la broche 3 sort la fréquence divisée par 16 384.

Figure 5 : Schéma électrique du testeur de réflexes. La fréquence de 200 Hz sortant de la broche 3 du circuit intégré IC5 sera divisée x2 par le circuit intégré IC4/B, donc avec ces 100 Hz on pourra compter les centièmes (afficheur 3), les dixièmes (afficheur 2) et les secondes (afficheur 1). Pour commencer le comptage, il suffit de presser le poussoir de Start P1, pour l'arrêter, le poussoir de Stop P2 et pour remettre à zéro il suffit de presser P3.



### Liste des composants EN 1718

R1 ..... 560  
[...]  
R21 ... 560  
R22 .. 10 k  
R23 .. 10 k  
R24 ... 10 k  
R25 .. 3,3 k  
R26 .. 1 M  
C1 ..... 100 nF polyester

C2 ..... 100 nF polyester  
C3 ..... 100 nF polyester  
C4 ..... 100 nF polyester  
C5 ..... 100 nF polyester  
C6 ..... 100 nF polyester  
C7 ..... 33 pF céramique  
C8 ..... 33 pF céramique  
C9 ..... 100 nF polyester  
XTAL .. quartz 3,2768 MHz  
DS1 .. 1N4148  
DS2 ... 1N4148  
AF1 ... afficheur C521G

AF2 ... afficheur C521G  
AF3 ... afficheur C521G  
IC1 .... C/Mos 4033  
IC2 .... C/Mos 4033  
IC3 .... C/Mos 4033  
IC4 .... C/Mos 4013  
IC5 .... C/Mos 4060  
  
S1 ..... interrupteur  
P1 ..... poussoir  
P2 ..... poussoir  
P3 ..... poussoir

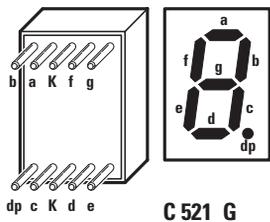


Figure 6 : L'afficheur AF utilisé dans ce montage est à cathode commune C521/G avec segments verts. Dans le schéma électrique de la figure 5 on peut voir les segments qui sont alimentés par les résistances montées à la sortie des circuits intégrés IC1-IC2-IC3. Le point décimal des afficheurs est à orienter vers le bas et à droite comme le montre la figure 7.

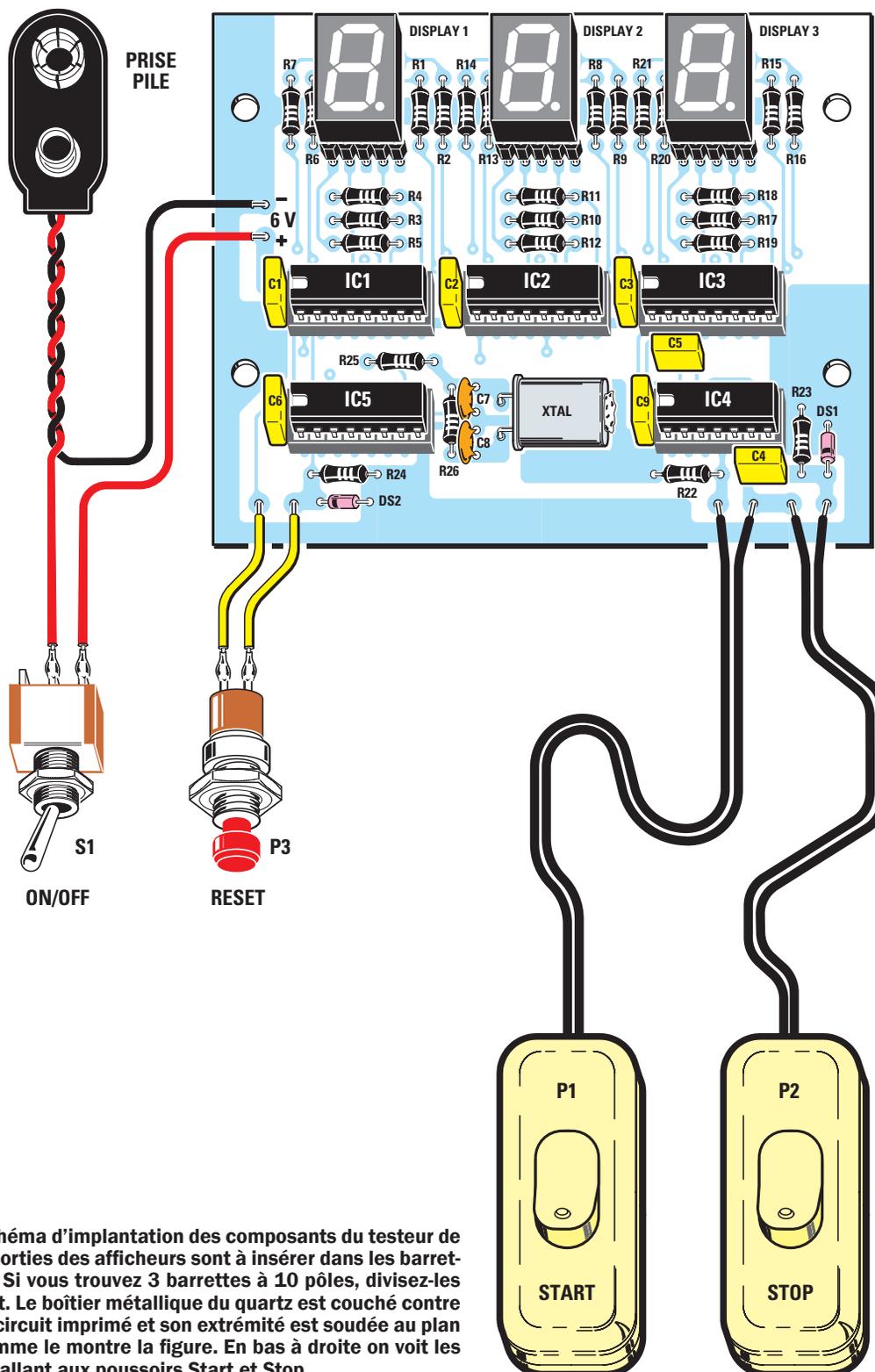


Figure 7a : Schéma d'implantation des composants du testeur de réflexes. Les sorties des afficheurs sont à insérer dans les barrettes à 5 pôles. Si vous trouvez 3 barrettes à 10 pôles, divisez-les adéquatement. Le boîtier métallique du quartz est couché contre la surface du circuit imprimé et son extrémité est soudée au plan de masse, comme le montre la figure. En bas à droite on voit les deux cordons allant aux poussoirs Start et Stop.

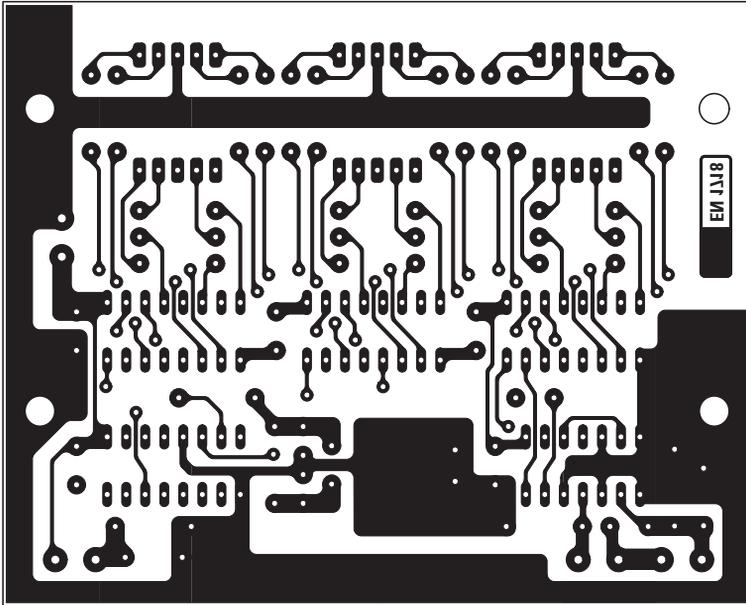


Figure 7b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du testeur de réflexes, côté soudures.

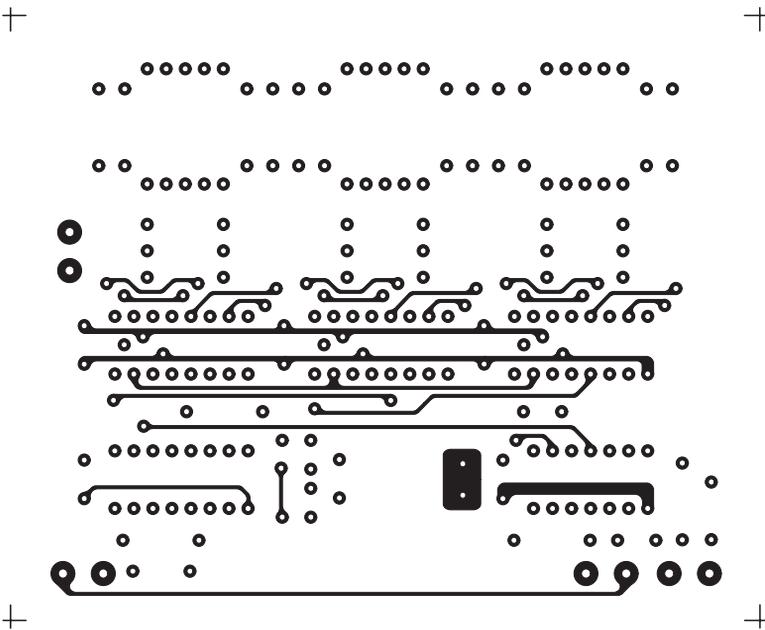


Figure 7b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du testeur de réflexes, côté composants.

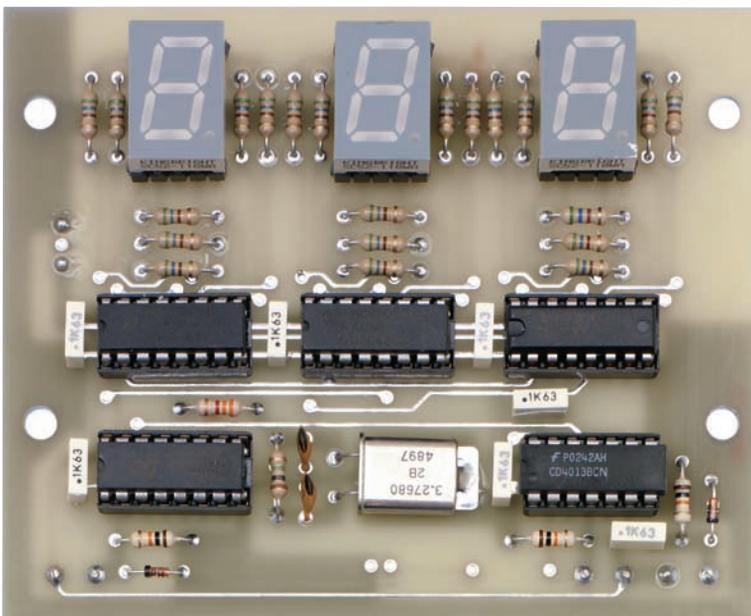


Figure 8 : Photo d'un des prototypes de la platine du testeur de réflexes. Une goutte de soudure maintient le quartz couché contre le plan de masse du circuit imprimé.

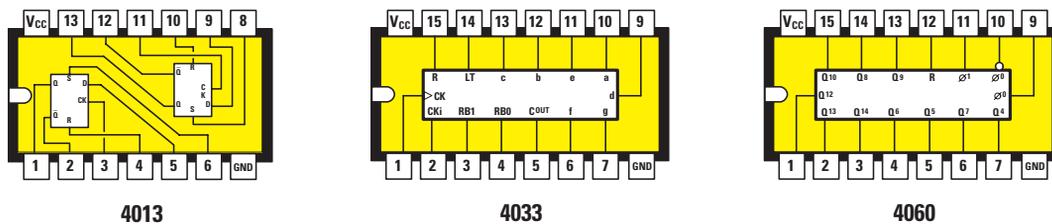


Figure 9 : Brochages vus de dessus des circuits intégrés C/Mos 4013-4033-4060 utilisés dans ce montage. Le repère-détrompeur en U est orienté vers la gauche, ce sera également le cas sur la platine (voir figures 7a et 8).

## Le schéma électrique

Comme le montre la figure 5, pour réaliser un **testeur de réflexes** en mesure de compter les **centièmes**, les **dixièmes** et même les **unités des secondes** nous avons utilisé **cinq circuits intégrés** et **3 afficheurs**.

On peut certes trouver exagérée la présence des **unités des secondes**, mais nous l'avons prévue en considérant que certaines personnes ont des réflexes très lents et aussi en pensant que ce circuit pourrait être utilisé pour d'autres applications, par exemple pour mesurer les temps (également en centièmes de seconde) d'un quelconque événement sportif.

Commençons la description du schéma électrique de la figure 5 par le circuit intégré **IC5** (voir aussi figure 4), ce **diviseur C/mos 4060** comporte un **étage oscillateur**. Si on monte entre les deux condensateurs **C7-C8** un quartz de **3,2768 MHz**, soit **3 276 800 Hz**, ce dernier oscillera sur cette fréquence très précisément. Sur la broche **3** du circuit intégré **IC5** nous prélevons la fréquence du quartz divisée par **16 384**, donc nous aurons une fréquence de :

$$3\ 276\ 800 : 16\ 384 = 200\ \text{Hz}$$

Pour mesurer les **centièmes de seconde** nous avons besoin d'une fréquence de **100 Hz**, donc la fréquence de **200 Hz** sera divisée **x 2** par le circuit intégré **IC4/B**. De la broche **13** de **IC4/B** sort une fréquence de **100 Hz**, ensuite appliquée à la broche d'entrée du circuit intégré **IC3**, un **compteur-décodeur C/Mos CD4033** ou **HCF4033**. Comme le montre le schéma électrique de la figure 5, ce circuit intégré **IC3** est utilisé pour piloter l'afficheur de droite, celui des **centièmes de seconde**.

Cet afficheur est un **C521/G** à Cathode commune avec segments de couleur

**verte** (voir figure 6). Lorsque **IC3** a compté **9 impulsions** (sur l'afficheur apparaît 9), à la dixième impulsion le chiffre sur l'afficheur revient à **0** et en même temps sort de sa broche **5** une impulsion atteignant la broche d'entrée **1** du second circuit intégré **IC2**, c'est encore un **CD4033** monté pour compter les **dixièmes de seconde**.

Même chose pour le circuit intégré **IC2**, quand il a compté **9 impulsions**, à la **dixième** impulsion le chiffre sur l'afficheur passe de **9** à **0** et, comme précédemment avec **IC3**, de sa broche **5** sort une impulsion atteignant la broche d'entrée **1** du premier circuit intégré **IC1**, c'est à nouveau un **CD4033** servant à compter les **unités de seconde**.

Pour compléter la description nous passons au premier **flip-flop D IC4/A** présent dans le circuit intégré **CD4013**.

Le poussoir de **Start P1** est relié à la broche **4** (**Reset**) de **IC4/A**, donc lorsque vous le pressez sa broche **1** passe au **niveau logique 0** et habilite les trois compteurs **IC1-IC2-IC3** à commencer leur comptage.

Le poussoir de **Stop P2** est relié à la broche **6** (**Set**) de **IC4/A**, donc lorsque vous le pressez le **comptage s'arrête** et sur les trois afficheurs vous pouvez lire le **temps de réaction**.

Quand on presse le poussoir **P3** de **Reset** relié à la broche **15** des trois circuits intégrés **IC1-IC2-IC3** le nombre mémorisé sur les trois afficheurs est **effacé** et le comptage se met à **000**.

Afin de rendre ce testeur de réflexes indépendant du secteur 230 V, pour qu'il soit portable, nous l'avons alimenté avec **4 piles « bâtons » de 1,5 V** en série, de manière à obtenir une tension de **6 V**. Avec une petite alimentation stabilisée fournissant entre **6 V et 12 V** vous pourrez si vous préférez l'alimenter à partir du secteur.

Surtout, respectez bien la polarité, n'intervertissez pas le fil **positif** avec le **négatif** pour ne pas détruire les circuits intégrés.

## La réalisation pratique

Pour réaliser ce testeur de réflexes EN1718, vous vous servirez des figures 7a à 12, la liste des composants étant figure 5. La platine à réaliser est un circuit imprimé double face à trous métallisés avec plans de masse côtés soudures (voir figure 10) et composants (voir figure 8). Vous n'aurez ensuite qu'à la monter sur ses quatre entretoises plastiques autocollantes (comme 4 "pieds") derrière la face avant (voir figures 10 et 12).

Réalisez (ou procurez-vous) le circuit imprimé double face à trous métallisés EN1718 dont les figures 7b-1 et 2 donnent les dessins à l'échelle 1:1.

Ensuite, en vous aidant des figures 7a et 8, montez tous les composants.

En premier, enfoncez et soudez les cinq supports de circuits intégrés **IC1** à **IC5** et les six barrettes à 5 pôles servant de supports aux trois afficheurs. Vérifiez bien ces premières soudures : elles doivent être impeccables, brillantes, sans excès de tinol, sans courts-circuits entre pistes ou pastilles ni faux contact entre broches et pastilles.

Montez d'abord les composants à bas profil, comme les résistances et les deux diodes (insérez, retournez la platine, soudez, coupez) ; puis les deux condensateurs céramiques (idem) ; ensuite les condensateurs polyesters (même remarque) ; ensuite, montez le quartz couché, pattes repliées à 90° et soudez son extrémité au plan de masse avec une goutte de soudure. Montez enfin les huit picots et la platine est terminée.

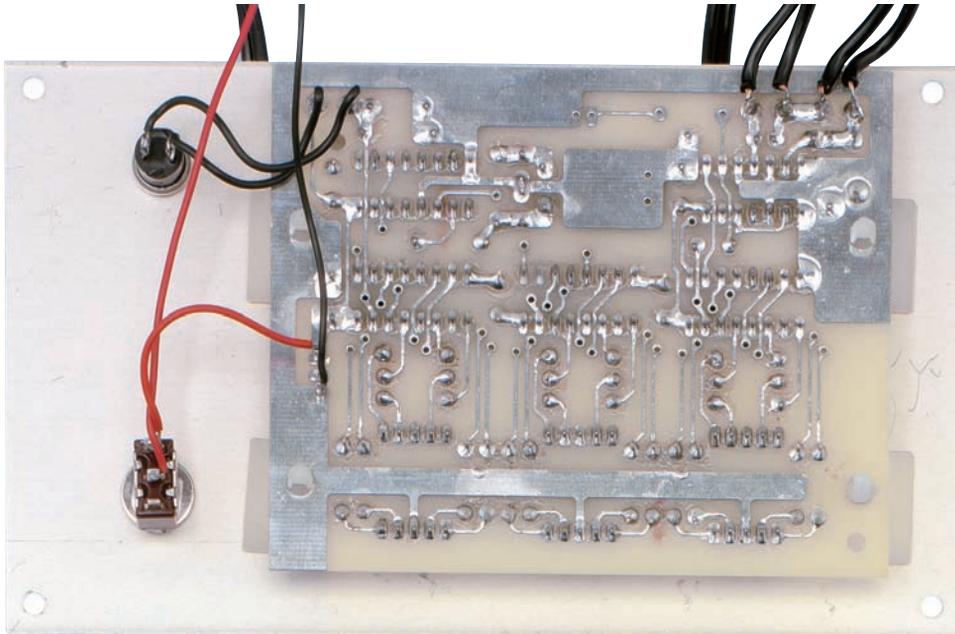


Figure 10 : La platine est fixée derrière la face avant au moyen de quatre entretoises plastiques à bases autocollantes. Avant de retirer le papier de protection de ces bases, marquez au crayon l'endroit où elles vont se placer.



Figure 11 : Sur le fond du boîtier plastique, fixez avec une goutte de colle le boîtier porte-piles. Quand vous insèrerez dans leur logement les 4 piles « bâtons » de 1,5 V, contrôlez bien la polarité et faites en sorte que le pôle positif soit tourné vers le signe +.

Vérifiez très attentivement que vous n'avez interverti aucun composant et qu'aucun des polarisés (diodes) n'a été monté dans le mauvais sens ; vérifiez encore la qualité de toutes vos soudures.

Vous pouvez maintenant insérer les cinq circuits intégrés dans leurs supports, repères-détrompeurs en U vers la gauche et les trois afficheurs dans les leurs, point décimal en bas à droite. Vous allez pouvoir procéder à l'installation dans le boîtier plastique.

### L'installation de la platine dans le boîtier derrière la face avant

La platine étant terminée, vous pouvez maintenant la monter derrière la face avant pupitre, comme le montrent les figures 10 et 12. Le boîtier plastique utilisé pour protéger ce montage est du type **console** et il est doté d'une face avant en aluminium percée et sérigraphiée (voir figure 12). Sur cette face

avant, fixez d'abord l'interrupteur **S1** de **M/A** et le poussoir de **Reset P3**, comme le montrent les figures 7a et 10.

La platine à trois afficheurs sera ensuite montée, comme d'habitude, derrière cette face avant, au moyen de quatre entretoises plastiques à bases autocollantes. Pour la fixer, suivez les indications de la figure 10. Bien sûr, les trois afficheurs se trouvent juste derrière la «fenêtre» déjà dotée d'un écran translucide vert, comme le montre la figure 12.

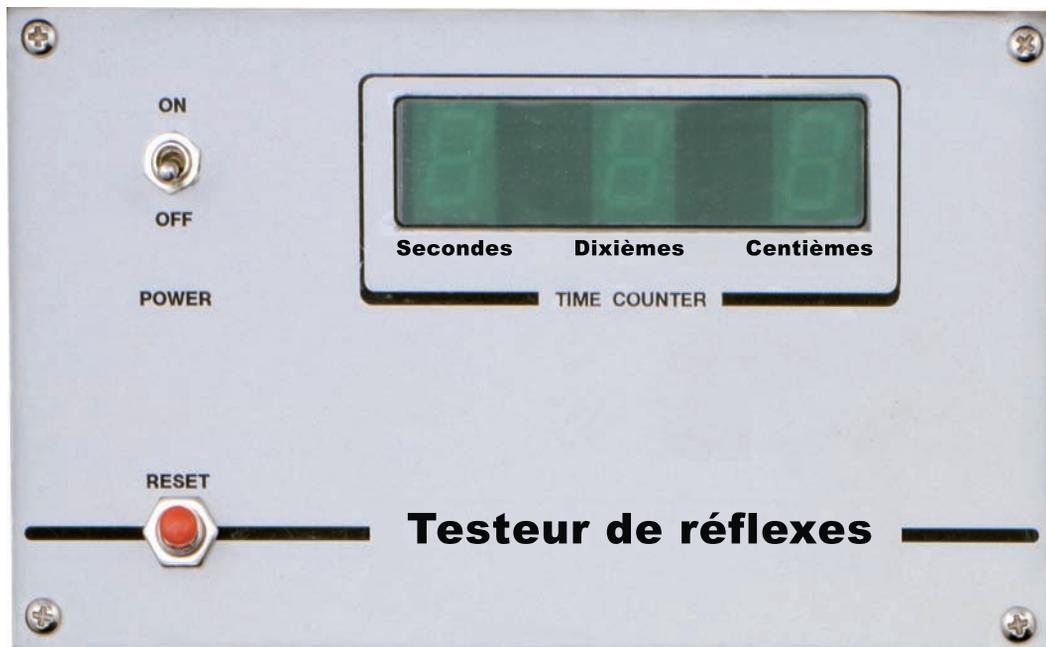


Figure 12 : La face avant de ce montage est déjà percée et sérigraphiée. Sur la fenêtre centrale des afficheurs l'écran de couleur verte est déjà en place.

Mais avant de la coller définitivement au moyen des bases autocollantes des quatre entretoises plastiques, préparez les interconnexions avec la face avant, le boîtier des piles et les paires de fils des poussoirs P1 et P2 entrant par l'arrière du boîtier, comme indiqué ci-après.

Toujours à l'aide des figures, reliez l'interrupteur S1 à la prise de pile et au picot de gauche (attention à la polarité, le fil rouge venant de l'interrupteur va au picot +, soit celui du bas et le fil noir de la prise de pile au picot -, soit celui du haut), comme le montre la figure 7a.

Reliez avec deux fils gainés simples le poussoir P3 de «Reset» aux deux picots en bas à gauche de la platine.

Dans le fond vertical arrière du boîtier plastique vous trouverez deux trous : enfiler dans chacun de ces trous un des cordons bifilaires allant aux poussoirs **Start** et **Stop** professionnels et faites des nœuds anti arrachement à l'intérieur du boîtier, comme le montre la figure 11.

Reliez les extrémités libres de ces cordons aux paires de picots situés en bas à droite de la platine : n'intervertissez pas les paires, celle du poussoir **P1 Start** va aux picots de **gauche** et celle du poussoir **P2 Stop** aux picots de **droite**.

A gauche au fond du boîtier, collez le **boîtier de piles** (voir figure 11) avec une goutte de colle et reliez la prise de pile à ce boîtier.

Vous pouvez maintenant coller définitivement les bases des entretoises plastiques aux emplacements que vous avez repérés au crayon et dans le bon sens (les afficheurs sont en face de leur fenêtre !).

Une fois tout bien vérifié, la face avant pupitre se visse comme un couvercle sur le boîtier plastique au moyen de quatre vis (voir figures 11 et 12).

### Comment utiliser l'appareil

Lorsque la platine et les piles sont bien installées dans le boîtier console et que la face avant pupitre est refermée, placez l'appareil sur une surface plane et ferme (une table, un bureau) et faites asseoir devant lui la personne acceptant le test. Quand le candidat au test verra l'**afficheur** commencer à compter, il devra **rapidement** presser le poussoir de **Stop**, parce que le **temps de réaction** est calculé à partir de l'instant où on presse le poussoir de **Start** jusqu'au moment où l'on presse le poussoir de **Stop**.

Le bouton poussoir de **Start** ne doit pas être tenu à la main par la personne

candidate au test ; celui de **Stop** peut être fixé avec du ruban adhésif à la table, de manière à ce que le temps mis pour porter la main au poussoir et ensuite le presser, puisse être comparable au temps nécessaire, quand on conduit une voiture, pour enlever le **ped** de l'**accélérateur** et l'appuyer sur la pédale de **frein**.

Dès que le poussoir de **Stop** est pressé, le comptage s'interrompt et l'afficheur visualise le **temps de réaction** en **seconde-dixièmes-centièmes**.

Pour faire un nouveau **test** il est nécessaire de presser au préalable le poussoir de **Reset** pour remettre à **000** les trois afficheurs.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce testeur de réflexes **EN1718** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

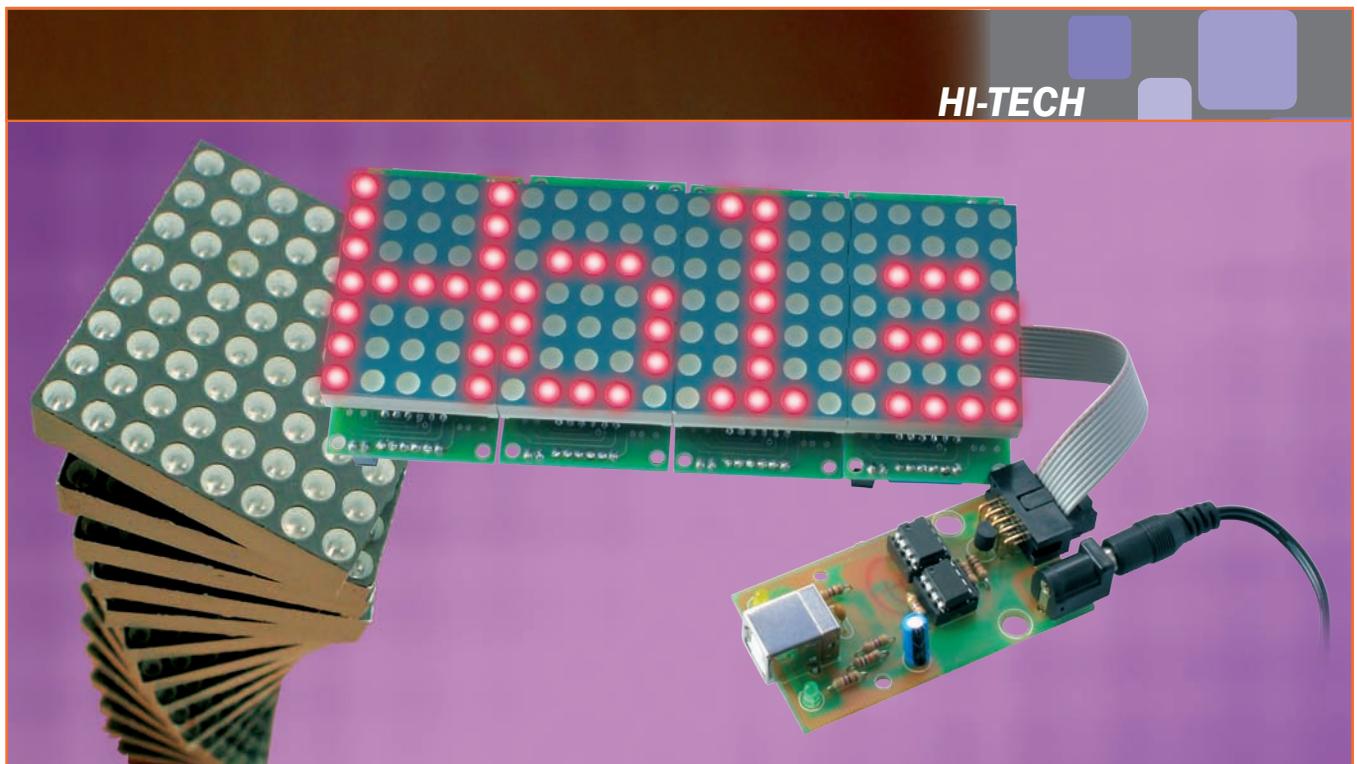
Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse suivante :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/109.zip> ◆



# Afficheur modulaire à 64 caractères

Cet afficheur modulaire est constitué de 64 modules (maximum) reliables en cascade, chaque module correspond à un caractère. L'écriture se fait très facilement avec un logiciel fonctionnant sous Windows.



**P**armi toutes les méthodes utilisables pour mettre en évidence ou décrire un objet, les tableaux lumineux ou les afficheurs en général se sont révélés les plus efficaces et les plus pratiques ; efficaces parce qu'une enseigne réalisée avec un afficheur électronique attire l'attention sur l'objet bien plus que ne le ferait une étiquette imprimée traditionnelle; pratique par le fait qu'il est aisé de reprogrammer le «texte» et donc de changer en quelques secondes l'indication affichée.

## Notre réalisation

Le montage décrit ici est un afficheur électronique universel, en mesure de visualiser des textes ou des messages en tous genres (non défilants toutefois !), au moyen d'une structure modulaire composée d'un maximum de 64 éléments, chacun d'eux visualisant un caractère. De cela il découle que le système peut donc composer des messages formés d'un maximum de 64 caractères ou symboles.

Le plus intéressant est l'extrême adaptabilité de l'afficheur, due à ce que chaque module afficheur est composé d'une matrice de 7 x 5 LED mais aussi au logiciel pour PC avec lequel il est possible de configurer le message.

Le programme permet de définir position par position quel caractère insérer, mais également de construire, en les dessinant sur un support spécial et en mettant en évidence leurs composantes, des caractères non prévus pouvant être des dessins qu'on invente ou n'importe quel symbole graphique.

A cela s'ajoute que le système est complètement modulaire et autonome : vous pourrez le doter d'autant de modules caractères que vous voudrez, de 1 à 64 ; le tout sans faire aucune modification ou programmer quoi que ce soit. La seule chose à faire est de fermer un cavalier sur le module qui se trouve dans la chaîne à l'extrémité opposée de celle où se connecte l'interface PC. A propos de cette dernière, l'interface est un circuit fort simple géré par un petit micro-contrôleur, dont le programme résident compose le message.

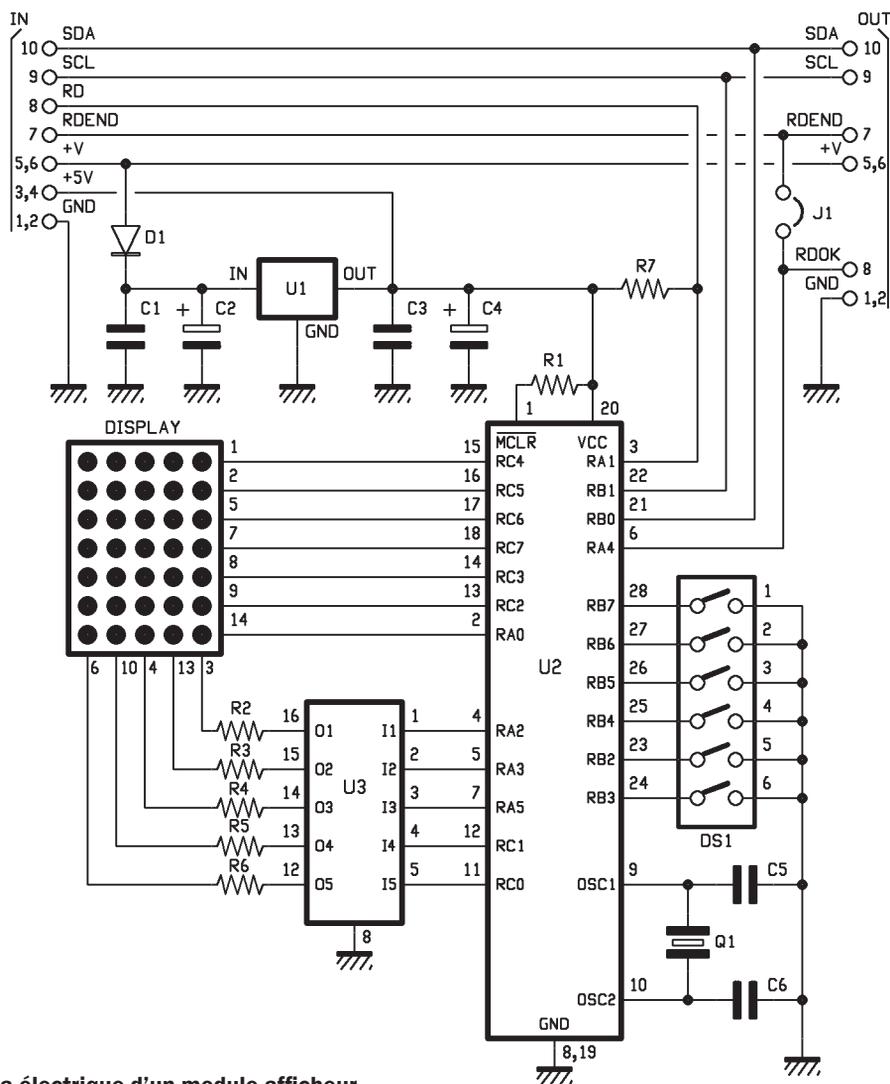


Figure 1 : Le schéma électrique d'un module afficheur.

C'est dans la fenêtre principale de ce programme que l'on fait le paramétrage et que l'on crée les éventuels caractères ou symboles graphique spéciaux, avant d'envoyer les données.

La platine d'interface les reçoit et les mémorise dans une EEPROM série, puis les envoie aux modules afficheurs correspondant. A partir de ce moment on peut si l'on veut débrancher la platine d'interface car, une fois le caractère mis en mémoire, les modules travaillent de manière totalement autonome. Voilà, synthétiquement, le fonctionnement de cet afficheur électronique modulaire: nous allons maintenant voir en détail comment est fait un module.

### Un élément caractère

Il s'agit du module pilotant physiquement l'afficheur à matrice de 7 x 5 LED, cet afficheur visualise un seul caractère.

Il est géré par un microcontrôleur qui charge les caractères à partir de l'interface et, pour leur visualisation, gère en multiplex les 35 LED censées montrer par leurs points lumineux le symbole choisi.

L'afficheur utilisé est un Kingbright (TC20-11SRWA) de bonnes dimensions (53 mm de haut pour 37 de large) et de forme rectangulaire, composé de sept

lignes de cinq points ; nous l'avons choisi parce qu'il permet de composer, outre les caractères alphanumériques traditionnels, d'autres symboles graphiques : ceux du tableau ASCII comme ceux programmés spécialement (traits, barres, rectangles, cercles et ovales lumineux). Les LED sont connectées à l'intérieur en matrice, ce qui implique l'emploi d'une paire de lignes d'E/S du micro pour chaque élément.

**Tableau 1 : Pour donner son adresse à chacune des platines il est nécessaire d'agir sur le dip-switch à 6 micro-interrupteurs comme le montre le Tableau.**



ADRESSE Platine	1	2	3	4	5	6
0	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
2	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
3	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
64	ON	ON	ON	ON	ON	ON

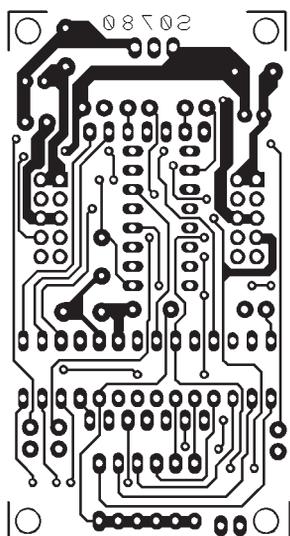


Figure 2b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine d'un module afficheur, côté soudures et afficheur à matrice.

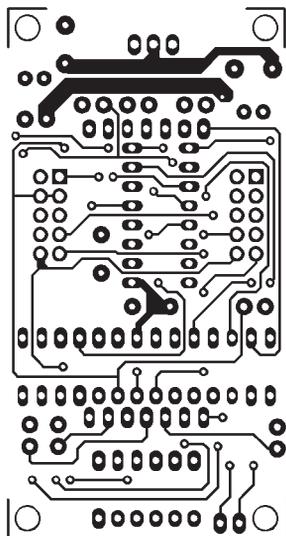


Figure 2b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine d'un module afficheur, côté composants.

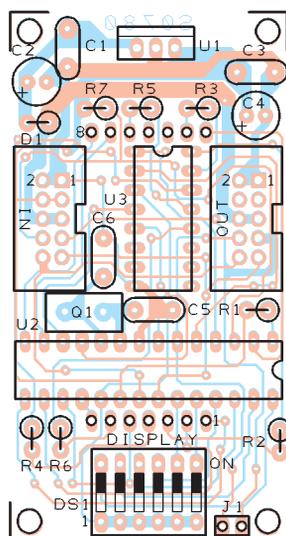


Figure 2a : Schéma d'implantation des composants de la platine d'un module afficheur. AF

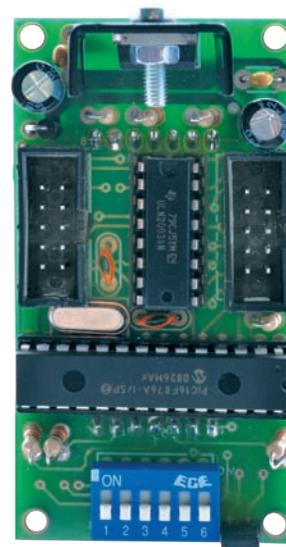


Figure 3 : Photo d'un des prototypes de la platine d'un module afficheur.

### Liste des composants ET780

R1 ..... 4,7 k  
 R2-R6 33 (voir texte)  
 R7 ..... 4,7 k  
 C1 ..... 100 nF polyester  
 C2 ..... 470  $\mu$ F 16 V électrolytique  
 C3 ..... 100 nF polyester

C4 ..... 470  $\mu$ F 16 V électrolytique  
 C5 ..... 15 pF céramique  
 C6 ..... 15 pF céramique  
 D1 ..... 1N4007  
 Q1 ..... quartz 20 MHz  
 U1 ..... 7805  
 U2 ..... PIC 16F876A-EF780  
 U3 ..... ULN2003  
 DS1 ... dip-switch à 6 interrupteurs

AF ..... afficheur à matrice 7 x 5  
 TC20-11SRWA

Divers :

1 support 2 x 8  
 1 support 2 x 14  
 1 dissipateur ML26  
 1 boulon 3MA  
 2 connecteurs POD10 mâle ci  
 2 connecteurs POD10 fem. nappe  
 1 nappe à dix conducteurs  
 1 barrette mâle à deux pôles  
 2 barrettes femelles à 7 pôles  
 1 cavalier

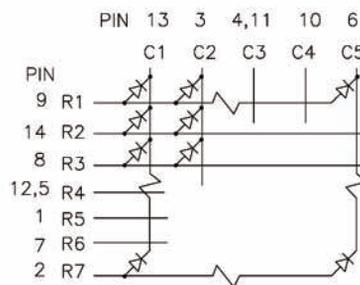
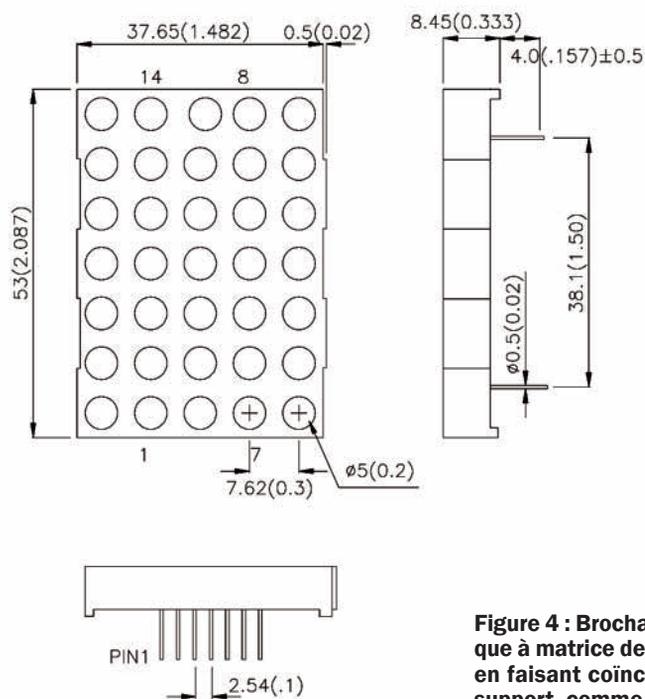


Figure 4 : Brochage et dimensions mécaniques. L'afficheur électronique à matrice de LED TC20-11SRWA est monté au verso de la platine en faisant coïncider la broche 1 de l'afficheur avec la broche 1 du support, comme le montre la figure.

Comme notre micro n'a pas un nombre d'E/S suffisant, nous avons dû recourir au multiplexage, chose possible parce que les LED sont organisées en matrice.

Pour allumer celles reliées à une ligne il suffit d'activer celle reliée à cette dernière puis, en séquence, les cinq colonnes correspondantes. En effet, dans la matrice, à chaque ligne sont reliées les anodes des cinq LED dont les cathodes correspondent à une colonne; donc, pour allumer une LED il suffit de mettre au niveau logique haut la ligne correspondante et à zéro la colonne sur laquelle se connecte la cathode. Pour pouvoir allumer toutes les LED la commande se fait en séquence : on met au niveau logique haut une ligne puis on met à zéro, une à la fois et en séquence rapide, les colonnes ; le «jeu» se répète pour les autres lignes. Il nous faudrait en principe deux lignes d'E/S pour chaque LED mais en fait pour la totalité des LED il nous suffit finalement de 12. Dans la matrice, les lignes sont alimentées directement par les sorties du microcontrôleur, alors que les colonnes sont mises au zéro logique chacune par un des Darlington NPN contenus dans le pilote de ligne U3. Ce dernier permet de réduire la résistance en état de conduction, soit celle du dispositif mettant au niveau logique bas les colonnes. Si nous avons cherché à piloter les LED directement avec les lignes du microcontrôleur, en les mettant à zéro, la chute de tension sur elles, causée par la consommation de courant dans les LED, aurait élevé le potentiel correspondant au zéro logique. Cela aurait causé une réduction de la tension de polarisation des LED et donc une luminosité peu intense, ce qui n'est pas recherché. Les Darlington contenus dans le ULN2003, étant dimensionnés pour commuter des courants de l'ordre de 500 mA, quand ils opèrent avec le faible courant des LED (environ 25 mA), présentent une chute de tension de quelques centaines de mV, certes nettement inférieure au 1,5 V environ d'une ligne d'E/S du micro.

Puisque le fonctionnement de l'étage de contrôle de la matrice de LED est éclairci, voyons ce que le PIC16F876A fait d'autre. Vu la conception du programme résident, au moment de l'initialisation le micro active le bus I<sup>2</sup>C par lequel il communique avec tous les modules, lequel bus va jusqu'à l'interface. Quand cette dernière (master du bus I<sup>2</sup>C) active la communication, le micro se prépare à exécuter les commandes, qui consistent essentiellement à acquérir des données sur les caractères à mémoriser (données arrivant sériellement sur le terminal SDA).

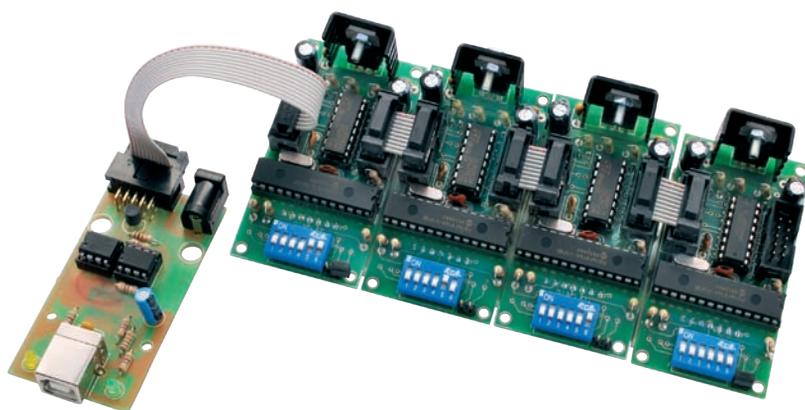


Figure 5 : Photo d'un des prototypes de l'afficheur électronique avec quatre caractères (soit quatre modules) et l'unité interface USB. Le dernier module de la chaîne a son connecteur OUT libre.

Les données étant acquises, le PIC les met dans son EEPROM et s'apprête à visualiser le symbole ; cela ne se produit pourtant pas avant que l'interface n'ait configuré tous les modules de la chaîne. Les afficheurs caractères sont tous reliés à un bus, mais en réalité la liaison est une mixte entre parallèle et cascade. En parallèle ils se font face sur le bus I<sup>2</sup>C, sur la ligne RDEND et sur l'alimentation (+12 V référé à la masse commune) et en cascade en ce

qui concerne les signaux RD et RDOK.

Quelques mots sur le dialogue entre interface PC et modules caractères, soit sur la connexion mixte : quand elle a mémorisé les caractères ou symboles graphiques en provenance du PC, l'interface les transmet aux modules et elle le fait en séquence, à partir du caractère 1 (le plus à gauche ou si vous préférez celui qui est relié au connecteur IN de l'interface).

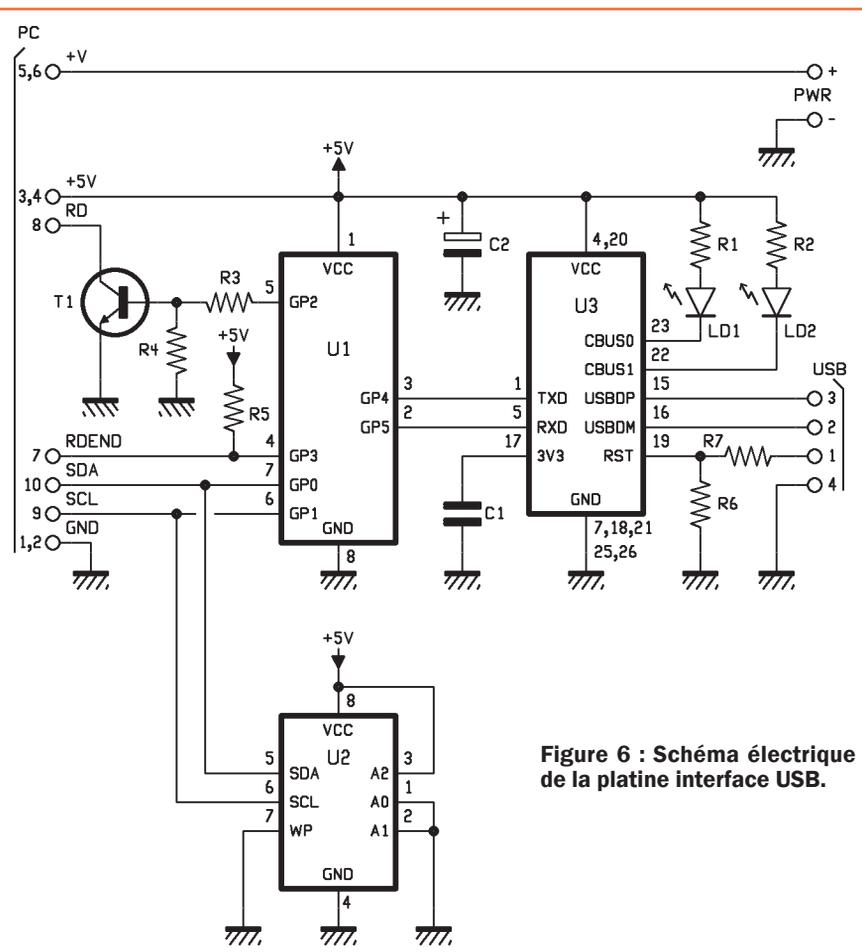


Figure 6 : Schéma électrique de la platine interface USB.

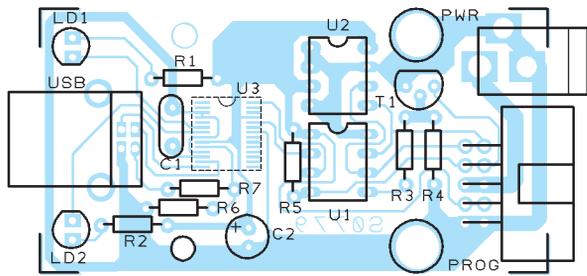


Figure 7b : Schéma d'implantation des composants de la platine de l'interface USB.

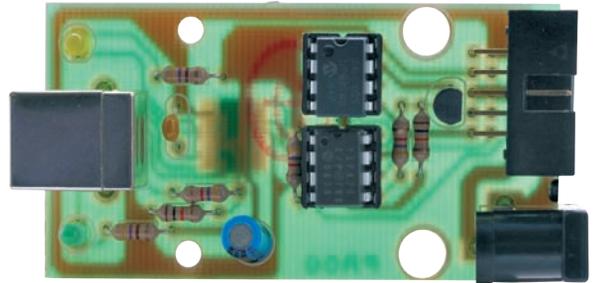


Figure 8 : Photo d'un des prototypes de la platine interface USB. Le FT232RL est monté dessous, côté soudures, sans support (lire texte, paragraphe La réalisation pratique).

### Liste des composants ET799

R1..... 470  
R2..... 470  
R3..... 4,7 k  
R4..... 10 k  
R5..... 4,7 k

R6..... 10 k  
R7..... 4,7 k  
C1..... 100 nF polyester  
C2..... 100 µF 16 V électrolytique  
U1..... PIC 16F675-EF799  
U2..... 24LC1025  
U3..... FT232RL  
T1..... BC547

Divers :

2 support 2 x 4  
1 connecteurs USB-B  
1 Fiche d'alimentation  
1 connecteur POD10 mâle ci 90°  
1 nappe 10 conducteurs  
1 connecteur POD10 femelle nappe

Pour effectuer la transmission, il prépare une commande qu'il envoie sur le bus I<sup>2</sup>C avec l'adresse (celle du module destinataire). Chaque afficheur permet de paramétrer l'adresse binaire (ID) au moyen du dip-switch DS1, lue par le micro une fois après l'initialisation (c'est-à-dire que si vous voulez la changer, vous devez éteindre le circuit et l'alimenter à nouveau après avoir modifié le paramétrage du dip-switch). Notez que, puisqu'il est possible d'utiliser 64 modules au maximum, les switches sont justement au nombre de 6 (2 puissance 6 égale 64). Le dip-switch 1 indique le bit le moins significatif de l'adresse à l'afficheur ; en outre, on a sur les broches du micro PIC16F876A une logique inversée, soit pour le un logique micro-interrupteur fermé et pour le zéro logique micro-interrupteur ouvert.

Pour prendre un exemple, l'adresse 24 est paramétrée avec 011000, soit pour notre circuit micro-interrupteur 1, 2, 3, 4, 5, 6, respectivement ouvert, ouvert, ouvert, fermé, fermé, ouvert.

Avant de passer une commande d'envoi de caractère à un des afficheurs, l'interface met au niveau logique haut sa ligne RD, laquelle met dans la même condition logique la broche 3 (RA1) du micro du module situé juste après elle. Quand le micro a achevé le cycle d'acquisition et mémorisation du caractère, il communique au suivant, c'est-à-dire à celui se trouvant tout de suite après en cascade, lequel doit se préparer à recevoir ses données. Cela est obtenu en faisant commuter la ligne RDOK (RA4 du micro U2) ; en d'autres termes, lorsque la mémorisation du caractère est

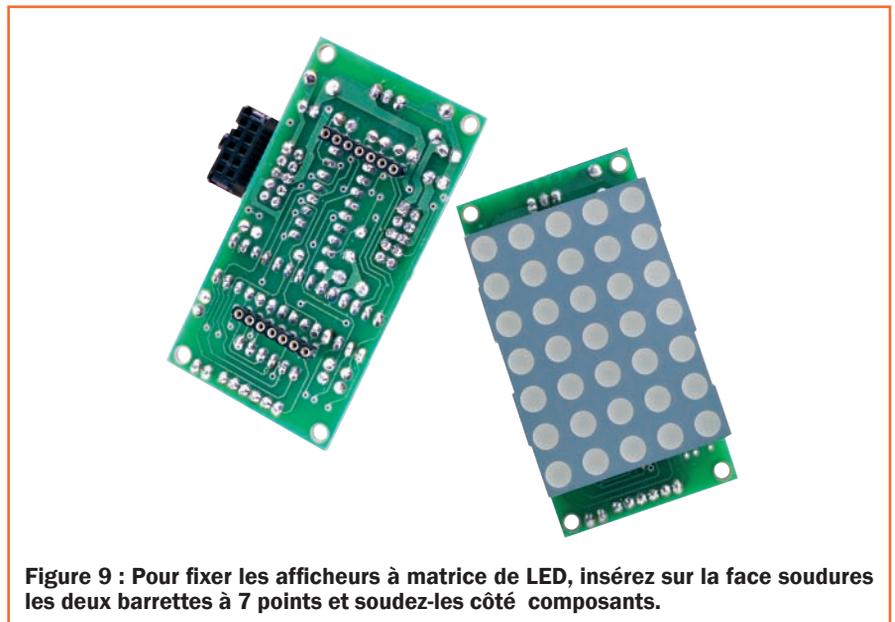


Figure 9 : Pour fixer les afficheurs à matrice de LED, insérez sur la face soudures les deux barrettes à 7 points et soudez-les côté composants.

terminée, le micro répète vers le module se trouvant en cascade le signal RD qui a été d'abord produit par l'interface.

Notez, en effet, que le RDOK d'un module doit être connecté au RD de celui qui le suit. Le module afficheur venant en deuxième position se prépare maintenant à lire les données sur le bus I<sup>2</sup>C, données déjà prêtes dans l'interface. Quand l'impulsion sur RD est reçue, il indique à l'interface qu'il est prêt et il charge puis mémorise les informations correspondant au caractère à visualiser. Dans ce cas aussi, à la fin de la procédure il fait commuter RDOK pour déclencher le module qui le suit. Cela se poursuit en séquence et en cascade jusqu'au dernier afficheur.

L'interface suspend alors l'envoi des données et donne son accord pour que la visualisation puisse commencer.

La ligne RDEND informe que les données ont été chargées dans tous les modules. Cette ligne ne doit être activée que sur le dernier de la chaîne. On y trouve pour cela un cavalier (J1) à fermer seulement sur le module afficheur de la fin de la chaîne des modules en cascade, soit sur celui dont l'adresse ID est 0 (celui relié au connecteur IN). A travers le cavalier, la commutation de RDOK est reportée sur la ligne RDEND et le micro de l'interface comprend par là que le dernier module a terminé correctement la procédure de mémorisation du caractère.

Bien, cela étant dit il ne nous reste qu'à analyser la dernière partie du circuit, l'alimentation stabilisée. Chaque module régule la tension qui lui parvient en 5 V nécessaire au fonctionnement du micro et à l'allumage des LED. La tension est stabilisée par un régulateur classique 7805 ; une protection contre une malencontreuse inversion de polarité est réalisée par D1.

## L'interface USB

Nous allons maintenant décrire la platine qui connecte la chaîne d'afficheurs à l'ordinateur : il s'agit d'un circuit compact simplifié par l'adoption de composants à haut degré d'intégration. Il comporte un micro PIC12F675, une EEPROM bus I<sup>2</sup>C 24LC1025 (de 1 Mo) et un convertisseur série TTL / USB FT232RL de FTDI. Vous le connaissez car nous l'avons déjà utilisé dans des montages précédents. La puce est un adaptateur RS232 (ou TTL avec données au format RS232) / USB 2.0, fonctionnant en 5 V et doté d'un oscillateur et d'une EEPROM internes. En ce qui concerne le connecteur USB, le circuit se connecte aux lignes suivantes : donnée positive (D+), donnée négative (D-) et - (masse de référence). Reste exclu le positif 5 V, puisque le FT232RL est alimenté par l'unité.

Concluons ce panoramique sur le FT232RL en disant que les broches CBUS0 et CBUS1 sont programmées en usine par le constructeur pour gérer les deux LED d'état ; mais il est possible toutefois, avec un logiciel adéquat fourni par FTDI, de les paramétrer différemment. Dans cette application ils ne sont cependant pas utilisés. Le micro qui règne sur l'unité tout entière comporte un bus I<sup>2</sup>C pour dialoguer avec les modules afficheurs et un port série pour recevoir les données de l'ordinateur, ou bien du FT232RL. Par ce même canal I<sup>2</sup>C il dialogue avec la mémoire, où il écrit les données arrivant du PC et dans lesquelles il lit les informations qu'il transfère ensuite aux modules. Bien qu'elle fonctionne avec le 5 V provenant de l'ordinateur via l'USB, l'interface possède

tout de même une prise d'alimentation pour recevoir éventuellement la tension d'une alimentation externe ; en réalité cette alimentation ne sert pas au circuit mais transite simplement par le circuit imprimé pour atteindre le connecteur permettant la liaison au premier module de la cascade et à travers lequel il va alimenter la chaîne des modules afficheurs.

En ce qui concerne le fonctionnement, le microcontrôleur reste normalement en attente des données arrivant du PC ; quand l'ordinateur commence une session de configuration (appelée par l'utilisateur avec un clic sur le poussoir adéquat de la fenêtre principale du programme de gestion), le micro reçoit les octets correspondant aux caractères ASCII ou aux symboles graphiques créés par l'utilisateur et il les stocke dans la 24LC1025. Une fois l'envoi achevé, il commence à charger les caractères dans les modules, avec la procédure décrite plus haut. Lorsque la commutation sur la ligne RDEND a été reçue, s'il n'y a pas d'autre demande d'envoi de la part de l'ordinateur, le micro se met au repos. Il est alors possible de débrancher le câble USB et de laisser les afficheurs fonctionner de manière autonome. Pour visualiser ce qui est écrit, il faut l'éteindre et, après une dizaine de secondes, le rallumer. Chaque module visualise alors son caractère ou son symbole graphique.

## Le logiciel pour PC

Pour configurer l'afficheur modulaire nous avons développé un programme pour SE Windows 2000/XP, qui s'installe facilement après avoir chargé et décompressé le fichier à partir de notre site Internet. Lorsque le logiciel a été installé, en le lançant à partir du menu **Programmes**, on entre dans la fenêtre de commande, dans laquelle se trouvent des cases, une par module afficheur et, en haut à gauche, une petite planche à dessin représentant la matrice de 7 x 5 LED.

Pour attribuer un caractère à un module, il faut cliquer dans la case correspondant

à sa position (1 à 64) et ensuite dans la case de texte de dessous : dans celle-ci on écrit avec le clavier (ou on compose l'équivalent ASCII avec Alt + nombre du petit clavier numérique) le caractère désiré. Notez à ce propos que le programme accepte tous les caractères alphanumériques (lettres de l'alphabet et chiffres), en plus bien sûr des symboles +, - et ainsi de suite ; les caractères admis sont compris entre le 032 et le 0126 ASCII. En outre, le logiciel pour PC permet de construire et de mémoriser, en plus que d'envoyer aux modules afficheurs, 99 symboles graphiques à volonté ; chacun d'eux peut être créé avec un clic sur les points de la matrice en haut à gauche de la fenêtre principale du programme, pour sélectionner les points dont il doit être composé. Une fois le nouveau caractère dessiné avec la souris, vous devez lui attribuer un nom en l'écrivant dans la case de texte ; enfin, actionnez la commande de sauvegarde.

## La réalisation pratique

Plus grand chose à ajouter, du moins pour la théorie, passons donc à la pratique et voyons comment construire les platines. Vous devez réaliser un seul circuit imprimé pour l'interface et autant de circuits imprimés que de modules afficheurs dont vous voulez que soit formé votre journal lumineux. Pour les deux types de circuits imprimés vous pouvez télécharger les dessins pour la photogravure sur le site de la revue.

Après gravure et perçage, insérez puis soudez les composants par ordre de hauteur ; orientez dans le bon sens ceux qui sont polarisés (électrolytiques, diode, LED, transistor, régulateur et autres circuits intégrés), les figures vous rendent cette opération facile. Pour les soudures, utilisez un fer à souder de 25 W à pointe fine et du tinol de 0,5 mm de diamètre ou moins.

Le FT232RL est monté côté soudures mais faites bien attention : ses broches sont «drues» !

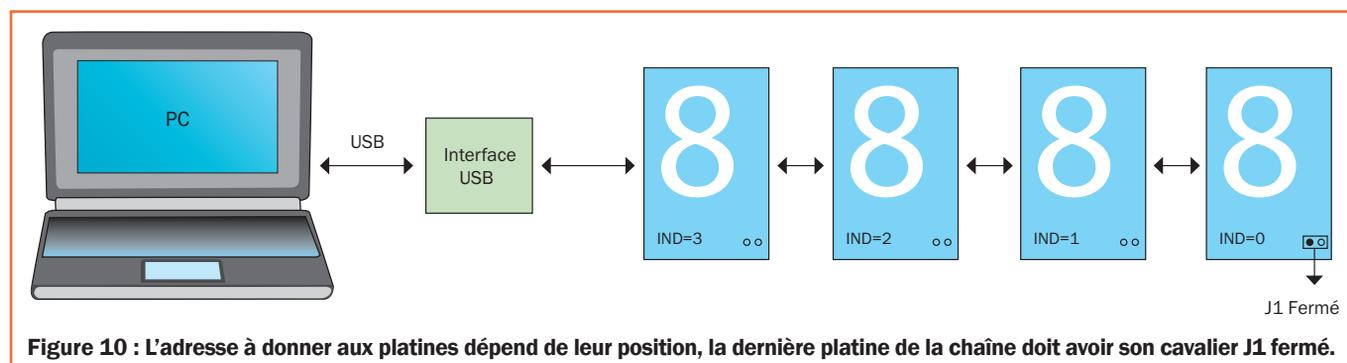


Figure 10 : L'adresse à donner aux platines dépend de leur position, la dernière platine de la chaîne doit avoir son cavalier J1 fermé.

Figure 11 : La syntaxe des messages

Une fois les données reçues, le microcontrôleur PIC12F675 de la platine interface USB envoie à chaque module les données qui le concerne pour qu'elles soient mémorisées. Ci-dessous nous indiquons les commandes utilisées par l'ordinateur pour dialoguer avec le micro de l'interface, ces commandes commencent toujours par les caractères \*/. Le flux \*/V: permet la mise à jour de l'afficheur entier (rappelons que les modules afficheurs lisent en cascade le contenu de la mémoire de l'interface). La commande \*/M permet la mémorisation dans la puce 24LC1025 de l'état d'un afficheur, un exemple typique de cette commande est :

```
*/M add d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7
```

où add est l'adresse de l'afficheur et d1... d7 l'état des lignes ligne1 ... ligne7. Notez que 1 indique LED allumée, par exemple xxx11111. Le flux \*/A? dit que l'unité est en attente d'une commande. Aux commandes passées font suite des réponses spécifiques, voyons-les ensemble. Si on passe la commande \*/V deux réponses sont possibles :

- \*/OK\_V signifie lecture lancée de la part des unités d'affichage ;
- \*/OK\_F signifie achèvement du cycle de lecture de la part des unités d'affichage.

Pour la commande \*/M, la réponse obtenue est \*/OK\_M indiquant l'achèvement de la mémorisation de l'état d'un afficheur.

centrez-le bien par rapport aux pastilles, puis soudez d'abord les quatre broches externes, poursuivez vers l'intérieur en soudant une broche d'un côté et une broche de l'autre en alternant. Quant aux autres circuits intégrés, vous pouvez les monter comme d'habitude sur des supports.

En ce qui concerne les modules, les afficheurs à matrice de LED sont montés côté soudures, c'est-à-dire là où les autres composants ne sont pas. Vous pouvez souder ses broches directement ou mieux, prévoir un montage sur deux rangs de barrettes femelles (à sept points chacune) au pas de 2,54 mm. Soudez alors ces barrettes sur les pastilles percées destinées à recevoir les broches de l'afficheur. Attention au sens d'insertion de l'afficheur : là encore voir les dessins et les photos des figures.

Quand les modules afficheurs et l'interface USB sont terminés, préparez les nappes qui relient les différents éléments : toutes se composent d'un morceau de nappe à 10 conducteurs et d'un connecteur volant à 10 contacts sur deux rangées au pas de 2,54 mm. La nappe pour connecter l'interface au premier module afficheur peut être plus longue : tout dépend de l'endroit où vous comptez placer l'interface, près du premier module ou loin de lui au contraire.

Concluons avec l'alimentation : l'ensemble demande une tension continue, pas nécessairement stabilisée, de l'ordre de 9 à 10 V. Pas plus, nous vous le déconseillons, car les possibilités du petit dissipateur associé au régulateur U1 seraient alors dépassées (songez que la puissance dissipée et donc la chaleur à évacuer, dépendent de la différence de tension entre l'entrée et la sortie du 7805). Le courant de l'alimentation dépend étroitement du

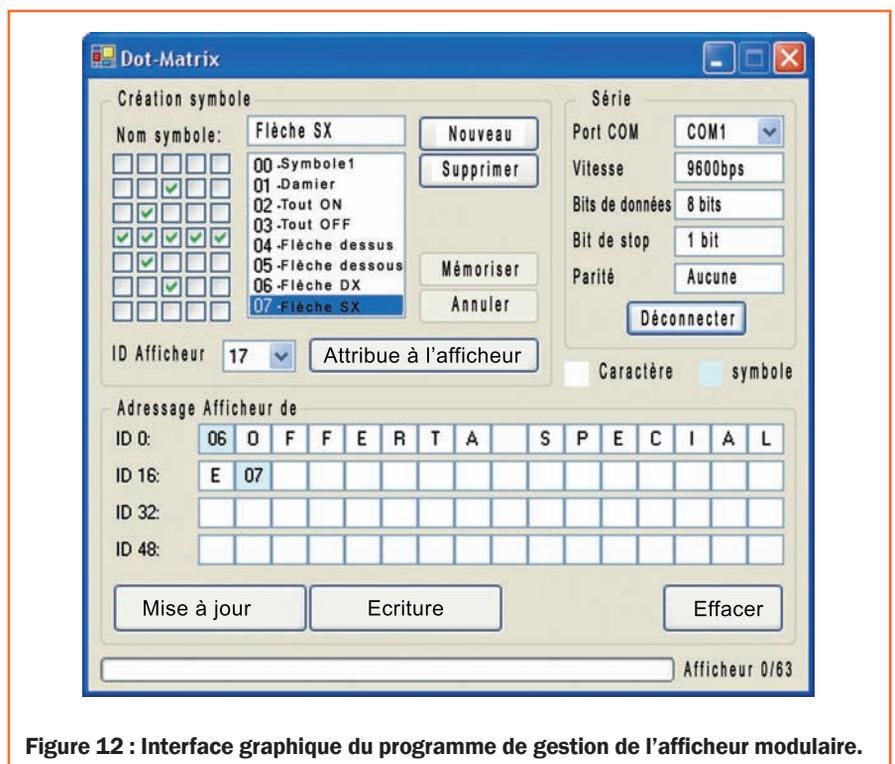


Figure 12 : Interface graphique du programme de gestion de l'afficheur modulaire.

nombre de modules afficheurs que vous comptez monter en cascade : pour chaque caractère, il faut prévoir un courant de 60 mA (la consommation de l'interface est très faible et vous pouvez ne pas la prendre en compte, surtout si vous utilisez plusieurs modules afficheurs). Avant de mettre l'ensemble sous tension, rappelez-vous que vous devez attribuer une adresse correcte à chaque afficheur, chaque module doit avoir la sienne propre et le module le plus éloigné (celui sur lequel vous devez fermer le cavalier J1) doit avoir l'adresse la plus petite (0) alors que le plus proche de l'interface doit avoir l'adresse la plus haute, dépendant du nombre de module que vous avez mis bout à bout : par exemple, si vous avez choisi de monter huit afficheurs ou caractères, le plus

éloigné aura l'adresse 0 (tous les micro-interrupteurs du dip-switch ouverts) et le plus proche aura l'adresse 7.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce projet (afficheur modulaire ET780 et interface USB ET799) est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes sont téléchargeables à l'adresse suivante :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/109.zip> ◆

# Rétrospective des montages de Noël

Nous vous proposons dans cet article de faire rapidement le point sur les principaux montages que nous avons conçus pour souligner l'atmosphère joyeuse et festive de la période calendaire dans laquelle vous serez au moment de recevoir ou d'acheter votre revue préférée. Nous sommes assurés que ces réalisations donneront à votre crèche (si vous la faites) ou du moins à votre sapin de Noël et à la décoration de votre maison «cette touche en plus» que vous recherchez.



**E**n période calendaire, soit de l'Avent début décembre à l'Épiphanie ou la Saint Nicolas le 6 janvier (mais pour certains c'est le temps de la crèche, soit du 24 décembre à la Chandeleur) on a pris l'habitude de célébrer Noël sur le thème de l'hiver (sapin, neige, étoiles) en mettant en œuvre une décoration (crèche, arbre, guirlandes, boules, etc.) où les animations lumineuses et sonores tiennent une place de Rois ... Mages, bien sûr !

C'est pourquoi nous avons pensé, pour ces calendes 2009, de vous proposer une rétrospective des meilleurs montages de Noël, conçus et réalisés ces dernières années et toujours disponibles auprès de certains de nos annonceurs. Vous verrez d'ailleurs que quelques uns peuvent également être utilisés en dehors du temps de Noël. De plus nous laissons à votre créativité le soin d'adapter tous ces montages à vos projets personnels de décoration et d'animation.

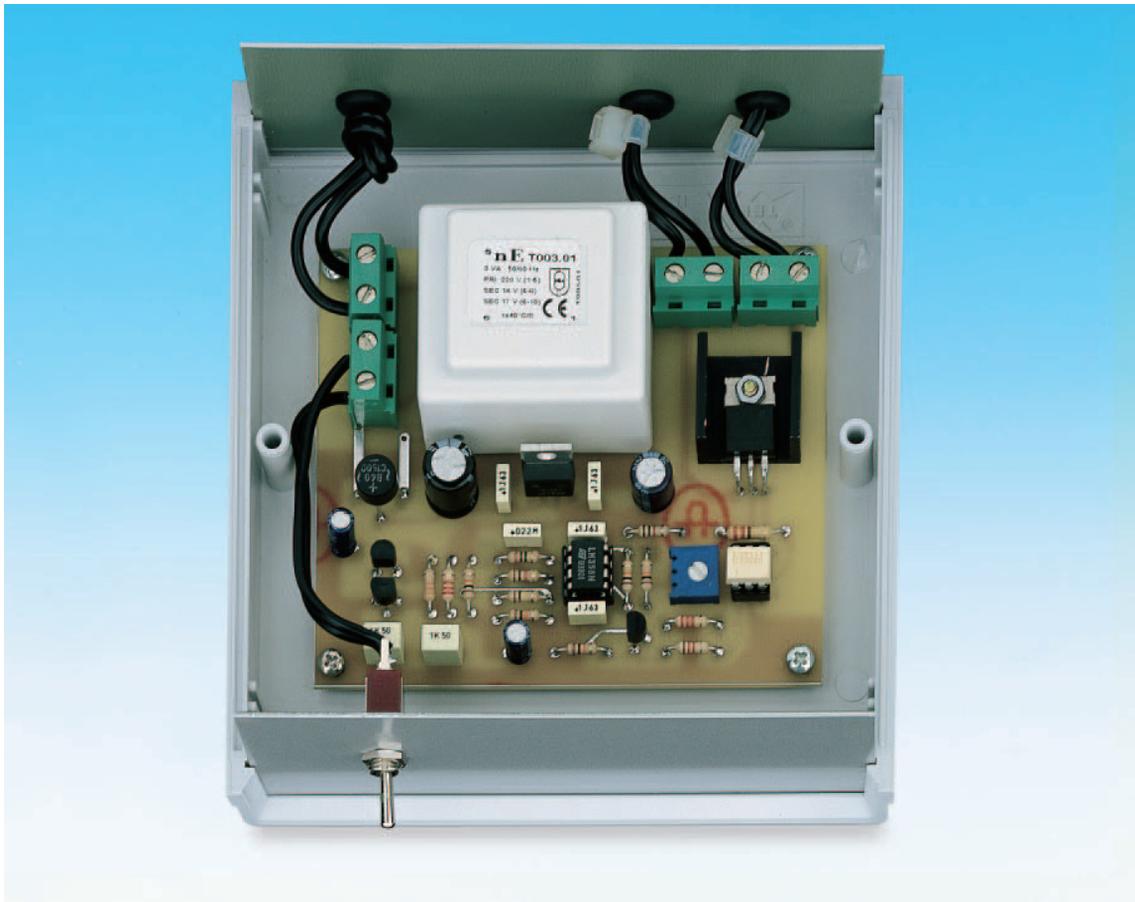
# Feu virtuel EN1477

**S**i vous mettez sous un petit tas de bois une ou plusieurs ampoules à filament alimentées avec une tension variable, on donne l'illusion d'un feu de bois allumé. Cet effet peut être particulièrement agréable pour animer un coin de la crèche de Noël ou pour donner l'illusion que la cheminée du salon ou de la chambre est en fonctionnement.

Pour ce montage (voir photo) nous avons prévu d'utiliser des ampoules à filament de type «silure» parce qu'elles sont plus résistantes. En outre, il faut choisir des ampoules **230 V** de

faible puissance (**5-10 W** maximum) et si la lumière d'une seule ampoule ne vous paraît pas satisfaisante, vous pouvez en ajouter une seconde en parallèle. Pour des raisons de sécurité, utilisez de préférence des ampoules basse tension de **6-12-24 V**.

Évidemment avec ces dernières vous devrez alimenter le circuit avec une tension alternative de **6-12-24 V**, prélevée sur le secondaire du transformateur. La puissance de ce transformateur dépend du nombre d'ampoules que vous souhaitez alimenter.



Une fois les ampoules connectées et la tension fournie au circuit, vous devrez trouver, en tournant l'axe du trimmer, la position pour laquelle la lumière du filament commence à trembler.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce **Feu virtuel**

**EN1477** est disponible chez certains de nos annonceurs. (coffret, circuit imprimé, composants). Voir les publicités dans la revue.

L'article au format Acrobat Reader (pdf) est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :

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

# Simulateur d'aube et crépuscule EN1493

**C**e circuit permet d'allumer très lentement une ampoule afin de simuler l'effet d'aube et, quand celle-ci a atteint sa luminosité maximale, de la maintenir allumée un certain temps pour simuler l'effet de jour, après quoi et toujours lentement, le circuit éteint l'ampoule afin de simuler l'effet de crépuscule. Ensuite, quand l'ampoule est éteinte, le circuit la maintient ainsi pendant un certain temps pour simuler la nuit.

Quatre boutons en face avant (voir partie haute de la photo) servent à modifier d'un minimum à un maximum les durées des phases Aube-Jour-Crépuscule et Nuit.

Un inverseur permet de paramétrer la durée maximale de chaque phase à **1-6-40 minutes**.

Le circuit comporte **3 sorties**, reliées à autant de **triacs**, pour piloter avec une tension alternative des ampoules à filament (voir au bas de la photo le panneau arrière). Si on relie à ces trois sorties des ampoules à filament de **230 V**, le circuit devra être alimenté par une tension de **230 V**. Si en revanche vous branchez des ampoules à filament de **12** ou de **24 V**, vous devrez appliquer au circuit une tension de **12** ou **24 V alternative** prélevée sur le secondaire d'un transformateur en mesure de fournir l'intensité voulue.



Outre ces trois sorties capables d'allumer seulement des ampoules à filament, il y en a **quatre** autres (voir photo du panneau arrière, en bas) qui, pilotées par deux relais, peuvent alimenter en continu ou en alternatif n'importe quel type d'ampoules, à filament ou bien au néon, en **230 V** ou bien en **12-24 V**, de même que des ventilateurs et de petits moteurs électriques.

Pour gérer toutes ces prises de sortie et pouvoir programmer les durées d'allumage et d'extinction des ampoules et des moteurs, nous avons monté dans le circuit un **microcontrôleur ST62/T15** déjà programmé en usine, afin d'éviter l'utilisation d'une infinité de timers.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce **Simulateur d'aube** et de **crépuscule EN1493** est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

**L'article au format Acrobat Reader (pdf) est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :**

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

# Voice recorder

## solid state (enregistreur de voix compact) EN1524

**A**vec le microcontrôleur **Voice-Recorder-Playback** construit aux USA par Winbond, nous avons réalisé cet enregistreur de sons et voix compact qui, comme vous pouvez facilement le supposer, peut trouver de très nombreuses applications chez l'amateur.

En particulier, en ce qui concerne la période des fêtes de Noël et de fin d'année, dont nous nous préoccupons ici, l'amateur

de crèche pourra l'utiliser pour sonoriser ses créations et étonner ainsi ses amis en faisant entendre, derrière le papier kraft ou à l'intérieur des grottes, le marteau du forgeron battant l'enclume, le murmure du ruisseau qui s'écoule parmi la mousse et le gazouillis de l'Enfant Jésus ...

L'article fournit une série d'instructions utiles pour enregistrer (record) comme pour reproduire (play).

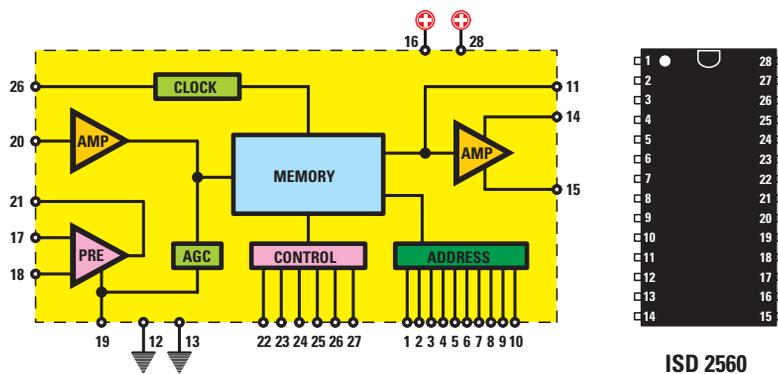
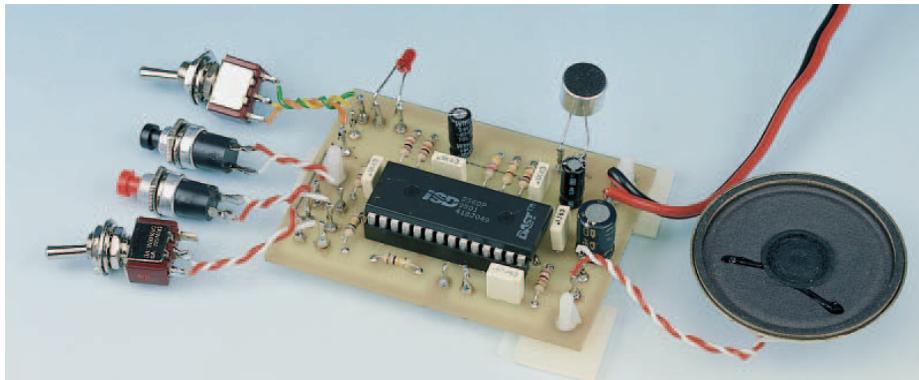


Figure 1 : En haut, la photo d'un des prototypes de la platine avec ses périphériques. Ci-contre, schéma synoptique du Voice Recorder ISD2560 et son brochage vu de dessus.

Pour alimenter le circuit il faut une tension de **6 V**, tension pouvant être obtenue avec **quatre piles** «bâtons» de **1,5 V** à monter en série avec le boîtier plastique porte-piles.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce **Voice recorder**

**solid state EN1524** (coffret, circuit imprimé, composants) est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

L'article au format **Acrobat Reader (pdf)** est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :

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

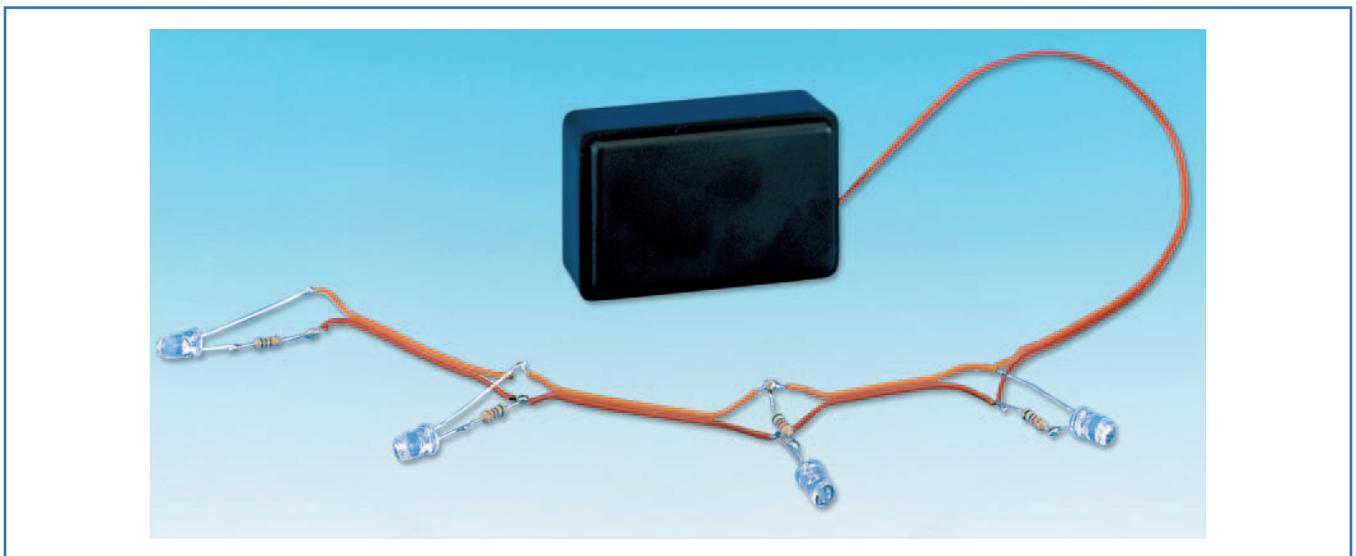
# Clignotant à LED bleues EN1554

**C**e circuit tout simple de clignotant allumant **quatre LED flashs bleues**, peut également être utilisé avec n'importe quel autre type de LED. Il s'agit donc d'un circuit d'emploi universel, en mesure de satisfaire les exigences les plus diverses et qui trouve toute sa place dans les montages de Noël.

Un aspect est à souligner particulièrement, surtout, il est vrai, pour un débutant : si vous omettiez de monter en série avec chaque LED une résistance, dès que vous relieriez les LED à n'importe quelle tension, elles seraient détruite. En effet, la **chute de tension** apparaissant aux extrémités d'une diode (et une LED est une diode) varie en fonction de sa **couleur** selon ce que le tableau ci-dessous indique.

Couleur de la LED	Chute de tension
ROUGE	1,8 V
VERTE	2,0 V
JAUNE	1,9 V
ORANGE	2,0 V
BLEU flash	3,0 V
BLANC flash	3,0 V

Si on connaît la valeur de la chute de tension de la LED, il est possible de calculer approximativement la valeur de



la résistance à monter en série avec la LED en fonction de la tension d'alimentation, en utilisant cette formule, dans laquelle on reconnaît le corollaire de la loi d'Ohm

$$R = U : I$$

$$R = (U_{cc} - U_d) : I$$

où :

**R** est la résistance en **ohm** à monter en série avec chaque LED.

**U<sub>cc</sub>** est la tension d'alimentation en V utilisée pour alimenter les LED.

**U<sub>d</sub>** est la chute de tension en V présente aux extrémités de la LED. Si vous en montez deux en série vous devrez doubler cette valeur, avec trois la tripler.

**I = 0,01 A** est l'intensité correspondant aux **10 mA** nécessaires pour allumer une LED à mi luminosité. Pour augmenter la luminosité il est possible de faire consommer à la LED un courant I de l'ordre de **0,015-0,02 A**.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce **Clignotant à LED bleues EN1554** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

**L'article au format Acrobat Reader (pdf) est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :**

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

# Reproducteur de sons

## sur EPROM 27256 EN1571

Ce circuit, capable de reproduire les sons enregistrés sur PC, pourra être le point de départ des applications les plus disparates.

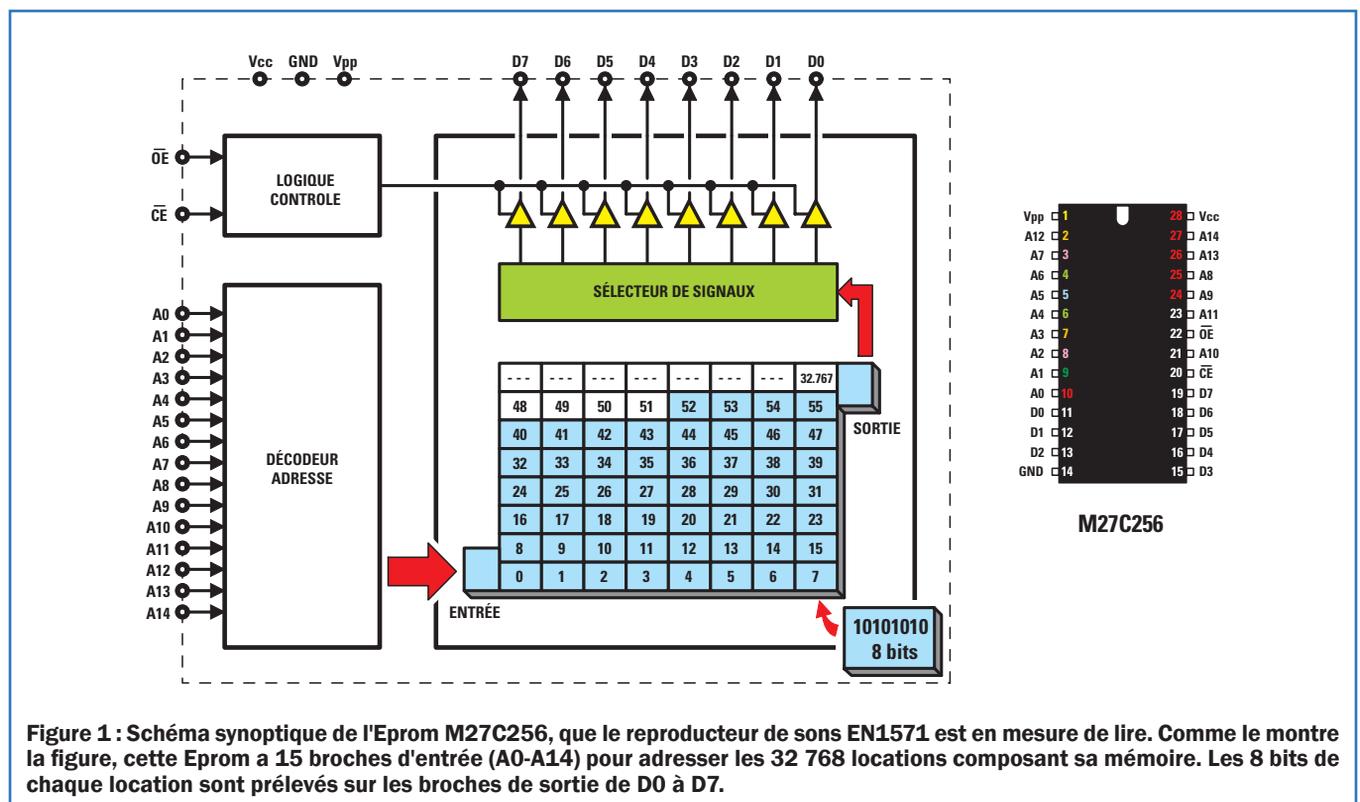
Des sons caractéristiques du modélisme ferroviaire aux alarmes vocales pour antiviol en passant par des messages vocaux de toutes sortes.

Vue l'universalité de ce montage, il se prête également à des applications calendales.

En effet, on pourra installer l'appareil dans une crèche où il servira à reproduire le cri des animaux ou le battement du marteau sur l'enclume du forgeron ou encore le chœur des anges s'approchant de la Grotte ...

Et pourquoi pas, toujours pour célébrer Noël, le crépitement du feu du bivouac des bergers, synchronisé avec l'allumage des ampoules ou LED simulant la lueur des foyers.

Avec les autres composants vous trouverez une **Eprom**



déjà programmée en usine avec les sons d'une locomotive à vapeur et le sifflement du train.

Mais des sons concernant directement l'ambiance des fêtes de Noël sont téléchargeables sur notre site .

Si vous préférez vous pouvez utiliser notre programmeur d'**Eprom EN1574**, avec un logiciel qui, outre le fait de transférer les données du **PC** à l'**Eprom**, est en mesure de modifier les sons de type **.WAV** produits par le **PC** en un **fichier binaire** et de les transférer sur **Eprom**.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce **Reproducteur de sons sur EPROM 27256 EN1571** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

**L'article au format Acrobat Reader (pdf) est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :**

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

# Light controller

(contrôleur de lumières)

géré par ordinateur EN1613-1614

Cette interface permet de gérer des programmes de lumière et consiste en une **console à sliders** (potentiomètres linéaires) **virtuels** pour graduer l'intensité lumineuse de chaque canal.

Le logiciel prévoit, en outre, la possibilité de programmer des séquences d'allumage et d'extinction des ampoules une après l'autre.

Ce dispositif a été conçu pour répondre à la demande qui nous a été adressée par les studios de photographie, les cabinets de médecine alternative, etc., de gérer par ordinateur la

luminosité de l'environnement de travail : en effet, les ondes lumineuses ont de l'influence sur l'humeur et la santé de l'individu, la chromothérapie et la lumarthérapie n'en sont plus à leurs débuts !

Mais même en dehors de cette dernière application un peu spéciale, ce montage peut être utilisé par les passionnés d'**atmosphère lumineuse**, notamment pendant les fêtes de Noël et de fin d'année etc.

C'est pourquoi dans le **CD-Rom** fourni avec le matériel se trouvent deux programmes complets (**Gestriac et Jouons**



Figure 1 : Photo d'un des prototypes du Light Controller EN1613, la platine ayant été installée dans son boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé. On voit en face avant le connecteur mâle à relier par câble au port parallèle de l'ordinateur et les six prises RCA de la platine des Entrées EN1614.

avec les triacs), leurs sources en **Visual Basic 6** et la **DLL** pour communiquer au moyen du **port parallèle** même avec **Windows XP**. Vous pourrez ainsi développer vous-même le logiciel répondant à vos attentes personnelles.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce **Contrôleur de lumières géré par ordinateur EN1613-1614** est disponible

chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

**L'article au format Acrobat Reader (pdf) est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :**

**Note** : les programmes sont également disponibles à l'adresse suivante :

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

# Clignotant à LED

## à circuit intégré NE555 EN5050

Ce circuit sert à faire clignoter alternativement **quatre LED à haute luminosité** ; les plus créatifs pourront s'en servir pour animer les décorations calendales.

Pour l'alimentation on se sert d'une simple pile de 9 V ou bien, pour augmenter l'autonomie, une batterie rechargeable (disponible à des prix intéressants chez certains de nos annonceurs).

Le circuit peut fonctionner aussi sous **12,6 V**, soit la tension disponible à bord d'un véhicule.

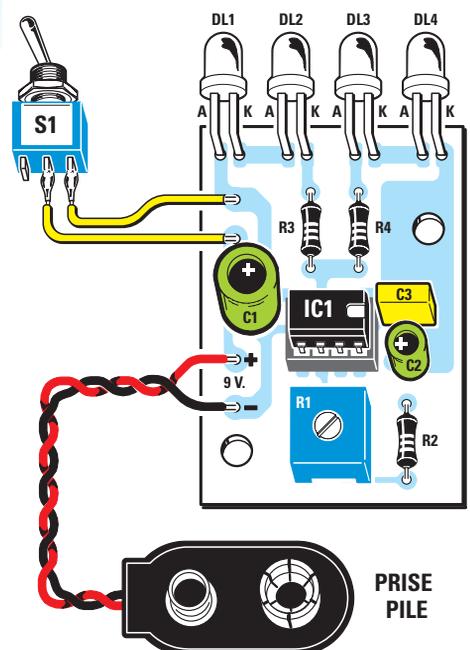
En actionnant le trimmer il est possible d'obtenir au minimum **22** éclairs par minute et au maximum **48** éclairs par minute. Précisons que les LED à haute luminosité fournies avec le matériel nécessaire à ce montage ont un corps transparent qui se colore en rouge lorsque la LED s'allume.

A la place vous utiliserez des LED normales déjà colorées en rouge-vert-bleu-jaune. La prise de pile 9 V peut être remplacée par une torsade de deux fils rouge-noir allant à la batterie rechargeable ou à l'allume-cigare du véhicule.



Figure 2 : Schéma d'implantation des composants. Si vous n'utilisez pas une pile de 9 V pour alimenter le circuit, vous pouvez remplacer la prise de pile par une torsade de deux fils R/N : le fil rouge va au positif + de la tension d'alimentation et le fil noir au négatif - de la tension d'alimentation.

Figure 1 : Photo d'un des prototypes de la platine. Pour augmenter l'autonomie de l'alimentation, il est possible de monter deux piles en parallèle ou bien d'utiliser deux piles plates de 4,5 V en série, ce qui fait 9 V.



### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce **Clignotant à LED à circuit intégré NE555 EN5050** est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

L'article au format Acrobat Reader (pdf) est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :

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

# Interrupteur crépusculaire

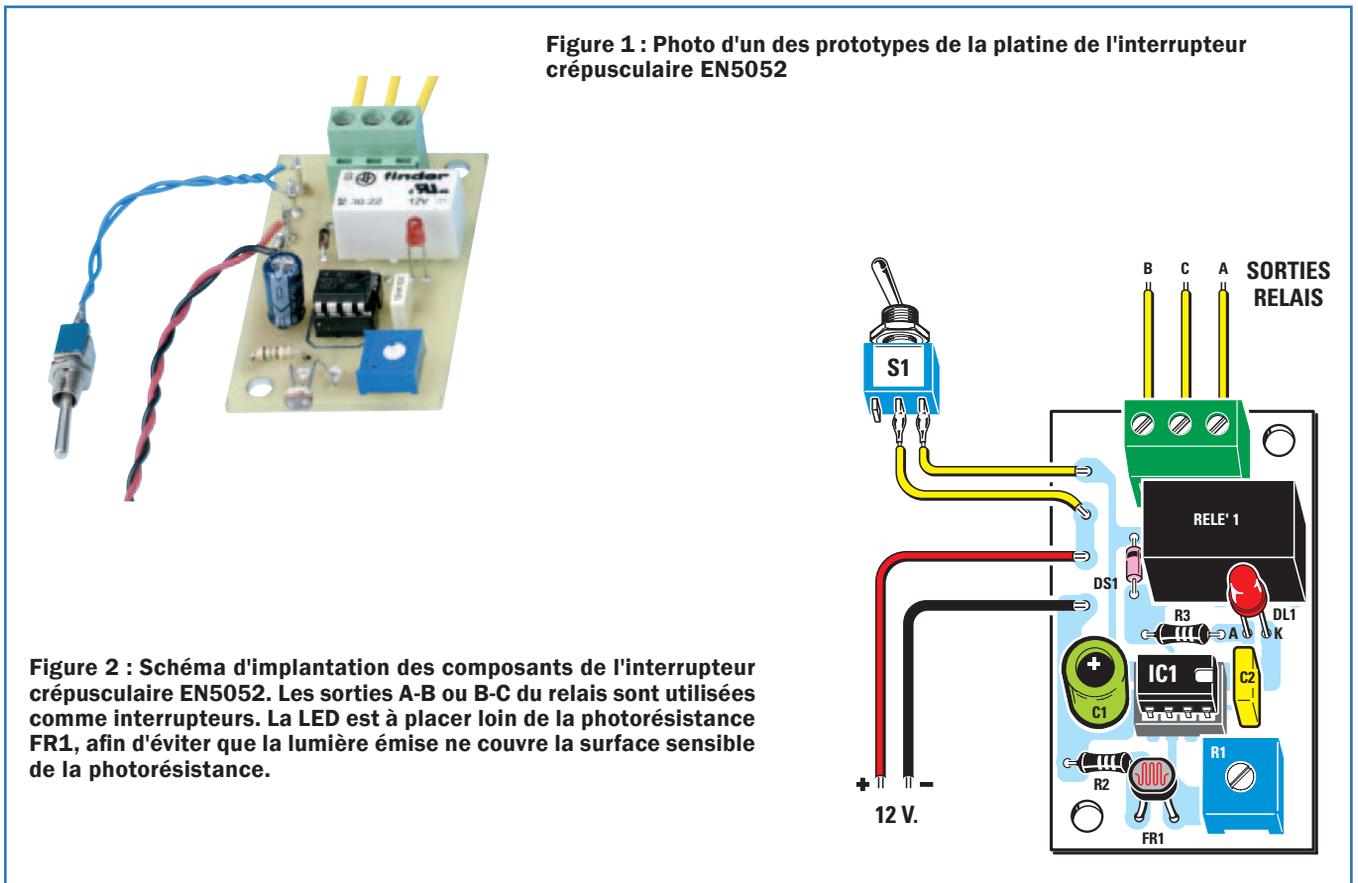
## à circuit intégré NE555 EN5052

Grâce à l'utilisation d'une **photorésistance** nous avons réalisé cet interrupteur crépusculaire qui active un relais quand la lumière diurne descend au dessous d'une valeur déterminée et le désactive lorsque la luminosité retrouve sa valeur.

Il est possible de sélectionner la valeur d'obscurité pour laquelle on veut que le relais s'active en actionnant le curseur du **trimmer** présent dans le circuit.

Si vous pensez utiliser ce montage avec une crèche, vous devez tourner le curseur du trimmer dans le **sens horaire** et ensuite, quand la valeur d'obscurité désirée est atteinte, tournez lentement le curseur jusqu'à déclencher le relais.

**Note** : si on remplace la photorésistance par une **résistance NTC** laquelle, c'est bien connu, modifie sa valeur ohmique lorsque la température varie, ce circuit peut être utilisé aussi pour actionner un ventilateur ou éteindre une chaudière



quand la température dépasse une valeur déterminée.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet **Interrupteur crépusculaire à circuit intégré NE555 EN5052** (coffret,

circuit imprimé, composants) est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

L'article au format **Acrobat Reader (pdf)** est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :

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

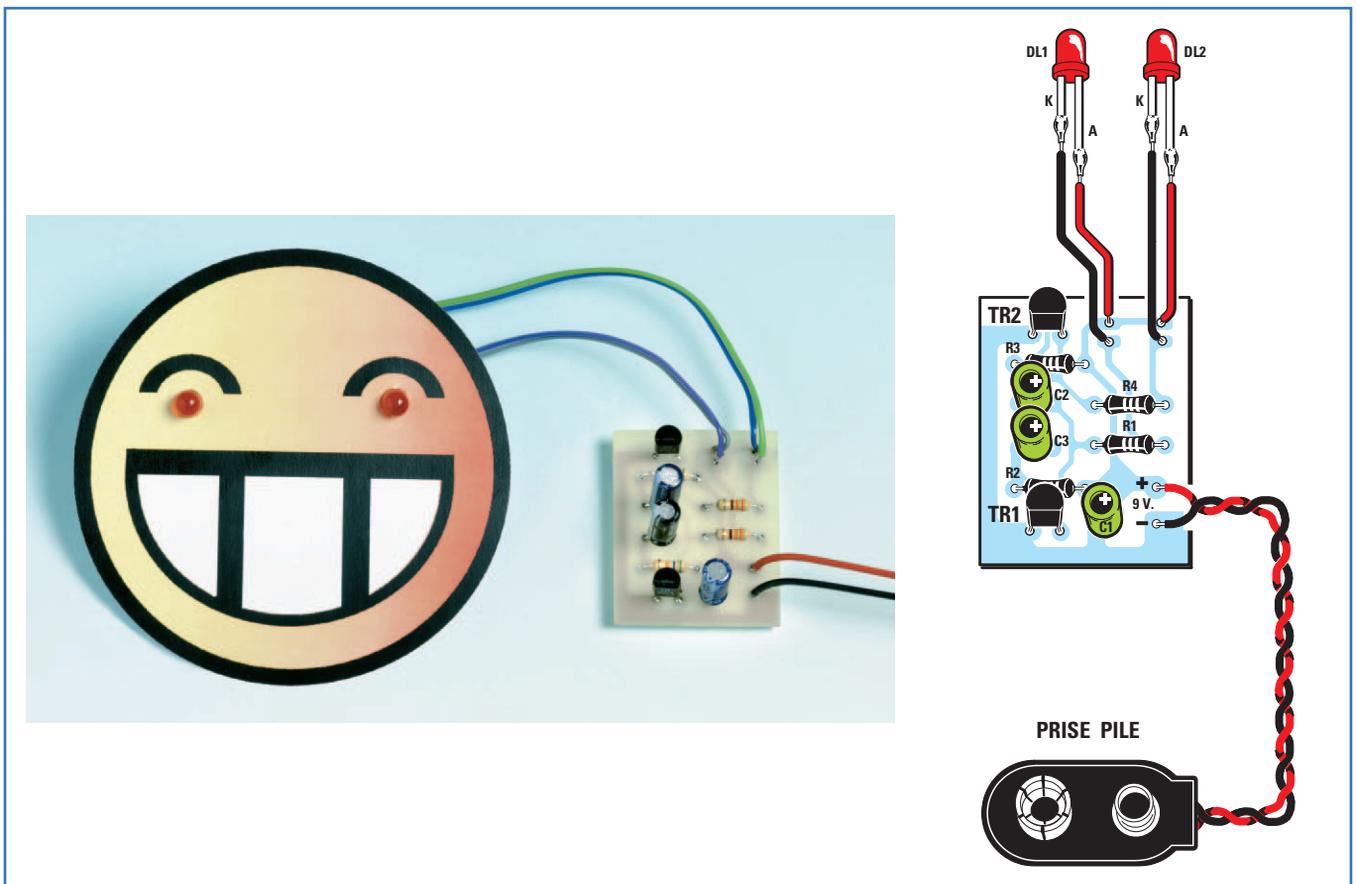
# Deux LED clignotantes EN1683

Ce circuit, qui permet de faire **clignoter deux LED**, de par son extrême simplicité de réalisation, peut être le "déclat" amenant à l'électronique (amateur ou davantage si affinité) un enfant (fils ou fille, neveu ou nièce, petit fils ou petite fille, etc.).

Il s'agit d'un **multivibrateur astable à transistor**: il passe alternativement de l'état haut-On à l'état bas-Off, sans recevoir d'impulsions extérieures, à part l'impulsion initiale ; la fréquence d'oscillation est déterminée par les valeurs ohmiques et capacitives des composants utilisés.

Ce circuit (dont les figures donnent en haut la photo d'un des prototypes et, en bas, le schéma d'implantation des composants) peut être alimenté avec une simple pile de **9 V** ou bien par la prise allume-cigare **12 V** d'un véhicule automobile.

En créant des profils de carton peint ou de plastique coloré (comme le montre la photo) sur le thème de Noël (ici c'est plutôt halloween!) dans lesquels vous insèrerez les deux LED reliées à la platine (éventuellement en les déportant avec de la torsade R/N), vous pourrez mettre une touche personnelle à vos décors de Noël (crèche, sapin, etc.).



Certaines boules de Noël, à suspendre aux branches du sapin, sont en plastique et non en verre fin et certaines s'ouvrent en deux parties : si vous dénicher ce modèle, ou alors si vous vous sentez de découper proprement une boule en plastique non démontable et de la recoller ensuite, vous pouvez envisager d'y insérer une ou deux LED ... voire pourquoi pas le montage avec sa pile (mais dans ce cas prévoir à l'arrière un petit interrupteur). Quoi qu'il en soit, amusez-vous bien avec votre fer à souder et à tous (y compris ceux qui regardent ou qui font autre chose) **JOYEUX NOËL !**

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce montage **Deux LED clignotantes EN1683** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

**L'article au format Acrobat Reader (pdf) est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :**

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

Vends transistors, circuits intégrés, composants rares et obsolètes. Tél.06.88.39.98.70 E-mail :schneider.audio@noos.fr

Recherche un dépanneur Ampli sono et conaissance en électronique pour petits montages dans le département 94/77. Tél. : 06.12.40.04.77

6 boîtes pour l'initiation à l'électronique marquée Philips AllemandE doc. en Français des années 80 de collection mais toujours valable explication des composants, de nombreux plans et sans soudure, une boîte de base 4 autres et la dernière contient un tube cathodique le prix 190€. Tél. : 02.35.09.04.21

Soit un moteur Brushless de la machine à laver LG, on ajoute quelques tours de fil sur les trois dernières bobines des 3 phases pour constituer 3 secondaires. On constate lorsqu'on alimente le primaire que les trois prises secondaires débitent 98% de l'énergie d'entrée tandis que le couple moteur est double. Bon Patrice Tél. : 04.77.31.98.13

Soit un Ferrite avec des aimants aux extrémités 2 bobines s'opposent aux aimants pendant 1% du temps pendant 99% du temps les aimants envoient de l'énergie à la bobine centrale. Soit le primaire d'1 transfo alimenté en alternatif haché à 50% 250 fois PA par alternance. Le secondaire ressort lisse grâce à l'effet mémoire, l'énergie est multiplié par 2. Voir la maison écologique d'Octobre Novembre pour deux autres principes Bon Patrice Tél. : 04.77.31.98.13



INDEX DES ANNONCEURS	
COMELEC Kits du mois .....	2
COMELEC Kits du mois .....	3
COMELEC .....	41
SELETRONIC .....	54
PCB POOL - Réalisation de prototypes.....	61
COMELEC .....	61
JMJ - Bulletin d'abonnement à ELM .....	98
IMPRELEC Circuits imprimés .....	98
EME .....	98
JMJ - CD cours.....	98
JMJ - Anciens numéros ELM .....	99
COMELEC - Santé.....	100

# 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 e TTC - PA avec photo : + 30,00 e - PA encadrée : + 8,00 e

Nom ..... Prénom .....  
 Adresse .....  
 Code postal ..... Ville .....

Toute annonce professionnelle doit être accompagnée de son règlement libellé à l'ordre de MJM 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**  
 J-M MOSCATI  
 redaction@electronique-magazine.com

**Direction - Administration**  
 MJM 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**  
 MJM éditions sarl

**Impression**  
 SAJIC VIEIRA - Angoulême  
 Imprimé en France / Printed in France

**Distribution**  
 NMPP

**Hot Line Technique**  
**0820 000 534\***  
 du lundi au vendredi de 16 h à 18 h

**Web**  
 www.electronique-magazine.com

**e-mail**  
 info@electronique-magazine.com

\* N° INDIGO: 0,12 € / MN



EST RÉALISÉ EN COLLABORATION AVEC :

**ELETRONICA**  
**Electronica In**

**JMJ éditions**  
 Sarl au capital social de 7800 €  
 RCS MARSEILLE : 421 860 925  
 APE 221E  
 Commission paritaire: 1000T79056  
 ISSN: 1295-9693  
 Dépôt légal à parution

## I M P O R T A N T

Reproduction, totale ou partielle, par tous moyens et sur tous supports, y compris l'internet, interdite sans accord écrit de l'Éditeur. Toute utilisation des articles de ce magazine à des fins de notice ou à des fins commerciales est soumise à autorisation écrite de l'Éditeur. 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'Éditeur décline toute responsabilité quant à la teneur des annonces de publicités insérées dans le magazine et des transactions qui en découlent. L'Éditeur 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.



**IMPRELEC**

32 rue de l'égalité - 39360 VIRY  
Tél: 03 84 41 14 83 Fax: 03 84 41 15 24  
E-mail: [imprelec@wanadoo.fr](mailto:imprelec@wanadoo.fr)

Réalise vos CIRCUITS IMPRIMES de qualité professionnelle SF ou DF, étamés à chaud et percés sur V.E. 8/10° ou 16/10°, Ceillets, trous métallisés, sérigraphie, vernis d'épargne. Face aluminium et polyester multicolore pour façade.

Montage de composants.

De la pièce unique à la série, vente aux entreprises et particuliers. Tarifs contre une Enveloppe timbrée, par Tél ou mail.

EXEMPLE DE TARIF

1 CI SF 16/10° 35µ format Europe ( 160 x 100 mm ) percé à 0,8 mm étamé à chaud, exécution d'après fichier PDF

37,88 €TTC ( port compris )

Lycée Professionnel & Technologique  
**ÉCOLE MODÈLE D'ÉLECTRONIQUE**

**EME**

**Bac Pro. SEN en 3 ans**

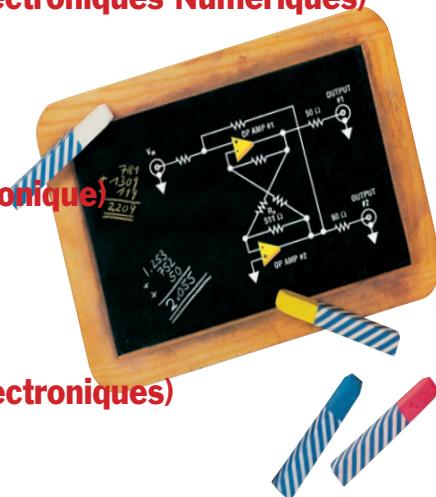
**(Systèmes Electroniques Numériques)**

**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**

# ABONNEZ-VOUS

**OUI,**

Je m'abonne à

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

A PARTIR DU N° 110 ou supérieur



N°

E0109

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**

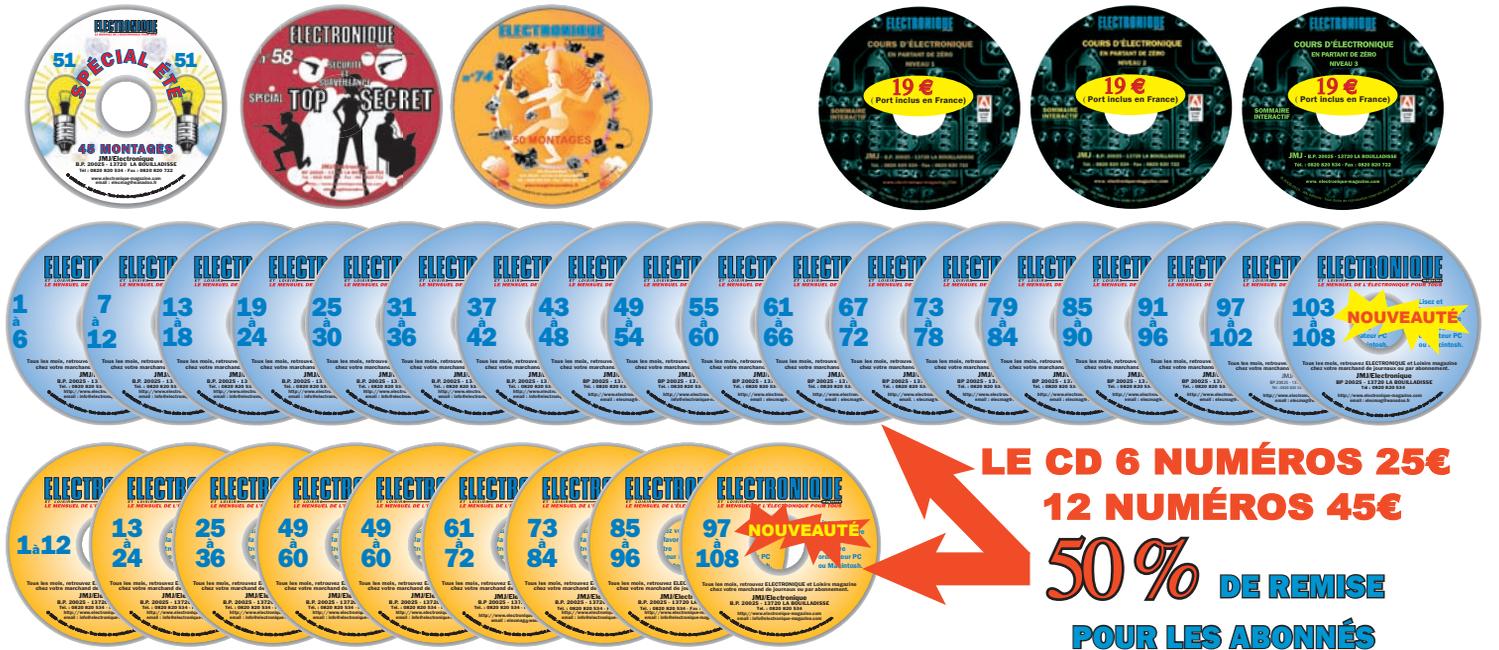
**POUR TOUT CHANGEMENT D'ADRESSE, N'OUBLIEZ PAS DE NOUS INDIQUER VOTRE NUMÉRO D'ABONNÉ (INSCRIT SUR L'EMBALLAGE)**

**Bulletin à retourner à: JMJ – Abo. ELM**

B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE - Tél. 0820 820 534 - Fax 0820 820 722

### Numéros spéciaux 5.50 € LE CD

### 50 € Les 3 CD du Cours d'électronique Sommaire interactif



**LE CD 6 NUMÉROS 25€**  
**12 NUMÉROS 45€**  
**50% DE REMISE**  
**POUR LES ABONNÉS**

**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**  
 Par téléphone : **0820 820 534** ou par fax : **0820 820 722** règlement par Carte Bancaire

Commandez également par Internet: [www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com)



**Au sommaire :** L'audio Hi-Fi sur PC: Ce convertisseur audio USB va vous permettre de transférer toute votre collection de vieux vinyles sur le disque dur de votre ordinateur, sous forme de fichiers audio - Un luxmètre ou comment mesurer la quantité et le débit de l'eau domestique pour l'économiser - 10 montages à réaliser sur les appareils domotiques - antivol et télécommandes - Alarme antivol maison - Alarme antivol radar à 10 GHz - Barrières à infrarouges - Alarme sonore - Clôture électrique - Radiocommande codée 4 canaux - Radiocommande à 433 MHz surpuissante - Radiocommande à 2 canaux - Télécommande à courant porteur - Télécommande à courant porteur à 2 canaux - Télécommande par téléphone - Ampli BF 7 W - Introduction à la domotique: Sixième Leçon : Une interface Bluetooth Velbus - Sirène de police.

**7,50 €**

**Au sommaire :** Oscilloscope et analyseur de spectre pour PC de 10 Hz à 20 kHz: Première partie : le matériel - Compteur Geiger multifonction professionnel capable de mesurer les trois types de rayonnement (alpha, bêta et gamma) : Première partie : la construction - Ethylomètre pour alcooltest ou « boire ou conduire », - Gaussmètre pour multimètre - Convertisseur 12/24 Vcc / 230 Vca 50 Hz avec une puissance de sortie de 150 ou 300 W - Préamplificateur stéréo RIAA à modules JOP de grande qualité sonore. - Nos lecteurs ont du génie! - Etage final de puissance BF à NPN- Diviseur par 2 à 10 - Capacimètre pour multimètre - Microphone HF en bande FM - Traceur de signal - Oscillateur à pont de Wien avec une photorésistance - Clé électronique

**7,50 €**

**Au sommaire :** Générateur DDS UHF bande 1,15-1,4/2,3-2,8 GHz - Oscilloscope et analyseur de spectre pour PC Deuxième partie : le logiciel Visual Analyser et l'utilisation de l'appareil - Luxmètre à UV (en W) et lumière visible (en lux) - Compteur Geiger multifonction professionnel Deuxième partie : l'utilisation - Générateur de tracking - Nos lecteurs ont du génie! circuits simples contrôlé par la rédaction, conçus pour nos lecteurs - Transformer une alimentation simple en une alimentation symétrique - Un double interphone avec sonnerie - Un thermostat pour ventilateur - Un oscillateur audio - Un générateur d'harmoniques - Un clignotant retardé - Un signal tracer ou injecteur de signal BF - Un INVERTER ou convertisseur DC/AC

**7,50 €**

**Au sommaire :** MINILAB: apprendre l'électronique en se divertissant Première partie: La réalisation pratique - Un variateur électronique de vitesse pour perceuse. Neuf schémas d'applications avec photorésistances. - Un relais s'active dans l'obscurité avec une photorésistance et des transistors. - Un relais s'active à la lumière avec un opérationnel et un transistor. - Un relais activé par l'obscurité mais insensible aux éclairs lumineux. - Un relais activé par la lumière piloté par un thyristor - Un relais activé par l'obscurité piloté par un thyristor. - Interrupteur crépusculaire piloté par un triac - Un interrupteur crépusculaire La mesure des câbles coaxiaux à l'oscilloscope - Cours: leçon 49 réalisation d'un mesureur TDR de câbles coaxiaux - Etc...

**7,50 €**

**Au sommaire :** MINILAB: apprendre l'électronique en se divertissant Deuxième 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 distorseur PLL pour guitare à module JOP «un joyau pour l'audiophile» - Un conductimètre professionnel - Le récepteur FM 87,5-108 MHz - Une nouvelle version de la magnétothérapie BF à 100 gauss - Nouvel éthylomètre ultra sensible pour alcooltest - Nos lecteurs ont du génie! - Comment mesurer facilement la puissance de vos enceintes acoustiques - Un générateur HT - Une LED clignotante à très basse consommation de courant - Un coffre-fort électronique Etc...

**7,50 €**

**Frais de port pour la France + 1€ (CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.)**

# SANTÉ PUBLIQUE CONTRÔLEZ VOTRE ENVIRONNEMENT

## MESUREUR DE POLLUTION DES ONDES...



ou comment mesurer la pollution électromagnétique. Cet appareil mesure l'intensité des champs électromagnétiques HF, rayonnés par les émetteurs FM, les relais de télévision et autres relais téléphoniques. Gamme de mesure: de 1MHz à 3 GHz. Résolution: 0.1 V/m. Alimentation :9V

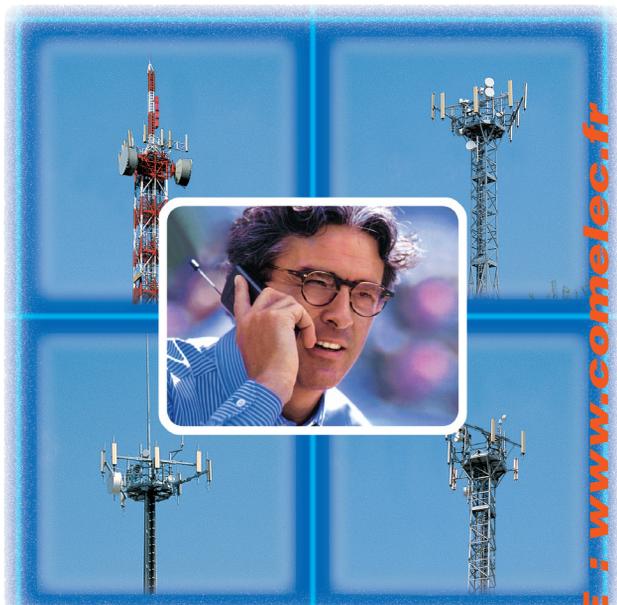
EN1435 Kit avec boîtier ..... 110,00 €  
EN1435K ... Kit version montée.....155,00 €

## RADIOACTIVITÉ: COMPTEUR GEIGER MULTIFONCTION PROFESSIONNEL

Depuis Tchernobyl - 1986 vingt-deux ans déjà ! - on est devenu très méfiant à l'égard des substances radioactives et de la radioactivité en général. Ce tout nouveau 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. **Caractéristiques techniques générales:** - Alimentation : 6 V (5 batt. rechargeables AA de 1,2 V ou alimentation externe) - Consommation SD désinsérée, bip et rétro-éclairage activés : environ 130mA - Consommation sans le rétro-éclairage : 33 mA - Consommation en veille : 11 mA - Consommation avec la SD insérée : supplément d'environ 2 mA. **Caractéristiques techniques du capteur LND712:** - Mesure les radiations : alpha, bêta et gamma - Gaz de remplissage : Ne + halogènes - Gamme de sensibilité Co60 (cps/mR/h) : 18 - Gamme de sensibilité Cs137 (cps/mR/h) : 16 - Comptage de background : maximum 10 cpm - Minimum dead time : 90 µs - Tension d'alimentation : 500 Vdc - Température de travail : -40 à +75 °C - Dimensions : diamètre 9,1 mm x longueur 38,1 mm.

EN1710KM1..Version montée prêt à l'utilisation  
avec son tube SMB20 - SE2.40 pour ondes Beta-gamma .....345,00 €  
EN1710KM2..Version montée prêt à l'utilisation  
avec son tube LND712 - SE2.45 pour ondes Alfa-Beta-Gamma.....375,00 €  
MK60 Valise de transport (en option).....21,00 €



## DÉTECTEUR DE TÉLÉPHONES PORTABLES



Ce détecteur vous apprend, en faisant sonner un buzzer et en allumant une LED, qu'un téléphone portable, dans un rayon de 30 mètres, appelle ou est appelé. Ce précieux appareil trouvera son utilité dans les hôpitaux (où les émissions d'un portable peuvent gravement perturber les appareils de surveillance vitale), chez les médecins, dans les stations service, les cinémas et, plus généralement, dans tous les services privés ou publics où se trouvent des dispositifs ou des personnes sensibles aux perturbations radioélectriques. On peut, grâce à ce détecteur, vérifier que le panneau affichant "Portables interdits" ou "Eteignez vos portables" est bien respecté.

EN1523 Kit complet + boîtier ..... 35,00 €  
EN1523KM Kit version montée..... 53,00 €



## RADIOACTIVITÉ: 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. Le kit est livré complet avec son boîtier sérigraphié. Alimentation par pile de 9 V.

EN1407..... Kit compteur Geiger 130,80 €  
EN1407KM Version montée 182,00 €

## MESUREUR DE CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES



Cet appareil va vous permettre de mesurer les champs électromagnétiques BF des faisceaux hertziens, des émetteurs radios ou TV, des lignes électriques à haute tension ou encore des appareils électroménagers. Gamme de mesure: de 0 à 200 µT (microtesla). Le kit est livré complet avec son boîtier sérigraphié. Alimentation par pile de 9 V.

EN1310..... Kit champs-mètre .....72,00 €  
TM1310 .... Bobine pour étalonnage .....9,00 €  
EN1310KM Version monté ..... 107,00 €

# COMELEC

CD 908 - 13720 BELCODENE

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

www.comelec.fr