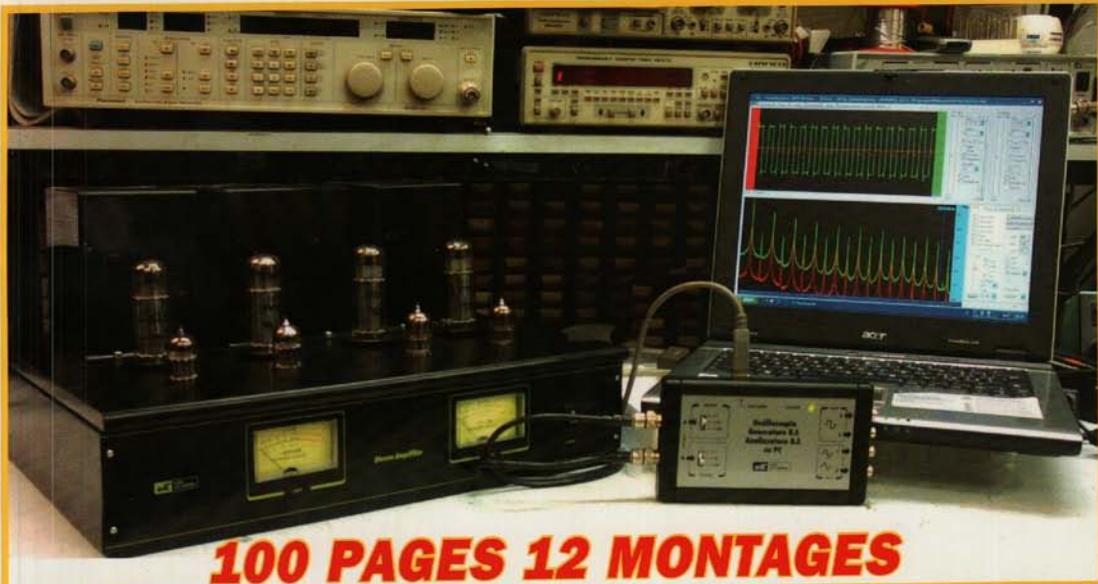


**n° 111**  
**ÉTÉ 2010**

## **DISTORSIOMÈTRE À INTERFACE USB**



**100 PAGES 12 MONTAGES**

**COMPTEUR 99 HEURES**  
**MESURE D'IMPÉDANCES**  
**VCO À DOUBLE MONOSTABLE**  
**INDICATEUR 12 LED LIN-LOG**  
**MINILAB : MESURE DE SINUSOÏDES**  
**OSCILLATEURS 1GHZ MODULÉ EN FM**



**ETC...**

**SOMMAIRE  
DÉTAILLÉ  
PAGE 4**



M 04662 - 111 - F: 7,50 € - RD



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

## MINILAB OU APPRENDRE L'ÉLECTRONIQUE EN SE DIVERTISSANT

### VERSION AVANCÉE

### VERSION JUNIOR



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

- une alimentation double symétrique +/- 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 monté ..... 360,00 €

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

### UNE MÉMOIRE POUR LE GÉNÉRATEUR DDS

### COMPTEUR DE TEMPS



Ce générateur de signaux BF à VHF, réalisé à partir du fameux circuit intégré DDS AD9951, permet de prélever à sa sortie un signal sinusoïdal dont la fréquence peut varier d'un minimum de 1 Hz à un maximum de 120

MHz. Les DDS étant appelés à devenir les circuits intégrés incontournables de beaucoup d'appareils électroniques du futur. Le générateur complet est constitué du kit EN 1645, du module CMS KM1644 et de l'alimentation EN1646.

En option le EN 1663 : amplificateur RF large bande pour notre générateur dds Cet amplificateur RF à large bande met en œuvre le minuscule circuit intégré monolithique MAV11 et un transistor NPN 2N3725 ; il amplifie toutes les fréquences comprises entre 0,4 MHz (soit 400 KHz) et 120 MHz de 14 dB. Cela correspond à un gain en tension de 5, ce qui fait passer la tension de sortie de notre générateur DDS de 3 Vpp à 15 Vpp (à vide). Alimentation : 12 Vcc

En option le EProm 1645A : Cette nouvelle Eprom sert à mémoriser les valeurs lorsque le courant est coupé.

EN1645 ..... Kit complet avec boîtier ..... 207,00 €  
 EN1645KM Kit complet version monté ..... 247,00 €  
 EN1663 ..... Kit complet sans boîtier ..... 22,30 €  
 EN1663KM Kit version monté ..... 33,00 €  
 EP1645A ... EPROM seul ..... 24,00 €



Ce compteur de temps ou « timer » offre le choix de compter les secondes ou bien les minutes ou encore les heures jusqu'à un maximum de 99 heures, soit 4 jours ; il vous permettra de résoudre des problèmes qui se posent au laboratoire ou à la maison. Lorsque le temps écoulé est atteint un relais à 2 positions est actionné. En fonction du

branchement de la charge celle-ci sera alimentée ou pas à la fin du décompte. Alimentation 230 VAC - Sortie relais 2 positions 230 VAC 5A MAX - Visualisation du décompte par 2 afficheurs 7 segments  
 Gammes du temps : 99 secondes - 99 minutes - 99 heures  
 Fonctions Start, stop reset par bouton poussoirs séparés.

EN1705 ..... Kit complet sans boîtier ..... 66,00 €  
 EN1705B ... Kit platine de l'afficheur sans boîtier ..... 38,50 €  
 MO1705 ..... Boîtier du EN 1705 ..... 25,50 €  
 EN1705KM.Kit version monté avec boîtier ..... 185,00 €

### ÉCLAIRAGE À LED POUR VÉLO



Ce kit est un clignotant à LED haute luminosité qui est visible la nuit par temps de brouillard. Il peut être installé à l'arrière d'un vélo ou pour signaler un obstacle. Alimentation 4 piles AA de 1,5 V - Portée : 200 mètres - Clignotement réglable de 200 à 400 par minute

EN1723 ..... Kit complet sans boîtier ..... 18,00 €  
 EN1723KM.Kit complet version monté ..... 27,00 €

**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

## TROIS LED POUR UNE THÉRAPIE PHOTODYNAMIQUE



Cet appareil de thérapie photodynamique peut être utilisé par tout le monde car, c'est bien connu, les rayons infrarouges émis par des LED spéciales ont un effet bénéfique sur l'épiderme. Donc, si vous avez des problèmes de peau, vous ou une personne de votre entourage, pourquoi ne pas tenter de leur trouver une solution avec cette thérapie ?

EN1747 ..... Kit complet avec boîtier ..... 23,70 €  
EN1747KM. Kit complet version monté ..... 35,50 €

## OSCILLOSCOPE + ANALYSEUR DE SPECTRE + FRÉQUENCEMÈTRE + VOLTMÈTRE + GÉNÉRATEUR BF



Posséder un oscilloscope et un analyseur de spectre est le rêve de tout amateur d'électronique ... mais cela coûte des fortunes ! Eh bien pas tant que cela avec le circuit d'Interface USB pour ordinateur que ce kit vous propose de construire et le logiciel Visual Analyser. Vous disposerez ainsi bientôt d'un oscilloscope à deux voies et d'un analyseur de spectre capable de travailler entre 10 Hz et 20 Hz ; en plus vous aurez un fréquencemètre numérique de précision et un générateur BF. Tout cela sur votre PC et pour un coût des plus modestes. Caractéristiques : Fréquence de conversion : 44.1 kHz - Type de conversion : 16 Bits - Interface : USB 1.1 - Canaux d'entrée : 2 (CH A) (CH B) - canaux de sortie : 2 sorties signal carré de 0 à +5V - 2 sorties sinusoïdales, triangulaires, ... - 14V crête-crête - Calibres : - position '1' : maximum 1.7V - position '10' : maximum 17V - position '100' : maximum 170V - Impédance d'entrée : > 100k - Alimentation : + 5 V USB

EN1690 ..... Kit complet avec coffret (hors filtre et calibreur nl cables) ..... 133,00 €  
EN1691 ..... Kit circuit calibreur sans boîtier ..... 21,70 €  
EN1691B ..... Kit filtre basse bande ..... 16,80 €  
RG10.05 ..... Cordon BNC/BNC 50 cm (en option) ..... 6,30 €  
RG10.102 ..... Cordon BNC/crocodiles (en option) ..... 4,90 €  
EN1690KM Kit EN1690 complet version monté ..... 179,00 €  
EN1691KM Kit version monté sans boîtier ..... 32,55 €  
EN1691BKM Kit version monté sans boîtier ..... 25,20 €

## MESURER LA DISTORSION D'UN AMPLIFICATEUR AVEC LE PC



Ce kit permet d'effectuer la mesure d'une manière tout à fait nouvelle, et toujours très demandée par tous les passionnés de Hi-Fi : celle de la distorsion d'un amplificateur audio. En reliant à votre ordinateur l'interface EN1690, publiée dans les numéros 105 et 106 d'ELM et en installant la nouvelle version du logiciel Visual Analyser (voir dans ce même numéro l'article Minilab), vous serez capable de mesurer la distorsion harmonique de votre amplificateur sur toute la bande comprise entre 10 et 20 000 Hz. A la différence des distorsionmètres traditionnels, avec le Visual Analyser vous pourrez voir le spectre produit par la distorsion et comprendre quelles sont les harmoniques qui contribuent à ce phénomène.

EN1729 ..... Kit complet sans boîtier ..... 25,50 €  
EN1729KM. Kit sans boîtier version monté ..... 38,25 €

## VCO SIMPLE À UN DOUBLE MONOSTABLE



Ce montage est un générateur BF à un seul circuit intégré qui produit des signaux carrés avec la possibilité d'en faire varier la fréquence simplement en tournant un potentiomètre. La fréquence maximale que vous pourrez obtenir

est d'environ 170 Hz à 2 MHz.  
Alimentation 12 V DC - Tension de sortie 12 V crête à crête et 24 V crête à crête en mode - commun - Fréquence ajustable par potentiomètre et gammes de fréquences déterminées par les valeurs de 2 résistances et 2 condensateurs

EN1727 ..... Kit complet sans boîtier ..... 12,00 €  
EN1727KM. Kit sans boîtier version monté ..... 18,00 €

## INTERPHONE À UN SEUL CIRCUIT INTÉGRÉ



La particularité de cet interphone est qu'il utilise 2 petites enceintes pour communiquer. Il se compose d'un petit amplificateur protégé, pour envoyer le signal (la voix humaine) de l'enceinte acoustique de gauche à celle de droite et vice versa, vous n'aurez qu'à commuter l'inverseur sur la face avant. Alimentation 230 VAC.

EN1725 Kit complet avec enceintes et boîtier ..... 73,50 €  
EN1725KM Kit complet version monté ..... 102,90 €

## OSCILLATEURS MAV11 1GHZ



EN1738 : générateur VHF de 70 MHz à 990 MHz puissance de sortie 10 mW les gammes de fréquences sont déterminées par un self. Alimentation 12V DC Consommation : 60 mA  
EN1739 : Générateur VHF modulé en FM de 70 MHz à 800 MHz puissance de sortie 10 mW les gammes de fréquences sont déterminées par un self. Alimentation 12V DC Consommation : 60 mA

EN1738 ..... Kit complet sans boîtier ..... 22,50 €  
EN1738KM. Kit sans boîtier version monté ..... 33,75 €  
EN1739 ..... Kit complet sans boîtier ..... 24,00 €  
EN1739KM. Kit sans boîtier version monté ..... 36,00 €

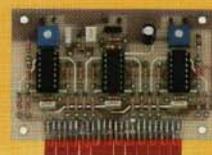
## RELAIS QUI S'ACTIVE ET SE DÉACTIVE AVEC UN SON OU CLAP-INTER



Ce Kit permet d'allumer ou d'éteindre une ampoule, d'ouvrir une porte à serrure électrique ou d'allumer un téléviseur ou tout appareil ... simplement avec une commande sonore à la voix, avec un sifflement ou un battement de mains (d'où le nom que ce dispositif a parfois pris : clap-inter).

EN1728 ..... Kit complet avec boîtier ..... 58,80 €  
EN1728KM Kit complet version monté ..... 88,20 €

## INDICATEUR LUMINEUX À 12 LED



Ce kit permet de mesurer une tension continue ou alternative variant sur son entrée et d'allumer une ou plusieurs LED en fonction de la tension. Il permet de réaliser des voltmètres ou des VU-mètres linéaires ou logarithmiques pour amplificateurs BF, pour l'accord des récepteurs, ou encore pour d'autres instruments de mesure, avec ce montage à barre de LED vous allez pouvoir remplacer les galvanomètres à aiguille.

Gamme de mesures des tensions AC ou DC - Echelle linéaire : de 0,125 V à 1,5 V ou de 0,5 V à 6V en fonction du réglage - Echelle logarithmique : de 0,23 V à 10 V - Alimentation 12V DC 150 mA

EN1726 ..... Kit complet sans boîtier ..... 23,85 €  
EN1726KM. Kit sans boîtier version monté ..... 35,70 €

**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.

PASSEZ VOS COMMANDES DIRECTEMENT SUR NOTRE SITE : www.comelec.fr

**Interphone à un seul circuit intégré ..... 05**

Si vous êtes en train de bricoler au garage ou à la cave et que votre épouse ne sait comment vous appeler quand le repas est prêt, installez cet interphone tout simple : il pourra vous être également fort utile pour savoir qui a sonné à la porte d'entrée ou lorsqu'un membre de votre famille cloué au lit a besoin que vous interveniez.

**Mesurer la distorsion d'un amplificateur avec un PC ..... 11**

Nous vous expliquerons dans cet article comment effectuer, d'une manière tout à fait nouvelle, une mesure toujours très demandée par tous les passionnés de HI-FI : celle de la distorsion d'un amplificateur audio. En reliant à votre ordinateur l'interface EN1690, publiée dans les numéros 105 et 106 d'ELM et en installant la nouvelle version du logiciel Visual Analyser (voir dans ce même numéro l'article Minilab), vous serez capable de mesurer la distorsion harmonique de votre amplificateur sur toute la bande comprise entre 10 et 20 000 Hz. À la différence des distorsionmètres traditionnels, avec le Visual Analyser vous pourrez voir le spectre produit par la distorsion et comprendre quelles sont les harmoniques qui contribuent à ce phénomène.

**Compteur heures-minutes-secondes ..... 28**

Ce compteur de temps ou «timer» offre le choix de compter seulement les secondes ou bien les minutes ou encore les heures jusqu'à un maximum de 99 heures, soit 4 jours ; il vous permettra certainement de résoudre des problèmes qui se posent à vous, au laboratoire ou à la maison.

**MINILAB : mesure d'une sinusoïde à l'oscilloscope ..... 42**

Les heureux possesseurs de la version Avancée vont apprendre cette fois comment mesurer avec l'oscilloscope pour PC l'amplitude d'un signal électrique sinusoïdal et sa fréquence.

**Relais piloté par un son ou clap-inter ..... 55**

Ce circuit est en mesure d'allumer ou d'éteindre une ampoule, d'ouvrir une porte à serrure électrique ou d'allumer un téléviseur ou tout appareil... simplement avec une commande sonore à la voix, avec un sifflement ou un battement de mains (d'où le nom que ce dispositif a parfois pris : clap-inter).

**Deux oscillateurs MAV11 jusqu'à 1 GHz dont un modulé en FM ..... 62**

Ceux qui ont besoin d'oscillateurs VHF-UHF en mesure de fournir une puissance d'environ 10 mW avec une impédance de sortie de 50-52 ohms, pourront réaliser ces deux schémas simples utilisant un circuit intégré monolithique MAV11. Les schémas que nous vous présentons pourront être utilisés comme Générateurs ou comme Microémetteurs.

**Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 10 juin 2010**

Crédits Photos: Corel, Futura, Nuova, JMJ

**Mémoire pour le générateur DDS ..... 70**

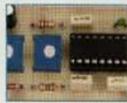
Si vous avez réalisé le générateur DDS BF-VHF EN1644-1646, publié dans les numéros 87 et 88 d'ELM, qui fournit un signal sinusoïdal de 1 Hz à 120 MHz, vous aurez constaté que les fréquences produites sont extrêmement stables et qu'elles ont une précision de 1 Hz sur la totalité de la gamme. Pour satisfaire les nombreuses demandes qui nous sont parvenues, nous avons enrichi notre Générateur d'une fonction supplémentaire que décrit cet article.

**Indicateur lumineux à 12 LED ..... 73**

Si vous recherchez de bons schémas pour réaliser des voltmètres ou des VU-mètres linéaires ou logarithmiques pour amplificateurs BF, pour l'accord des récepteurs, ou encore pour d'autres instruments de mesure, avec ce montage à barre de LED vous allez pouvoir remplacer les galvanomètres à aiguille.

**Éclairage à LED pour vélo ..... 79**

Je suis Professeur d'électronique dans un IUT et j'ai décidé de vous envoyer ce montage parce que je pense qu'il est à même de contribuer à sauver la vie de tous ces cyclistes qui, le soir après la tombée de la nuit – surtout s'il y a du brouillard – circulent sur les routes ou dans les rues et courent le risque d'être renversés par une voiture ou un camion.

**VCO simple à double monostable ..... 82**

Si vous avez besoin d'un générateur BF qui, avec un seul circuit intégré soit en mesure de produire des signaux à ondes carrées avec la possibilité d'en faire varier la fréquence simplement en tournant l'axe d'un trimmer ou bien d'un potentiomètre, utilisez ce schéma. La fréquence maximale que vous pourrez obtenir est d'environ 2 MHz.

**Qu'est-ce que l'impédance et comment la mesurer ..... 86**

Quelle différence y a-t-il entre l'impédance et la résistance électrique ? Pourquoi tension et courant ne sont-ils pas toujours en phase ? Et qu'est-ce qui distingue une réactance capacitive et une réactance inductive ? Si vous ne savez pas dire, nous vous conseillons de lire cette Leçon : nous allons essayer de donner des réponses à toutes ces questions.

**Le bulletin d'abonnement se trouve page ..... 97****L'index des annonceurs se trouve page ..... 98**

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

# Un interphone à un seul circuit intégré

Si vous êtes en train de bricoler au garage ou à la cave et que votre épouse ne sait comment vous appeler quand le repas est prêt, installez cet interphone tout simple : il pourra vous être également fort utile pour savoir qui a sonné à la porte d'entrée ou lorsqu'un membre de votre famille cloué au lit a besoin que vous interveniez.



L'électronique exerce toujours une certaine fascination sur les jeunes qui éprouvent une admiration infinie envers ces «vieux» qui savent monter et faire fonctionner les appareils même les plus complexes. Les jeunes ne savent pas que pour atteindre un tel niveau, ces vétérans ont un jour fait leurs premiers pas avec des montages ultra simples et que c'est grâce à leur passion et à leur ténacité qu'ils ont pu, peu à peu, acquérir une si grande compétence. Quel bonheur de pouvoir un jour, face à un schéma électrique, en expliquer parfaitement le fonctionnement ! C'est justement parce que nous savons qu'il s'agit là d'un «passage obligé», que nous vous proposons souvent des montages faciles à réaliser : ils représentent un efficace banc d'essais pour les débutants qui désirent ardemment devenir des **techniciens experts en électronique**.

Aujourd'hui, justement, nous voudrions vous proposer cet **interphone** simple et utile, dont la gamme d'applications est très vaste. Par exemple, si le carillon de porte sonne, avec cet **interphone** vous pourrez savoir si la personne qui est derrière la porte ou qui attend au portail est un ami ou bien le facteur avec une lettre recommandée à signer ou un colis à réceptionner. Si vous vous occupez d'un commerce, vous pourrez appeler votre employé qui travaille dans l'arrière-boutique. Si vous avez un bureau d'affaires, vous pourrez appeler, selon la nécessité du moment, une secrétaire ou le portier.

Si le local où vous pratiquez votre activité de loisir est un garage, un **interphone** relié à la cuisine, à la salle à manger, etc., permettra à votre femme ou à votre mère de vous appeler quand le repas est prêt.

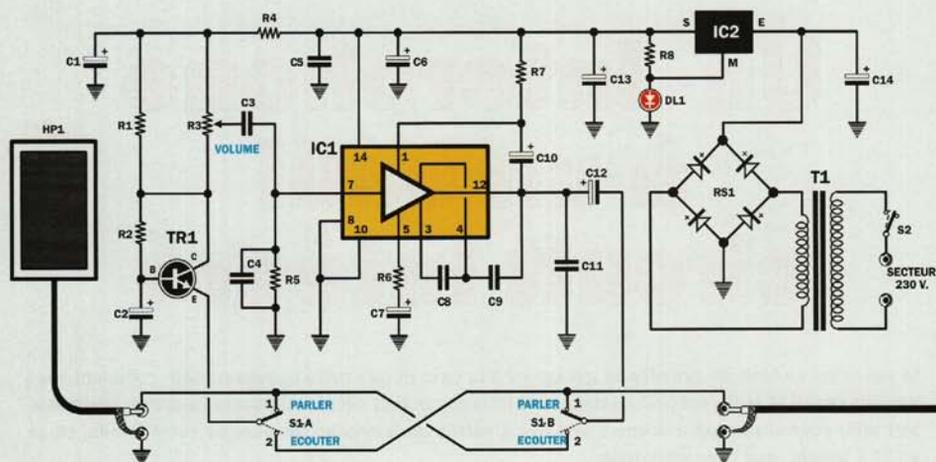


Figure 1 : L'interphone se compose d'un petit amplificateur protégé par un petit boîtier plastique. Pour envoyer le signal (la voix humaine) de l'enceinte acoustique de gauche à celle de droite et vice versa, vous n'aurez qu'à commuter l'inverseur S1 situé en haut à droite de la face avant. Si lorsque vous actionnez l'interrupteur Power, la LED de face avant ne s'allume pas, l'Interphone ne fonctionnera pas. Si cela se produisait, lisez le paragraphe La réalisation pratique.



Si l'un de vos parents est cloué au lit par une infirmité ou une maladie, l'interphone lui permettra de vous appeler à son chevet quand il aura besoin de vous. Si, enfin, vous le placez dans la chambre de votre fils, grâce cet **Interphone** vous pourrez l'entendre vous appeler au beau milieu de la nuit.

Quelqu'un d'un peu ... disons malicieux, pourra utiliser cet interphone pour écouter ce qui se passe dans une autre pièce pour savoir, par exemple, si son fils travaillant dans sa chambre, passe des heures à bavarder avec son

téléphone mobile au lieu de faire ses devoirs. Après cette brève description des applications possibles, nous allons passer à l'analyse du circuit, avant de réaliser l'appareil.

### Le schéma électrique

Si vous regardez le schéma électrique de la figure 2 vous découvrirez que pour réaliser cet **interphone** il n'est besoin que d'un **transistor**, deux **circuits intégrés** et enfin deux **haut-parleurs**, déjà enfermés dans deux superbes petites **enceintes acoustiques**. Le fonctionnement du circuit est basé sur le fait que tous les haut-parleurs peuvent fonctionner aussi comme des **microphones**, si leur membrane vibre sous l'effet d'une **onde sonore**.

C'est pourquoi, quand on relie à l'**émetteur** du transistor **TR1** une **enceinte acoustique HP1** (visible sur la **gauche** du schéma électrique de la figure 2), elle devient un **microphone**, tandis que la seconde **enceinte acoustique HP2**, visible à droite et reliée à la **sortie** de **IC1**, fonctionne comme un **haut-parleur**. Quand en revanche nous désirons que l'**enceinte acoustique de gauche HP1** fasse fonction de **haut-parleur**, nous

devons la relier à la **sortie** du circuit intégré **IC1**, tandis que nous devons relier l'**enceinte acoustique de droite HP2**, qui doit servir de **microphone**, à l'**émetteur** du transistor **TR1**.

Le double inverseur **S1/A-S1/B** sert à commuter les deux **enceintes acoustiques** soit à l'**entrée** soit à la **sortie** selon qu'on désire **parler** ou bien **écouter**.

Tout serait fort simple s'il n'y avait pas un gros problème ! Le circuit intégré amplificateur **IC1**, un **SN76001** (voir figure 3), réclame en effet sur sa broche d'entrée **7** un signal caractérisé par une **impédance non inférieure à 22 k**, mais malheureusement les haut-parleurs insérés dans les petites **enceintes acoustiques** ont une **impédance de 8 Ω**.

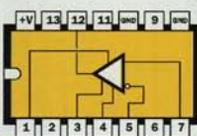
Pour contourner cet obstacle, nous avons dû utiliser le transistor **TR1** comme amplificateur avec **base** à la **masse**, ce qui a pour effet de transformer un signal à **basse impédance** en un signal à **haute impédance** comme le réclame l'entrée de l'amplificateur **IC1**. Le potentiomètre **R3** relié au **collecteur** du transistor **TR1**, est utilisé pour doser le **volume** du signal **BF**.

Pour alimenter l'**interphone** il faut disposer d'une tension stabilisée de **12 V**,

Liste des composants  
EN1725

- R1 ..... 10 k  
R2 ..... 2,2 M  
R3 ..... 10 k pot. lin.  
R4 ..... 100  
R5 ..... 22 k  
R6 ..... 680  
R7 ..... 180  
R8 ..... 1 k  
C1 ..... 10 µF électrolytique  
C2 ..... 10 µF électrolytique  
C3 ..... 470 nF polyester  
C4 ..... 1 nF céramique  
C5 ..... 100 nF polyester  
C6 ..... 220 µF électrolytique  
C7 ..... 47 µF électrolytique

- C8 ..... 470 pF céramique  
C9 ..... 47 pF céramique  
C10 ... 10 µF électrolytique  
C11 ... 100 nF polyester  
C12 ... 470 µF électrolytique  
C13 ... 470 µF électrolytique  
C14 ... 1 000 µF électrolytique  
RS1 ... pont redresseur 100 V 1 A  
DL1 ... LED  
TR1 ... NPN BC547  
IC1 ... SN76001 AN  
IC2 ... L7810  
T1 ..... transfo. 6 W (T006.01) sec.  
12 V 0,5 A  
S1/A+B double inverseur  
S2 ..... interrupteur  
HP1-HP2 haut-parleurs 8 Ω



SN 76001



L 7810



LED



BC 547

Figure 3 : Brochages du SN76001 vu de dessus et avec le repère-détrompeur en U orienté vers la gauche et du transistor BC547 vu de dessous.



que nous obtenons grâce au régulateur **IC2**, un **L7810** : il devrait fournir une tension stabilisée de **10 V**, mais comme sa broche de **Masse** est reliée à la LED **DL1**, cette dernière élève la tension du régulateur **IC2** d'environ **2 V**. La LED, non seulement élève la tension de sortie du régulateur, mais en plus elle signale, en s'allumant, quand notre interphone est alimenté.

L'avantage de cet interphone est qu'il permet l'utilisation d'un simple fil de cuivre isolé pour installation électrique, pour effectuer la connexion avec les deux petites **encelntes acoustiques**.

La réalisation pratique

Réalisez le circuit imprimé double face à trous métallisés en vous aidant des dessins à l'échelle 1:1 fournis par les figures 4b-1 et 2, ou procurez-vous le. Quand, d'une manière ou d'une autre, vous l'avez devant vous, montez tous les composants, comme le montre la figure 4a.

Commencez par insérer le support de **IC1** et soudez toutes ses pattes sur les pastilles se trouvant autour des trous. Comme les supports ont un repère-détrompeur en **U**, orientez-le tout de suite vers le haut, vers **R7** ou vers le transformateur d'alimentation **T1** (non encore montés, il est vrai). Ainsi, vous n'aurez plus qu'à songer à faire coïncider le repère-détrompeur en **U** de son support. Vous pouvez maintenant insérer tous les composants de plus petites dimensions, comme les **résistances**, les **condensateurs céramiques**, les **polyesters** et enfin les **électrolytiques**. Vous savez que la polarité +/- des deux pattes des **électrolytiques** doit être respectée : mais c'est facile, le **positif** correspond à la patte **la plus longue** et doit être inséré dans le trou marqué **+**.

Montez ensuite le transistor **TR1** en boîtier demi lune, méplat repère-détrompeur orienté vers la droite, puis le circuit intégré régulateur **IC2** en orientant bien sa partie **métallique** vers la droite ou **C14**, comme le montre la figure 4a.

À droite du circuit imprimé, près du coin inférieur droit du transformateur **T1**, insérez le **pont redresseur RS1**, en ayant soin de placer la patte marquée **+** vers la droite. Comme les pattes de ce pont sont trop longues, gardez-en seulement **10-15 mm** entre la base et la surface du circuit imprimé.

Sur la partie supérieure de ce circuit imprimé, insérez les deux borniers à **2 pôles** qui serviront à faire entrer la tension du secteur **230 V** et à relier l'interrupteur d'allumage **S2**.

Sous les borniers, insérez le transformateur d'alimentation **T1**. fixez-le au circuit imprimé avec deux petits boulons et soudez les broches. En bas montez les deux **prises jack femelles**.

Quand ce montage est terminé, insérez le circuit intégré **SN76001** dans son support en orientant bien son repère-détrompeur en **U** vers **R7** ou vers le transformateur **T1**.

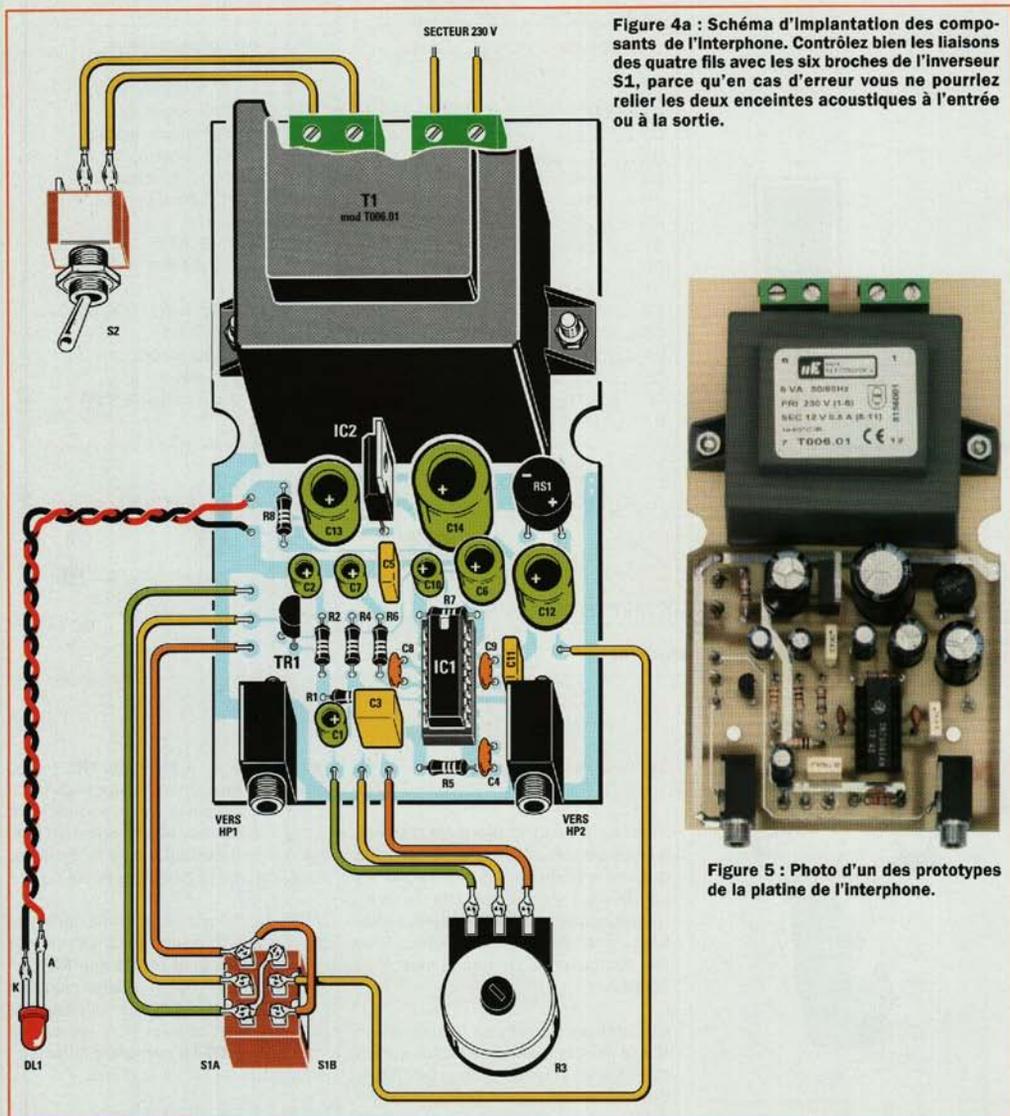


Figure 4a : Schéma d'implantation des composants de l'interphone. Contrôlez bien les liaisons des quatre fils avec les six broches de l'inverseur S1, parce qu'en cas d'erreur vous ne pourriez relier les deux enceintes acoustiques à l'entrée ou à la sortie.



Figure 5 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'interphone.

Laissez alors de côté la platine que vous venez de monter et prenez la **face avant** du boîtier : montez-y l'inverseur **S1**, l'interrupteur **S2** et le support de la LED **DL1** (voir figure 6). Pressez fortement le corps de l'interrupteur **S2** dans la fenêtre de la face avant pour verrouiller ses quatre crochets d'arrêt.

Avant de fixer en face avant le potentiomètre **R3**, raccourcissez son axe de manière à ce que son bouton ne soit pas maintenu trop éloigné de la face avant.

Prenez maintenant la platine que vous avez laissée de côté et soudez sur les picots des morceaux de fils de cuivre isolés. Ils vous serviront à relier la LED, le potentiomètre **R3** et les broches du double inverseur **S1**. Pour relier ces six broches du double inverseur **S1**, qui servira à commuter les deux petites enceintes acoustiques sur l'entrée ou sur la sortie, suivez bien le dessin de la figure 4a. Si une fois le montage terminé, quand vous actionnez l'interrupteur **S2**, vous voyez que la LED ne s'allume pas, c'est que vous avez dû

intervenir les deux fils **A-K** et dans ces conditions l'interphone **ne fonctionnera pas**, car aucune tension ne sortira du régulateur **IC2**. Pour résoudre ce problème, il suffira d'**intervertir** les deux fils R/N soudés aux deux pattes de la LED.

**Comment relier les deux jacks**

Les deux petites enceintes acoustiques sont dotées d'un câble blindé long et fin.

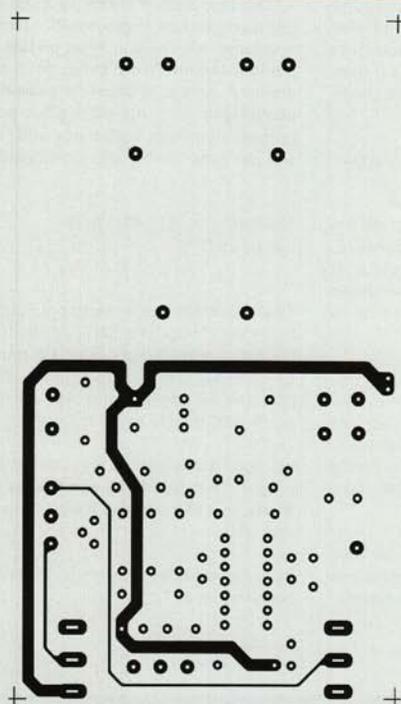


Figure 4b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'interphone, côté composants.

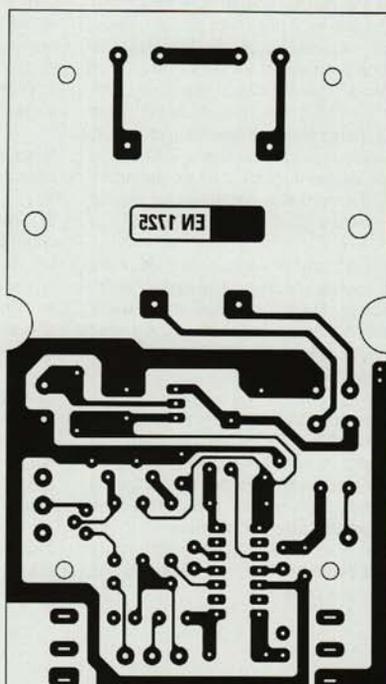


Figure 4b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'interphone, côté soudures.



Figure 6 : En face avant du boîtier on insère le double Inverseur S1 de Parler ou Ecouter, le bouton de Volume, la LED et l'interrupteur S2 Power. Les deux trous marqués TX et RX servent à insérer par derrière les jacks femelles desservant les enceintes acoustiques.

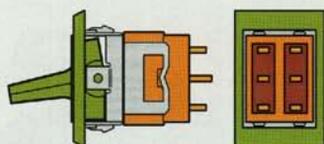


Figure 8 : Nous conseillons de presser fortement le corps de l'inverseur S2 dans la fenêtre de la face avant en aluminium, de manière à ce que ses petits crochets d'arrêt se fixent bien à l'intérieur de la fenêtre.



Figure 7 : Les fils provenant des enceintes acoustiques sont à souder sur les deux cosses du jack mâle. La plus longue est celle de Masse, donc si vous utilisez un petit câble blindé, vous devrez souder la tresse sur cette longue cosse. Ceci dit, si vous intervertissez tresse et âme de ce petit câble coaxial, l'interphone fonctionnerait également.



# Mesurer la distorsion d'un amplificateur avec le PC

Nous vous expliquerons dans cet article comment effectuer, d'une manière tout à fait nouvelle, une mesure toujours très demandée par tous les passionnés de Hi-Fi : celle de la distorsion d'un amplificateur audio. En reliant à votre ordinateur l'interface EN1690, publiée dans les numéros 105 et 106 d'ELM et en installant la nouvelle version du logiciel Visual Analyser (voir dans ce même numéro l'article Minilab), vous serez capable de mesurer la distorsion harmonique de votre amplificateur sur toute la bande comprise entre 10 et 20 000 Hz. À la différence des distorsiomètres traditionnels, avec le Visual Analyser vous pourrez voir le spectre produit par la distorsion et comprendre quelles sont les harmoniques qui contribuent à ce phénomène.



Figure 1 : Si vous désirez effectuer la mesure de la distorsion harmonique d'un amplificateur audio, il suffit d'installer sur votre PC la nouvelle version VA THD du logiciel Visual Analyser et de relier au port USB la platine EN1690. Au-delà de la mesure du pourcentage de THD de l'amplificateur, vous pourrez ainsi observer à l'écran toutes les harmoniques qui contribuent à la distorsion.

Même sans nous en rendre compte, quand nous nous consacrons à l'écoute d'un morceau de musique, douillettement lovés dans le fauteuil du salon, notre oreille ne se limite pas à percevoir les différents **niveaux** des ondes acoustiques provenant de la source sonore. Elle accomplit parallèlement un incessant et minutieux travail d'analyse de toutes les **fréquences** qui arrivent en succession rapide à son pavillon.

Cette activité inconsciente est pour la personne qui écoute de la musique une source de grand plaisir, mais elle peut devenir, dans des conditions déterminées, une cause d'irritation ou de fatigue cérébrale, c'est-à-dire de déplaisir. C'est ce qui arrive, par exemple, quand le son est affecté par le phénomène fastidieux de la **distorsion**. Elle consiste en l'apparition, à côté des fréquences d'origine, de fréquences **anormales**, qui sont interprétées par nos sens comme une **perturbation**. L'oreille humaine est en mesure de ressentir des valeurs de distorsion très **faibles** et le dépassement du seuil physiologique peut transformer rapidement une écoute agréable en un réel déplaisir.

Ce phénomène est un objet d'étude pour une branche de la physique du son (ou acoustique), la **psychoacoustique** : cette science s'occupe des effets produits par les fréquences sonores sur notre psychisme. Elle est également bien connue des nombreux passionnés de **haute fidélité**, lesquels sont constamment à la recherche d'appareils capables de réduire au minimum ce défaut et de garantir une reproduction du son la plus **exempte** possible d'altération. À ce résultat contribue beaucoup la qualité des composants de la chaîne Hi-Fi utilisée, notamment l'étage **amplificateur**. Or on sait bien qu'il n'existe aucun modèle d'amplificateur, du plus économique au plus cher et du plus classique au plus avancé technologiquement, qui ne soit affecté, plus ou moins, par ce phénomène.

**Note** : la psychoacoustique est l'étude des sensations auditives de l'homme. Elle se situe à la frontière entre l'acoustique, la physiologie et la psychologie.

Nous savons que le **pourcentage** de **distorsion** est un paramètre non négligeable dans le choix d'un amplificateur.

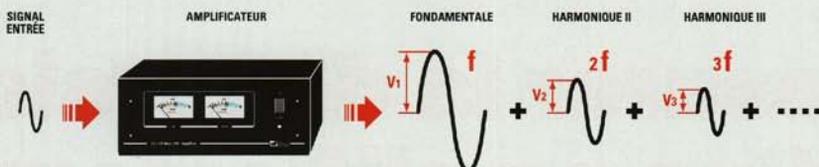


Figure 2 : Si on envoie à l'entrée d'un amplificateur un signal parfaitement sinusoïdal de fréquence connue, par exemple 1 kHz (1 000 Hz), on obtient à la sortie un signal composé par la fondamentale à 1 kHz, dûment amplifiée, plus une série d'harmoniques, de fréquences multiples et d'amplitudes progressivement décroissantes. Elles sont la cause de la distorsion harmonique. Le rapport entre l'amplitude de chacune des harmoniques et l'amplitude de la fondamentale permet de calculer la valeur de la distorsion harmonique totale THD de l'amplificateur.

Nombreux sont les passionnés de Hi-Fi qui souhaitent pouvoir la mesurer. Cependant cela est **pratiquement impossible** pour un amateur, car cette mesure implique la possession de deux instruments indispensables, un **oscillateur BF** à très faible distorsion et un **distorsiomètre**, qui ne sont pas à la portée de toutes les bourses. À partir de cette constatation, nous avons pensé que si nous pouvions concevoir une méthode simple et économique pour effectuer cette mesure, nous ferions le bonheur de nos lecteurs passionnés par ce sujet.

### Notre réalisation

Pour réaliser ce montage, nous avons décidé de mettre encore une fois à profit le logiciel **Visual Analyser**, utilisé conjointement avec l'interface **USB EN1690**, il permet de transformer son **ordinateur** en deux instruments indispensables pour le laboratoire d'électronique, à savoir l'**oscilloscope** et l'**analyseur de spectre** basse fréquence. Nous avons parlé de cela à l'auteur du logiciel, l'ingénieur **Alfredo Accattatis** de l'**Université de Roma-Tor Vergata** et nous lui avons

demandé de développer pour nous une extension pouvant satisfaire cette exigence. C'est ainsi qu'est née la dernière version de VA, c'est-à-dire la **VA THD**. Une fois installée sur votre **ordinateur** et la platine interface **EN1690** reliée à la prise **USB** du **PC**, vous pourrez mesurer, pour un coût dérisoire, la **distorsion harmonique totale (THD)** de n'importe quel **amplificateur** et **préamplificateur** audio. En plus vous disposerez d'un **oscilloscope** et d'un **analyseur de spectre** avec lequel vous pourrez observer à l'écran le **spectre des harmoniques indésirables** et en mesurer l'**amplitude** et la **phase**. Vous trouverez ainsi la composante harmonique qui contribue le plus au phénomène. Si vous nous suivez, nous vous montrerons que, grâce aux commandes très pratiques de **Visual Analyser**, cette mesure n'est plus le monopole des laboratoires spécialisés mais qu'elle est désormais à la portée de tous.

### La distorsion harmonique totale (THD)

Si l'on veut donner une définition facile à comprendre, on peut dire que la

**distorsion harmonique** consiste en la **modification de la forme d'onde** que subit un signal électrique chaque fois qu'il traverse un dispositif **non linéaire**. Dans le cas d'un amplificateur, la distorsion se mesure en appliquant à l'entrée un signal parfaitement **sinusoïdal** et en observant le signal obtenu à la sortie. En présence de **distorsion harmonique**, on constate l'apparition, avec la fréquence **fondamentale** appliquée à l'entrée, d'une série d'**harmoniques** ayant une fréquence **multiple** de la fondamentale. Cela signifie, par exemple, que si nous appliquons à un amplificateur un signal sinusoïdal ayant une fréquence de **1 kHz (1 000 Hz)**, nous devrions nous attendre à retrouver à la sortie ce même signal dûment amplifié.

En présence de distorsion harmonique, en revanche, apparaissent en sortie, en plus du signal d'origine, toute une série de composantes **harmoniques** ayant des **fréquences multiples** du signal d'origine : dans ce cas **2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, etc.**, comme le montre la figure 2. L'harmonique de fréquence **double** de la fondamentale (celle à **2 kHz** de notre exemple) est appelée **deuxième harmonique** (ou **harmonique II**), celle de

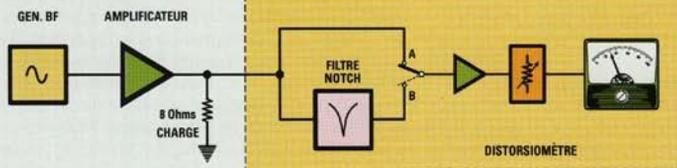


Figure 3 : Schéma synoptique d'un classique distorsiomètre. Avec le commutateur en position A, le signal provenant de la sortie de l'amplificateur à mesurer est envoyé directement au galvanomètre, en réglant l'amplitude de façon à la faire correspondre avec le 100%, c'est-à-dire avec le fond d'échelle. On place le commutateur en position B et le signal traverse un filtre notch à accord variable. On fait varier finement l'accord du filtre pour éliminer complètement la fondamentale et cela est atteint lorsque l'aiguille du galvanomètre se place tout à gauche sur la valeur minimale. La valeur maintenant lue sur l'instrument représente la THD de l'amplificateur.

## La formule juste

Si vous consultez différents textes d'électronique, vous découvrirez que pour calculer la distorsion on n'utilise pas toujours la même formule. Dans certaines publications vous trouverez préconisée cette formule :

$$\text{THDf} = \frac{\sqrt{(V2)^2 + (V3)^2 + (V4)^2 + \dots (Vn)^2}}{V1}$$

où **V1** est la valeur **efficace** de la **fondamentale**, **V2**, **V3**, **V4**, **Vn**, les **valeurs efficaces** des **n harmoniques**.

Dans ce cas la distorsion est calculée comme le rapport entre la racine carrée de la somme des carrés des différentes **valeurs efficaces** de toutes les **harmoniques** (soit leur **valeur efficace totale résultante**) et la valeur **efficace** de la **fondamentale**. La distorsion calculée de cette manière est définie comme **THDf**, ce qui indique bien que la valeur obtenue est référée à la seule **V1**, c'est-à-dire à la **fondamentale**.

D'autres textes proposent en revanche la formule suivante :

$$\text{THDr} = \frac{\sqrt{(V2)^2 + (V3)^2 + (V4)^2 + \dots (Vn)^2}}{\sqrt{(V1)^2 + (V2)^2 + (V3)^2 + (V4)^2 + \dots (Vn)^2}}$$

Dans cette formule le numérateur est égal à celui de la formule précédente tandis que le dénominateur est constitué par la racine carrée du **carré** de la valeur efficace de la **fondamentale** à laquelle s'ajoutent les carrés des différentes **valeurs efficaces** de toutes les **harmoniques**. Pour la distinguer de la précédente, la distorsion calculée de cette manière est appelée **THDr**.

Quelle est la différence entre ces deux formules et pourquoi coexistent-elles ?

La seconde formule a été la plus utilisée par le passé dans le domaine des **mesures audio** parce qu'elle s'accorde parfaitement avec la mesure effectuée par les **distorsionmètres traditionnels**. Dans ce cas en effet, la distorsion était mesurée justement comme le rapport entre la valeur efficace des harmoniques résiduelles (c'est-à-dire de celles qui restent après avoir supprimé à l'aide d'un filtre notch la fondamentale) et la valeur efficace du signal total résultant, qui est donnée par la somme de la fondamentale et des composantes harmoniques.

On préfère aujourd'hui utiliser la première formule et définir la distorsion comme le rapport entre la valeur efficace des harmoniques par rapport à la valeur efficace de la seule fondamentale. Il faut toutefois préciser que cette discussion a surtout un intérêt théorique, parce que dans le cas des systèmes HI-FI, dans lesquels les pourcentages de distorsion auront des valeurs très faibles, les valeurs calculées avec les deux systèmes **coïncident**.

fréquence **triple** (3 kHz dans l'exemple) **troisième harmonique** (ou **harmonique III**) et ainsi de suite.

En fonction de son amplitude, chacune de ces harmoniques contribue plus ou moins à la **distorsion harmonique totale**, souvent indiquée par l'acronyme anglo-saxon **THD** (Total Harmonic Distortion). La distorsion harmonique est un phénomène assez fastidieux pour l'audiophile parce que, même quand il n'est pas immédiatement perçu par l'auditeur, il altère la reproduction du son et, en introduisant une série d'harmoniques indésirables, le dénature.

C'est pourquoi la mesure de la **THD** est un paramètre très important pour évaluer la qualité d'un amplificateur audio. Pour mesurer la **THD**, on part de la mesure du **rapport** entre la valeur efficace de chaque **harmonique** et la valeur efficace de la **fondamentale**.

Par exemple, pour évaluer la distorsion introduite par la **seconde harmonique**, on utilise la formule suivante :

$$D2 = V2 / V1$$

où **D2** est la **distorsion** de **deuxième** harmonique, **V2** la valeur **efficace** de la **deuxième harmonique** et **V1** la **valeur efficace** de la **fondamentale**.

Ainsi par exemple, si la valeur efficace de la deuxième harmonique est égale à **0,018 V** et celui de la fondamentale à **1,5 V**, la distorsion de deuxième harmonique est :

$$D2 = 0,018 / 1,5 = 0,012$$

Le même procédé est utilisé pour évaluer la distorsion de **troisième harmonique**, en utilisant la formule :

$$D3 = V3 / V1$$

où **D3** est la **distorsion** de **troisième harmonique**, **V3** la valeur **efficace** de la **troisième harmonique** et **V1** la valeur **efficace** de la **fondamentale**.

Ainsi par exemple, si la valeur efficace de la troisième harmonique est de **0,010 V**, toujours par rapport à une fondamentale de valeur **1,5 V**, nous obtiendrons :

$$D3 = 0,010 / 1,5 = 0,0066$$

et ainsi de suite pour les harmoniques restantes.

Une fois que l'on a calculé les valeurs de distorsion pour chacune des harmoniques, **D2**, **D3**, **D4**, etc., il est possible de trouver la valeur de la **distorsion harmonique totale** au moyen de formule suivante :

$$D = \sqrt{(D2)^2 + (D3)^2 + (D4)^2 + \dots}$$

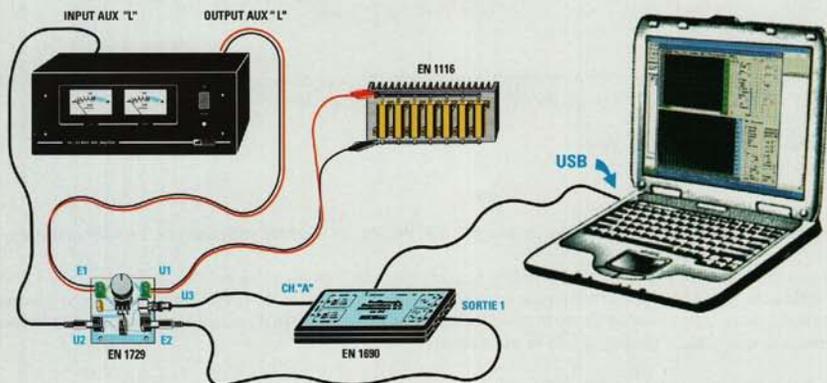


Figure 4 : Pour exécuter la mesure de la THD avec le logiciel Visual Analyser vous devez relier entre eux l'amplificateur à mesurer, la charge de 8 Ω, l'ordinateur et les deux platines EN1729 et EN1690 comme indiqué sur la figure. La mesure est à effectuer alternativement, d'abord sur un canal de l'amplificateur et puis sur l'autre.

où **D** est la **distorsion harmonique totale** et s'exprime généralement en pourcentage en multipliant la valeur par **100**.

La somme des termes placés sous la racine carrée devrait être théoriquement une somme à **nombre de termes infini**, les harmoniques étant elles-mêmes en nombre infini théoriquement.

En réalité, comme l'amplitude des harmoniques décroît rapidement avec l'augmentation de leur fréquence, à un certain point l'influence des harmoniques d'ordre supérieur devient négligeable pour le calcul.

**Exemple** : calculons la distorsion harmonique totale provenant seulement des deux harmoniques **D2** et **D3** de l'exemple précédent :

$$D = \sqrt{(D2)^2 + (D3)^2} = \sqrt{(0,012)^2 + (0,0066)^2} = \sqrt{0,000144 + 0,00004356} =$$

$$0,0136 \times 100 = 1,36\%$$

Il faut préciser que même à parité de rapport avec la fondamentale, toutes les composantes harmoniques n'influent pas de la même manière notre oreille.

Il semble en effet que la sensibilité de l'oreille humaine est différente pour les harmoniques **païres** et pour les harmoniques **impaires**.

En outre, cela dépend, dans une certaine mesure, du **type** des harmoniques qui contribuent à déterminer la distorsion. Un certain pourcentage de distorsion de **troisième harmonique**, par exemple, est perçu par notre ouïe comme beaucoup plus pénible qu'une autre identique en pourcentage de distorsion mais de **deuxième harmonique**.

C'est pourquoi, pour effectuer une évaluation de la distorsion d'un amplificateur, il n'est pas suffisant de déterminer simplement la valeur en **pourcentage** de la **THD**. Mieux vaut connaître aussi la composition du **spectre**, c'est-à-dire l'**amplitude** des **différentes harmoniques**.

### ... et comment on la mesure avec le Visual Analyser

La mesure de la **THD** avec le **Visual Analyser** est très simple. Comme nous l'avons expliqué dans les numéros **105** et **106** d'**ELM**, le logiciel Visual Analyser est en mesure de trouver le **spectre** d'un signal électrique, c'est-à-dire de le décomposer en ses différentes composantes **harmoniques**. En se servant d'un algorithme basé sur le **théorème de Fourier**, la **FFT** ou **Fast Fourier Transform**, le logiciel permet en effet de visualiser à l'écran l'**amplitude** et la **phase** de chacune des harmoniques qui composent un signal.

Cette fonction, en plus de sa très grande utilité pour tout un tas d'autres applications, permet aussi de trouver avec précision la valeur de la **distorsion harmonique** produite par un amplificateur. Mais à la différence de la mesure traditionnelle qui ne fournit qu'un **pourcentage**, elle permet également de voir comment est composé le **spectre** produit par la distorsion, c'est-à-dire quelles sont les **harmoniques** qui concourent à la déterminer.

Le principe de la mesure est le suivant. Le logiciel Visual Analyser engendre un signal **sinusoïdal** au format **numérique**, de fréquence égale à celle utilisée pour la mesure. Ce signal est envoyé à travers le port **USB** du **PC** à la platine interface **EN1690**. Cette platine s'occupe de transformer le signal numérique en une **onde sinusoïdale**, d'amplitude réglable entre **0** et **14 V crête-crête**, ce qui correspond

### Réquisits minimaux de l'ordinateur

- Système d'exploitation : **Windows XP Professionnel, XP Édition familiale, Vista 32**
- Type de processeur : **Pentium**
- RAM : **512 Mo** ou plus
- Espace disponible sur le disque dur : au moins **20 Mo**
- Lecteur de **CD-Rom 8x** ou bien lecteur de **DVD 2x**
- Carte graphique (vidéo) **800 x 600 16 bits**
- prise **USB**

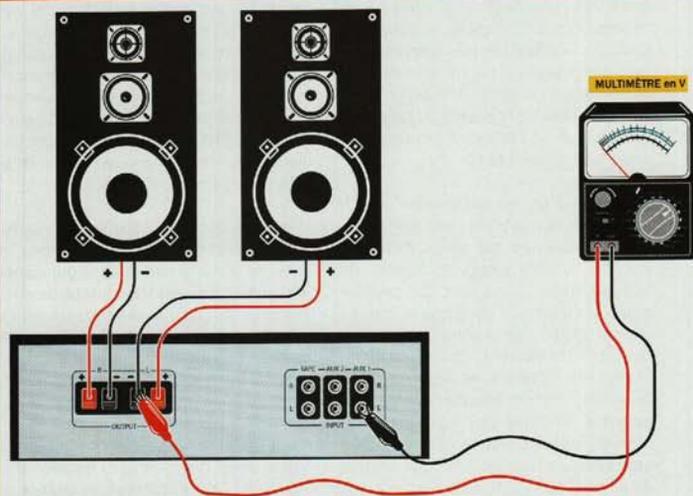


Figure 5 : Si après avoir relié un multimètre, réglé sur le calibre DC, entre le connecteur de sortie identifié par le signe - et la masse, prélevée sur un des connecteurs d'entrée, lorsque vous allumez l'amplificateur le multimètre n'indique aucune tension, cela signifie que l'amplificateur n'est pas à sortie isolée de la masse. Dans ce cas, la tension mesurée par le VA correspond à celle présente sur la charge.

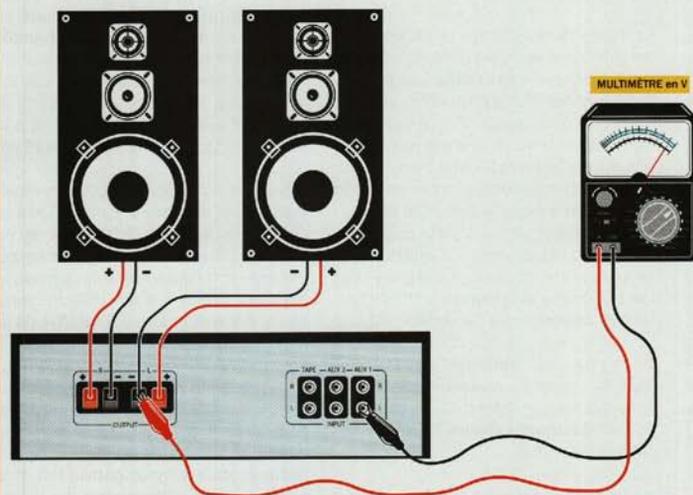


Figure 6 : Si en revanche, après avoir relié un multimètre, réglé sur le calibre DC, entre le connecteur de sortie identifié par le signe - et la masse, prélevée sur un des connecteurs d'entrée, lorsque vous allumez l'amplificateur le multimètre indique une valeur de tension, peu importe de quelle polarité, cela signifie que l'amplificateur est à sortie isolée de la masse. Dans ce cas, la tension mesurée par le VA correspond à la moitié de celle présente sur la charge.

au signal produit par un **générateur BF**. La platine est en outre dotée de deux entrées, munies d'**atténuateurs** à trois positions, **x1**, **x10**, **x100** (voir figure 9) lesquels, reliés à **VA**, permettent de visualiser à l'écran du PC l'**évolution** du signal dans le **temps**, comme avec un oscilloscope et son **spectre**.

La mesure de la distorsion est effectuée de cette façon. On relie la sortie de la platine **EN1690** à l'entrée du circuit **EN1729** et la sortie de ce dernier à l'entrée de l'amplificateur à mesurer, comme indiqué à la figure 4. La sortie de l'amplificateur est reliée à une charge

résistive adéquate. Avec le commutateur situé sur la platine **EN1729** dans la position **B (measure)**, on règle l'amplitude du signal produit par le générateur **BF** de **VA**, de telle manière que la tension à la sortie de l'amplificateur corresponde à la **puissance** à laquelle on veut effectuer la mesure. Puis on positionne le commutateur sur **A (calibrate)** et on effectue une première mesure. C'est cette mesure qui permet à **VA** d'acquérir le **spectre** du signal produit par le générateur.

Puisque le **générateur BF** n'est jamais exempt de distorsion, vous pouvez visualiser à l'écran du PC les **harmoniques**

présentes dans le **signal BF**. Alors, au moyen de la fonction **calibrate**, le logiciel est capable de **mémoriser** la totalité du **spectre** du signal BF. Ensuite on positionne à nouveau le commutateur sur la position **B (measure)** et on visualise à l'écran du PC le spectre du signal à la sortie de l'**amplificateur**. Lorsqu'on active la fonction **measure**, le logiciel **VA** s'occupe de **soustraire** automatiquement du spectre produit par l'**amplificateur** le spectre du **signal BF**, précédemment mémorisé.

De cette manière, ayant éliminé les interférences produites par la source

du signal, on obtient à l'écran le spectre de la **distorsion effective** produite par l'amplificateur, dans lequel sont visibles à la fois l'**amplitude** des diverses **harmoniques** qui contribuent à la distorsion et le **pourcentage** de la **THD**.

Après cette brève anticipation, nous allons vous expliquer comment on effectue la mesure proprement dite et comment on utilise les différentes commandes du logiciel.

## Mesurons la distorsion d'un amplificateur audio

Nous allons vous donner des indications générales pour l'utilisation de VA. Pour en avoir davantage, reportez-vous au numéro **106 d'ELM** et, dans le numéro **111** que vous êtes en train de lire, à l'article **Minilab EN3000-5** : vous y trouverez des compléments concernant les opérations à exécuter à la fois pour l'**installation** et la **configuration** du logiciel ainsi que pour la **calibration** de l'oscilloscope et pour la description des **commandes** de l'oscilloscope et de l'analyseur de spectre.

La première opération que vous devez exécuter est celle d'**installer** la version du logiciel **Visual Analyser** appelée **VA THD** sur votre ordinateur. Ce dernier doit être doté d'une **prise USB** et répondre aux réquisits indiqués dans l'encadré ci-après. Pour exécuter l'**installation** du logiciel, il suffit de suivre les instructions simples fournies avec par les illustrations dans l'encadré **Installation du Visual Analyser** situé au début de l'article **Minilab EN3000-5** dans ce même numéro.

Une fois l'installation terminée, vous devez effectuer la **calibration** de l'**oscilloscope** et du **voltmètre** comme indiqué aux pages 28 et suivantes du numéro **106 d'ELM**. Il vous faut bien entendu posséder et utiliser le circuit de calibration **EN1691**. Voir pour cela le numéro **105 d'ELM**, aux pages 10 et suivantes (la figure 8 en rappelle le schéma d'implantation des composants).

La mesure est articulée en **trois phases** distinctes :

- 1 - réglage de l'**amplitude** du signal **BF** ;
- 2 - mesure de la **distorsion** du **générateur BF** ;
- 3 - mesure de la **distorsion** de l'**amplificateur audio**.

Avant de procéder aux connexions nécessaires à la mesure, il vous faut faire une **vérification très importante** : vous devez savoir si l'étage final de votre amplificateur présente une sortie haut-parleur **isolée de la masse** ou bien **non**. Pour mieux comprendre le problème, voyez les figures 5 et 6.

La sortie d'un amplificateur, relié à l'enceinte acoustique, est généralement constituée de **deux broches**, une de couleur **rouge** et l'autre de couleur **noire**. La sortie de couleur **noire** est marquée du **signe -**, tandis que la sortie de couleur **rouge** est marquée du **signe +**. Comme vous le savez, les signes **+ et -** attribués à la sortie ne correspondent à aucune **polarité effective** des haut-parleurs, mais ils servent uniquement à **mettre en phase** entre elles les deux sorties de l'amplificateur, de telle manière que le signal arrive en phase sur les deux **enceintes acoustiques**.

La figure 5 représente la sortie d'un amplificateur dans lequel la sortie marquée du signe **- est reliée à la masse** de l'amplificateur. La figure 6 montre en revanche la sortie d'un étage final dans lequel la sortie **- n'est pas reliée à la masse** de l'amplificateur. Vous vous demandez certainement comment faire pour savoir à laquelle des deux catégories appartient un amplificateur. Pour le savoir, il suffit de relier un **multimètre** entre la sortie marquée du **signe -** de l'amplificateur et la **masse** prélevée sur un des **connecteurs d'entrée**.

**Note** : ne vous contentez pas de prélever la masse sur le **châssis** de l'amplificateur mais prélevez-la directement sur un des **connecteurs BF** d'entrée (AUX, RIAA, etc.).

Après avoir alimenté l'amplificateur, vérifiez si le multimètre donne une **valeur de tension**. Si la tension est égale à **0**, cela signifie que la sortie marquée du **signe - est reliée à la masse**. Si en revanche vous lisez sur le multimètre une tension de **quelques V, positive ou négative**, peu importe, cela signifie que la sortie **- est isolée de la masse**.

**Note** : quand nous avons fait les essais de fonctionnement de VA, nous avons vérifié qu'en reliant **directement** la sortie d'un amplificateur à sortie **isolée de la masse** à l'entrée de la platine **EN1690**, au moyen d'un simple petit câble blindé, la composante continue présente sur la sortie était **court-circuitée à la masse**, ce qui risquait d'endommager l'amplificateur. C'est la raison pour laquelle nous avons conçu la platine **EN1729**,

laquelle non seulement simplifie nettement la mesure, mais prévoit un **condensateur** qui élimine l'éventuelle **composante continue**. Pour ce motif, nous vous **recommandons** chaudement d'utiliser cette platine, conjointement à la platine **EN1690** et de ne pas effectuer le câblage d'une manière différente de celle indiquée.

Il est une autre chose dont vous devez tenir compte lorsque vous ferez la mesure, c'est le **calcul** de la **puissance de sortie** : elle est très différente dans les deux cas, ce que va vous expliquer le prochain paragraphe. Après avoir réalisé les liaisons des sorties de l'amplificateur comme indiqué ci-dessus, pouvez continuer avec les autres connexions.

Pour exécuter les trois mesures prévues, vous devez relier l'**entrée** et la sortie de l'**amplificateur**, la **charge** de **8 Ω**, l'**entrée CHA** et la sortie **1** de la platine **EN1690** à la platine **EN1729**, en respectant bien les indications de la figure 4. Utilisez des **câbles blindés** déjà présents sur cette dernière. Pour mieux comprendre comment réaliser les liaisons, référez-vous à la figure 3, laquelle fournit le schéma synoptique des deux platines **EN1729** et **EN1690**.

Nous vous conseillons en outre de régler **presque au maximum** le potentiomètre de volume de l'amplificateur et de ne plus le toucher pendant toute la mesure. Comme nous l'avons dit, normalement la mesure est faite à **1 kHz** et à une puissance correspondant à la **moitié** de la puissance **maximale** de l'amplificateur. La mesure est faite **alternativement** d'abord sur un **canal** de l'amplificateur et puis sur l'**autre**. Pour cela vous devez relier à la platine **EN1729** une seule **entrée** et une **seule sortie** de l'amplificateur, par exemple l'**entrée left** et la **sortie** correspondante **left**.

La sortie de l'amplificateur doit en outre être reliée à une **charge** qui reproduise l'impédance des haut-parleurs. Normalement on utilise pour cela une charge résistive de **8 Ω**, qui bien entendu doit être suffisamment dimensionnée pour dissiper toute la puissance développée par les étages finaux de l'amplificateur. Vous pouvez utiliser notre charge **EN1116** de **8 Ω**, comme indiqué sur la figure 4 : elle permet d'effectuer en toute sécurité des mesures de puissance jusqu'à **150 W**.

La **prise USB** de la platine **EN1690** doit être reliée à la **prise USB** du **PC** au moyen d'un simple **câble USB** pour imprimante. Prenez garde de bien respecter la connexion avec le **CH A** avec

la sortie 1 de la platine EN1690 et de ne pas intervertir entre eux les canaux d'entrée ni les sorties de la platine parce que dans ce cas la mesure ne serait pas possible. Le signal nécessaire pour effectuer la mesure, en effet, est présent **seulement** sur la sortie 1 de la platine EN1690, tandis que la soustraction du spectre du générateur n'est exécutée **que** sur le canal d'entrée CH A.

Examinons maintenant les séquences de chacune des trois mesures.

## Réglage de l'amplitude du signal BF

Avant de mesurer la distorsion, il est très important de régler le **niveau** du **signal BF** de telle manière que la **puissance** fournie par l'amplificateur corresponde à celle qu'on a choisie pour la mesure.

Supposons que votre amplificateur ait une puissance nominale de **50 W** et que vous désiriez mesurer sa distorsion à la **moitié de la puissance**.

Dans ce cas vous devez être assuré que le signal BF ait une tension de sortie sur la charge de **8 Ω** correspondant à **25 W**. La puissance débitée par un amplificateur sur une charge résistive en régime sinusoïdal dépend de la valeur de la tension efficace, selon la formule suivante :

$$P = V^2 / R$$

où **P** est la **puissance** en **W**, **V** la **tension efficace** en **V** et **R** la **résistance** du **charge** en  $\Omega$ .

Pour savoir quelle **tension efficace V** correspond à la valeur de **puissance** choisie, calculons-la avec la précédente formule :

$$V = \sqrt{P \times R}$$

Introduisons les valeurs numériques dans la formule. Sur un charge de **8 Ω** une puissance de **25 W** correspond à une tension efficace à la sortie de l'amplificateur de :

$$V = \sqrt{25 \times 8} = \sqrt{200} = 14,14 \text{ V}$$

Une fois la valeur de la tension de sortie de l'amplificateur établie, vous devez effectuer le réglage de l'amplitude du signal appliqué à l'entrée de l'amplificateur, de façon à obtenir cette valeur. À ce propos, nous devons vous apporter une précision.

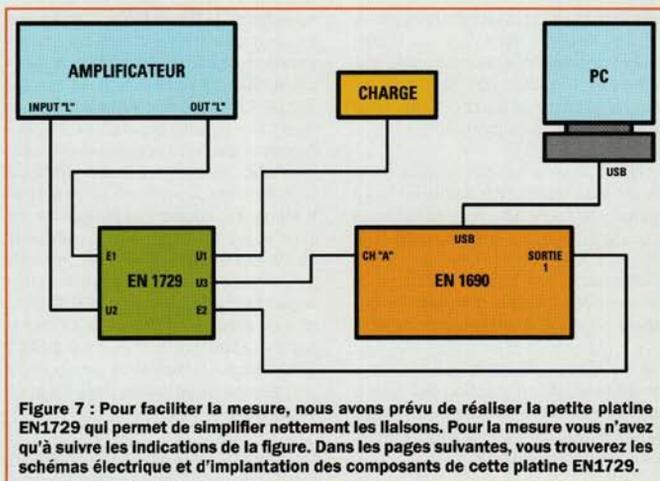


Figure 7 : Pour faciliter la mesure, nous avons prévu de réaliser la petite platine EN1729 qui permet de simplifier nettement les liaisons. Pour la mesure vous n'avez qu'à suivre les indications de la figure. Dans les pages suivantes, vous trouverez les schémas électrique et d'implantation des composants de cette platine EN1729.

Précédemment nous avons dit qu'avant d'exécuter la mesure vous deviez vérifier comment se comporte la sortie de votre amplificateur. Précisément, si la sortie de l'amplificateur est à la **masse**, comme indiqué sur la figure 5, la tension mesurée par **VA** aussi bien avec l'oscilloscope qu'avec le voltmètre, correspond exactement à la tension présente sur la charge. Si en revanche la sortie de l'amplificateur est **isolée de la masse**, la tension mesurée par **VA** aussi bien avec la fonction **oscilloscope** qu'avec la fonction **voltmètre** correspond exactement à la **moitié** de la tension présente sur la charge.

**Exemple** : nous avons vu qu'en voulant débiter une puissance de **25 W** sur une charge de **8 Ω** il faut appliquer une tension efficace de **14,14 V**. Si la sortie de l'amplificateur que vous voulez mesurer est à la masse, en mettant l'atténuateur du **CH A** situé sur la platine EN1690 en position **x100**, vous devez régler l'amplitude du signal **BF** de façon à obtenir sur le voltmètre une valeur égale à **0,1414 V**, c'est-à-dire **14,14 : 100**.

Si en revanche la sortie de l'amplificateur est isolée de la masse, toujours avec l'atténuateur du **CH A** situé sur la platine EN1690 en position **x100**, vous devez régler l'amplitude du signal **BF** de façon à obtenir sur le voltmètre une valeur égale à **0,0707 V**, c'est-à-dire **(14,14 : 2) : 100**.

Pour effectuer le réglage de la tension de sortie, vous devez procéder comme suit :

- positionnez le commutateur situé sur la platine EN1729 sur la position **B (measure)** ;

- tournez le potentiomètre **R1** situé sur la platine EN1729 complètement en sens **horaire** ;

- mettez l'**atténuateur** présent sur la platine EN1690 et correspondant au canal **CH A** en position **x10** ;

**Note** : les figures **a**, **b** à **o**-évoquées dans les items qui suivent, se trouvent dans l'encadré **Configuration de VA**, situé au début de l'article **Minilab EN3000-5** dans ce numéro d'ELM).

- lancez le programme **VA** en cliquant deux fois avec la touche gauche de la souris sur l'icône du Bureau, voir figure **a** ;

- vous verrez alors apparaître l'écran principal de **VA** comme le montre la figure **e** ;

- prenez garde que la **configuration** de tous les paramètres corresponde à celle donnée dans les figures **f-g-h**. Si ce n'est pas le cas, modifiez les paramètres erronés ;

- cliquez sur l'option **device** comme indiqué sur la figure **l** et exécutez la reconnaissance de la platine comme indiqué dans les figures **j-k-l**. Faites très attention, parce que si la reconnaissance de la platine ne se fait pas correctement, la mesure sera faussée.

- pour mesurer la tension de sortie avec la fonction **voltmètre** de **VA**, vous devez d'abord effectuer la **calibration** de **VA** en vous servant du circuit spécial de calibration EN1691. Ouvrez la fenêtre de la figure **n** et suivez les indications données page 28 du numéro 106 d'ELM.

Une fois la calibration terminée, vous pouvez la mémoriser dans un fichier **.cal** et la rappeler ensuite avec la touche **Load**. N'oubliez pas dans tous les cas de presser la touche **Apply** pour rendre active la calibration.

- cliquez avec la touche gauche de la souris sur l'option **THD** visible en bas à droite, voir figure 15 : vous verrez alors s'ouvrir la fenêtre de la figure 16 ;

**Note** : ces figures 15 à 26 font partie de l'encadré **Mesure de la distorsion harmonique**, situé à la fin du présent article.

- à l'intérieur de cette fenêtre vous devez sélectionner l'option **INT**. Sélectionnez ensuite la **fréquence** de travail désirée, par exemple **1 kHz**, comme indiqué sur la figure 17 ;

- positionnez le curseur **MASTER OUTPUT LEVEL**, qui règle l'**amplitude** du signal **BF**, tout à gauche, de manière à avoir un signal de sortie **minimum** ;

- cliquez sur la touche **MEASURE** et déplacez progressivement le curseur **MASTER OUTPUT LEVEL** vers la droite de façon à augmenter légèrement l'amplitude du signal **BF**.

Si vous avez configuré correctement tous les paramètres de l'oscilloscope et de l'analyseur de spectre, vous verrez apparaître sur l'écran de l'oscilloscope la forme d'onde du signal sinusoïdal à **1 kHz** présent à la sortie de l'amplificateur (voir figure 18) et son spectre ;

- déplacez encore le curseur afin d'augmenter le signal de sortie de l'amplificateur. Comme vous avez réglé l'atténuateur d'entrée du **CHA** de la platine **EN1690** sur la position **x10**, à un certain moment vous verrez que la sinusoïde tend à **sortir** de l'écran de l'oscilloscope, comme le montre la figure 19 ;

- réglez alors l'atténuateur du canal d'entrée **CHA** sur la position **x100** et vous verrez la sinusoïde rentrer parfaitement dans l'écran, comme le montre la figure 20 ;

- maintenant, en agissant sur la touche **Zoom** de l'oscilloscope, vous pouvez augmenter convenablement l'amplitude de la sinusoïde à l'écran, de façon à la visualiser mieux, comme le montre la figure 21. L'option **Zoom** permet d'amplifier graphiquement le signal à l'écran mais n'affecte bien entendu pas l'amplitude réelle du signal ;

- cliquez avec la touche gauche de la souris sur le bouton **Settings** situé en haut

sur la barre de **VA** : la fenêtre de la figure 1 s'ouvre (elle est dans l'encadré **Configuration de VA**, voir au début de l'article **Minilab EN3000-5** dans ce numéro d'ELM). Cochez le mot **Voltmeter** et vous verrez tout de suite apparaître l'afficheur du **voltmètre** de VA comme visible sur la figure 22. Sélectionnez l'option **RMS** qui vous donnera directement la mesure en **V efficaces**. Pensez que la tension que vous voyez s'afficher sur le voltmètre de **VA** est égale à la tension de sortie de l'amplificateur **divisée** par la valeur réglée sur l'**atténuateur** du **CH A**. Dans ce cas, puisque l'atténuateur est sur la position **x100**, une tension de **0,1543 V** sur l'afficheur du voltmètre correspond à une tension de sortie de l'amplificateur de **15,43 V**.

Quand nous vous avons expliqué comment calculer la puissance de sortie, nous avons vérifié que la tension de sortie correspondait bien à une puissance de **25 W** sur une charge de **8 Ω**, soit **14,14 V efficaces**. Supposons maintenant, à titre d'exemple, que nous voulions exécuter la mesure à cette valeur de puissance. Pour cela nous devons régler le curseur **MASTER OUTPUT LEVEL** de façon à lire sur l'afficheur du voltmètre de **VA** une valeur de **0,1414 V**.

- pour régler avec précision la tension de sortie de l'amplificateur, nous conseillons d'utiliser le **réglage fin**. Si vous observez la petite fenêtre située à côté du curseur **MASTER OUTPUT LEVEL**, vous voyez qu'en déplaçant ce curseur, un nombre variable de **0 à 100** apparaît. En modifiant ce nombre dans la petite fenêtre d'une unité à la fois, vous pouvez régler avec précision la valeur de la tension de sortie. Vous la ferez ainsi coïncider avec la valeur choisie, comme le montre la figure 23. Pour une plus grande précision, vous pouvez utiliser un point suivi d'un chiffre décimal. Pour un ajustement encore plus fin, vous pouvez aussi vous servir du réglage du volume de l'amplificateur.

- contrôlez sur l'écran de l'oscilloscope de **VA** que le signal sinusoïdal de sortie de l'amplificateur n'est pas **distordu** ;

- une fois le niveau de la tension de sortie fixé, prenez garde de **ne plus** toucher le curseur **MASTER OUTPUT LEVEL** parce que l'amplitude du signal produit par le générateur **BF** doit rester **identique** pour les deux mesures suivantes ;

- positionnez le commutateur sur la position **A (Calibrate)** et l'**atténuateur** du canal **CH A** sur **x1**. Contrôlez à nouveau que le signal présent sur l'oscilloscope n'est pas **distordu**.

Si c'est le cas, positionnez l'atténuateur sur **x10**. **Notez** avec soin la valeur de la **tension** que vous lisez sur le **voltmètre** de VA et la **position** de l'**atténuateur**, parce que vous en aurez besoin pour la suite de la mesure ;

- cliquez à nouveau sur la touche **MEASURE** pour désactiver le générateur. Vous êtes alors prêt à passer à la mesure suivante, celle de la distorsion du **générateur BF**.

## Mesure de la distorsion du générateur BF

Cette mesure a pour fonction de trouver le spectre du signal produit par le **générateur BF** de VA. Le spectre est mémorisé par Visual Analyser qui s'occupe automatiquement de le **soustraire** du spectre de l'**amplificateur**.

Pour effectuer la mesure procédez comme suit :

- laissez le commutateur de la platine **EN1729** sur la position **A (calibrate)** ;

- laissez le potentiomètre situé sur la platine **EN1729** complètement tourné dans le sens **horale** ;

- mettez l'**atténuateur** du canal **CH A** situé sur la platine **EN1690** en position **x1** ;

- puisque vous êtes à l'intérieur de la fenêtre de travail de la figure 23, cliquez à nouveau sur la touche **MEASURE** pour démarrer la mesure. Vous verrez le signal BF apparaître à l'écran. Vérifiez que la sinusoïde qui apparaît sur l'oscilloscope n'est pas **distordue**. Si elle l'est, faites passer l'atténuateur sur la position **x10**. Faites très attention à ne pas modifier la position du curseur **MASTER OUTPUT LEVEL** que vous avez paramétré précédemment ;

- prenez note du pourcentage de distorsion indiqué dans la fenêtre ;

- cliquez maintenant sur la touche **CALIBRATE**, comme le montre la figure 25 et attendez **5 secondes**, de manière à laisser la fonction se terminer. Observez la nouvelle valeur de la **THD** et vous vous apercevrez qu'elle est devenue plus faible (voir toujours figure 25) ;

- cliquez encore une fois sur la touche **MEASURE**, ce qui a à nouveau pour effet d'arrêter le fonctionnement du générateur.

La première partie de la mesure est terminée, parce que le logiciel de VA a **acquis** le spectre du signal produit par le générateur **BF**.

Maintenant vous devez passer à la troisième et dernière partie de la mesure.

### Mesure de la distorsion de l'amplificateur audio

Pour effectuer la mesure de la distorsion de l'amplificateur, vous devez procéder de cette manière :

- positionnez le commutateur situé sur la platine **EN1729** sur la position **B** (mesure) ;

- tournez le potentiomètre **R1** complètement dans le sens **anti horaire** ;

- réglez l'atténuateur d'entrée sur la position où il était quand vous avez exécuté la fonction **Calibrate** (par exemple s'il se trouvait en position **x1** vous devez le remettre en position **x1**, s'il se trouvait en position **x10** vous devez le remettre en position **x10**) ;

- cliquez à nouveau sur la touche **MEASURE**, ce qui démarre le **générateur BF**. Tournez tout doucement le potentiomètre situé sur la platine **EN1729** dans le sens horaire et vous verrez apparaître à l'écran du PC le **signal sinusoïdal à 1 kHz** produit par le générateur **BF** interne de la platine **EN1690** et, dans la partie inférieure de l'écran, son **spectre**.

- tournez encore le potentiomètre **R1** jusqu'à obtenir sur le voltmètre de VA la **même** valeur de **tension** que vous aviez notée lors de la mesure précédente, comme le montre la figure **26**.

Prenez garde de ne plus modifier la position du potentiomètre **R1**, parce que toute modification introduirait une erreur dans la mesure. À ce moment, si vous lisez la valeur de la **THD** qui apparaît dans la fenêtre, vous aurez la valeur de la **distorsion harmonique totale** de votre amplificateur, mesurée à la puissance choisie.

### Considérations diverses...

Maintenant que vous avez effectué la mesure, il est utile de faire quelques évaluations à propos des résultats obtenus. Avant tout, il est important de comprendre que, la bande passante du système de mesure allant d'environ **50 Hz** à environ **20 kHz**, si nous effectuons la mesure à **1 kHz** nous avons la

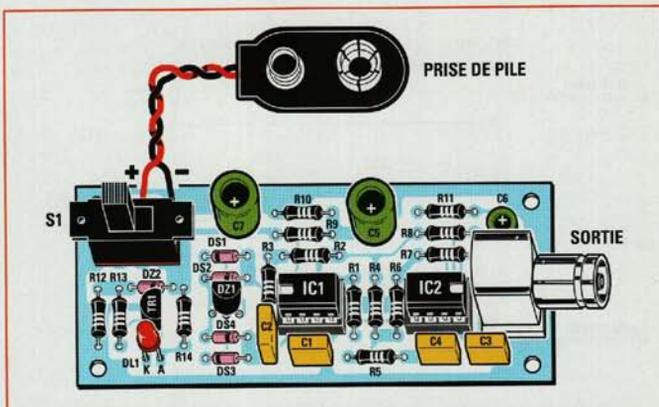


Figure 8 : Pour mesurer l'amplitude du signal BF avec le voltmètre de VA vous devez d'abord procéder à la calibration, en utilisant le petit circuit **EN1691** dont la figure donne le schéma d'implantation des composants. La procédure de calibration est expliquée et illustrée aux pages 28 et suivantes du numéro 106 d'ELM.

possibilité de prendre en considération toutes les harmoniques produites par la distorsion jusqu'à la **dix-neuvième**, ce qui est un résultat plus que bon (excellent même).

Si, en revanche, la mesure était effectuée à **500 Hz**, la **FFT** serait calculée jusqu'à la **39<sup>e</sup>** harmonique. Et inversement, avec des valeurs supérieures à **1 kHz**, le nombre des harmoniques sur lesquelles il serait possible d'effectuer le calcul se **réduirait** nécessairement. Par exemple à **4 kHz** nous ne pourrions prendre en compte que jusqu'à la **quatrième** harmonique. Cet aspect doit être bien présent à l'esprit de l'utilisateur de ce **distorsiomètre**. N'oubliez pas toutefois que l'amplitude des harmoniques décroît très rapidement au fur et à mesure qu'elles s'éloignent de la fondamentale. Les harmoniques d'ordres très supérieurs par rapport à la fondamentale sont en effet d'une amplitude tellement faible qu'elles sont pratiquement sans influence. Elles se confondent d'ailleurs très vite avec le **bruit**.

Si on ne tient pas compte de la limitation due à la bande passante, on risque de commettre des erreurs. Par exemple, si on veut trouver la **courbe** de la distorsion en fonction de la **fréquence**, on notera qu'au dessus d'une certaine valeur de fréquence, la valeur de la **THD** commence à **se réduire** de manière drastique. Mais cela n'est pas dû à une amélioration de la linéarité de l'amplificateur. C'est simplement que les harmoniques qui contribuent à la distorsion sont éliminées au fur et à mesure que l'on monte en fréquence et qu'on s'approche puis atteint les

fatidiques **20 kHz**, c'est-à-dire de la limite de la bande de mesure : les harmoniques situées au dessus de cette fréquence ne sont plus prises en compte ou très faiblement et cela simule une diminution de leur taux par rapport à la fondamentale (c'est-à-dire une fausse amélioration).

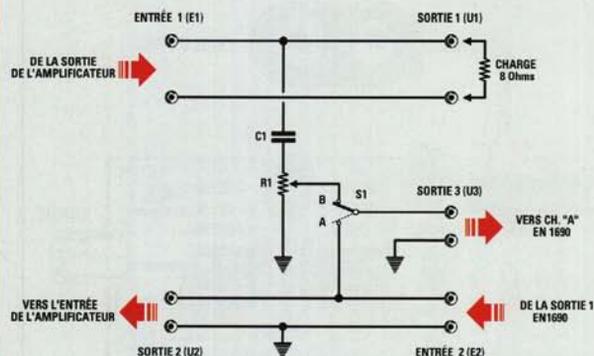
Regardez la figure **g** (dans l'encadré **Configuration de VA**, au début de l'article **Minilab EN3000-5** dans ce numéro d'ELM) : vous y verrez une fenêtre appelée **Average**, ce qui signifie **Moyenne**. Le chiffre inscrit dans la fenêtre indique le **nombre de spectres** sur lesquels on calcule une **moyenne** et ensuite la **FFT**, qui permet d'obtenir le spectre apparaissant à l'écran.

Si vous essayez de modifier ce paramètre, vous noterez qu'en réduisant le chiffre, le spectre devient plus «sautillant» ; si au contraire vous augmentez le chiffre, le spectre devient plus stable. Ceci justement parce qu'on a augmenté le nombre de spectres qui sont pris en considération pour exécuter le calcul.

Le spectre réclame ainsi un temps plus long pour être élaboré mais il est par contre plus **précis**. En faisant la mesure vous vous êtes rendu compte également qu'avec ce logiciel il est possible d'évaluer chacune des harmoniques qui contribuent à la distorsion : on mesure en effet pour chacune sa **fréquence**, son **amplitude** et sa **phase**.

Ceux qui prennent plaisir à l'étude du son auront ainsi à leur disposition un instrument passionnant pour mener leurs recherches.

Figure 9 : Schéma électrique de la platine EN1729.



Liste des composants  
EN1729

- R1 ..... 10 k pot. lin.
- C1 ..... 1 nF polyester
- S1 ..... inverseur

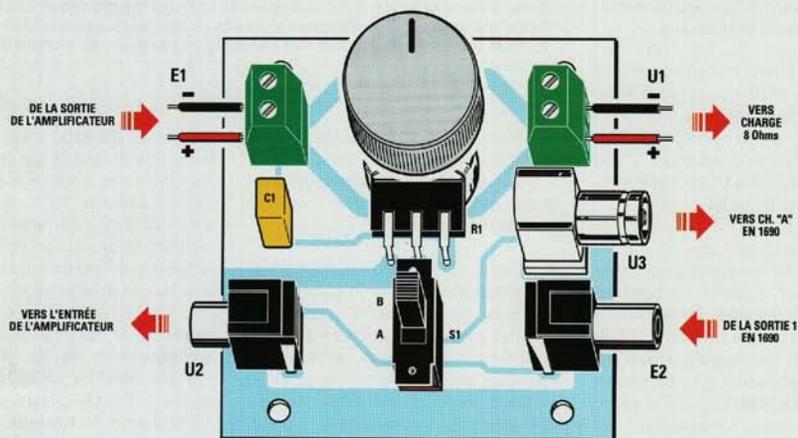


Figure 10a : Schéma d'implantation des composants de la platine de commutation EN1729 qui vous sera bien utile au cours du montage préliminaire aux mesures, pour éviter de fastidieuses manipulations de câbles blindés.

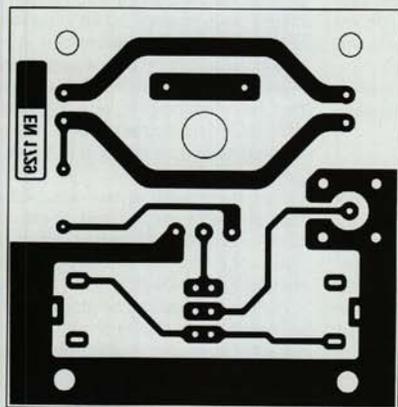


Figure 10b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de la platine de commutation EN1729.

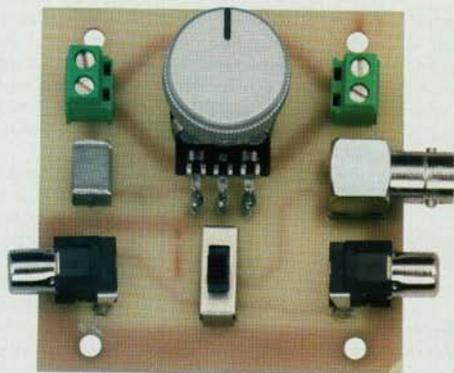


Figure 11 : Photo d'un des prototypes de la platine de commutation EN1729. Au centre on voit l'inverseur S1 qui permet de sélectionner les deux positions Measure et Calibrate.

## Comment choisir la formule de calcul

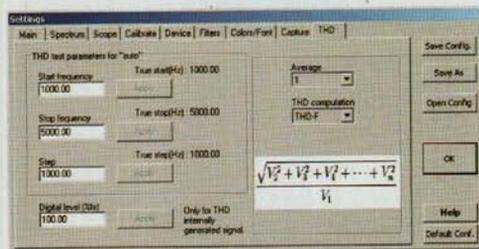


Figure 12 : Cliquez sur l'option THD. La fenêtre ci-contre s'ouvre, à l'intérieur il est possible de paramétrer le niveau numérique du signal utilisé pour mesurer la distorsion. Vérifiez que le Digital level correspond bien au 100%, de façon à utiliser l'amplitude maximale du signal BF.

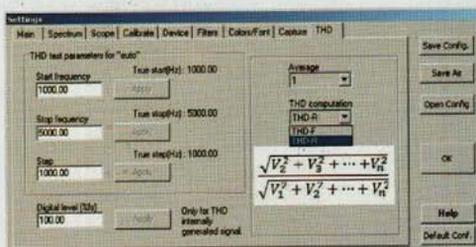


Figure 13 : Cliquez sur l'option THD computation et deux options s'offrent à vous : THD-F et THD-R, qui permettent de choisir quel algorithme utiliser pour le calcul de la distorsion, comme cela est expliqué dans l'encadré La formule juste. Sur la figure la formule du calcul de la THD-R est visualisée.

## Mesure de la distorsion harmonique

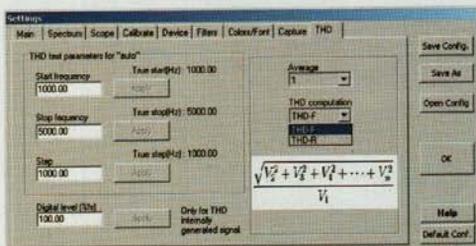


Figure 14 : Si vous sélectionnez l'option appelée THD-F vous verrez apparaître la formule de calcul correspondante.

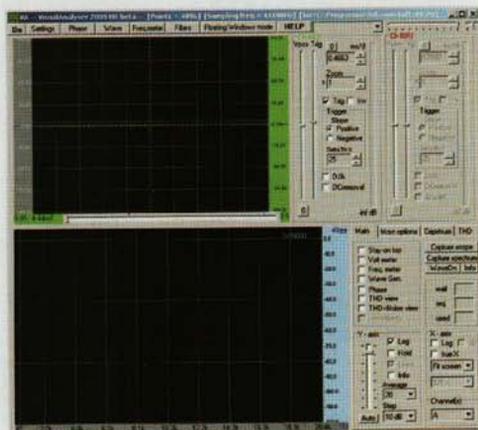


Figure 15 : Sélectionnez l'option Main à droite de l'écran de l'analyseur de spectre et ajustez l'amplitude de l'échelle en agissant sur le curseur Y-axis. Pointez ensuite le curseur de la souris directement sur l'échelle en dBpp et vous pouvez la faire glisser verticalement pour le pousser comme vous voulez.

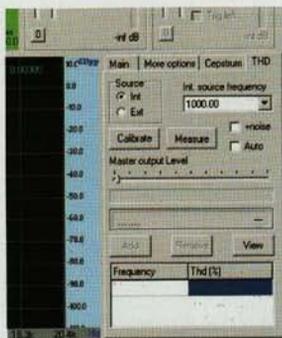


Figure 16 : Sélectionnez maintenant l'option THD et vous verrez apparaître la fenêtre que vous devrez utiliser ensuite pour effectuer la mesure de la distorsion.

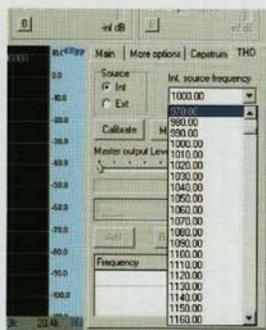


Figure 17 : Dans cette fenêtre vous devez cocher le mot **Int** et sélectionner la fréquence du signal BF utilisés pour la mesure, normalement égale à 1 kHz.

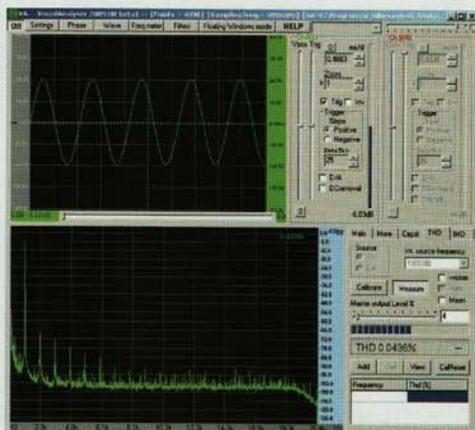


Figure 18 : Quand l'amplificateur a été relié comme indiqué sur la figure 4, positionnez le commutateur de la platine EN1729 sur la position **Measure** et tournez le potentiomètre R1 complètement dans le sens horaire. La première phase de la mesure prévoit le réglage de l'amplitude du signal BF de façon à obtenir à la sortie de l'amplificateur la valeur de tension choisie. Sur l'oscilloscope la tension présente sur la charge est visualisée, tandis que sur l'écran de dessous son spectre apparaît.

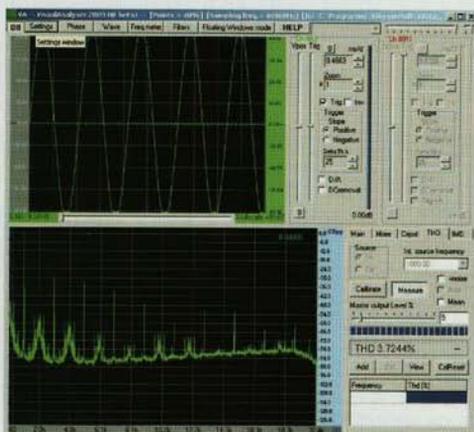


Figure 19 : Si, avec l'atténuateur de CH A de la platine EN1690 en position x10, la sinusoïde est déformée comme indiqué sur la figure, vous devez positionner le poussoir sur x100, de façon à ne pas introduire une distorsion du signal.

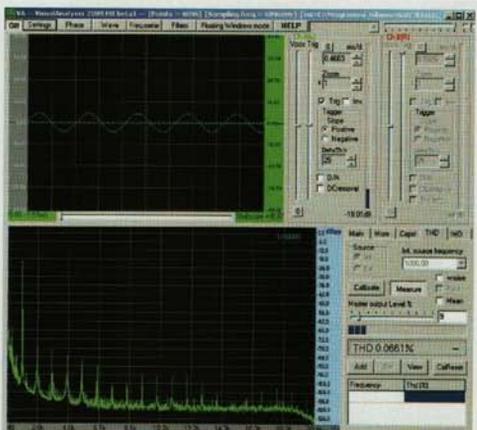


Figure 20 : Si on positionne l'atténuateur du CH A sur x100, on voit le signal reprendre une forme correcte d'onde sinusoïdale. Quand vous mesurez l'amplitude du signal avec la fonction Voltmètre de VA, vous devez vous rappeler qu'elle est atténuée de 100 fois.

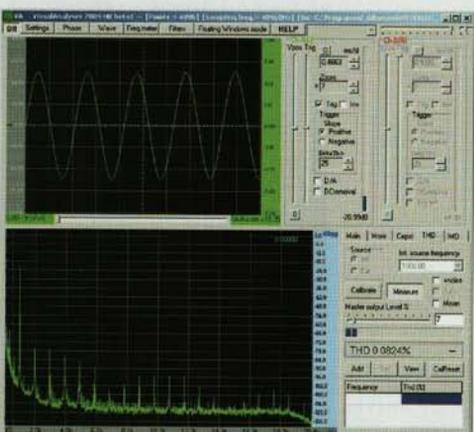


Figure 21 : Pour mieux analyser la sinusoïde sur l'écran de l'oscilloscope, vous pouvez l'agrandir à volonté en paramétrant une valeur de Zoom supérieure à 1 dans la case située à droite de l'écran de l'oscilloscope.

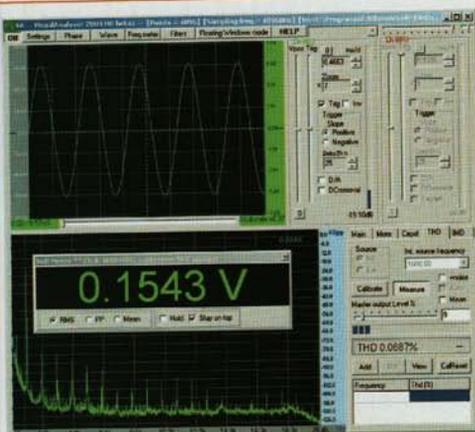


Figure 22 : Pour mesurer de manière précise la valeur efficace de la tension à la sortie de l'amplificateur, vous pouvez utiliser la fonction Voltmeter de VA, en cochant l'option Voltmeter présente dans la fenêtre de la figure f (voir l'encadré Configuration de VA au début de l'article Minilab EN3000-5 dans ce numéro d'ELM). Afin que le voltmètre indique bien la valeur efficace, vous devez cocher en outre l'option RMS, comme indiqué sur la figure. Dans ce cas, étant donné que l'atténuateur est sur la position x100, la tension à la sortie correspond en réalité à 15.43 V efficaces.

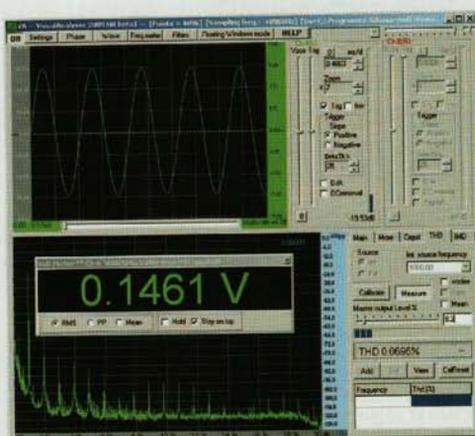


Figure 23 : Maintenant vous devez régler la valeur de la tension de sortie en agissant sur le curseur Master output Level de manière à obtenir sur la charge la valeur de tension choisie. Pour un réglage plus fin de la tension de sortie, vous pouvez aussi paramétrer une valeur de pourcentage avec un chiffre décimal dans la case à côté du curseur. Une fois la valeur de tension désirée obtenue, ne retouchez plus le curseur Master output Level.

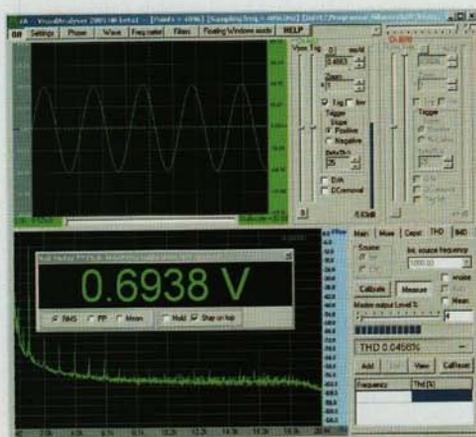


Figure 24 : Positionnez maintenant le commutateur situé sur la platine EN1729 en position Calibrate, en laissant le potentiomètre R1 complètement tourné dans le sens horaire. Restaurez la valeur du Zoom de l'oscilloscope à 1. Positionnez l'atténuateur de la platine EN1690 sur la position x1. Cliquez sur la touche Measure et le taux de distorsion produit par le générateur BF est visualisé.

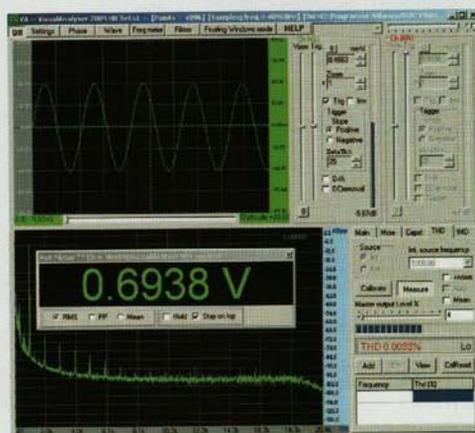


Figure 25 : Cliquez sur la touche Calibrate et attendez 5 secondes. Le Visual Analyser mémorise le spectre du signal BF qui sera ensuite soustrait du spectre du signal présent à la sortie de l'amplificateur. Comme vous pouvez le noter, une fois l'opération Calibrate terminée, la valeur de la distorsion présente dans le signal BF sera nettement inférieure. Lisez ensuite sur le Voltmeter la valeur RMS du signal BF et notez bien la valeur obtenue.

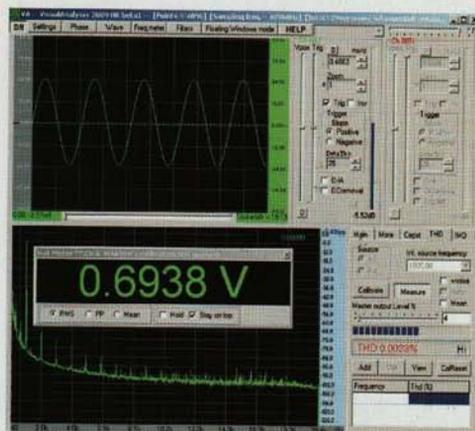


Figure 26 : Positionnez maintenant le commutateur de la platine EN1729 en position Mesure et tournez le potentiomètre R1 entièrement dans le sens anti horaire. Tournez-le ensuite lentement dans le sens horaire jusqu'à ce que la valeur visualisée par le Voltmètre soit égale à celle que vous avez mesurée au point précédent. Le pourcentage de distorsion THD que vous lisez dans la fenêtre est la valeur recherchée.

## Acquisition de la courbe de distorsion en fonction de la fréquence avec la touche ADD

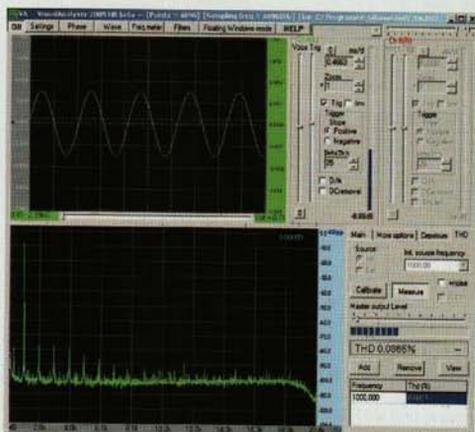


Figure 27 : Après avoir mesuré la distorsion à 1 kHz, vous pouvez trouver la valeur de la distorsion pour diverses valeurs de fréquence et reporter les points obtenus sur un graphique. En effectuant l'interpolation de valeurs ainsi mesurées, vous obtiendrez une courbe représentant l'évolution de la distorsion en fonction de la fréquence.

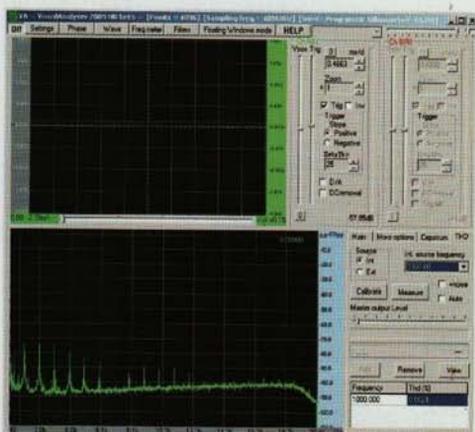


Figure 28 : Quand vous avez effectué la mesure de la THD à une certaine fréquence, par exemple à 1 kHz, cliquez sur la touche Add. Ainsi la valeur de la fréquence et celle de la THD seront mémorisées et apparaîtront au bas de la fenêtre.

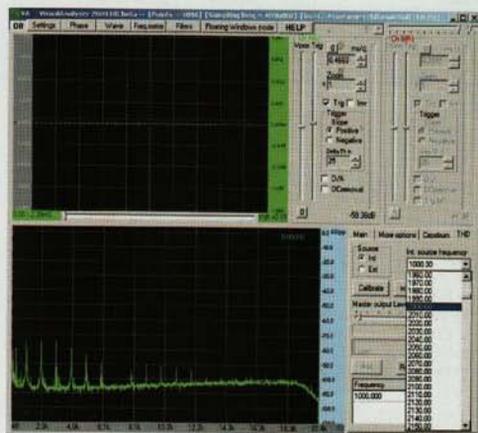


Figure 29 : Sélectionnez maintenant la valeur de fréquence suivante à laquelle vous voulez effectuer la mesure, par exemple 2 kHz.

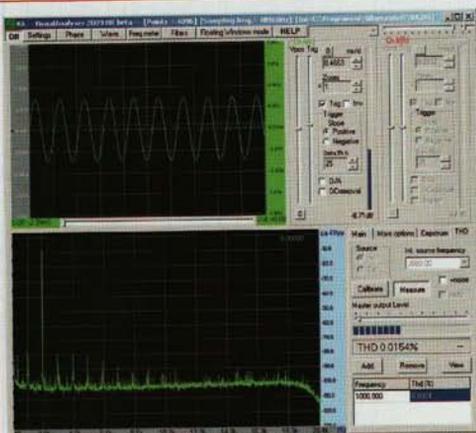


Figure 30 : Exécutez à nouveau la mesure de la distorsion harmonique, en cliquant sur la touche Measure.

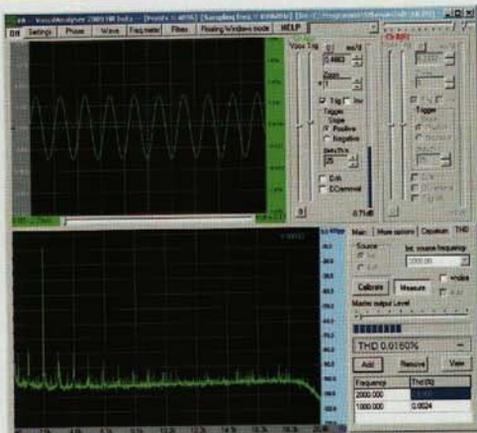


Figure 31 : Cliquez maintenant sur la touche Add et mémorisez la nouvelle valeur de fréquence et le niveau de THD correspondant, qui apparaîtront tous deux dans la fenêtre de dessous. En cas d'erreur, vous pouvez toujours supprimer la mesure en cliquant la touche Remove.

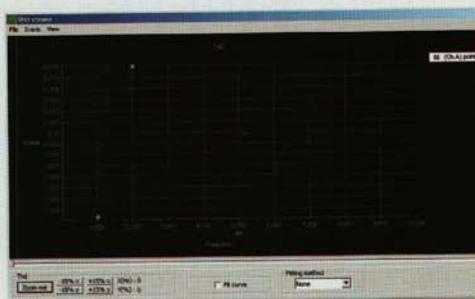


Figure 32 : Pour visualiser les points obtenus sur un graphique, cliquez sur la touche View. La fenêtre ci-contre apparaît : les diverses valeurs de THD en fonction de la fréquence y sont reportées.

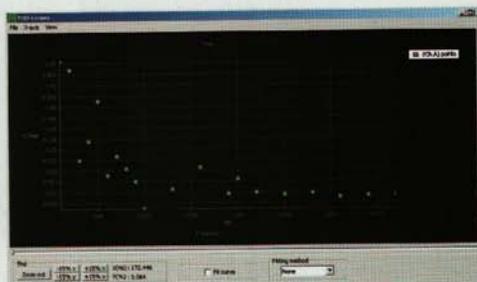


Figure 33 : Avec cette procédure, vous pouvez vous amuser à trouver les valeurs de la THD pour différentes valeurs de fréquence, sans oublier les limites imposées à la mesure par la bande passante de 20 KHz.

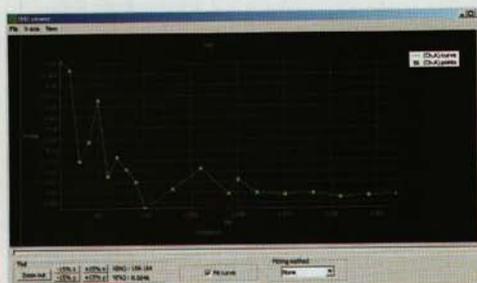


Figure 34 : Une fois le graphique avec les différentes valeurs obtenu, vous pouvez exécuter une interpolation graphique des différents points. Dans ce cas, en cochant la case Fit curve et en sélectionnant le Fitting method NONE, vous obtiendrez une simple interpolation géométrique de point à point.

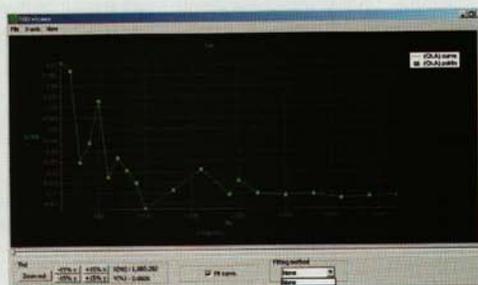


Figure 35 : En cliquant sur l'option Fitting method vous pourrez choisir entre trois différentes méthodes d'interpolation graphique : Cubic spline, Beta spline et Linear.

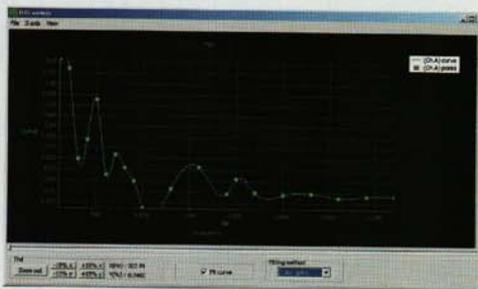


Figure 36 : Sur la figure nous avons représenté une interpolation graphique exécutée avec la méthode de calcul Cubic spline.

Des investigations scientifiques sur ce sujet ont établi que pour une évaluation effective de la **perception** de la distorsion, il est très important de comprendre de quel ordre est l'harmonique produite. Pour une même amplitude, l'effet négatif produit sur l'oreille humaine dépend beaucoup de l'ordre de l'harmonique prise en compte.

Il ne faut pas oublier que la distorsion harmonique n'est pas un paramètre constant, mais qu'elle varie avec le changement de l'**amplitude** du signal appliqué à l'entrée de l'amplificateur.

Dans la plupart des cas, la valeur mesurée tend à augmenter parallèlement à l'augmentation de la puissance de sortie de l'amplificateur, mais elle peut être élevée même dans le cas de signaux d'entrée très faibles, cela à cause de l'inévitable présence du bruit.

C'est justement afin d'éviter l'interférence des perturbations qu'il est indispensable, avant d'effectuer la mesure, de prendre toutes les précautions susceptibles de réduire les interférences des champs électromagnétiques externes, les parasites dus au secteur **50 Hz**, l'ondulation résiduelle («rippe») des alimentations, le ronflement des transformateurs, etc...

Toujours utiliser contre ces fléaux des câbles blindés et faire des liaisons à la prise de terre, afin d'éviter d'ajouter à la distorsion propre de l'amplificateur celle produite par tous ces agents externes.

## Le schéma électrique

En regardant la platine **EN1729**, formée de trois composants seulement : un **condensateur**, un **potentiomètre** et

un **inverseur**, vous pourriez être tenté de vous en passer et de décider de réaliser à chaque mesure toutes les liaisons nécessaires. Si vous n'êtes pas suffisamment expert, nous vous déconseillons cette solution et ce pour deux types de motif. Le premier est que si l'amplificateur que vous voulez mesurer est à sortie **isolée de la masse**, comme nous vous l'avons expliqué au cours de l'article, vous pourriez l'endommager sérieusement. En effet, la tension continue présente à la sortie serait **mise à la masse** de la platine **EN1690**. La fonction du **condensateur C1** présent sur la platine **EN1729** est justement de bloquer l'éventuelle **composante continue** provenant de l'amplificateur.

L'autre raison justifiant l'utilisation de cette petite platine est qu'elle simplifiera énormément la mesure, parce qu'une fois toutes les liaisons réalisées, pour passer du signal prélevé sur l'amplificateur au signal produit par le générateur BF, vous n'aurez qu'à agir sur l'**inverseur S1** et passer de la position **B (mesure)** à la position **A (Calibrate)**, sans devoir **débrancher puis rebrancher** aucun câble.

À ce propos, n'oubliez pas qu'aux connecteurs **U2** et **E2** doivent être reliés deux câbles **blindés** dotés chacun de deux **prises BF mâles**. Au connecteur **U3** on reliera un câble **blindé** (également) mais doté cette fois de deux **connecteurs BNC femelle**. Les liaisons aux borniers **E1** et **U1** peuvent en revanche être réalisés avec du fil électrique normal, d'une **section adéquate** toutefois.

Comme vous pouvez le remarquer sur le schéma électrique de la figure 9, sur la platine se trouve le **potentiomètre R1** dont la fonction, on ne peut plus importante, est d'**égaliser** le signal

prélevé à la sortie de l'amplificateur et le signal provenant du **générateur BF**. Sans cette opération d'égalisation, la mesure pourrait fournir des valeurs erronées.

## La réalisation pratique

Le montage de cette platine **EN1729** est tellement simple qu'elle rend presque superflue une description verbale (les figures 9 à 11 étant en elles-mêmes éloquentes). Prélevez dans le matériel disponible le circuit imprimé (ou réalisez-le à partir du dessin à l'échelle 1:1 fourni par la figure 10b, c'est un simple face) et insérez le **potentiomètre R1**. Repliez ses pattes à 90° pour faire adhérer sa carcasse au circuit imprimé. Montez le **condensateur polyester C1** et l'**inverseur à glissière S1** dans les positions prévues. Puis placez et soudez sur le circuit imprimé les deux **connecteurs BF femelle U2** et **E2** et le **connecteur BNC mâle U3** : attention, ne mettez pas ses broches en court-circuit involontairement avec un excès de tinol.

Enfin, soudez les deux **borniers E1** et **U1** et le montage est terminé.

### Configuration de Visual Analyser

Vous trouverez les quinze figures a- à o- et leurs légendes au début de l'article Minilab EN3000-5 dans ce numéro d'ELM.

### Installation du logiciel Visual Analyser

Là encore vous trouverez les quinze figures a- à o- de ce chapitre et leurs légendes au début de l'article Minilab EN3000-5 dans ce numéro d'ELM.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce distorsiomètre pour PC : la platine de commutation **EN1729**, mais aussi l'interface **EN1690** et le calibrateur **EN1691** (numéro 105 d'ELM), est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

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

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/111.zip>

**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**<sup>®</sup>  
 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

**ELECTRONIQUE**  
 ET LOISIRS magazine

Articles, Revues et CD téléchargeables au format PDF sur Internet  
<http://www.electronique-magazine.com>

<p><b>ELECTRONIQUE</b>              n° 106              15 Mars 2009</p> <p><b>Générateur DDS UNIF</b> bande 1,15 à 1,4 GHz / 2,3 à 2,8 GHz</p> <p><b>SOMMAIRE DÉTAILLÉ PAGE 2</b></p>	<p><b>ELECTRONIQUE</b>              n° 107              15 Mars 2009</p> <p><b>MINILAB OU APPRENDRE L'ELECTRONIQUE EN SE DIVERTISSANT</b></p> <p><b>UNE SONDE DIFFERENTIELLE OPD-ISOLÉE POUR OSCILLOSCOPE</b></p> <p><b>SOMMAIRE DÉTAILLÉ PAGE 2</b></p>	<p><b>ELECTRONIQUE</b>              n° 108              15 Mars 2009</p> <p><b>DISTORSEUR PLL À MODULE JOP</b></p> <p><b>SOMMAIRE DÉTAILLÉ PAGE 2</b></p>	<p><b>ELECTRONIQUE</b>              n° 109              15 Mars 2009</p> <p><b>SYNTHÉSE AUDIO USB</b></p> <p><b>SOMMAIRE DÉTAILLÉ PAGE 4</b></p>	<p><b>ELECTRONIQUE</b>              n° 110              15 Mars 2009</p> <p><b>TECHNOLOGIE DES LEDS</b></p> <p><b>SOMMAIRE DÉTAILLÉ PAGE 4</b></p>
--	--	---	--	--

**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 - Lumière à UV (en W) et lumière visible (en lux) - Compteur Geiger multifonction professionnel Deuxième partie : l'utilisation - Générateur de tracking pour l'analyseur de spectre EN1431 - 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...

**Au sommaire :** MINILAB: 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 s'active dans l'obscurité avec un opérationnel et un transistor - Sonne quand on allume une lumière - Un relais activé par l'obscurité mais insensible aux éclairs lumineux. - Un relais activé par la lumière piloté par un thyristor...

**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 - Un récepteur FM 87,5-108 MHz - Une nouvelle version de la magnétothérapie BF à 100 gauss - Nouvel éthylmètre ultra sensible pour alcooltest. Nos lecteurs ont du génie! ...

**Au sommaire :** MINILAB: Troisième partie: construction d'un générateur sinusoïdal Interface AUDIO USB - Un audiomètre médical, vous désirez surveiller votre audition ou celle de vos enfants, un appareil facile à réaliser que vous pourrez utiliser également comme oscillographe BF La résonance série et parallèle d'un quartz. Un jeu de lumières animées par les sons. Filtre paramétrique à module JOP. Un testeur de réflexes - Afficheur modulaire à 64 caractères - Retrospective des montages de Noël - Feu vert EN1477 - Simulateur d'aube et crépuscule EN1493 ...

**Au sommaire :** Contrôle de température pour aquarium à cellules de Peltier - Plein feu sur les LED - MINILAB: stop au larcin et autres indiscretions - Mesurer sans erreur une tension alternative - Adapter fréquence-mètre pour multimètre - Purificateur d'air électronique à ionisation négative - Soigner l'accouphène et les vertiges - Charger les batteries avec une dynamo - Nos lecteurs ont du génie! - Jauge de niveau d'eau pour citerne - Oscillateur à quartz et circuit intégré TTL - Diviseur de fréquence numérique...

7,50 €

7,50 €

7,50 €

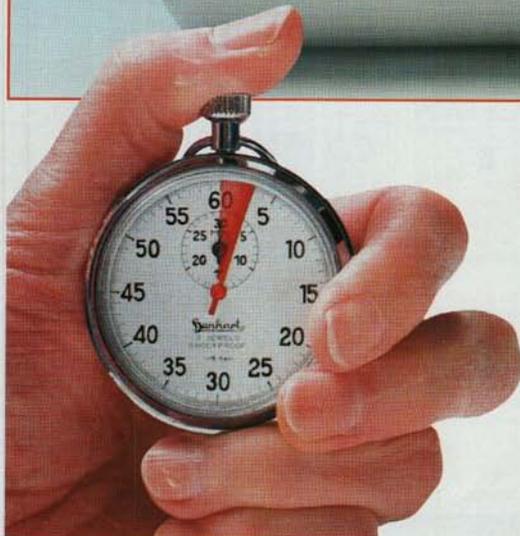
7,50 €

7,50 €

**Frais de port pour la France + 1€ (CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.)**

# Un compteur d'heures minutes-secondes

Ce compteur de temps ou «timer» offre le choix de compter seulement les secondes ou bien les minutes ou encore les heures jusqu'à un maximum de 99 heures, soit 4 jours ; il vous permettra certainement de résoudre des problèmes qui se posent à vous, au laboratoire ou à la maison.



**C**e compteur de temps effectue au choix un comptage en **secondes**, en **minutes** ou bien en **heures** et peut servir à beaucoup d'applications utiles. Par exemple, nous pouvons l'utiliser comme **chronomètre** dans la fonction **secondes** : si on paramètre la valeur la plus haute, soit 99 et si on presse le poussoir **Start** au début d'un événement et le poussoir **Stop** à la fin, on peut lire sur les afficheurs le **temps** restant et donc savoir le **temps** écoulé. Dans la fonction **minutes** nous pouvons l'utiliser pour compter des **temps** jusqu'à un maximum de **99 minutes**, ce qui correspond à **1 heure et 39 minutes**. À titre de pure curiosité, le cuisinier d'un restaurant nous a dit que pour obtenir un **œuf dur** parfaitement cuit il faut l'immerger dans de l'**eau bouillante** exactement pendant **7 minutes**. Par conséquent, si vous devez cuire des **œufs durs**, paramétrez les deux commutateurs sur le nombre **07** puis réglez le bouton **Mode** sur **min** et quand le **compteur de temps** a compté **7 minutes**,

vous pouvez repêcher les œufs, parce qu'ils seront parfaitement **cuits**. Pour savoir quand le **compteur de temps** a atteint le temps paramétré, il est possible de relier aux sorties du relais (voir figures 14-15) une sonnette ou un buzzer ou encore une ampoule servant d'alarme.

La fonction **heures** peut être utilisée pour d'autres applications, comme, par exemple, pour faire fonctionner une **pompe électrique** d'arrosage au jardin pendant **1** ou **2 heures**.

Si vous appartenez à cette catégorie de personnes qui regardent la **TV** au lit et s'il vous arrive souvent de vous endormir avec le téléviseur **allumé**, si vous le branchez aux sorties du relais de ce **compteur de temps**, il **s'éteindra** lorsque le temps paramétré se sera écoulé.

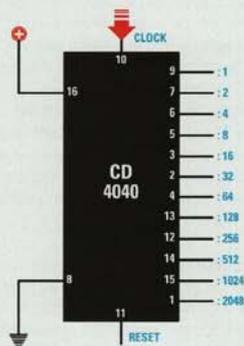
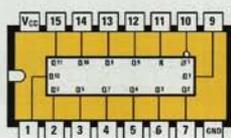
Outre l'économie d'électricité réalisée, vous n'encourez pas le risque de court-circuit. Si chaque matin vous vous astreignez au pédalage pendant environ **1 heure** sur un **vélo elliptique**, ou tout autre engin de guerre contre les adiposités disgracieuses, il vous suffira de paramétrer les commutateurs sur le nombre **01** et de régler le bouton **Mode** sur **heures** : quand le compteur de temps aura atteint le temps paramétré, la sonnette ou le buzzer relié au relais retentira.

Admettons que ce **compteur** ne vous intéresse pas, parce que votre mère cuit les œufs à la perfection, que vous n'avez aucun jardin à arroser, nous vous conseillons tout de même de lire cet article : vous y apprendrez comment on peut obtenir des comptages en **secondes**, en **minutes** et en **heures** en partant de la **fréquence** du secteur **50 Hz**.

### Le diviseur binaire 4040

Le circuit intégré **C/Mos 4040** utilisé dans ce montage est un **diviseur binaire à 12 étages** qui, partant d'un facteur de division de **1**, peut atteindre un facteur de division de **2 048** (voir figure 1). Dans le **Tableau 1** nous donnons le facteur de **division** obtenu en reliant à la broche intéressée une diode au silicium.

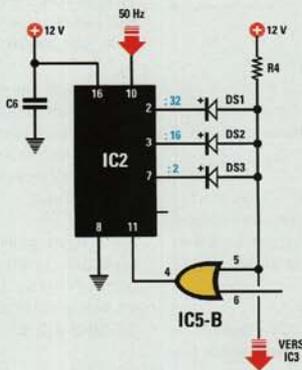
La fréquence que nous voulons **diviser** est appliquée sur la broche d'**entrée 10** (voir figure 2) et pour obtenir un **facteur de division**, même **non** reporté dans le **Tableau 1**, vous devez utiliser des **diodes** au silicium, selon les modalités que nous allons bientôt expliquer.



**Figure 1 :** Pour réaliser le compteur de temps, nous avons utilisé le C/MOS CD4040, qui est un diviseur binaire à 12 étages. En ayant relié sur ses broches de sortie visibles à droite une diode au silicium, nous obtenons tous les facteurs de division compris entre 1 (broche 9) et 4095 (somme des poids de toutes les broches). La fréquence à diviser, soit le signal d'horloge, est appliquée à la broche d'entrée 10.

**TABLEAU 1**

Broche du circuit intégré	facteur de division
Broche 9	divise x 1
Broche 7	divise x 2
Broche 6	divise x 4
Broche 5	divise x 8
Broche 3	divise x 16
Broche 2	divise x 32
Broche 4	divise x 64
Broche 13	divise x 128
Broche 12	divise x 256
Broche 14	divise x 512
Broche 15	divise x 1.024
Broche 1	divise x 2.048



**Figure 2 :** Pour obtenir 1 impulsion par seconde en partant des 50 Hz du secteur appliqués sur la broche 10, il faut relier les diodes au silicium sur les broches 2-3-7, parce que la somme de leurs poids donne justement comme résultat :

$$32 + 16 + 2 = 50 \text{ (voir dessin figure 1).}$$

À la 50e impulsion, la sortie 4 de la porte OR IC5/B, appliquée sur la broche 11 de IC2 un niveau logique 1 qui réinitialise le circuit intégré.

Au départ, en effet, toutes les broches de sortie de ce circuit intégré sont au **niveau logique 0**, c'est-à-dire intérieurement à la masse. Quand le circuit intégré a compté le **nombre** d'impulsions égales à la **somme des facteurs de division** des broches sur lesquelles une diode a été reliée, les broches associées se commutent au **niveau logique 1**, c'est-à-dire que nous y trouvons une tension **positive** égale à celle d'alimentation.

Les **impulsions** étant comptées, pour remettre les broches de sortie au **niveau logique 0** de départ, il faut appliquer sur la broche **11** de "reset" un **niveau logique 1** au moyen d'une **porte OR** (voir figure 3 les portes **IC5/B-IC5/CIC5/D** contenues dans le C/Mos 4071).

Dans le circuit en question, nous voulons obtenir un comptage en **secondes, minutes et heures** en utilisant comme signal d'horloge la fréquence de **50 Hz** prélevée sur le secondaire du transformateur **T1**.

En divisant cette fréquence **x 50** au moyen du circuit intégré **IC2** nous obtenons **1 Impulsion par seconde**. Pour savoir sur quelles broches de ce circuit intégré **IC2** (voir figure 3) nous devons relier une **diode** au silicium pour obtenir un **division x 50**, nous pouvons utiliser le **Tableau 2** ci-dessous.

TABLEAU 2

Freq. entr.							
Fact. div.	64	32	16	8	4	2	1
Résultat							

Nous insérons le facteur de division **50** dans la première **case** en haut à gauche du **Tableau 2**.

Sur la **ligne centrale** nous insérons les **facteurs de division**, comme indiqué par le **Tableau 1**, en partant de **64** et descendant au fur et à mesure vers **32-16-8-4-2-1**.

Dans la case du **bas** nous insérons le **résultat** de la **soustraction** entre les deux nombres.

Quand la soustraction **n'est pas** faisable, parce qu'elle donnerait un résultat négatif, dans la **case du bas** nous écrivons **non**; en revanche quand cela est possible, nous reportons le **reste** dans la case **sulvante** de la première ligne, puis nous continuons à faire la **soustraction** jusqu'à la dernière case.

Voici le **Tableau 2** tel qu'il est après avoir effectué les soustractions.

Freq. entr.	50	50	16	2	2	2	0
Fact. div.	64	32	16	8	4	2	1
Résultat	no	16	2	no	no	0	no

Si nous **ajoutons** les **facteurs de division** (voir ligne centrale) qui nous ont permis d'exécuter la **soustraction**, y compris celui qui donne comme résultat **0**, nous obtenons :

$$32 + 16 + 2 = 50$$

Nous voyons maintenant dans le **Tableau 1** quelles sont les **broches** permettant d'obtenir le **facteur de division** requis et sur lesquelles nous devons relier une diode au silicium (voir figure 2) :

Broche 2	division x 32
Broche 3	division x 16
Broche 7	division x 2

À la sortie du circuit intégré **IC2**, qui divise **x 50**, est relié le circuit intégré **IC3**, que nous devons préparer afin qu'il divise **x 60**, car il faut **60 secondes** pour obtenir un **minute**.

À la sortie du circuit intégré **IC3**, qui divise **x 60**, nous trouvons le circuit intégré **IC4**, devant diviser lui aussi **x 60**, car il nous faut **60 minutes** pour faire un **heure**.

Pour savoir sur quelles broches de **IC3** monter une diode au silicium pour que le circuit intégré divise la fréquence **x 60**, nous utilisons à nouveau le **Tableau 2**, en insérant cette valeur dans la première **case** en haut.

Sur la **ligne centrale** nous insérons les **facteurs de division** comme indiqué par le **Tableau 1**, en partant de **64** et en descendant au fur et à mesure vers **32-16-8-4-2-1**.

Dans la case de **dessous** nous insérons le **résultat** de nos soustractions. Quand la soustraction **n'est plus** possible, dans la **case du bas** nous écrivons **non**.

En revanche quand cela est possible, nous reportons le **reste** dans la case suivante de la première ligne, puis nous continuons les **soustractions** jusqu'à la dernière case.

À la fin le **tableau 2** se présente ainsi :

Freq. entr.	60	60	28	12	4	0	0
Fact. div.	64	32	16	8	4	2	1
Résultat	no	28	12	4	0	no	no

Si nous **ajoutons** les **facteurs de division** qui nous ont permis d'exécuter la **soustraction**, y compris celui qui donne comme résultat **0**, nous obtenons :

$$32 + 16 + 8 + 4 = 60$$

Dans le **Tableau 1** nous cherchons les **broches** auxquelles correspondent les **facteurs de division** dont la somme donne comme résultat **60** :

Broche 2	division x 32
Broche 3	division x 16
Broche 5	division x 8
Broche 6	division x 4

Ce qui a été expliqué pour le circuit intégré **IC3**, comptant les **minutes**, vaut également pour **IC4** qui compte les **heures**.

Par conséquent à la sortie du circuit intégré **IC2** nous prélevons les impulsions des **secondes**, à la sortie du circuit intégré **IC3** nous prélevons les impulsions des **minutes** et à la sortie du circuit intégré **IC4** nous prélevons les impulsions des **heures**.

## Comment le 4040 effectue une division

Pour comprendre comment le circuit intégré **4040** effectue une division arrêtons-nous un instant sur le circuit intégré **IC2**, servant à obtenir le comptage en **secondes**.

Quand vous alimentez le **compteur de temps**, toutes les broches du circuit intégré **IC2** se trouvent au **niveau logique 0**, c'est-à-dire à la masse.

Comme on peut voir sur le schéma électrique de la figure 3, sur les broches **2-3-7** de **IC2** est reliée la **cathode** des diodes au silicium **DS1-DS2-DS3**, tandis que les pattes opposées des diodes (les **anodes**) sont reliées à la tension **positive** d'alimentation **12 V** au moyen de la résistance **R4** de **2,2 k**.

Si on presse le poussoir **Start**, sur la broche **10** de **IC2**, à travers la résistance **R1**, entre la fréquence **50 Hz**

du secteur 230 V, qui correspond à **50 impulsions par seconde** : le circuit intégré commence à **les compter**.

Quand la **2<sup>e</sup> impulsion** des **50 Hz** arrive, la broche **7** se met au **niveau logique 1**, mais comme les broches **3-2** sont encore au **niveau logique 0**, la tension **positive** présente sur les sorties des diodes **DS2-DS1** se décharge à la masse à travers ces broches.

À la **16<sup>e</sup> impulsion** la broche **3** se met au **niveau logique 1** également, mais comme la broche **2** est encore au **niveau logique 0**, la tension **positive** présente sur la cathode de **DS1** se décharge à la masse à travers cette broche.

À la **32<sup>e</sup> impulsion** la broche **2** se met au **niveau logique 1** également, par conséquent les trois broches **7-3-2** sont au **niveau logique 1** et la tension **positive** passant à travers la résistance **R4** atteint la broche **10** du second circuit intégré **IC3**, qui commence le comptage des **minutes**, ainsi que la broche d'entrée **5** de la **porte OR IC5/B**.

Étant donné que la broche **6** de cette **porte OR IC5/B** est forcée au **niveau logique 0**, parce qu'elle est à la masse à travers la résistance **R31** (voir le cadre **coloré** en haut à droite de la figure 3), sur sa broche de sortie **4** nous retrouvons un **niveau logique 1**.

Ce niveau logique **1** atteint la broche **11** du circuit intégré **IC2** (voir figure 3) et le réinitialise en mettant toutes ses sorties au **niveau logique 0**.

Comme nous l'avons expliqué, sur la broche **10** du circuit intégré **IC3**, qui compte les **minutes**, arrive une impulsion à chaque **seconde**.

Étant donné que sur les broches **2-3-5-6** de ce circuit intégré (voir figure 3) sont reliées les **cathodes** des diodes au silicium **DS4-DS5-DS6-DS7**, tandis que les pattes opposées ou **anodes** sont reliées à la tension **positive 12 V** au moyen de la résistance **R5** de **2,2 k**, il se passe ce que nous décrivons ci-après.

Quand le circuit intégré **IC3** a compté **4 impulsions**, sa broche **6** se met au **niveau logique 1**, mais étant donné que les autres broches **5-3-2** sont toutes au **niveau logique 0**, la tension **positive** présente sur les sorties des diodes **DS6-DS5-DS4** se décharge à la masse à travers les broches **5-3-2**.

À la **8<sup>e</sup> impulsion** la broche **5** se met au **niveau logique 1** également, mais comme les broches **3-2** sont encore au

niveau **logique 0**, la tension **positive** présente sur les sorties des diodes **DS5-DS4** se décharge à la masse à travers les broches **3-2**.

À la **16<sup>e</sup> impulsion** la broche **3** se met au **niveau logique 1** également, mais, comme la broche **2** est encore au **niveau logique 0**, la tension **positive** présente à la sortie de la diode **DS4** se décharge à la masse à travers la broche **2**.

À la **32<sup>e</sup> impulsion** la broche **2** aussi se met au **niveau logique 1** et, toutes les broches **6-5-3-2** étant au **niveau logique 1**, la tension **positive** fournie par la résistance **R5** atteint la broche **10** du troisième circuit intégré **IC4**, lequel commence à compter les **heures**. Mais elle atteint également la broche **8** de la **porte OR IC5/C**.

Étant donné que la broche d'entrée opposée **9** de cette **porte OR IC5/C** est au **niveau logique 0**, parce que reliée à la masse à travers la résistance **R31** (voir le cadre **coloré** de la figure 3), nous retrouvons sur sa broche de sortie un **niveau logique 1**.

Ce niveau logique **1** atteint la broche **11** de **IC3** et réinitialise toutes les sorties en les remettant au **niveau logique 0** de départ. Le **troisième** circuit intégré **C/Mos 4040 IC4** sert à compter les **heures** et il fonctionne exactement comme **IC3**.

Donc sur les sorties des circuits intégrés **IC2-IC3-IC4** nous prélevons, au moyen du commutateur **S1/B**, les impulsions des **secondes-minutes-heures** pour les appliquer aux broches **15** des deux circuits intégrés **IC10-IC11** (voir le cadre de la figure 3). Ces derniers sont deux circuits intégrés **compteurs C/Mos 4029**.

Quand le **compteur de temps** a atteint le comptage que nous avons programmé au moyen des deux commutateurs **S2-S3**, sur la broche **3** de **IC8** se trouve un **niveau logique 1** qui, polarisant la base du transistor **TR1**, le fait conduire, ce qui active le **relais** relié à son **collecteur**.

Sur les broches de sortie de ce relais nous pourrions par conséquent relier un **buzzer** ou une **ampoule** (bref une alarme), ou bien un **téléviseur**, une **pompe électrique**, etc., pour en gérer l'allumage ou l'extinction.

Si on presse le poussoir **P3** de **Start**, le comptage commence, tandis que nous pouvons le **bloquer** à n'importe quel moment en pressant le poussoir **P2** de **Stop**, même si le **compteur de temps** n'a pas atteint le temps paramétré.

Si on presse le poussoir **P1** de **Reset** nous remettons à zéro le **nombre** apparaissant sur les **afficheurs**.

Le poussoir de "**Reset**" est à utiliser quand il est nécessaire de passer du comptage des **secondes** à celui des **minutes** ou des **heures** et vice versa.

## Le schéma électrique

En figure 3 nous donnons le schéma électrique complet du **compteur de temps EN1705-1705/B**. Au secondaire du transformateur d'alimentation **T1**, qui fournit une tension alternative de **14 V**, est relié le pont redresseur **RS1**, ce qui permet d'obtenir une **tension continue** stabilisée à **12 V** par le régulateur **IC1**, un banal **uA7812** ou **L7812**.

Cette tension de **12 V** est utilisée pour alimenter tous les **circuits intégrés** et le **transistor TR1**. Du secondaire du transformateur **T1** on prélève aussi, au moyen de la résistance **R1** de **4,7 k**, la fréquence du **secteur 50 Hz**, que l'on applique sur la broche d'entrée **10** du premier **diviseur IC2** préparé pour diviser **x 50**. La diode zener **DZ1** de **12 V** et la résistance **R2** reliées à l'entrée protègent le circuit intégré **IC2** des éventuelles impulsions de **surtension** qui pourraient être présentes sur le secteur **230 V**.

Comme nous l'avons déjà expliqué, le circuit intégré **IC2** divise la fréquence du secteur **x 50** pour obtenir ainsi les **secondes**, tandis que le circuit intégré **IC3** est préparé pour diviser **x 60** afin d'obtenir les **minutes**. Sur la broche **9** de **IC3** est reliée une LED (voir **DL1**) laquelle, durant le fonctionnement, clignote à la cadence de **1 seconde**, pour indiquer que tous les diviseurs sont **actifs**. Le circuit intégré **IC4** divise aussi **x 60**, de façon à obtenir le comptage des **heures**.

Les impulsions des **secondes-minutes-heures**, sélectionnées au moyen du commutateur **S1/B**, sont appliquées sur les broches d'entrée **15** des deux compteurs **IC10-IC11**. Quand le **compteur de temps** a atteint le comptage que nous avons paramétré avec les deux commutateurs **S2-S3**, sur la broche **3** de **IC8** est présent un **niveau logique 1**. Ce niveau logique polarise la base du transistor **TR1**, le fait conduire, ce qui active le **relais** relié sur son **collecteur**. Comme nous l'avons déjà expliqué, sur les broches de sortie du relais nous pouvons relier un **buzzer**, une **ampoule**, un **téléviseur** ou n'importe quel autre appareil électronique.

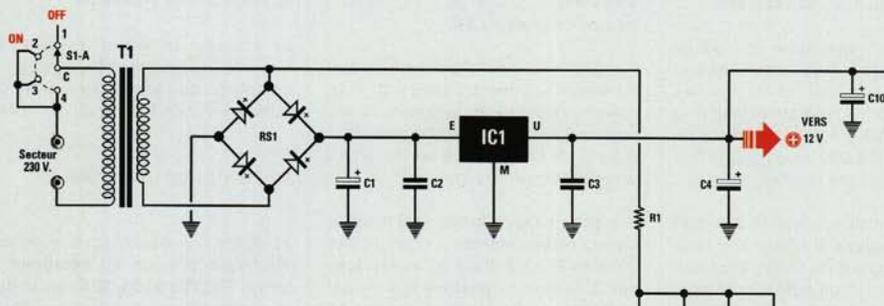


Figure 3 : Schéma électrique du Compteur de temps qui compte les Secondes, les Minutes ou les Heures.

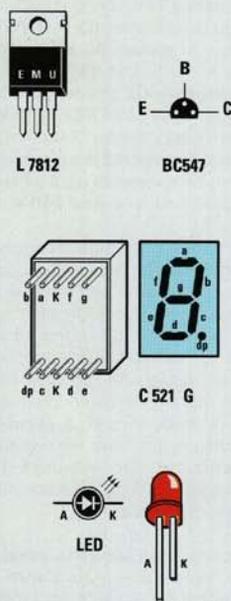
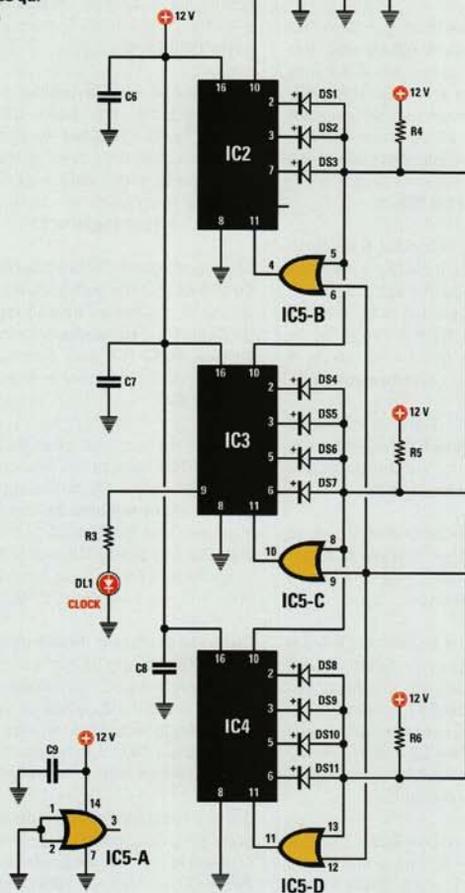
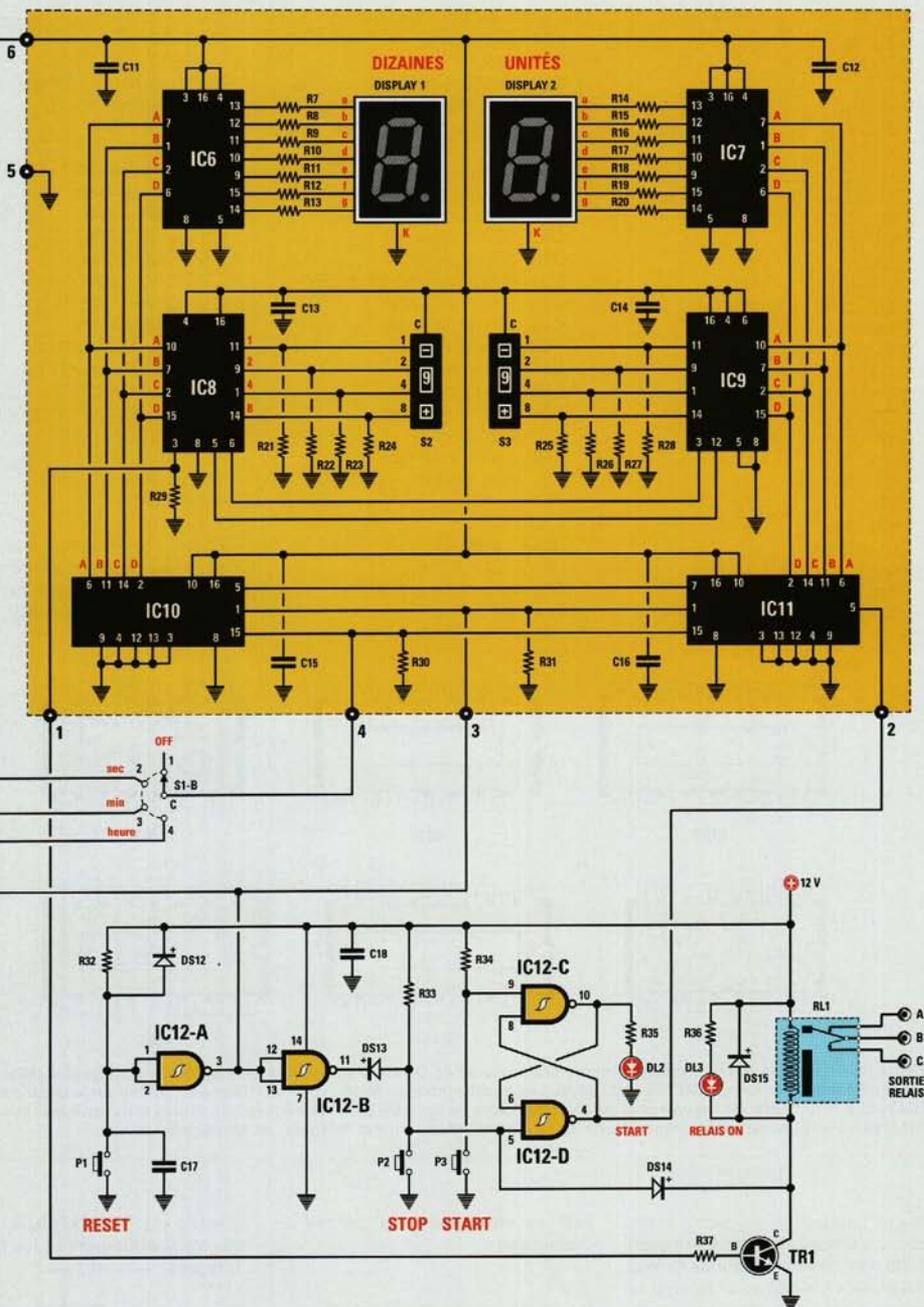


Figure 4 : Le brochage du régulateur de tension L7812 (IC1) est vu de face ; ceux du transistor NPN BC547 et de l'afficheur à cathode commune C521G sont en revanche vus de dessous. Quant à la LED, son anode A est la patte la plus longue.



Note : les broches 1-2 de la porte OR IC5/A, soit du C/Mos 4071, sont reliées à la masse.



Liste des composants relative au schéma électrique du Compteur de temps visible figure 3. Pour une réalisation correcte, les composants assortis d'un astérisque\* doivent être montés sur la platine des afficheurs EN1705/B (voir figure 7). Toutes les résistances utilisées pour ce montage sont des 1/4 W, même celles de R7 à R20 de 820 ohms.

Liste des composants EN1705-1705/B

- R1 .. 4,7 k
- R2 .. 47 k
- R3 .. 1 k
- R4 .. 2,2 k
- R5 .. 2,2 k
- R6 .. 2,2 k
- \* R7 .. 820
- \* (...)
- \* R20 820
- \* R21 10 k
- \* R22 10 k
- \* R23 10 k
- \* R24 10 k
- \* R25 10 k
- \* R26 10 k
- \* R27 10 k
- \* R28 10 k
- \* R29 10 k
- \* R30 10 k
- \* R31 10 k
- R32 100 k
- R33 10 k
- R34 10 k
- R35 1 k

- R36 1 k
- R37 10 k
- C1 .. 1 000 µF électrolytique/25V
- C2 .. 100 nF polyester
- C3 .. 100 nF polyester
- C4 .. 100 µF électrolytique/25V
- C5 .. 100 nF polyester
- C6 .. 100 nF polyester
- C7 .. 100 nF polyester
- C8 .. 100 nF polyester
- C9 .. 100 nF polyester
- C10 100 µF électrolytique/25V
- \* C11 100 nF polyester
- \* C12 100 nF polyester
- \* C13 100 nF polyester
- \* C14 100 nF polyester
- \* C15 100 nF polyester
- \* C16 100 nF polyester
- C17 1 µF polyester
- C18 100 nF polyester
- RS1 pont redresseur 100 V 1 A
- DS1 1N4148
- (...)
- DS14 1N4148
- DS15 1N4007
- DZ1 zener 12 V 1/2 W
- DL1 LED

- DL2 LED
- DL3 LED
- \* AF1-2 afficheur à cathode commune C521G
- TR1 NPN BC547
- IC1 .. L7812
- IC2 .. C/Mos 4040
- IC3 .. C/Mos 4040
- IC4 .. C/Mos 4040
- IC5 .. C/Mos 4071
- \* IC6 C/Mos 4511
- \* IC7 C/Mos 4511
- \* IC8 C/Mos 4585
- \* IC9 C/Mos 4585
- \* IC10 C/Mos 4029
- \* IC11 C/Mos 4029
- IC12 C/Mos 4093
- T1 .. transfo. 6 W (T006.06) sec. 14 V 0,4 A
- P1 .. poussoir
- P2 .. poussoir
- P3 .. poussoir
- S1/A-B .. commutateur 4 positions
- \* S2 .. commutateur binaire
- \* S3 .. commutateur binaire
- RL1 relais 12 V 1 contact

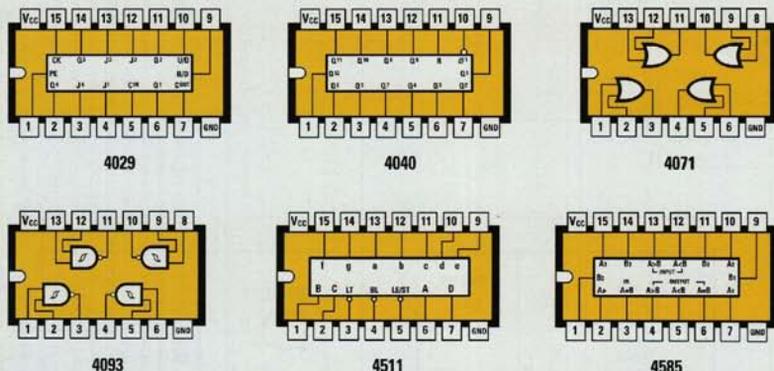


Figure 5 : Brochages vus de dessus et repère-détrompeurs en U vers la gauche de tous les circuits intégrés C/Mos utilisés pour ce Compteur de temps EN1705-EN1705/B. Les circuits Intégrés 4511, 4585 et 4029 sont montés sur la platine afficheur EN1705/B (voir figure 7) ; les autres le sont sur la platine de base EN1705 (voir figure 10). Quand vous insérez ces circuits intégrés dans leurs supports, prenez garde de ne pas les intervertir car le "timer" ne fonctionnerait pas.

Avant de passer à la réalisation pratique, précisons que les circuits intégrés IC8-IC9 sont des comparateurs C/Mos 4585 utilisés pour détecter le nombre paramétré avec les deux commutateurs S2-S3. Les deux autres circuits intégrés IC6-IC7 sont des décodeurs C/Mos 4511 nécessaires pour piloter les deux afficheurs à 7 segments à

cathode commune avec chiffres de couleur verte.

La réalisation pratique

Pour réaliser ce montage il faut deux platines donc deux circuits imprimés :

- sur la platine EN1705/B sont montés les 2 Afficheurs et les 6 circuits Intégrés visibles figure 7.

- sur la platine EN1705 sont montés tous les composants visibles figure 10.

Vous pouvez commencer par celle que vous voulez, c'est complètement égal.

Nous commençons arbitrairement par celle des **afficheurs**.

### La platine des afficheurs EN1705/B

Commencez le montage en insérant sur le circuit imprimé les **6 supports** des circuits intégrés (voir figure 7), ensuite, après avoir soudé toutes les broches, insérez les deux **barrettes femelles à 11 broches** dans lesquelles vous devrez insérer les deux **Afficheurs**. Cette opération accomplie, vous pouvez insérer les quelques **condensateurs** au polyester et toutes les **résistances** en vérifiant bien (à l'aide de la liste des composants) leurs valeurs afin de ne pas les intervertir.

Enfilez maintenant les broches des **Afficheurs** dans les deux **barrettes femelles** en orientant bien le côté repéré par le **point** vers le bas, comme le montre la figure 7. Puis enfilez les **circuits intégrés** dans leurs supports en contrôlant leur **marquage** et en orientant leurs repère-détrompeurs en U vers la gauche.



Figure 6 : Photo d'un des prototypes de la platine des afficheurs EN1705/B.

Dans les **10 trous** situés en bas de la platine, **5 à gauche** et **5 à droite**, soudez deux morceaux de **nappe à 5 fils** : elles vous serviront à relier au circuit les deux commutateurs binaires **S2-S3**. Pour bien exécuter cette opération, contrôlez la **couleur** des  **fils**, parce que

vous devrez nécessairement la respecter quand vous relierez les fils aux pistes des commutateurs (voir figure 7 la séquence **1-2-4-8-C**). Si par erreur vous intervertissez les fils sur les commutateurs, le **compteur de temps** ne pourrait respecter le comptage des

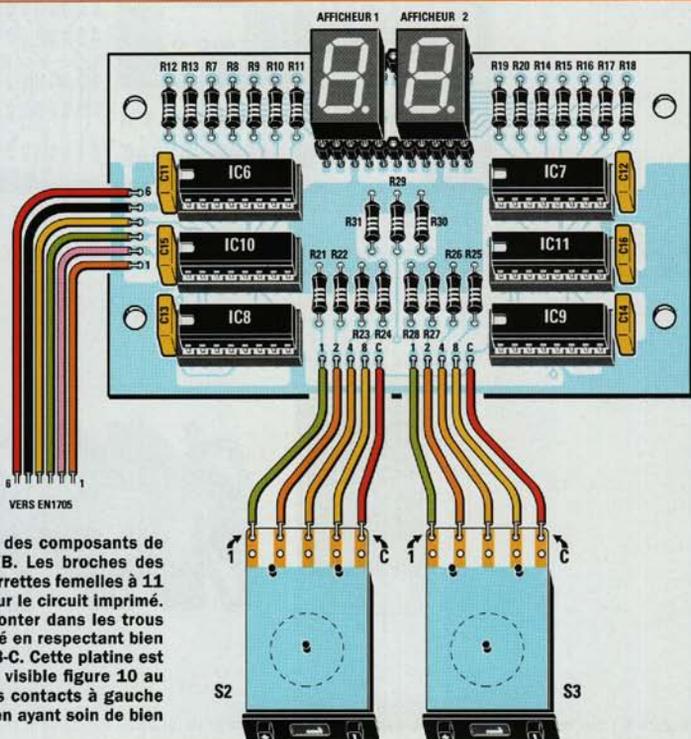


Figure 7a : Schéma d'implantation des composants de la platine des afficheurs EN1705/B. Les broches des afficheurs sont insérées dans les barrettes femelles à 11 broches que vous avez déjà montées sur le circuit imprimé. Les commutateurs S2-S3 sont à monter dans les trous de la partie basse du circuit imprimé en respectant bien la numérotation des broches 1-2-4-8-C. Cette platine est reliée à la platine de base EN1705 visible figure 10 au moyen d'une nappe à 6 fils (voir les contacts à gauche des circuits intégrés IC6-IC10-IC8) en ayant soin de bien respecter la numérotation.

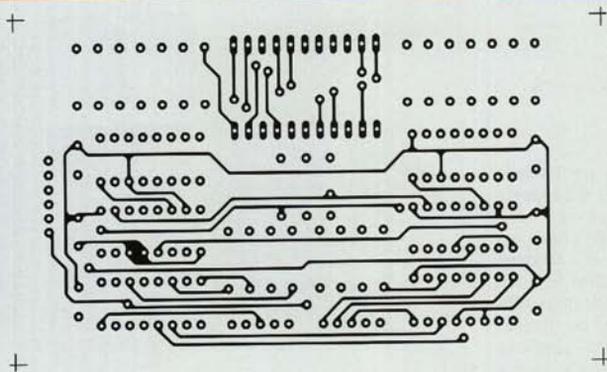


Figure 7b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine des afficheurs EN1705/B, côté composants.

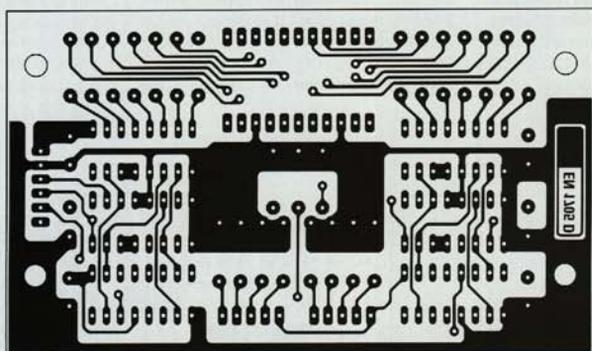


Figure 7b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine des afficheurs EN1705/B, côté soudures.

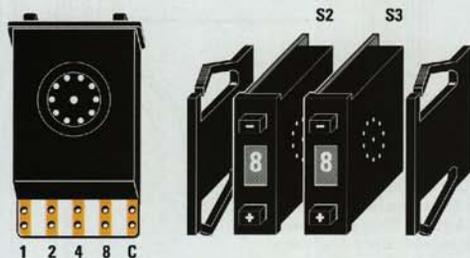


Figure 8 : Sur les côtés extérieurs des commutateurs rotatifs binaires S2-S3 sont montés les deux flancs cliquables qui permettent de bloquer le commutateur dans l'ouverture rectangulaire de la face avant.

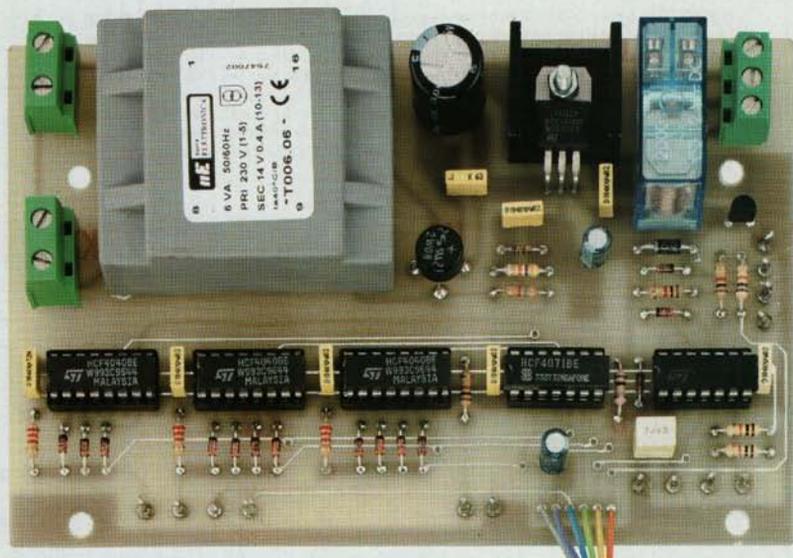


Figure 9 : Photo d'un des prototypes de la platine de base EN1705. Les repère-détrompeurs en U de tous les circuits intégrés C/Mos sont vers la gauche.

**temps** ni par conséquent fonctionner correctement. Sur le côté gauche de la platine **EN1705/B** on a **6 autres trous** auxquels vous soudez un morceau de nappe de **20 cm** de longueur environ ; ses extrémités devront ensuite être reliées aux **6 trous** du circuit imprimé **EN1705** (voir figure 10).

Dans ce cas aussi vous devrez faire attention aux **couleurs** des fils et à la **numérotation** de **1 à 6** : en effectuant la liaison au circuit imprimé **EN1705** vous devrez les respecter.

Une fois la platine des **afficheurs** terminée, vous pouvez la fixer tout de suite derrière la face avant en **aluminium** du boîtier (voir figure 11) en utilisant les quatre entretoises plastiques avec bases **autocollantes** se trouvant dans le matériel disponible.

Si vous ne le savez pas encore, la procédure correcte consiste à insérer les **axes** des entretoises plastiques dans les quatre trous du circuit imprimé, après quoi vous devez retirer de leurs **bases** le papier protecteur. Pressez ensuite les entretoises sur la face avant en aluminium en cherchant à faire coïncider les deux **afficheurs** avec la fenêtre de cette face avant.

Maintenant faites passer les deux nappes à cinq fils par la fenêtre située en bas, puis soudez les fils sur les pistes **1-2-4-8-C** des deux commutateurs **S2-S3**. Cette opération terminée, placez de part et d'autre des deux commutateurs binaires leurs **flasques** à ressorts (voir figure 8) et enfin enflez-les et verrouillez-les dans la fenêtre rectangulaire de face avant. Toujours sur la face avant, montez également le commutateur rotatif **S1**, après avoir raccourci son axe de manière à pouvoir ensuite monter le bouton de commande. Montez les poussoirs **P1-P2-P3** et enfin les **porte LED**, dans lesquels vous aurez inséré les **LED rouges**.

### La platine de base EN1705

Sur le circuit imprimé de base **EN1705** sont montés tous les composants visibles figure 10a. Nous vous conseillons de commencer par insérer tous les **supports** des circuits intégrés et, quand cela est terminé, insérez également toutes les **résistances**. Continuez avec les **diodes** au silicium, en ayant soin d'orienter leur **bande noire** comme indiqué sur le schéma d'implantation des composants de la figure 10.

Montez également la **diode zener DZ1**, elle a un boîtier en verre comme les diodes au silicium : sa **bande noire** doit être tournée vers le pont **RS1**.

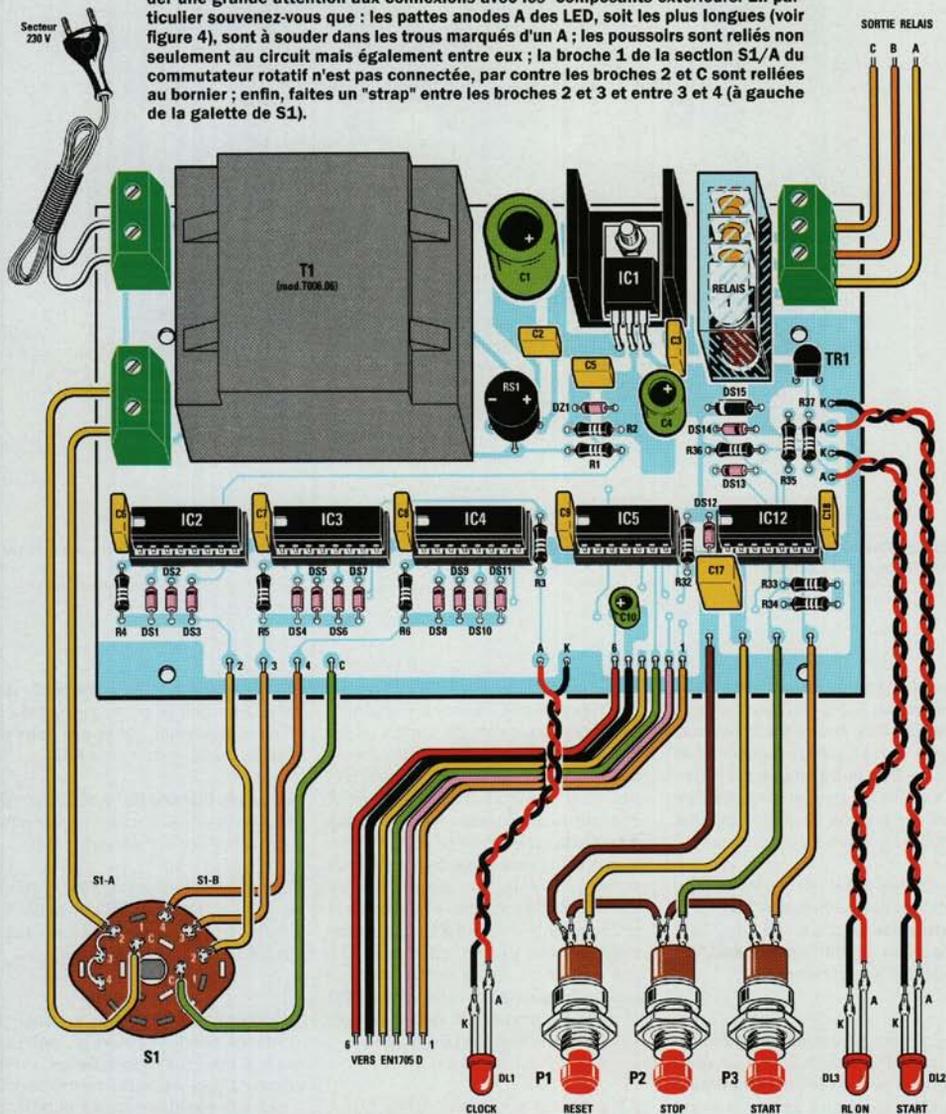
La **bande blanche** de la diode plastique **DS15** est en revanche tournée vers le condensateur électrolytique **C4**.

Lorsque cette opération est terminée, insérez le transistor **TR1** en ayant soin d'orienter son méplat vers les résistances **R35-R37** (voir figure 10).

Poursuivez le montage en insérant tous les **condensateurs** au polyester et ensuite les **électrolytiques**, en respectant bien la polarité de ces derniers : la patte **positive** est bien plus longue que la patte négative. Le pont **RS1** est à insérer dans la position indiquée figure 10a, patte marquée + vers la droite.

Avant d'insérer le régulateur intégré **IC1** sur le circuit imprimé, vous devez replier en **L** ses trois pattes, puis le coucher dans son dissipateur avant de fixer l'ensemble avec un petit boulon 3MA et de souder les trois pattes. À la droite de **IC1** insérez le **relais** et son **bornier** de sortie à **3 pôles**. À gauche de la platine, insérez le **bornier à 2 pôles** et, pour finir, le transformateur

Figure 10a : Schéma d'implantation des composants de la platine de base EN1705. La réalisation pratique ne présente aucune difficulté particulière mais il faut accorder une grande attention aux connexions avec les composants extérieurs. En particulier souvenez-vous que : les pattes anodes A des LED, soit les plus longues (voir figure 4), sont à souder dans les trous marqués d'un A ; les poussoirs sont reliés non seulement au circuit mais également entre eux ; la broche 1 de la section S1/A du commutateur rotatif n'est pas connectée, par contre les broches 2 et C sont reliées au bornier ; enfin, faites un "strap" entre les broches 2 et 3 et entre 3 et 4 (à gauche de la galette de S1).



d'alimentation **T1**, grâce à ses broches asymétriques, vous ne pouvez le monter que dans le bon sens.

Maintenant vous devez relier deux fils au bornier à **2 pôles**, situé à gauche de la platine, celui du bas, aux broches **2** et **C** de la section **S1/A** du commutateur rotatif, ensuite faites deux "straps" entre les broches **4-3** et **3-2** (voir figure 10a).

Pour terminer les liaisons avec le commutateur rotatif, reliez avec 4 fils les broches **2-3-4-C** de la section **S1/B** aux trous du circuit imprimé situés sous **IC3** : respectez bien la numérotation et les couleurs des fils du dessin de la figure 10.

Il ne vous reste alors qu'à relier les broches des poussoirs **P1-P2-P3** et les trois

LED **DL1-DL2-DL3**. Les **poussoirs** sont reliés à la platine et entre eux comme le montre le schéma de la figure 10.

Rappels, enfin que si vous intervertissez les liaisons **A-K** des LED, ces dernières ne s'allumeront pas. La patte d'anode **A** des LED se reconnaît à ce que la plus longue est la **cathode K** (voir également le brochage figure 4).

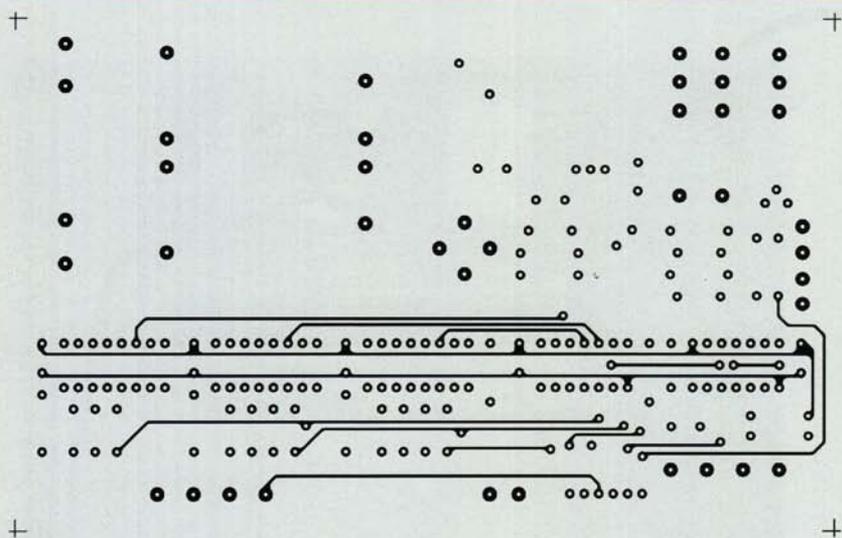


Figure 10b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine de base EN1705, côté composants.

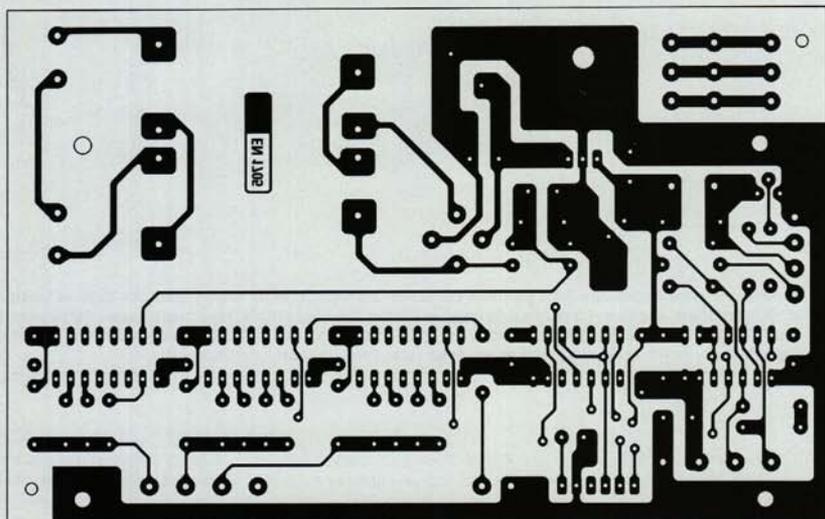


Figure 10b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine de base EN1705, côté soudures.

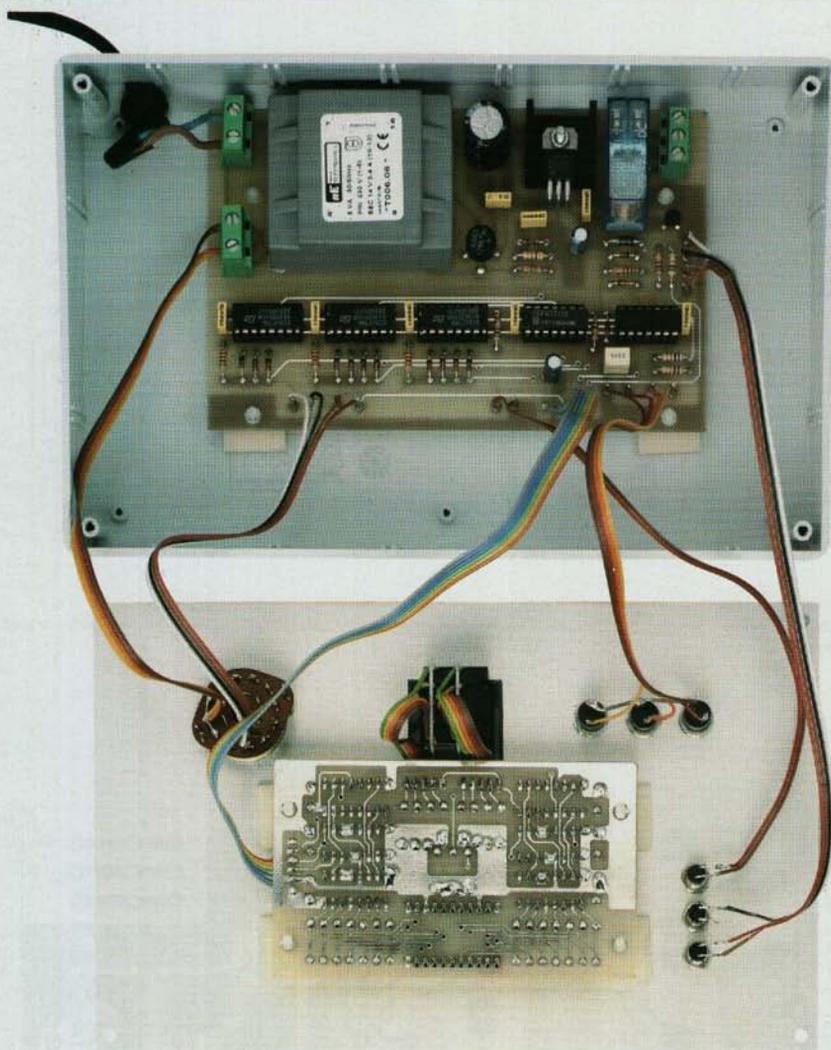


Figure 11 : Photo d'un des prototypes des deux platines du "timer" ou Compteur de temps montées dans le boîtier plastique avec face avant en aluminium anodisé. La platine de base est fixée avec les entretoises plastiques ; derrière la face avant en aluminium vous devez fixer la platine des afficheurs, les trois poussoirs, les trois LED, le commutateur rotatif et les deux commutateurs binaires après les avoir couplés à leurs deux flasques à ressort (voir figure 8).

### L'installation dans le boîtier

La face avant en aluminium, sur laquelle vous avez déjà fixé la platine **EN1705/B**, est elle-même fixée au boîtier plastique au moyen de **4** petites vis en acier. La platine de base **EN1705** est fixée au fond du boîtier au moyen de **4** entretoises plastiques. Reliez au bornier d'entrée à **2 pôles** les fils du cordon d'alimentation

secteur **230 V**. Nous vous conseillons de faire un nœud anti arrachement sur ce cordon à l'intérieur du boîtier.

### Comment l'utiliser

Pour utiliser ce **compteur de temps** vous devez avant tout choisir la valeur en **secondes, minutes** ou bien en **heures**

et paramétrer un nombre entre **01** et **99** pour les trois unités de mesure.

**99 secondes** équivalent à **1 minute** et **39 secondes**

**99 minutes** équivalent à **1 heure** et **39 minutes**

**99 heures** équivalent à **4 jours** et **3 heures**

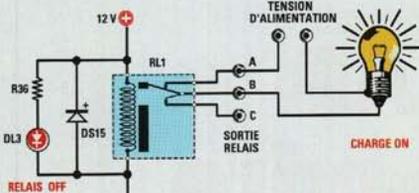


Figure 12 : Quand le relais est désactivé, les contacts A-B sont fermés, par conséquent la charge connectée est alimentée. Dans notre cas, l'ampoule est allumée.

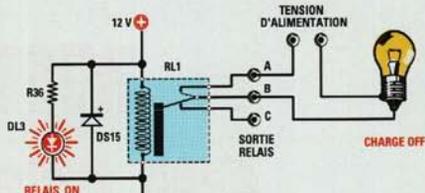


Figure 13 : Lorsque le temps paramétré avec les commutateurs S2-S3 est écoulé, le relais s'active, l'ampoule s'éteint et la LED DL3 s'allume.

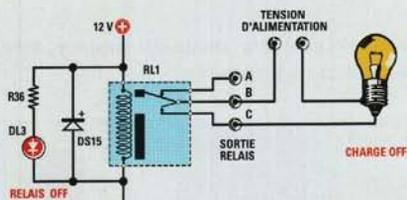


Figure 14 : Quand le relais est désactivé, les contacts B-C sont ouverts, par conséquent la charge connectée (ici c'est une ampoule) n'est pas alimentée.

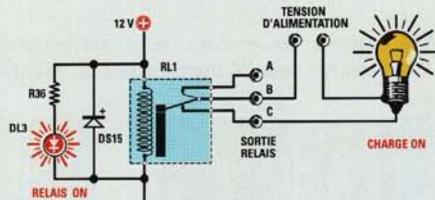


Figure 15 : Lorsque le temps paramétré avec les commutateurs S2-S3 est écoulé, le relais s'active, l'ampoule s'allume, ainsi que la LED DL3.

Pour paramétrer les **nombre**s sur les deux commutateurs **S2-S3** il suffit de presser les poussoirs +/- qui se trouvent sur les boîtiers affleurant en face avant.

Ensuite vous devez actionner le commutateur **S1** pour le placer dans une des trois positions : **secondes, minutes, heures**.

Vous verrez alors tout de suite **clignoter** la LED **DL1** d'horloge, elle vous avertit que le **compteur de temps** est déjà activé et prêt pour le comptage.

Après avoir choisi la mesure du **temps**, pressez le poussoir **P3** de **Start** et vous verrez s'allumer cette fois la LED de **Start** en face avant.

Quand le **compteur de temps** aura atteint le temps paramétré à la fin du cycle de comptage, vous verrez s'allumer la LED du **Relais ON** en face avant du boîtier (voir photo de début d'article).

## Les contacts du relais

Sur les fils sortant par le bornier à **3 pôles**, présent sur le côté droit de la platine **EN1705** (voir figure 10), nous avons repéré des contacts de sortie **A-B-C** du relais.

Les contacts de sortie **B-A** sont toujours **fermés** et ils s'**ouvrent** quand le **compteur de temps** a atteint le temps paramétré sur les deux commutateurs binaires.

Les contacts **B-C** sont eux toujours **ouverts** et ils se **ferment** quand le **compteur de temps** a atteint le temps paramétré sur les deux commutateurs binaires.

Ceci dit, si vous voulez **éteindre** un **téléviseur** ou n'importe quel autre **appareil** quand le **compteur de temps** a atteint le **temps paramétré**, vous devez utiliser les contacts **A-B** du relais (voir figures 12-13).

Si vous voulez **allumer** une **ampoule** ou faire retentir une **sonnette** quand le **compteur de temps** a atteint le **temps programmé**, vous devez utiliser les contacts **B-C** du relais (voir figures 14-15) et alimenter les deux fils d'alimentation avec une tension **continue** ou **alternative**.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce compteur d'heures-minutes-secondes **EN1705** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

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

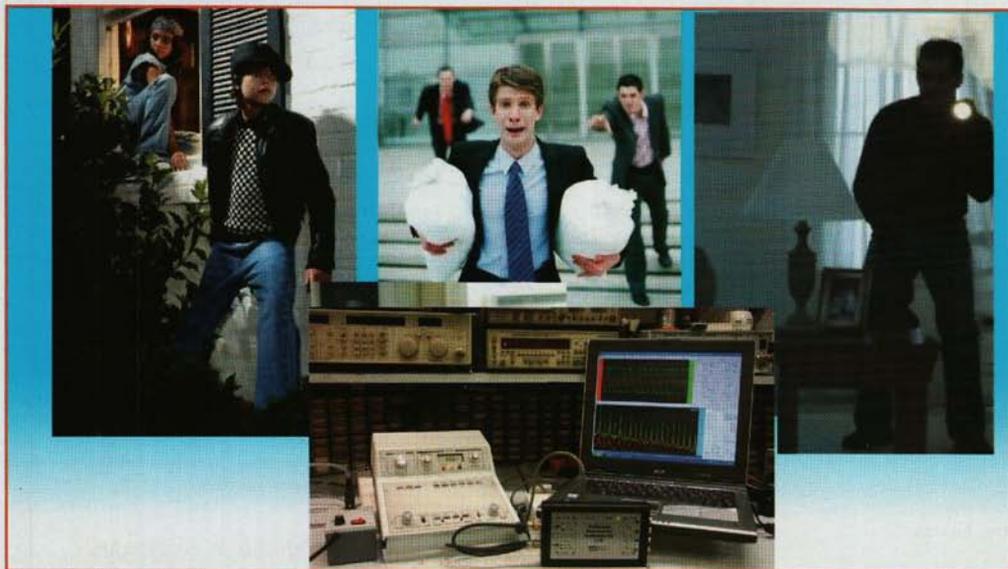
<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/111.zip>

# MINILAB

## ou apprendre l'électronique

### Mesurons une sinusoïde à l'oscilloscope

Les heureux possesseurs de la version Avancée vont apprendre cette fois comment mesurer avec l'oscilloscope pour PC l'amplitude d'un signal électrique sinusoïdal et sa fréquence.



**D**ans cette section nous allons présenter les expérimentations dédiées à tous ceux qui ont acheté la version **Avancée** du **MINILAB EN3000**, c'est-à-dire celle qui permet d'installer l'**oscilloscope** sur le **PC**.

Dans un précédent article, le EN3000-3 du numéro 109 d'ELM (pages 17 à 21), nous avons expliqué comment «voir» l'**onde sinusoïdale** produite par le **générateur** que vous avez construit, sur l'écran de votre ordinateur.

Aujourd'hui nous allons vous apprendre à **mesurer** avec le Minilab l'**amplitude** et la **fréquence** de l'**onde sinusoïdale** produite par le **générateur** que vous avez monté.

Avant de commencer, vous devez vous munir du numéro 106 d'ELM, article EN1690-1691-2, pages 23 à 37, dans lequel vous trouverez toutes les indications nécessaires pour l'**installation** du logiciel «Visual Analyser» (VA), sa **configuration** et les **liaisons** à la **platine EN1690**.

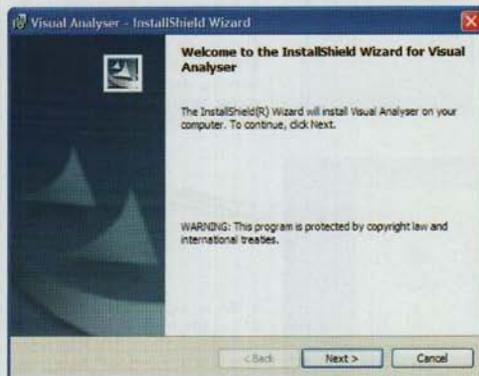
La première chose à faire est d'installer le **logiciel Visual Analyser** sur votre **PC**, lequel doit être doté d'un **port USB** et être en possession des caractéristiques minimales indiquées ci-dessous (rappel du numéro 109, page 17) :

Pour l'**installation** du logiciel vous devez suivre les indications de l'encadré ci-après et bien sûr utiliser le **CD-Rom**

## Réquisits minimaux de l'ordinateur

- Système d'exploitation : **Windows XP Professionnel, XP Édition familiale, Vista 32**
- Type de processeur : **Pentium**
- RAM : **512 Mo** ou plus
- Espace disponible sur le disque dur : au moins **20 Mo**
- Lecteur de **CD-Rom 8x** ou bien lecteur de **DVD 2x**
- Carte graphique (vidéo) **800 x 600 16 bits**
- prise **USB**

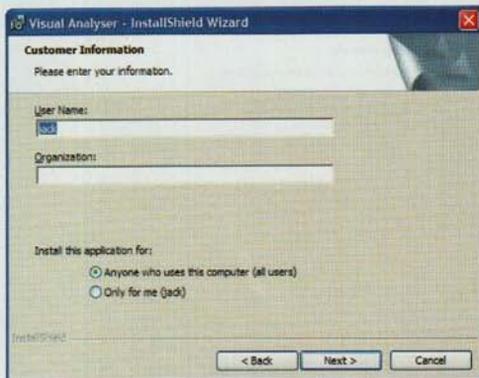
## INSTALLATION DU LOGICIEL VISUAL ANALYSER



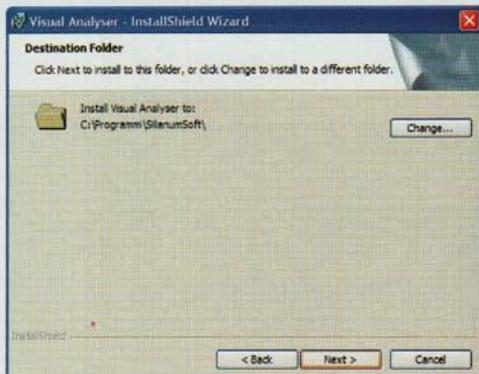
a- Une fois inséré le CDROM contenant le logiciel Visual Analyser dans l'ordinateur vous verrez apparaître cette première fenêtre. Cliquez sur Next.



b- Sélectionnez la mention «I accept the terms in the license agreement» en cliquant dans la case «I accept...», puis sur Next.



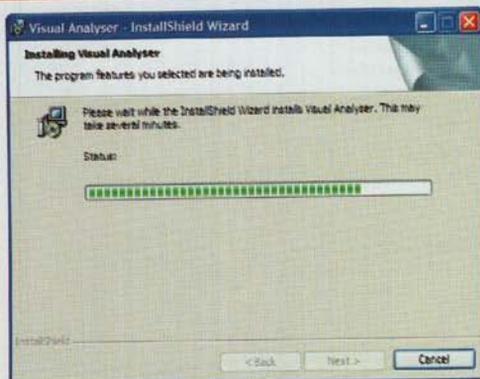
c- Insérez votre nom dans la barre et sélectionnez en bas l'indication «Anyone who uses this computer» ou bien «Only for me», puis cliquez sur Next.



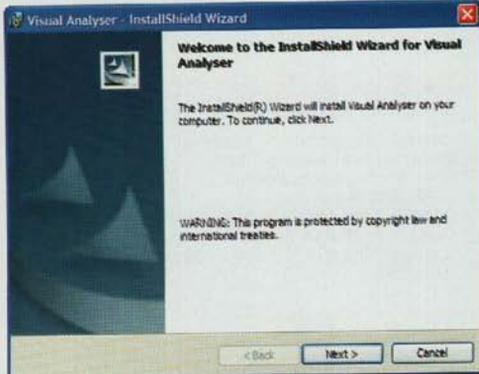
d- Dans cette fenêtre de répertoire (Directory) d'installation du programme Visual Analyser, cliquez simplement sur Next.



e- Cette page s'ouvre alors automatiquement et cette fois, pour procéder à l'installation, cliquez sur la touche Install.



f- Comme le souligne la progression de la barre d'applet, le programme s'installe.



g- Quand l'installation est terminée (complète en Anglais) cette fenêtre s'ouvre automatiquement. Vous devez cliquer sur la touche Finish. Maintenant l'icône du programme Visual Analyser est présente sur le Bureau, dans l'ordinateur vous verrez apparaître cette première fenêtre. Cliquez sur Next.



h- Si le signal du générateur BF n'apparaît pas à l'écran, vérifiez que les pilotes (drivers) audio de la carte sont bien installés correctement. Pour cela cliquez sur Démarrer - Paramètres - Panneau de configuration. Cliquez sur l'icône «Sons et périphériques» et dans la fenêtre du Volume vérifiez qu'apparaît bien la mention «Conexant AMC AUDIO». Dans le cas contraire cliquez sur le menu et sélectionnez-la.

que vous avez eu avec le MINILAB EN3000 version Avancée. Une fois le logiciel installé, vous devez procéder à sa **configuration** en vous servant des consignes de l'encadré ci-après.

Pour mesurer avec précision l'amplitude d'un signal électrique, comme la sinusoïde produite par le **générateur**, vous devez d'abord effectuer la **calibration** de

l'oscilloscope et pour cela vous devez vous procurer le **circuit de calibration EN1691** publié dans le numéro 105 d'ELM (voir figure 12, reprise ci-dessous figure 32).

Vous voyez qu'une fois la calibration exécutée, elle peut être **mémorisée** dans un fichier spécifique de votre ordinateur.

Ainsi, il ne sera plus nécessaire de la refaire à chaque fois : il suffira de la rappeler lorsque vous rallumerez l'ordinateur. Pour exécuter la calibration vous devez procéder comme suit :

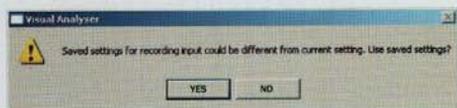
- prenez le petit **circuit de calibration EN1691** de la figure 32. Ce circuit engendre une onde sinusoïdale

## Configuration du Visual Analyser».



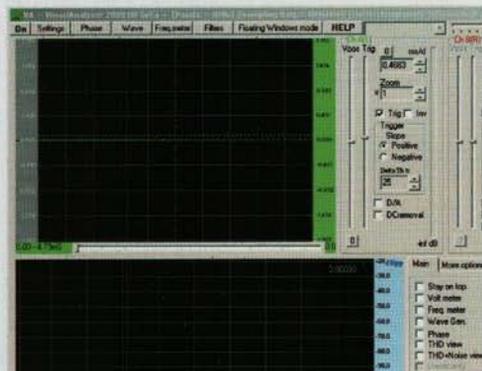
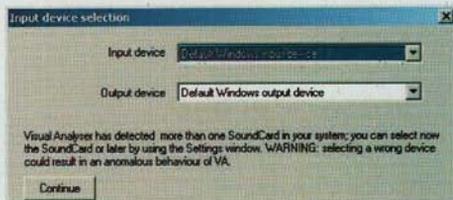
a- Pour activer le logiciel Visual Analyser double cliquez sur l'icône du Bureau.

b- La fenêtre ci-contre apparaît à l'écran, elle indique la version du logiciel.

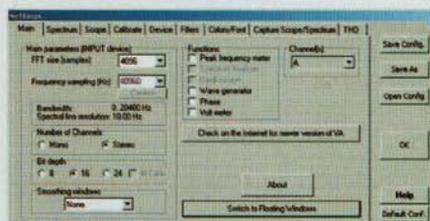


c- À l'occasion de la première installation la question ci-contre vous est posée. Cliquez sur YES.

d- Si la fenêtre ci-contre apparaît, cliquez sur Continue.

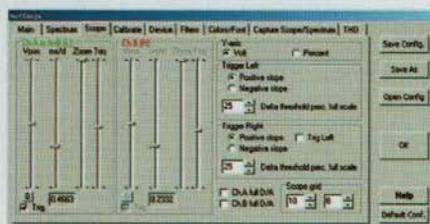
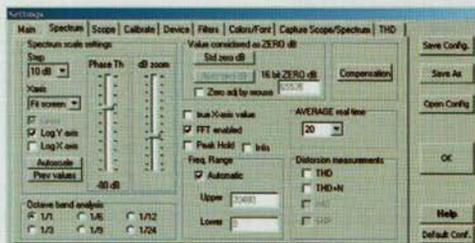


e- À l'écran la fenêtre principale de Visual Analyser apparaît. On y trouve, dans la partie supérieure, l'écran de l'oscilloscope et dans la partie inférieure l'écran de l'analyseur de spectre.



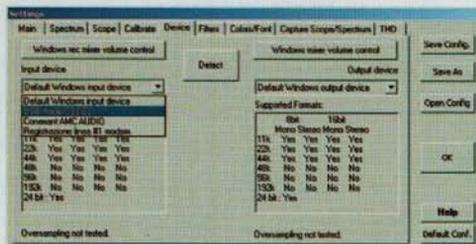
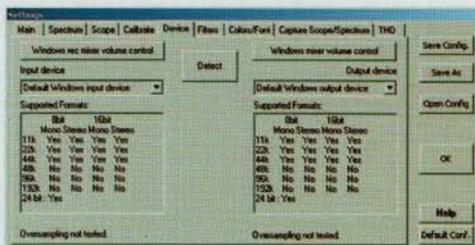
f- Dans cette fenêtre vous devez entrer tous les paramètres comme l'indique la figure et en correspondance du mot Channels, vous devez sélectionner le canal A de l'oscilloscope.

g- Cliquez ensuite sur l'option Spectrum. Une fenêtre apparaît. Dans cette fenêtre vous devez entrer les paramètres de l'analyseur de spectre, comme l'indique la figure. N'oubliez pas de cocher la fenêtre FFT enabled et la fenêtre Automatic dans le Freq. Range.



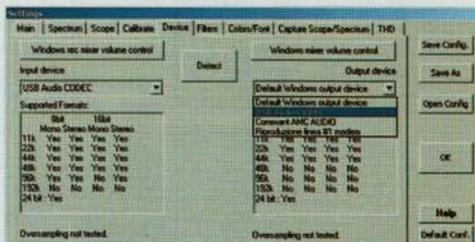
h- C'est maintenant au tour de la fenêtre Scope. Réglez-y les paramètres de l'oscilloscope, comme l'indique la figure.

i- Cliquez sur l'option Device et la fenêtre ci-contre s'ouvre.

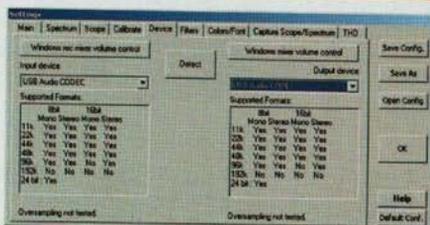
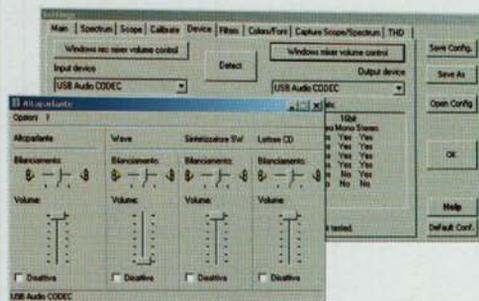


j- Dans cette fenêtre vous devez pointer avec la souris la flèche située à côté des mots Default Windows input device et cliquer avec la touche gauche. S'ouvre une liste dans laquelle, si vous avez relié la platine EN1690 au port USB du PC, apparaissent les mots USB AUDIO CODEC. Sélectionnez-les avec la souris et cliquez avec la touche gauche pour confirmer.

k- Dans cette fenêtre vous devez pointer avec la souris la flèche située à côté des mots Default Windows input device et cliquer avec la touche gauche. S'ouvre une liste dans laquelle, si vous avez relié la platine EN1690 au port USB du PC, apparaissent les mots USB AUDIO CODEC. Sélectionnez-les avec la souris et cliquez avec la touche gauche pour confirmer.

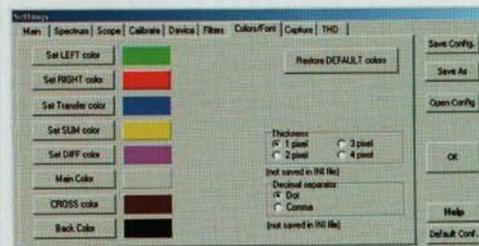
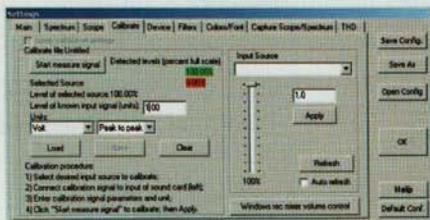


**l-** Avant de continuer vérifiez toujours que sur les deux fenêtres de Input device et de Output device il y ait bien les mots **USB AUDIO CODEC**. Cela signifie que la platine EN1690 a été correctement reconnue par le logiciel. Sans cela, il ne serait pas possible de faire la mesure.



**m-** Après avoir effectué la reconnaissance de la platine EN1690, cliquez sur le bouton **Windows mixer volume control**. S'ouvre une fenêtre représentant le panneau de commande d'une table de mixage audio. Assurez-vous que dans la section **Haut-parleur** la case **Désactiver** n'est pas cochée et que le curseur de volume est bien poussé au maximum, comme l'indique la figure.

**n-** Pour faire correctement la mesure de l'amplitude du signal BF, avec l'oscilloscope comme avec le voltmètre du VA, vous devez suivre la procédure de calibration indiquée dans le numéro 106 d'ELM page 28 et suivante (paragraphe La calibration). Pour cela vous aurez besoin du petit circuit EN1691 (voir dans le numéro 105 d'ELM). Quand la calibration est terminée, vous devez cocher l'option **Apply** pour l'activer. Une fois exécutée, la calibration peut être mémorisée avec la touche **Save** et rappelée ensuite avec la touche **Load**.



**o-** Si vous cliquez sur l'option **Colors/Font**, la fenêtre ci-contre apparaît. Vous pouvez y sélectionner les couleurs de la présentation graphique des signaux à l'écran. Il est en outre possible de sélectionner le type de séparateur décimal, virgule ou point. Par défaut le programme utilise le point comme séparateur.

d'amplitude constante, égale à **1 V crête-crête**. La fréquence de l'onde produite par le circuit de calibration est d'environ **1 200 Hz**.

- reliez au circuit de calibration la **pile de 9 V** et, après avoir allumé l'**interrupteur S1**, vérifiez que la **LED rouge** est allumée. Cela signifie que le circuit de calibration fonctionne correctement.

- avec le câble (**cod. RG1.05**) doté de deux connecteurs **BNC**, reliez maintenant le **connecteur BNC mâle**, situé

sur le **circuit de calibration**, au connecteur **BNC mâle** du canal **CHA** de la platine **EN1690**, comme cela apparaît sur la figure 33.

**Note :** prenez garde de **ne pas intervertir** les liaisons au canal **CHA** et celles au canal **CHB** de la platine.

Cliquez sur la touche **Settings** située dans la partie haute à gauche de l'écran. À l'intérieur de la fenêtre qui s'ouvre, contrôlez le paramétrage de ces commandes :

- le curseur **Vpos** doit être positionné exactement au **centre** (à mi course) ;

- réglez le curseur **Trig** de manière à ce que la ligne pointillée du **déclencheur** se positionne exactement au **centre** de l'écran ;

- réglez le curseur **ms/d** de manière à obtenir dans la case de dessous la valeur la plus proche de **0,5 ms/d** ;

- positionnez le curseur **Zoom** complètement vers le haut ;

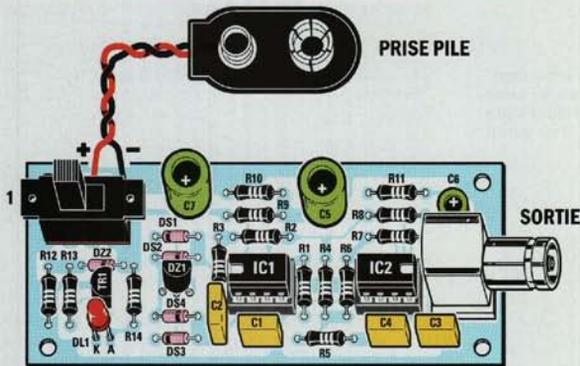


Figure 32 : Schéma d'implantation des composants du circuit du calibre EN1691.

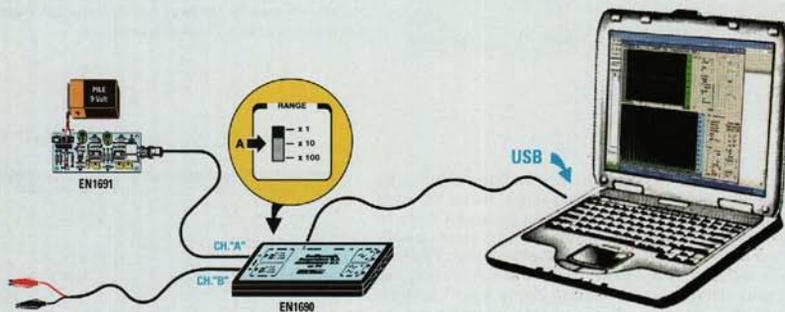


Figure 33 : Poursuivez de la manière suivante :

EN1691  
EN1690

- réglez le **commutateur à glissière** du **CHA** de la platine **EN1690** dans la position **x1**.
- reliez la **prise USB** de la platine **EN1690** à la **prise USB** du **PC** en utilisant un simple **câble USB** pour imprimante.
- quand l'ordinateur est allumé, contrôlez que la **LED Power** s'allume bien sur la platine **EN1690**.
- maintenant, après avoir allumé l'ordinateur, cliquez deux fois sur l'**icône VA** comme indiqué dans la première figure de la section intitulée «**configuration du VA**» que vous trouverez dans l'article EN3000-3 du numéro **109** d'**ELM**. Suivez les indications données dans les figures suivantes, jusqu'à voir apparaître à l'écran la **fenêtre principale du VA** représentée ci-après.

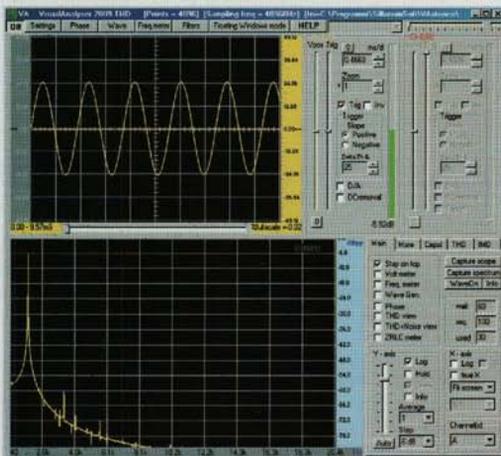


Figure 34 : La fenêtre apparaissant à l'écran de l'ordinateur est composée de deux écrans. L'écran supérieur est l'écran de l'**oscilloscope**, sur lequel nous allons visualiser les **ondes sinusoïdales** produites par le **circuit de calibration**.

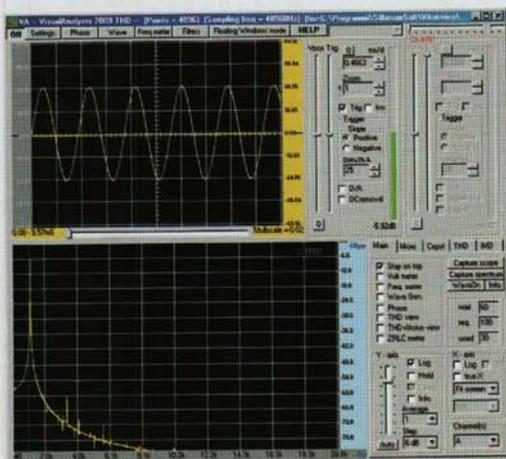


Figure 35 : Cliquez maintenant sur la touche **Settings** en haut à gauche et, dans la fenêtre qui s'ouvre, sélectionnez la touche **Calibrate**. La fenêtre suivante s'ouvre :

Figure 36 : À l'indication «Level of known input signal (units)» paramétrez la valeur **1.0**, en utilisant le **point** comme séparateur et non la virgule, ce qui correspond à **1 V crête-crête**. Ensuite, à l'indication **Units**, sélectionnez **V** et **Peak to Peak**.

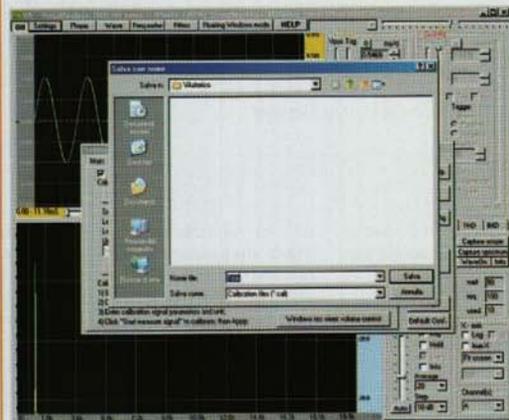
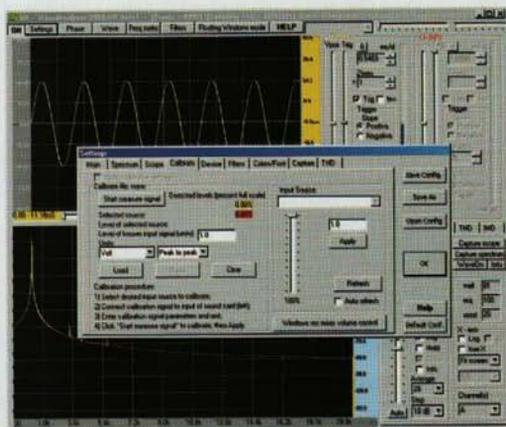
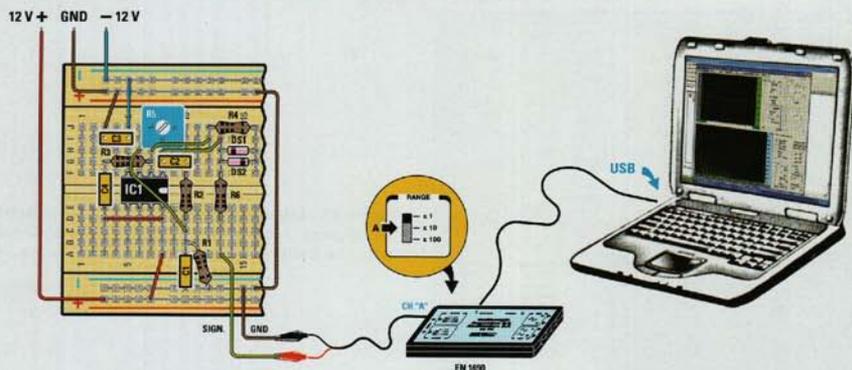


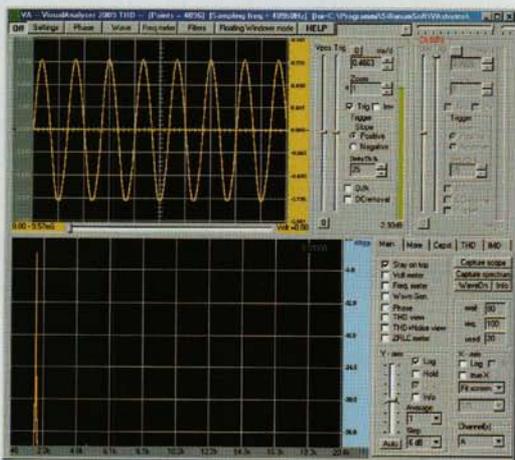
Figure 37 : Puisque vous l'avez mémorisée, chaque fois que vous éteignez et rallumez l'ordinateur vous n'aurez plus à refaire la calibration, parce qu'elle sera chargée automatiquement par le logiciel.



**Figure 38 :** Reliez les deux fils sortant du générateur sinusoïdal à la platine EN1690 comme indiqué sur la figure. Le fil **GND** va à la pince crocodile noire et le fil **SIGN** à la pince crocodile rouge. Reliez la plaque d'essais sur laquelle vous avez construit le générateur d'ondes sinusoïdales au Minilab, comme indiqué à la figure 14 de l'article EN3000-3 dans le numéro 109 d'ELM. Allumez le Minilab et réglez la tension d'alimentation du générateur comme indiqué à la figure 15 de l'article EN3000-3 dans le numéro 109 d'ELM.

Observez bien la platine EN1690. Notez dans la partie gauche la présence de deux petits interrupteurs marqués **x1-x10-x100**. Celui du canal **CHA** est celui du haut et il doit être réglé sur le calibre **x1**.

Si les liaisons ont été faites correctement et si on a pressé (sélectionné) l'option **ON** présente en haut à gauche dans la barre des options, à l'écran de l'oscilloscope, on devrait maintenant voir apparaître l'onde sinusoïdale produite par le générateur.



**Figure 39 :** Si l'onde à l'écran est distordue ou bien si elle n'apparaît pas, tournez avec un petit tournevis l'axe du trimmer situé sur la plaque d'essai. Vous verrez alors qu'en tournant complètement la vis dans le sens anti horaire, la sinusoïde émise par le générateur disparaît. Tournez cet axe progressivement dans le sens horaire cette fois et vous verrez que la sinusoïde apparaît à l'écran et augmente d'amplitude. N'amplifiez pas excessivement l'amplitude de la sinusoïde, car vous risqueriez de la déformer (d'introduire de la distorsion). Si même après avoir réglé le trimmer vous ne voyez pas apparaître la sinusoïde à l'écran, contrôlez l'insertion (bien à fond et aux endroits exacts) des composants du générateur. Éventuellement vérifiez-les un par un pour vous assurer que leurs fils de sortie ne s'échappent pas des trous de la plaque.

Si les ondes sinusoïdales n'apparaissent toujours pas à l'écran, vérifiez à nouveau le réglage du trimmer **R5** que nous avons décrit à la figure 16 de l'article EN3000-3 dans le numéro 109 d'ELM. Contrôlez en outre que le connecteur **BNC** est bien inséré correctement sur le canal **CHA** de la platine EN1690.

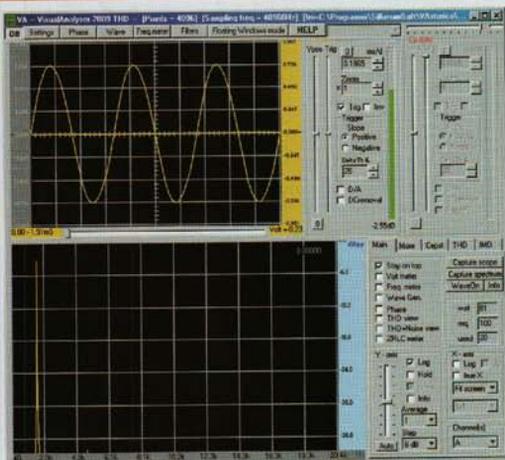
- la case blanche **Trig** doit être **cochée** ;
- la case **Positive Slope** aussi doit être **cochée**.

Si une ou plusieurs commandes étaient dans la mauvaise position, corrigez-les. Contrôlez en outre que le circuit de calibration est bien **allumé** (cette condition est indiquée par l'allumage de la LED rouge).

Vous êtes maintenant fin prêt à visualiser à l'écran la sinusoïde produite par le circuit de calibration.

Cliquez avec la touche gauche de la souris sur l'option **ON**, que vous voyez en haut à gauche dans la barre des options. Le mot passe à **OFF** et vous voyez apparaître à l'écran l'onde sinusoïdale produite par le calibrateur : elle est comme celle de la figure suivante.

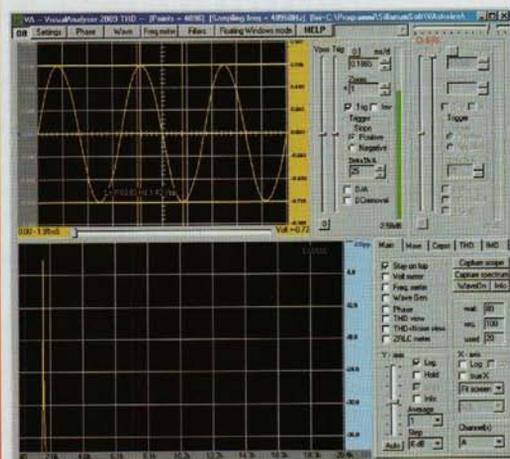
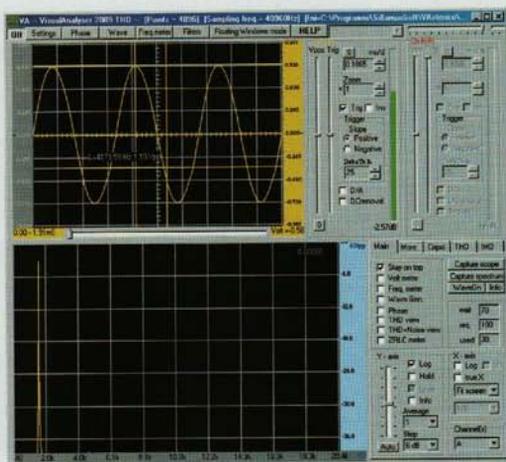
Cliquez maintenant sur la touche **Start measure signal** pour lancer la calibration. Le logiciel analyse le signal d'entrée et se calibre automatiquement sur la valeur de tension crête-crête paramétré. Tout de suite après, pointez la fenêtre **Apply calibration settings** pour rendre effective la procédure effectuée. N'oubliez pas d'exécuter cette opération parce que la calibration **ne serait pas activée**.



**Figure 40 :** Vous avez réussi à visualiser les ondes sinusoïdales produites par le générateur et vous pouvez maintenant vous amuser à les mesurer. La première mesure que vous allez exécuter est celle de l'amplitude :

- pointez avec la **flèche** de la souris exactement au point de **niveau maximum** du **pic supérieur** de l'onde sinusoïdale visualisée à l'écran.
- cliquez avec la touche **gauche** de la souris et une ligne horizontale apparaît, comme le montre la figure suivante.

**Figure 41 :** Maintenant, toujours en tenant la touche gauche de la souris pressée, faites glisser verticalement vers le bas la ligne qui vient d'apparaître en haut, jusqu'à la faire coïncider avec le **niveau minimum** du **pic inférieur** de l'onde sinusoïdale, comme indiqué sur la figure.



**Figure 42 :** Quand la ligne coïncide avec la limite inférieure de la sinusoïde, vous voyez l'amplitude crête-à-crête en V de l'onde sinusoïdale visualisée à l'écran.

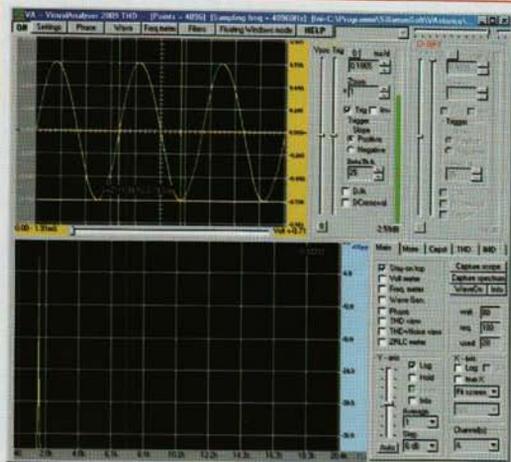
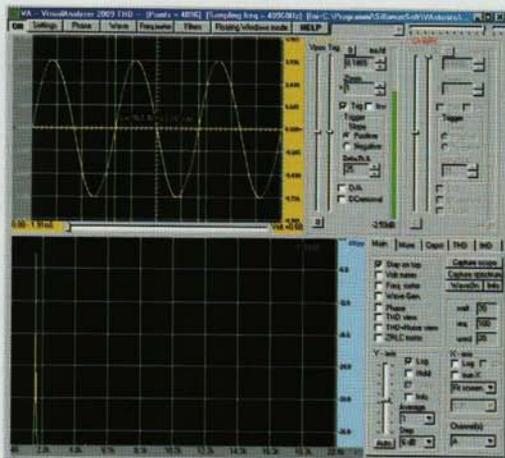


Figure 43 : Maintenant, en tenant toujours la touche gauche appuyée, faites glisser horizontalement la ligne jusqu'à ce qu'elle coïncide avec le point où l'onde sinusoïdale suivante croise la ligne horizontale divisant l'écran. Ainsi vous aurez réuni entre les deux lignes **une seule sinusoïde entière**, comme le montre la figure suivante.

Figure 44 : Quand la seconde ligne coïncide avec le point indiqué vous voyez la fréquence en Hz de l'onde sinusoïdale visualisée à l'écran.



À ce moment votre oscilloscope est **calibré** et cela vous permet désormais d'exécuter la mesure en **V** ou bien en **mV** de n'importe quel signal appliqué en entrée.

Pour **sauvegarder** la calibration ainsi effectuée et éviter d'avoir à la refaire chaque fois qu'on lance Visual Analyser, nous vous suggérons de la sauvegarder dans un fichier **.cal** dédié, en pressant la touche **Save**. Dans la fenêtre qui s'ouvre vous devez écrire le nom du fichier **.cal** dans lequel sera sauvegardée la calibration, comme indiqué dans la figure ci-dessous.

Maintenant vous devez déconnecter le circuit de calibration et le remplacer par

le **générateur d'ondes sinusoïdales** que vous avez précédemment réalisé.

Pour continuer avec les nouvelles **connexions** vous devez relier à l'entrée du canal **CHA** de la platine le **câble** (codé **RG1.102**) muni du **connecteur BNC femelle** et de **deux pinces crocodiles** que vous trouverez dans le matériel disponible.

Attention, ne confondez pas le canal **CHA** avec le canal **CHB**, parce que vous **ne réussiriez pas** à faire apparaître le signal à l'écran de l'oscilloscope. Lorsque vous avez réussi à visualiser la sinusoïde à l'écran, vous pouvez **agrandir** en modifiant la valeur **ms/d (ms/division)** située à droite de l'écran.

Si vous pointez avec le souris sur la **petite flèche inférieure**, vous pouvez sélectionner une valeur de **temps plus faible**, par exemple **0,1865**.

Vous verrez alors la sinusoïde s'agrandir comme le montre la figure ci-dessus. Si vous voulez mesurer la **fréquence** de l'onde sinusoïdale produite par le **générateur**, vous devez procéder comme suit :

- pointez avec la **flèche** de la souris sur le point où l'onde sinusoïdale croise la ligne **horizontale** divisant l'écran, comme le montre la figure.

- Cliquez avec la touche **gauche** de la souris et vous verrez apparaître une ligne verticale.

Si vous voulez mesurer maintenant la **fréquence** de l'onde sinusoïdale produite par le générateur, vous devez procéder comme suit :

- pointez avec la **flèche** de la souris sur le point où l'onde sinusoïdale croise la ligne **horizontale** divisant l'écran, comme le montre la figure.

- Cliquez avec la touche **gauche** de la souris et vous verrez apparaître une ligne verticale. La fréquence du signal produit par le générateur étant mesurée, vous pouvez comparer la valeur **effective** avec la valeur **théorique** que vous aviez calculée la fois précédente et qui – souvenez-vous – était égale à **1 590 Hz**. Nous pouvons déjà soupçonner que la valeur mesurée à l'oscilloscope **ne** coïncidera **pas** avec la valeur théorique.

Comment cela se fait-il ? Eh bien quand nous avons parlé de **résistances** et de **condensateurs**, nous avons toujours indiqué leurs **valeurs nominales**.

En réalité, tous les composants électroniques ont une **tolérance** (la valeur effective issue du processus de fabrication s'éloigne plus ou moins de celle indiquée sur le corps ou l'enrobage du composant) : cette tolérance, exprimée en pourcent, indique la fourchette à l'intérieur de laquelle se trouve la **valeur effective**.

Si vous achetez par exemple un certain nombre de résistances de valeur nominale **1 k** (**1 k $\Omega$**  ou **1 000  $\Omega$** ) avec **tolérance 5%**, cela signifie qu'en les mesurant une par une à l'ohmmètre vous ne trouverez pas toujours la valeur précise de **1 k**, mais plutôt une **série** de **valeurs** comprises entre :

**1 k +/- 5%** c'est-à-dire **1 k +/- 50  $\Omega$** .

Cela signifie qu'une résistance de **valeur nominale 1 k** et **tolérance 5%** pourra avoir en réalité toutes les valeurs comprises entre **950  $\Omega$**  et **1 050  $\Omega$**  ou **1,05 k**. C'est justement à cause de la tolérance des composants que les valeurs théoriques calculées avec les valeurs nominales, s'écartent toujours légèrement des valeurs réellement mesurées.

### Mise à jour logicielle

Si vous avez acquis la version **«Avancée»** vous avez trouvé à l'intérieur un **CDRom** contenant le **logiciel** du **Visual**

**Analyser** à installer sur votre PC : la version dépend du moment où vous avez acheté le produit.

En effet, le **logiciel VA** est fréquemment mis à jour et de nouveaux accessoires et **options** – permettant d'effectuer de nouvelles mesures toutes plus intéressantes les unes que les autres – apparaissent. Si vous désirez rester bien à jour et profiter des dernières nouveautés logicielles, vous pouvez télécharger **gratuitement** la version la plus récente du logiciel **Visual Analyser** directement sur le site :

<http://www.sillanumsoft.com>

En outre, tous ceux qui souhaitent développer davantage leurs connaissances sur l'utilisation du VA, pourront consulter les précédents articles :

• **«Un oscilloscope et un analyseur de spectre pour PC EN1690-1691», première partie : le matériel (dans le numéro 105 d'ELM)**

• **«Un oscilloscope et un analyseur de spectre pour PC EN1690-1691», seconde partie : le logiciel VA et l'utilisation (dans le numéro 106 d'ELM)**

l'article publié dans **ce numéro 111 d'ELM** :

• **«Mesurer la distorsion d'un amplificateur avec le PC EN1729».**

et les prochains articles sur le même sujet que nous ne manquerons pas de vous proposer.

### Conclusions

Maintenant, après avoir appris à mesurer avec précision l'amplitude et la fréquence du signal produit par le générateur, vous pouvez vous amuser à effectuer ce type de mesure sur n'importe quel signal électrique.

Les expérimentations proposées dans les prochains articles **MINILAB EN3000** vont vous permettre de vous familiariser avec les diverses commandes de l'**oscilloscope virtuel** et vous saurez alors mettre pleinement à profit les nombreuses possibilités offertes aux passionnés d'électronique : encore une fois, cet extraordinaire instrument de laboratoire et de pédagogie qu'est le Minilab, en particulier dans sa version **Avancée** (celle qui de loin remporte le plus grand succès), va faire de vous un expert très recherché !

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce **MINILAB EN3000** est disponible chez certains de nos annonceurs. Idem pour l'interface **USB EN1690**.

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/111.zip>

Les anciens numéros du Minilab  
**107, 108, 109, 110**



# 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 et étalonné avec son cordon.

EN1627K... Kit complet avec coffret et 1 diffuseur SE1.6 .....	348,60 €
SE1.6..... diffuseur ultrasons supplémentaire .....	152,00 €
EN1627KM Version montée .....	488,00 €

## 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 oscillateur BF.

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

## 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 .....	109,05 €
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 .....	152,70 €

## 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 .....	54,50 €
EN1003KM	Version montée .....	81,80 €

## MAGNÉTHÉRAPIE 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 .....	87,75 €

# COMOLEC

## MAGNÉTHÉRAPIE 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 - Antiangiogénique - Régénération des tissus - Oxygénation 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 un 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 diffuseur (MP) le transformateur (TT12.01) le boîtier (MO1680)

EN1680.....	Kit complet magnétothérapie .....	296,00 €
EN1680KM.....	Version montée .....	356,90 €
MP80.....	Diffuseur (en option) .....	36,00 €
MP1680.....	Diffuseur (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 IONOTHÉRAPIE: TRAITER ÉLECTRONIQUEMENT 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 .....	135,10 €
PIL12.1 .....	Batterie 12 volts 1,3 A/h .....	15,10 €
EN1480KM	Version montée sans batterie .....	189,40 €

## GÉNÉRATEUR D'IONS NÉGATIFS POUR AUTOMOBILE



Ce petit appareil, qui se branche sur l'allumage, 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 .....	66,75 €
EN1010KM	Version montée .....	93,45 €

## 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 ionophorèse pour inoculer dans l'organisme les produits pharmaceutiques à travers l'épiderme plutôt qu'à travers l'estomac, le foie ou les reins. La ionophorèse est aussi utilisée en esthétique pour combattre certaines affections cutanées comme la cellulite par exemple. coffret inclus.



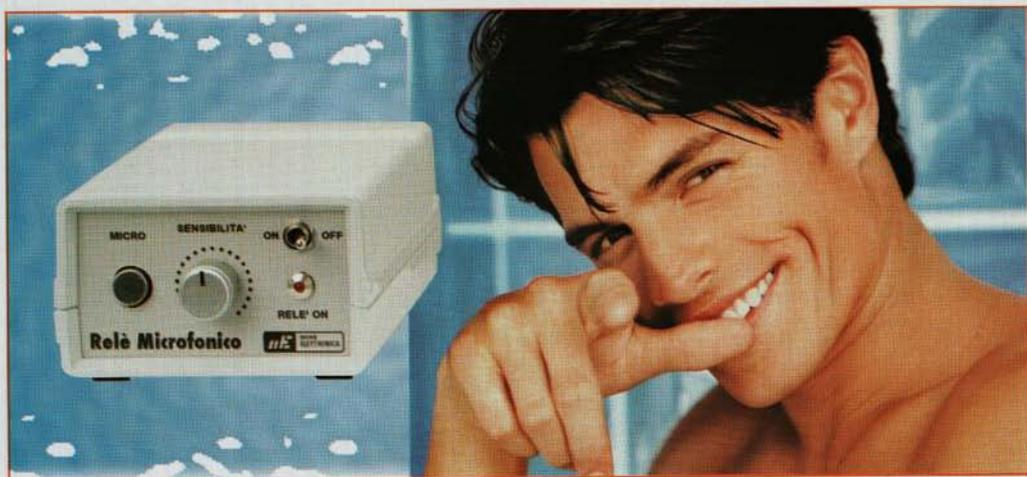
EN1365 .....	Kit avec boîtier, hors batterie et électrodes .....	135,75 €
Bat. 12 V 1,2 A	Batterie 12 V / 1,2 A .....	15,10 €
PC2.33x .....	2 plaques conduct. avec diffuseurs .....	14,70 €
EN1365KM	Version montée avec PC2.33 + Bat .....	198,00 €

Tél. : 04.42.70.63.90

CD 908 - 13720 BELCODENE  
Fax : 04.42.70.63.95

# Relais piloté par un son ou clap-inter

Ce circuit est en mesure d'allumer ou d'éteindre une ampoule, d'ouvrir une porte à serrure électrique ou d'allumer un téléviseur ou tout appareil ... simplement avec une commande sonore à la voix, avec un sifflement ou un battement de mains (d'où le nom que ce dispositif a parfois pris : clap-inter).



**V**ous vous rappelez ce passage des contes **Les mille et une nuits** : **Ali Baba et les quarante voleurs** ? Les protagonistes, pour accéder à la caverne au trésor fermée par un énorme rocher, utilisent la formule magique et secrète «**sésame ouvre-toi**». Cette phrase **sésame ouvre-toi** fait référence aux propriétés nutritives et énergétiques du sésame, petite graine savoureuse connue depuis l'Antiquité et que les orientaux ont continué à utiliser en cuisine, en particulier dans les pâtisseries (les occidentaux, plus ou moins amateurs d'orientalisme, la redécouvrent). Eh bien cette graine – et l'huile qu'on en tire – passaient pour conférer des **pouvoirs magiques** à ceux qui en consommaient.

Aujourd'hui, les propriétés du sésame d'ouvrir les portes par sa seule évocation ont été sinon dépassées du moins égalées par la technologie qui permet, par exemple, avec une

simple **capsule microphonique electret** et un son de piloter un relais. Ce son peut être celui de la **voix** (comme avec Ali Baba) ou bien un **sifflement**, un **battement de mains** ou un quelconque autre son. Avec ce **relais phonique** vous serez en mesure d'**ouvrir une porte** (si elle comporte une gâche électrique) et d'**allumer** ou **éteindre des lumières**. Vos amis en visite chez vous en resteront Baba ! Pensez, vous avez accueilli vos amis au portail et en entrant au salon encore dans l'obscurité, vous tapez dans vos mains en disant : «Allons, allume-toi» et le lustre s'illumine ! C'est magique. Et vous pourrez réitérer en sortant : «Allez, éteins-toi, lustre» ou alors, plus sobre cette fois, vous vous contentez de frapper dans vos mains. Vos amis voudront alors certainement essayer eux-mêmes en parlant à haute voix : et cela fonctionnera, pourvu que la **sensibilité** du dispositif ait été réglée convenablement (pour le niveau sonore qu'on lui «adresse»).

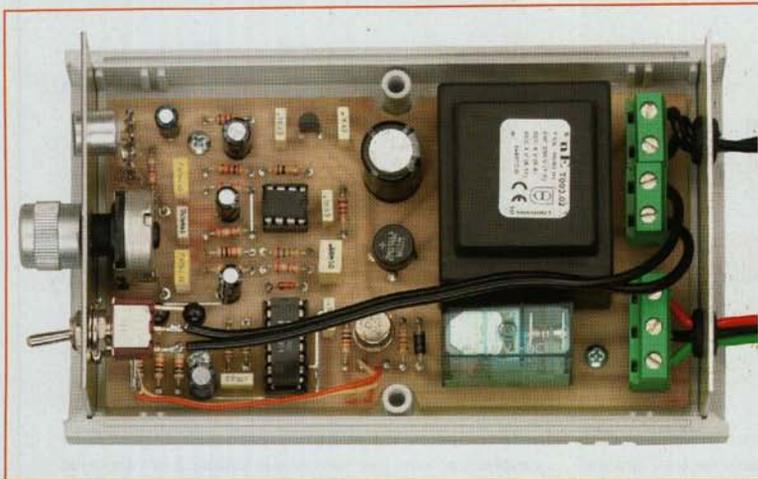


Figure 1 : Une fois tous les composants montés sur le circuit imprimé (voir figure 3), vous pouvez fixer la platine au fond du boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé au moyen de trois vis autotaraudeuses. Comme le montre la photo, le potentiomètre R7 de réglage de la sensibilité est fixé sur la face avant, ainsi que l'Inverseur S1. Les trois broches du microphone sont soudées sur les trous du circuit imprimé (voir figures 3-8).

### Le schéma électrique

Pour obtenir ce **relais phonique** il est nécessaire de prendre un microphone **très sensible** en mesure de capter n'importe quel bruit. Si vous tournez l'axe du potentiomètre présent sur le circuit, vous pourrez régler le **niveau** de l'**intensité sonore** pour laquelle le **relais se déclenche** afin d'éviter qu'il ne s'active ou se désactive chaque fois qu'une voiture passe à proximité (en **klaxonnant**) ou qu'un voisin augmente le **volume** de sa chaîne **Hi-Fi** ou

encore que quelqu'un **sonne** à la porte de votre maison.

Si vous regardez le schéma électrique de la figure 2, vous pouvez noter, à gauche, un **MIC**, c'est-à-dire un petit microphone piézoélectrique : ce microphone capte n'importe quel son et l'achemine, à travers le condensateur **C2**, sur la broche d'entrée **inverseuse** (broche **2**) du premier amplificateur opérationnel **IC1/A**.

Ce dernier amplifie le signal **100 fois**. En effet, comme vous le savez, le **gain**

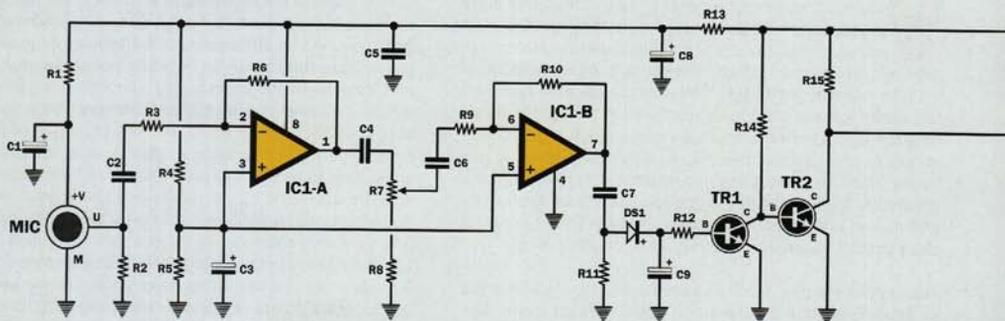
de cet étage amplificateur se calcule en **divisant** la valeur de la résistance **R6** par la valeur de la résistance **R3**. Cela fait bien :

$$100\ 000 : 1\ 000 = 100\ \text{fois}$$

Le signal amplifié prélevé sur la broche de sortie **1** est transféré, à travers le condensateur **C4**, sur le potentiomètre **R7** utilisé pour doser la **sensibilité** du microphone.

Le condensateur **C6** prélève sur le curseur de ce potentiomètre le signal que

Figure 2 : Schéma électrique complet du relais phonique décrit dans cet article et liste complète des composants. La figure 3 donnera le schéma d'implantation des composants et les figures 5-6-7 les brochages des circuits intégrés, des transistors et du microphone utilisés pour ce montage. À droite on rappelle le brochage de la LED.



Liste des composants  
EN1728

R1 ..... 120  
R2 ..... 4,7 k  
R3 ..... 1 k  
R4 ..... 39 k  
R5 ..... 39 k  
R6 ..... 100 k  
R7 ..... 47 k potent. log.  
R8 ..... 470  
R9 ..... 1 k  
R10 .. 100 k  
R11 .. 39 k  
R12 .. 10 k  
R13 .. 120  
R14 .. 10 k  
R15 .. 10 k  
R16 .. 100 k

R17 ... 120 k  
R18 .. 10 k  
R19 .. 820  
  
C1 ..... 10 µF électrolytique  
C2 ..... 470 nF polyester  
C3 ..... 22 µF électrolytique  
C4 ..... 47 nF polyester  
C5 ..... 100 nF polyester  
C6 ..... 470 nF polyester  
C7 ..... 680 nF polyester  
C8 ..... 100 µF électrolytique  
C9 ..... 22 µF électrolytique  
C10 ... 100 µF électrolytique  
C11 ... 100 nF polyester  
C12 .. 100 nF polyester  
C13 ... 100 nF polyester  
C14 ... 100 nF polyester  
C15 ... 1 000 µF/25V électrolytique

DS1 .. 1N 4150  
DS2 .. 1N 4007  
DL1 ... LED rouge

RS1 .. pont redresseur 1 A  
TR1 ... transistor NPN BC118  
TR2 ... transistor NPN BC118  
TR3 ... transistor NPN BC137  
IC1 .... circuit intégré LM358  
IC2 .... circuit intégré C/Mos 4027  
IC3 .... circuit intégré régulateur  
MC78L12  
T1 ..... transformateur 3 W  
          secondaire 8-12 V - 0,3 A (  
          T003.02)  
RELAIS 12 V 1 contact  
S1 ..... inverseur à levier  
MIC ... capsule microphonique  
          préamplifiée ( MIC13)

nous avons dosé pour l'appliquer sur la broche **inverseuse 6** du second opérationnel **IC1/B**. Ce dernier amplifie le signal encore **100 fois** puisque les résistances **R10** et **R9** sont de la même valeur que **R6** et **R3**, associées au premier opérationnel **IC1/A**. Quand on tourne l'axe du potentiomètre **R7** pour la **sensibilité** maximale, nous obtenons un **gain** de :

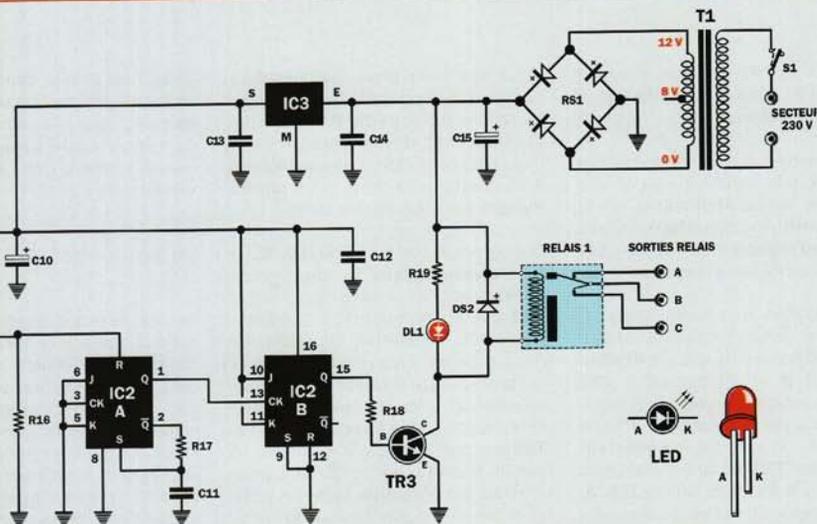
**100 x 100 = 10 000 fois**

et, avec un tel gain, le **bruit** d'un battement d'ailes de **mouche** volant près du micro pourrait activer le relais !.

Le potentiomètre **R7** doit être réglé expérimentalement pour l'adapter à l'intensité sonore qu'on veut utiliser pour commander le relais. Le signal amplifié par les deux opérationnels **IC1/AIC1/B** est prélevé sur la broche de sortie **7** à travers le condensateur **C7**, qui l'applique à la diode au silicium **DS1**. Cette dernière redresse le signal afin de charger le condensateur électrolytique **C9** avec une tension continue : la tension continue sert à polariser la **base** du transistor **NPN TR1** qui, à son tour, polarise la **base** du transistor **TR2**, un **NPN** également.

En ce qui concerne les **niveaux logiques** présents sur le **collecteur** de ces deux transistors **TR1-TR2**, précisons que, chaque fois que le microphone capte un son, sur le collecteur de **TR1** nous retrouverons un **niveau logique 0** et, par conséquent, sur le collecteur de **TR2**, un **niveau logique 1**.

Quand en revanche le microphone ne capte aucun son, ces niveaux logiques s'invertissent : ainsi nous aurons un **niveau logique 1** sur le collecteur de **TR1** et un **niveau logique 0** sur le



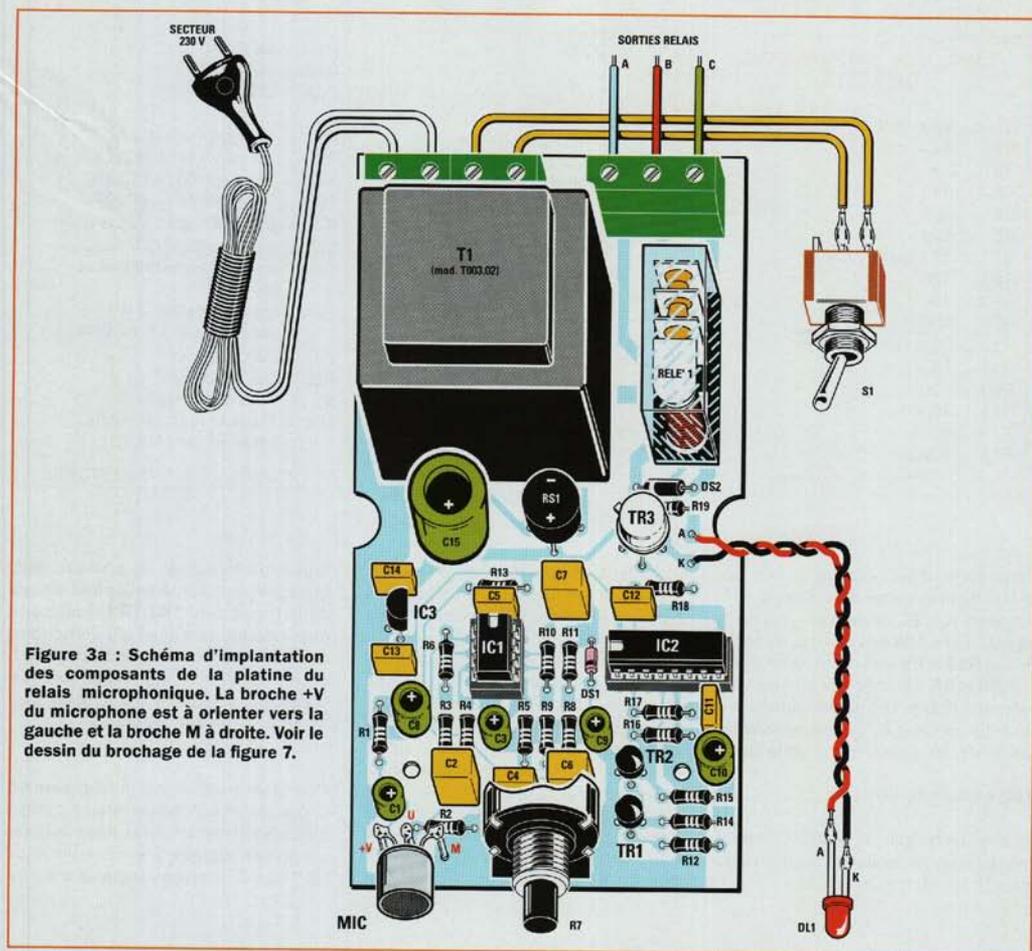


Figure 3a : Schéma d'implantation des composants de la platine du relais microphonique. La broche +V du microphone est à orienter vers la gauche et la broche M à droite. Voir le dessin du brochage de la figure 7.

collecteur de **TR2**. Et cette condition se répète à l'infini chaque fois que le microphone capte un **son**.

Pour la énième fois répétons que **niveau logique 1** cela signifie que la broche intéressée est **court-circuitée** sur la **tension positive** d'alimentation, tandis que **niveau logique 0** cela signifie que la même broche est à la **masse**.

Cette précision était nécessaire pour faciliter la compréhension de l'étage suivant, composé du double **flip-flop IC2/A-IC2/B** et du transistor **TR3** utilisé pour activer le **relais**. En regardant le schéma électrique de la figure 2 vous pouvez voir que le **collecteur** du transistor **TR2** est directement relié à la broche **4 Reset** du flip-flop **IC2/A**, utilisé dans ce circuit pour obtenir un petit retard (voir **R17-C11**) afin d'éviter

qu'un **son** ou un **bruit** intempestif ne puisse activer ou désactiver le relais. Le second flip-flop **IC2/B** est un simple diviseur **x2** servant à obtenir sur la broche de sortie **15** un **niveau logique 1** au premier son capté et un **niveau logique 0** au second son capté.

Quand, sur la broche **15** de **IC2/B**, on a un **niveau logique 1**, cette tension positive polarise la **base** du transistor **TR3** qui, en se mettant à conduire, déclenche l'**activation** du **relais**. Le relais reste ainsi activé jusqu'à ce que sur la broche **15** un **niveau logique 0** se présente. En effet, un **niveau logique 0** cela signifie que la **base** du transistor **TR3** est pratiquement à la **masse** et que le transistor **ne** conduisant **plus**, le **relais** est **désactivé**. Le relais reste ainsi désactivé jusqu'à ce que le microphone capte un **second** son.

Il va de soi que les **contacts** du **relais** seront utilisés comme un simple **inverseur** électrique : on y relie une **ampoule** ou n'importe quel **appareil** électrique que nous voulons commander (allumer/éteindre) avec un son (voir figure 8).

### La réalisation pratique

Réalisez le circuit imprimé double face à trous métallisés **EN1728** à partir des dessins à l'échelle 1:1 des figures 3b-1 et 2 ou procurez-vous le. Sur ce circuit imprimé on va monter tous les composants de la liste (voir schéma électrique), comme le montre la figure 3a. Les deux premiers composants que nous conseillons d'insérer sur le circuit imprimé sont les **supports** des circuits intégrés **IC1-IC2** : ils seront positionnés

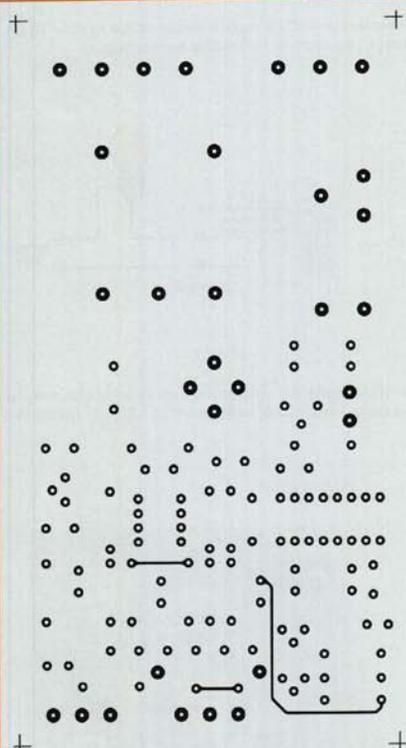


Figure 3b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine du relais microphonique, côté composants.

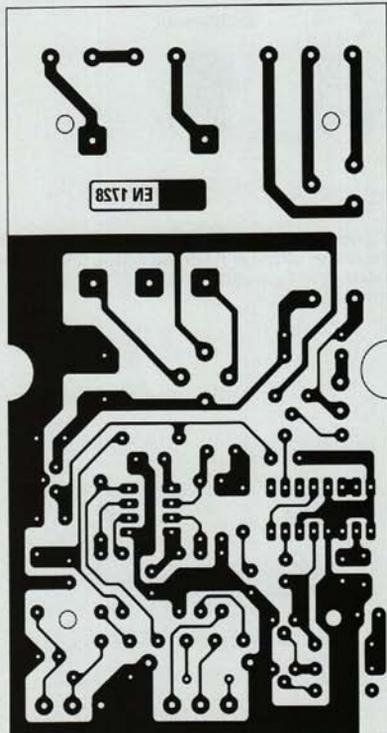


Figure 3b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine du relais microphonique, côté soudures.

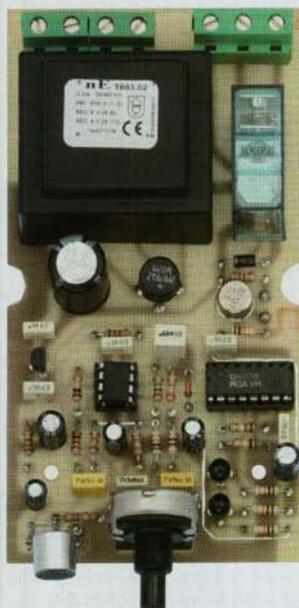


Figure 4 : Photo d'un des prototypes de la platine du relais phonique. Pour éviter d'aboutir à un montage qui ne fonctionne pas, faites toujours des soudures propres et prenez garde de ne pas court-circuiter avec une grosse goutte de tinol deux broches adjacentes, spécialement deux broches de supports d'intégrés.

Comme nous l'avons expliqué dans l'article, avant de fixer le microphone, vous devez insérer dans les trous +V, U, M, situés en bas à gauche, les trois picots. Pour identifier les broches +V, Sortie et Masse, regardez la figure 7.

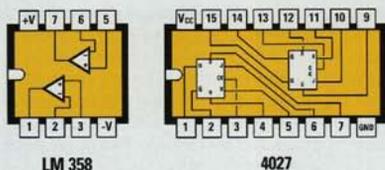


Figure 5 : Brochages du circuit intégré LM358 et du C/Mos CD4027 (équivalent du HCF4027) vus de dessus et avec repère-détrompeur en U vers la gauche.

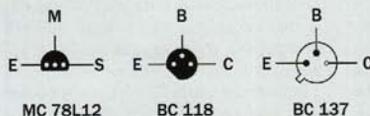


Figure 6 : Brochages du régulateur MC78L12 et des transistors BC118 et BC137 vus de dessous, c'est-à-dire du côté où les broches sortent du boîtier.



Figure 7 : Brochage du microphone MIC13 vu de dessous. La broche M (la plus large) est celle de Masse. Au centre, la broche Sortie signal.

Figure 8 : Pour allumer une ampoule ou alimenter un quelconque appareil électrique quand le relais est activé, il faut utiliser les deux sorties B-C du relais (voir figure 3).

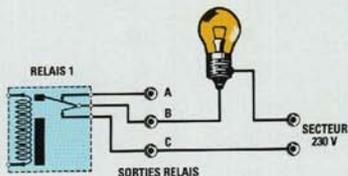
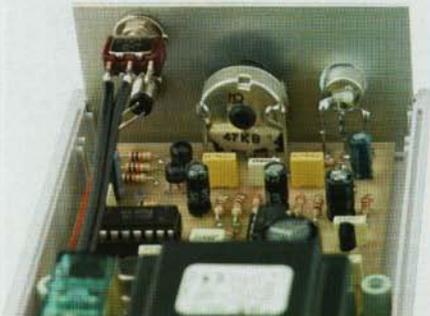


Figure 9 : Sur la face avant du boîtier on voit le microphone, le bouton de réglage de la sensibilité, le support de LED et l'inverseur de M/A S1.



Figure 10 : Les broches du microphone sont soudées sur les extrémités de trois picots insérés dans le circuit imprimé, de façon à ce que le cylindre du micro sorte en partie de la face avant.



avec les repère-détrompeurs en U orientés comme sur la figure 3a.

Après avoir soudé toutes les broches, vérifiez attentivement que deux broches adjacentes n'ont pas été court-circuitées par une grosse goutte de tinol.

Continuez en insérant les résistances dans les positions indiquées par la sérigraphie du circuit imprimé (ou à défaut du schéma électrique et du schéma d'implantation des composants), après en avoir identifié la valeur ohmique indiquée par leurs anneaux colorés.

Poursuivez par l'insertion et la soudure de la diode DS1 : son boîtier en verre est à orienter avec la bande noire vers le condensateur électrolytique C9 (voir figure 3). Puis faites de même avec la diode DS2 : son boîtier en plastique est à orienter avec la bande blanche vers la gauche, c'est-à-dire vers le pont redresseur RS1.

Vous pouvez maintenant monter les trois transistors TR1-TR2-TR3 et le petit régulateur IC3 : les méplats repère-détrompeurs orientés vers la droite comme le montre la figure 3a.

Dans le cas des deux transistors plastiques TR1-TR2 vous devez bien orienter leurs petits pans coupés vers le transformateur T1. De toute façon vous ne pouvez pas vous tromper parce que les trous forment les sommets d'un triangle et on ne peut les insérer que correctement, dans le bon sens. Le transistor métallique TR3 a un petit ergot repère-détrompeur en saillie au bord de son boîtier : orientez-le vers le transformateur T1.

Quand vous insérerez les transistors, évitez de trop presser leurs boîtiers comme si vous vouliez qu'ils s'appuient sur la surface du circuit imprimé : laissez-les plutôt légèrement soulevés, soit avec une longueur de pattes d'environ 5-6 millimètres.

Vous pouvez insérer ensuite tous les condensateurs polyester et les électrolytiques en respectant bien la polarité +/- des deux pattes. Pour faciliter cette opération, sur le circuit imprimé se trouve le symbole + près du trou de la patte positive.

Continuez avec le pont redresseur RS1 : sa broche - orientée vers le transformateur T1 et la broche + vers le condensateur polyester C7 (voir figure 3a).

Dans la partie supérieure du circuit imprimé insérez les borniers en plastique à 2+2 pôles, qui vous serviront à faire entrer la tension de secteur 230 V et à relier l'inverseur S1.

Insérez le bornier à 3 pôles servant aux sorties du relais. La patte centrale est le B : lorsque le relais est désactivé les deux contacts B-A sont court-circuités, tandis que lorsque le relais est activé, ce sont les deux contacts B-C qui le sont (voir figure 8).

Après avoir inséré dans le circuit imprimé le **relais** et le transformateur **T1**, vous pouvez accorder toute votre attention au **potentiomètre R7** et au **microphone**. Les broches du potentiomètre peuvent être insérées directement dans les trous du circuit imprimé, ou bien fixez-le avec son écrou sur la face avant. Dans ce dernier cas on reliera les broches au circuit imprimé avec de courts morceaux de fil de cuivre.

Nous vous suggérons de relier la carcasse métallique du potentiomètre à une **plaque de masse** pour éviter qu'en approchant la main du bouton, le relais ne s'active ou ne se désactive. En outre, avant de le fixer définitivement, n'oubliez pas de raccourcir son axe, évitant ainsi de vous retrouver avec un **bouton** trop éloigné de la face avant.

Pour fixer le **microphone** vous devez d'abord souder dans les **trois trous** situés sur le circuit imprimé les **trois picots** d'environ environ **10 millimètres** que vous trouverez avec le matériel disponible. À la place vous pourriez prendre des morceaux de fil de cuivre de **10 mm** de long et de **1 mm** de diamètre. Sur ces **trois broches** vous devez souder celles qui sortent du boîtier cylindrique du microphone : comme le montre la figure 7, ce sont la broche **+V**, la broche **U** d'où sort le **signal BF** et la broche **M** à relier à la **masse** (voir figure 3). Nous vous conseillons de souder les broches de ce microphone **seulement après** avoir fixé la platine à l'intérieur du boîtier plastique, afin de pouvoir centrer facilement son boîtier cylindrique dans le **trou** de la face avant (voir figure 9).

En face avant, justement, fixez l'**Inverseur S1** et le **support chromé** de la **LED**. Insérez la **LED rouge** dans son support. Si vous remarquez qu'en frappant dans vos mains près du microphone, la **LED ne s'allume pas**, c'est que vous avez interverti de manière erronée les deux fils sur les broches **A-K**.

Pour terminer le montage, insérez dans leurs supports le circuit intégré **IC1**, repère-détrompeur en **U** vers **C5** et le circuit intégré **IC2** repère-détrompeur en **U** vers la **gauche**.

## Le montage dans le boîtier

Quand vous avez fini le montage de la platine, fixez-la au fond du boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé (voir figure 1) à l'aide de **trois vis autotaraudeuses**.

Le trou de la **troisième vis**, non visible sur le dessin de la figure 3, est situé derrière le **relais**. À travers le trou du panneau arrière, faites entrer le cordon secteur **230 V** : ses extrémités seront vissées dans les borniers de gauche d'où partiront les deux fils allant à l'inverseur **S1** (voir figure 3). Toujours du panneau arrière sortent les fils du **relais** et, comme le montre la figure 8, on n'en utilise que **2**, c'est-à-dire ceux des contacts **B-C**.

Terminons en donnant les dimensions du boîtier plastique :

de face = 50 x 85 mm  
profondeur = 145 mm

## Le réglage de la sensibilité

Afin de dissiper toute équivoque, précisons que lorsque vous mettez le levier de l'inverseur **S1** sur la position **ON** de manière à alimenter le circuit, la **LED** de face avant reste **éteinte**. Si vous tournez le bouton de réglage de la **sensibilité** à mi course et émettez un **sifflement** en direction du microphone, la **LED s'allume** immédiatement pour confirmer que le **relais** s'est **activé**.

La **LED** reste **toujours allumée** et, pour l'éteindre, vous devez émettre un **second sifflement** en direction du microphone.

La **sensibilité maximale** s'obtient en tournant le bouton entièrement dans le **sens horaire** et la **sensibilité minimale** en le tournant entièrement dans le **sens anti horaire**. En fonction de vos besoins effectifs, vous réglerez le bouton du potentiomètre de manière à **activer** ou **désactiver** le relais en rapport avec l'**intensité** du son que vous voulez utiliser. Pour cela il vous suffira d'effectuer quelques essais.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce relais déclenché au son EN1728 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

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

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/111.zip> ◆

ELECTRONIQUE

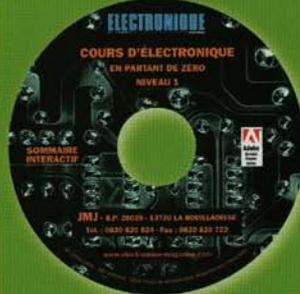
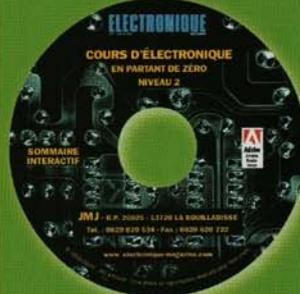
ET LOISIRS

---

50 € Les 3 CD

du Cours  
d'électronique

Sommaire interactif  
CD-ROM  
entièrement imprimable

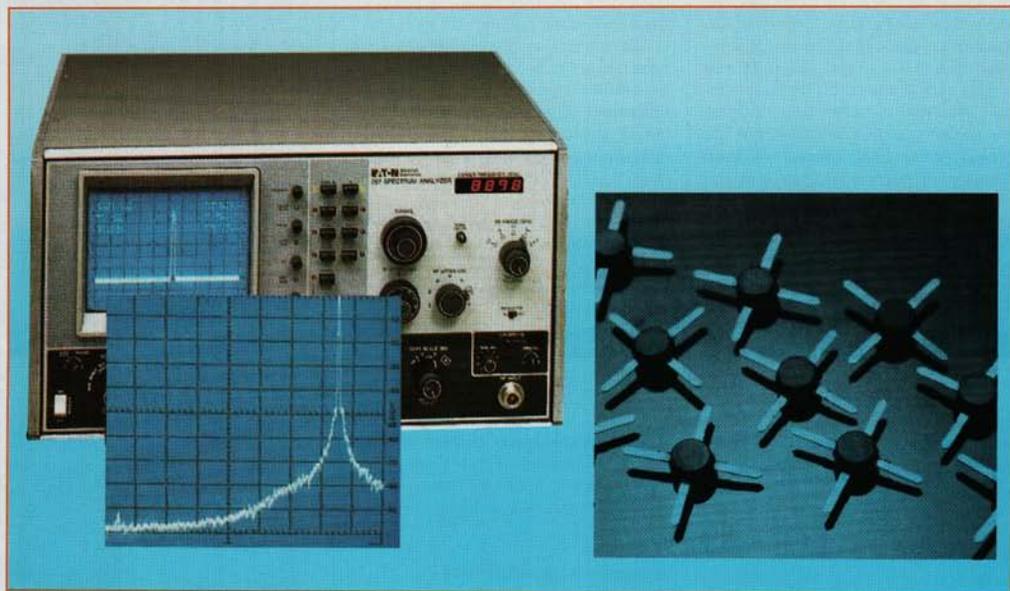

FRAIS DE PORT INCLUS  
POUR LA FRANCE  
DOM-TOM ET AUTRES PAYS:  
NOUS CONSULTER

JMJ/EDITIONS  
B.P. 20025  
13720 LA BOUILLADISSE  
Tél. : 0820 820 834

Commandez également par Internet:  
[www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com)

# Deux oscillateurs MAV11 jusqu'à 1 GHz dont un modulé en FM

Ceux qui ont besoin d'oscillateurs VHF-UHF en mesure de fournir une puissance d'environ 10 mW avec une impédance de sortie de 50-52 ohms, pourront réaliser ces deux schémas simples utilisant un circuit intégré monolithique MAV11. Les schémas que nous vous présentons pourront être utilisés comme Générateurs ou comme Microémetteurs.



Dans beaucoup de textes d'électronique on trouve l'affirmation selon laquelle pour faire osciller un circuit intégré monolithique comme le MAV11, il suffit d'appliquer sur son entrée le signal prélevé à sa sortie en le déphasant de  $180^\circ$ . À partir de ce dogme, beaucoup de lecteurs possédant un de ces circuits intégrés monolithiques (voir figure 1) et sachant qu'il est en mesure d'amplifier des signaux jusqu'à 1,5 GHz, ont tenté de le transformer en un oscillateur RF en gamme VHF-UHF dans le but de réaliser des étages oscillateurs dans une gamme de fréquences allant d'environ 70 MHz à 1 GHz. Mais comme, malgré d'innombrables tentatives, le circuit intégré s'est toujours refusé à

osciller, ils se sont tournés vers nous dans l'espoir que nous les aidions à trouver un schéma fiable. Pour faciliter le travail de ces expérimentateurs entreprenants, disons tout d'abord que pour transformer un amplificateur monolithique en un oscillateur VHF, il est nécessaire d'en relier l'entrée avec la sortie par l'intermédiaire d'un réseau L/C, qui devra être accordé sur la fréquence requise.

Ne sachant prévoir sur quelle fréquence ces lecteurs voudront réaliser des microémetteurs VHF, nous avons pensé vous proposer deux solutions, de manière à permettre à chacun de faire le choix le plus opportun en fonction de ses exigences spécifiques.

MAV11

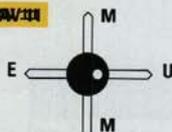


Figure 1 : Brochage vu de dessus du circuit intégré monolithique MAV11 agrandi 4 fois. Sur son boîtier se trouve un petit point blanc en face de la patte ou broche de sortie. Du côté opposé on trouve la broche d'Entrée et les deux autres broches indiquées M sont à relier à la masse.

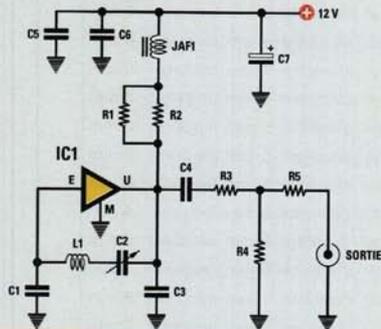


Figure 2 : Schéma électrique de l'étage oscillateur avec MAV11 en mesure de fournir à sa sortie une puissance de 10 mW jusqu'à une fréquence maximale de 1 GHz. Dans le Tableau 1 vous trouverez les données pour construire la self L1, choisir les condensateurs C1-C3 et le condensateur ajustable C2, afin d'obtenir la gamme de fréquences requise. Le schéma d'implantation des composants de ce montage est donné figure 5 et la photo d'un des prototypes de la platine figure 6.

### Liste des composants EN1738

R1	.....	220
R2	.....	220
R3	.....	15
R4	.....	68
R5	.....	15
C1	.....	voir Tableau 1
C2	.....	voir Tableau 1
C3	.....	voir Tableau 1
C4	.....	100 pF céramique
C5	.....	10 nF céramique
C6	.....	100 nF céramique
C7	.....	10 µF électrolytique/16V
JAF1	..	self 10 µH
L1	.....	self voir Tableau 1
IC1	.....	circuit intégré monolithique MAV11

## GÉNÉRATEUR VHF de 70 à 990 MHz

Le premier schéma, visible en figure 2, est un **Générateur VHF** simple : il couvre la gamme de fréquences allant d'environ **70 MHz** jusqu'à **990 MHz**. Ce circuit peut être utile à tous ceux qui, **n'ayant pas de Générateur VHF**, ont besoin d'un signal d'environ **10 mW** (ou **+10 dBm**) pour régler des appareils VHF, ou pour rayonner un signal avec une minuscule **antenne fouet**, ou encore pour **piloter** des étages amplificateurs VHF de moyenne puissance. Comme vous pouvez noter sur le schéma électrique de la figure 2, pour **déphaser** le signal il suffit de relier en série, entre la sortie et l'**entrée** de l'amplificateur, la self **L1** avec en série le **condensateur ajustable C2** et les deux condensateurs **C1-C3**. En fonction du nombre de **spires** de la self **L1** et de la **capacité** du **condensateur ajustable C2**, on pourra produire une vaste gamme de **fréquences**, comme indiqué dans le **Tableau 1**.

Revenons au schéma électrique de la figure 2, vous pouvez noter que le pont diviseur constitué des trois résistances **R3-R4-R5** forme un **atténuateur** à **-6dB**, lequel non seulement améliore l'adaptation de l'impédance de sortie mais en outre découple l'oscillateur par rapport aux étages suivants (**antennes** ou autres brins **rayonnants**), ce qui évite des désadaptations d'impédance. Les résistances **R1-R2** reliées à la douille de **Sortie** sont en revanche calculées

pour y obtenir une tension de **5,5 V**, ce qui fait consommer au **MAV11** un courant d'environ **59 mA**. Pour trouver la valeur des résistances **R1-R2** il est possible d'utiliser la formule :

$$R = [(V_{cc} - V_{pin\ sortie}) : mA] \times 1\ 000$$

**R** = valeur de la résistance en  $\Omega$  (ohm)  
**Vcc** = tension d'alimentation  
**Vpin sortie** = tension sur la broche de **sortie**  
**mA** = courant que doit consommer le **MAV11**

donc nous aurons :

$$[(12 - 5,5) : 60] \times 1\ 000 = 108\ \text{ohms}\ \text{environ}$$

Pour obtenir cette valeur **non standard** il suffit de relier en parallèle deux résistances de **220 ohms 1/4 W**, on obtient ainsi une valeur définitive de **220 : 2** soit **110 ohms 1/2 W**.

## VFO modulé en FM de 70 à 800 MHz

Le second schéma, figure 3, est un **Générateur VHF** qu'il est possible de **moduler** en FM. Il peut donc être utilisé pour réaliser des **microphones VHF** ou des **microémetteurs TV** en mesure de transmettre sur des petites distances des **images** et des **sons** prélevés sur des **caméras vidéo** ou des prises **péritel**.

Avec ce schéma aussi on peut s'attendre à une **puissance** de sortie d'environ **10 mW** ou **+10 dBm**. Comme vous pouvez le voir sur le schéma électrique de la figure 3, pour **moduler** le signal VHF et pour obtenir la variation de la fréquence de sortie on utilise une classique **diode varicap DV1 BB329**, ou son équivalent **BB909**, qui a une capacité maximale de **35-38 pF**.

Ce circuit **VCO** pourrait être couplé à un circuit **PLL**. Pour moduler le signal VHF il faut un signal **BF** de faible puissance, que l'on peut prélever sur un petit préamplificateur **BF**. Si l'amplitude du signal **BF** est trop élevée, au point de surmoduler le signal VHF, il faudra l'**atténuer** par l'intermédiaire d'un **trimmer** ou d'un pont diviseur **résistif**. Le trimmer **R1** présent sur ce schéma est utilisé pour faire varier l'**accord** entre les **fréquences minimale** et **maximale** données dans le **Tableau 2**, en fonction du nombre de **spires** de la self **L1** et de la capacité des deux condensateurs **C3-C6**.

Le schéma électrique de la figure 3, montre que le pont diviseur constitué des trois résistances **R7-R8-R9** constitue un **atténuateur** à **-6dB** qui non seulement améliore l'adaptation de l'impédance de sortie, mais aussi permet de découpler l'oscillateur des étages suivants, par exemple les **antennes** ou autres **brins rayonnants**, ce qui évite là encore d'inutiles désadaptations d'impédance. Les résistances **R5-R6** reliées à la douille de **Sortie** sont en revanche calculées en fonction

Tableau 1

C1-C3 en pF	C2 en pF	Fréquence min-max	Dimensions self L1 fil émaillé diamètre 0,5
1,8 pF	1,5 - 5 pF	840 - 1.040 MHz	2 spires sur diamètre 3 mm longueur 4 mm
1,8 pF	1,5 - 5 pF	740 - 860 MHz	4 spires sur diamètre 3 mm longueur 6 mm
4,7 pF	1,5 - 5 pF	520 - 740 MHz	4 spires sur diamètre 3 mm longueur 6 mm
6,8 pF	1,5 - 5 pF	450 - 860 MHz	4 spires sur diamètre 3 mm longueur 6 mm
6,8 pF	1,5 - 5 pF	400 - 580 MHz	5 spires sur diamètre 3 mm longueur 6 mm
8,2 pF	1,5 - 5 pF	374 - 560 MHz	5 spires sur diamètre 3 mm longueur 6 mm
8,2 pF	1,5 - 5 pF	310 - 400 MHz	5 spires sur diamètre 5 mm longueur 6 mm
12 pF	1,5 - 5 pF	260 - 370 MHz	5 spires sur diamètre 5 mm longueur 6 mm
15 pF	1,5 - 5 pF	230 - 360 MHz	5 spires sur diamètre 5 mm longueur 6 mm
15 pF	1,5 - 5 pF	200 - 270 MHz	7 spires sur diamètre 5 mm longueur 6 mm
22 pF	1,5 - 5 pF	160 - 260 MHz	7 spires sur diamètre 5 mm longueur 6 mm
33 pF	1,5 - 5 pF	150 - 260 MHz	7 spires sur diamètre 5 mm longueur 6 mm
33 pF	5,0 - 30 pF	115 - 190 MHz	7 spires sur diamètre 7 mm longueur 6 mm
47 pF	5,0 - 30 pF	70 - 130 MHz	8 spires sur diamètre 5 mm longueur 6 mm

**Note :** Avant de réaliser le self L1 vous devrez vérifier le diamètre autour duquel vous allez bobiner le fil émaillé, le nombre de spires et la longueur totale du solénoïde. Comme support nous vous conseillons d'utiliser une queue de foret pour perceuse.

Les fréquences reportées dans le Tableau sont indicatives, parce qu'elles peuvent varier en fonction de la tolérance des condensateurs céramiques C1-C3 et aussi de l'espacement entre les spires. Si on resserre les spires la fréquence diminue, si on les espace la fréquence augmente. Le fil de cuivre doit être émaillé et son diamètre est d'environ 0,5 mm.

### Liste des composants EN1739

- R1 ..... 10 k trimmer
- R2 ..... 10 k
- R3 ..... 47 k
- R4 ..... 47 k
- R5 ..... 220
- R6 ..... 220
- R7 ..... 15
- R8 ..... 68
- R9 ..... 15
- C1 ..... 100 nF céramique
- C2 ..... 100 nF céramique
- C3 ..... voir Tableau 2
- C4 ..... 1 nF céramique
- C5 ..... 1 nF céramique
- C6 ..... voir Tableau 2
- C7 ..... 100 pF céramique
- C8 ..... 10 nF céramique
- C9 ..... 100 nF céramique
- C10 ... 10 µF électrolytique/16V
- JAF1 .. self 10 µH
- DV1 ... diode varicap BB329 - BB909
- L1 ..... self voir Tableau 2
- IC1 .... circuit intégré monolithique MAV11

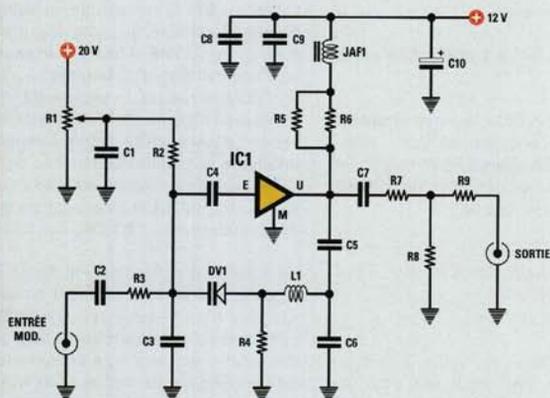


Figure 3 : Ce circuit peut être modulé en FM. Le Tableau 2 indique les valeurs des condensateurs C3-C6 et les caractéristiques de la self L1.

Tableau 2

C3-C6 en pF	Fréquence min-max	Dimensions self L1 fil émaillé diamètre 0,5
1,8 pF	840 - 1.040 MHz	2 spires sur diamètre 3 mm longueur 6 mm
1,8 pF	740 - 860 MHz	4 spires sur diamètre 3 mm longueur 6 mm
4,7 pF	520 - 740 MHz	4 spires sur diamètre 3 mm longueur 6 mm
6,8 pF	450 - 860 MHz	5 spires sur diamètre 3 mm longueur 6 mm
12 pF	400 - 580 MHz	5 spires sur diamètre 5 mm longueur 6 mm
15 pF	374 - 560 MHz	7 spires sur diamètre 5 mm longueur 5 mm
22 pF	310 - 400 MHz	7 spires sur diamètre 5 mm longueur 5 mm
33 pF	260 - 370 MHz	7 spires sur diamètre 5 mm longueur 5 mm
47 pF	230 - 360 MHz	8 spires sur diamètre 7 mm longueur 6 mm

**Note :** Avant de réaliser la self L1 vous devez vérifier le diamètre autour duquel vous allez bobiner le fil émaillé, le nombre de spires et la longueur totale du solénoïde. Comme support nous vous conseillons d'utiliser une queue de foret pour perceuse. Les fréquences reportées dans le Tableau sont indicatives, parce qu'elles peuvent varier en fonction de la tolérance des condensateurs céramiques C3-C6 et aussi de l'espacement entre les spires. Si on resserre les spires la fréquence diminue, si on les espace la fréquence augmente. Le fil de cuivre doit être émaillé et son diamètre est d'environ 0,5 mm.

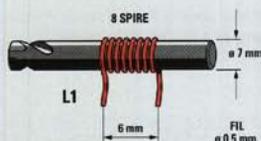


Figure 4 : Pour réaliser la self L1 prenez du fil de cuivre émaillé de 0,5 mm et bobinez autour d'une queue de foret de perceuse du diamètre requis le nombre de spires nécessaire. Les spires sont d'abord enroulées jointives et ensuite on les espace jusqu'à obtenir la longueur requise. Les deux extrémités de la self doivent être raclées pour enlever la couche d'émail puis étamées afin de préparer l'insertion et la soudure sur les pistes du circuit imprimé.

de la tension d'alimentation pour obtenir une tension d'environ 5,5 V, ce qui fait consommer au MAV11 un courant d'environ 59 mA. Là encore, pour trouver la valeur des résistances R5-R6 il est possible d'utiliser la formule :

$$R = [(V_{cc} - V_{pin\ sortie}) : mA] \times 1\ 000$$

R = valeur de la résistance en  $\Omega$  (ohm)  
 $V_{cc}$  = tension d'alimentation  
 $V_{pin\ sortie}$  = tension sur la broche de sortie  
 mA = courant que doit consommer le MAV11

donc nous aurons :

$$[(12 - 5,5) : 60] \times 1\ 000 = 108\ \text{ohms environ}$$

Pour obtenir cette valeur non standard il suffit de relier en parallèle deux résistances de 220 ohms 1/4 W. Nous obtenons ainsi une valeur définitive de  $220 : 2 = 110\ \text{ohms } 1/2\ W$ .

### La réalisation pratique du générateur VHF de 70 à 990 MHz

Pour réaliser le Générateur VHF dont le schéma d'implantation des composants

est visible figure 5, fabriquez ou procurez-vous le circuit imprimé EN1738 (les figures 5b-1 et 2 en donnent les dessins à l'échelle 1:1) et montez en premier le petit circuit intégré monolithique MAV11 IC1.

Quand vous aurez en main ce minuscule circuit intégré à 4 broches en croix, vous vous demanderez comment identifier la broche d'Entrée E et celle de Sortie U sans oublier les deux de masse M : la figure 1 vous ôtera tout doute à ce sujet, le point blanc repère-détrompeur en face de la sortie U empêchant toute inversion. Appliquez donc le circuit intégré sur le circuit imprimé de manière à ce que ce point blanc soit orienté vers la droite, soit vers les résistances R1-R2 (voir figure 5). Soudez avec une goutte de tinol la broche U sur la piste de cuivre circuit imprimé, puis soudez la broche E à gauche et en dernier les deux broches M de masse. Une fois ceci terminé, prenez les deux résistances R1-R2 et, après les avoir insérées et soudées sur la piste du circuit imprimé où aboutit la self JAF1, soudez leurs autres pattes sur la pastille de sortie du circuit intégré monolithique IC1, comme le montre la figure 5a.

Après les résistances R1-R2 vous pouvez insérer dans le circuit imprimé les résistances R3-R4-R5 et la minuscule

self JAF1. Maintenant vous pouvez appliquer et souder sur le circuit imprimé le condensateur électrolytique C7, en respectant sa polarité, n'oubliez pas que sa patte la plus longue correspond au positif. Quand vous insérez dans circuit imprimé les condensateurs céramiques C4-C5-C6, souvenez-vous que sur leur boîtier sont imprimées les valeurs codées :

C4 de 100 pF 101  
 C5 de 10 nF 103  
 C6 de 100 nF 104

Les valeurs des deux autres condensateurs céramiques C1-C3 et du condensateur ajustable C2 sont à choisir en fonction de la gamme de fréquences que vous voulez obtenir et pour cela vous pouvez consulter le Tableau 1. Admettons que vous vouliez réaliser un oscillateur VHF couvrant la gamme 70-130 MHz, il suffira de bobiner sur un diamètre de 7 mm 8 spires jointives, puis de les espacer jusqu'à obtenir un solénoïde d'une longueur de 6 mm exactement (voir figure 4).

Avant d'appliquer la self L1 sur le circuit imprimé, raclez les extrémités des deux fils de manière à enlever l'émail isolant, puis étamez ces bouts de manière à préparer l'insertion et la soudure sur les pistes.

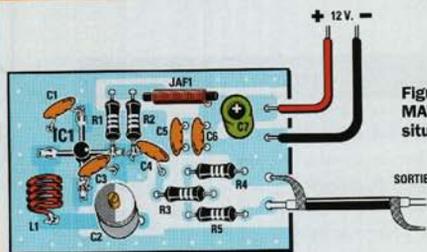


Figure 5a : Schéma d'implantation des composants de l'étage oscillateur avec MAV11 dont le schéma électrique est visible figure 2. Le petit point blanc situé sur le boîtier du MAV11 doit être orienté vers les résistances R1-R2.

Figure 5b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'étage oscillateur avec MAV11, côté soudures.

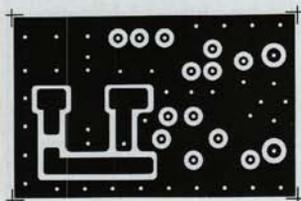


Figure 5b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'étage oscillateur avec MAV11, côté composants (plan de masse).

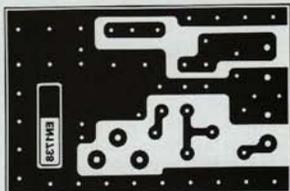


Figure 6 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'étage oscillateur avec MAV11. Nous conseillons de protéger ce montage avec un petit boîtier métallique, sinon en approchant la main de la self L1 ou du circuit intégré IC1, sa fréquence se modifiera.



Vous pouvez relier au circuit imprimé les fils **rouge** et **noir** d'alimentation **+12 V**. Pour la sortie du signal **VHF** vous devrez nécessairement utiliser un morceau de **petit câble coaxial RG174** ou **RG142**, en insérant la tresse de blindage dans le trou situé près de la résistance **R4**. Pour connaître la valeur de la **fréquence produite** vous devrez nécessairement disposer d'un **fréquence-mètre numérique**, sauf si vous avez un récepteur pouvant être accordé sur la fréquence requise.

**Important** : une fois le montage terminé, si vous approchez la main de la self **L1** ou du circuit, la fréquence produite variera sous l'effet de la **capacité parasite** introduite par la main.

### La réalisation pratique du VFO modulé en FM de 70 à 800 MHz

Pour réaliser le **VFO** dont le schéma d'implantation des composants est visible figure 7, vous devez vous procurer

(ou fabriquer à partir des dessins donnés figures 7b-1 et 2) le circuit imprimé **EN1739** sur lequel vous monterez tout d'abord le petit circuit intégré monolithique **MAV11 IC1**.

Comme nous l'avons déjà dit, ce minuscule circuit intégré est doté de **4 broches en croix** comme le montre la figure 1. Appliquez donc le circuit intégré sur le circuit imprimé de manière à ce que le point blanc soit orienté vers la **droite**, soit vers les résistances **R5-R6** (voir figure 7).

Soudez avec une goutte de tinol la broche **U** sur la piste de cuivre circuit imprimé, puis soudez la broche **E** à gauche et en dernier les deux broches **M** de masse.

Une fois ceci terminé, prenez les deux résistances **R5-R6** et, après les avoir insérées et soudées sur la piste du circuit imprimé où aboutit la self **JAF1**, soudez leurs autres pattes sur la pastille de sortie du circuit intégré monolithique **IC1**, comme le montre la figure 7a.

Après les résistances **R5-R6** vous pouvez insérer dans le circuit imprimé toutes les autres **résistances**, le **trimmer R1** et la minuscule self **JAF1**.

Vous pouvez maintenant appliquer et souder sur le circuit imprimé le condensateur **électrolytique C10** et, comme vous le savez, vous devez respecter la **polarité +/-** de ses deux pattes. Quand vous insérez sur le circuit imprimé les condensateurs **céramiques C1 à C9**, souvenez-vous que sur leur boîtier sont imprimées les valeurs codées :

<b>C1-C2</b> de <b>100 nF</b>	<b>104</b>
<b>C4-C5</b> de <b>1 nF</b>	<b>102</b>
<b>C7</b> de <b>100 pF</b>	<b>101</b>
<b>C8</b> de <b>10 nF</b>	<b>103</b>
<b>C9</b> de <b>100 nF</b>	<b>104</b>

Les valeurs des condensateurs céramiques **C3-C6** seront choisies en fonction de la **gamme de fréquences** que l'on désire obtenir en sortie et pour cela vous pouvez consulter le **Tableau 2** (de même pour la self **L1**). Admettons que vous vouliez réaliser un oscillateur **VHF** couvrant la gamme **70-110 MHz**.

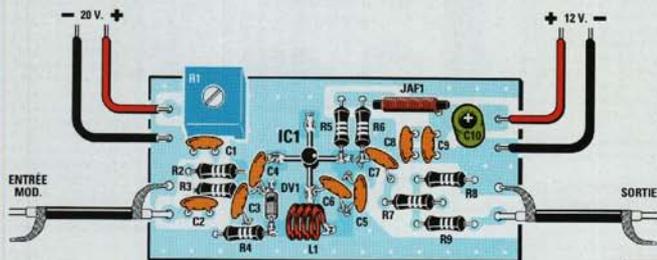


Figure 7a : Schéma d'implantation des composants de l'étage VFO FM avec MAV11 dont le schéma électrique est visible figure 3. Le signal peut être modulé en FM en appliquant un signal de BF sur le fil blindé situé à gauche et indiqué «Entrée Modulation». Pour modifier la fréquence de cet oscillateur il suffit d'appliquer une tension continue de 20 V sur les deux fils en haut à gauche et ensuite de tourner le curseur du trimmer R1.

Figure 7b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'étage VFO FM avec MAV11, côté soldures.

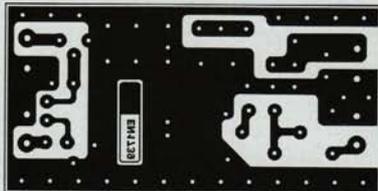


Figure 7b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'étage VFO FM avec MAV11, côté composants (plan de masse).

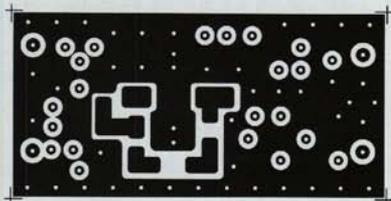


Figure 8 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'étage VFO FM avec MAV11. Pour réaliser la self L1 consultez le Tableau 2.



Figure 9 : Photos des prototypes des platines du Générateur VHF EN1738 et du VFO modulé en FM EN1739 prêtes à être installées dans leurs boîtiers métalliques.



il suffira de bobiner sur un **diamètre de 7 mm 8 spires** jointives, puis de les espacer jusqu'à obtenir un solénoïde d'une **longueur de 6 mm** exactement (voir figure 4). Avant de souder la **self L1** sur le circuit imprimé, **raclez** les extrémités des deux fils de manière à enlever l'**émail isolant**, puis étamez ces bouts de manière à préparer l'insertion et la soudure sur les pistes.

À gauche de la self **L1** insérez le **diode varicap BB329** ou **BB909** (voir DV1), en orientant bien sa **bande noire** vers le **haut**. Vous pouvez relier au circuit imprimé les fils **rouge** et **noir** d'alimentation **+12 V** et ceux des **20 V**, servant à modifier la fréquence de l'oscillateur

en agissant sur le trimmer **R1**. Pour la sortie du signal **VHF** vous devrez nécessairement utiliser un morceau de **petit câble coaxial RG174** ou **RG142**, en insérant la tresse de blindage dans le trou situé près de la résistance **R8**.

Pour connaître la valeur de la **fréquence produite** vous devrez nécessairement disposer d'un **fréquence-mètre numérique**, sauf si vous avez un récepteur pouvant être accordé sur la fréquence requise.

**Important** : une fois le montage terminé, si vous approchez la main de la self **L1** ou du circuit, la fréquence produite variera sous l'effet de la **capacité parasite** introduite par la main.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ces deux oscillateurs MAV11 jusqu'à 1 GHz **EN1738-1739** est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

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

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/111.zip>.

# LABORATOIRE &

## FRÉQUENCÉMÈTRE PROGRAMMABLE

Ce fréquencesmètre programmable est en mesure de soustraire ou d'ajouter une valeur quelconque de MF à la valeur Lc. Fmax 50 MHz sur 9 digits. Alim. 12 Vdc.

EN1461... Kit complet avec boîtier ..... 128,00 €  
EN1461KM Kit complet version montée..... 179,00 €

## FRÉQUENCÉMÈTRE ANALOGIQUE

Ce fréquencesmètre permet de mesurer des fréquences allant jusqu'à 100 kHz. La sortie est à connecter sur un multimètre afin de visualiser la valeur. Alimentation: 12 Vdc.

EN1414... Kit complet avec boîtier ..... 34,00 €  
EN1414KM Kit complet version montée..... 49,00 €

## FRÉQUENCÉMÈTRE À 9 CHIFFRES LCD 55 MHz

Ce fréquencesmètre numérique utilise un afficheur LCD "intelligent" à 16 caractères et il peut lire une fréquence jusqu'à 55 MHz; il visualise sur les 9 chiffres de l'afficheur, mais il peut aussi soustraire ou ajouter la valeur de la MF d'un récepteur à l'aide de trois boutons seulement.

EN1525... Kit complet avec boîtier ..... 69,50 €  
EN1526... Kit alimentation de l'EN1525... 20,00 €  
EN1525KM Version montée avec alim ..... 134,00 €

## FRÉQUENCÉMÈTRE NUMÉRIQUE 10 KHZ À 2 GHz

Sensibilité (Veff): 2,5 mV de 10 Hz à 1,5 MHz, 3,5 mV de 1,5 MHz à 7 MHz, 10 mV de 8 MHz à 60 MHz, 5 mV de 70 MHz à 800 MHz, 8 mV de 800 MHz à 2 GHz. Base de temps sélectionnable: 0,1 - 1 - 10 sec. Lecture sur 8 digits. Alimentation 220 VAC.

EN1374... Kit complet avec boîtier ..... 206,00 €  
EN1374KM Kit complet version montée..... 273,00 €

## PRÉAMPLI D'INSTRUMENTATION 400 KHZ À 2 GHz

Impédance d'entrée et de sortie: 52 Ω. Gain: 20 dB env. à 100 kHz, 18 dB env. à 150 MHz, 16 dB env. à 500 MHz, 15 dB env. à 1000 MHz. 10 dB env. à 2000 MHz. Figure de bruit: < 3 à 3 dB. Alimentation: 9 Vcc (pile non fournie).

EN1169... Kit complet avec boîtier ..... 20,00 €  
EN1169KM Kit complet version montée..... 30,00 €

## VFO PROGRAMMABLE DE 20 MHz À 1,2 GHz

Ce VFO est un véritable petit émetteur avec une puissance HF de 10 mW sous 50 Ω. Il possède une entrée modulation et permet de couvrir la gamme de 20 à 1 200 MHz avec 8 modes distincts (EN1235/1 à EN1235/8). Basé sur un PLL, ses roues codées permettent de choisir la fréquence désirée. Puissance de sortie: 10 mW. Entrée: modulation, Alim.: 220 VAC. Gamme de fréquence: 20 à 1 200 MHz en 8 modes.

EN1234... Kit complet avec boîtier ..... 172,20 €  
et 1 module au choix ..... 172,20 €  
EN1234KM Kit monté avec boîtier ..... 241,00 €  
et 1 module au choix ..... 241,00 €

## MODULES CMS

Modules CMS pour le EN1234/K, livrés montés.

EN1235-1. Module 20 à 40 MHz ..... 19,70 €  
EN1235-2. Module 40 à 85 MHz ..... 19,70 €  
EN1235-3. Module 70 à 150 MHz ..... 19,70 €  
EN1235-4. Module 140 à 205 MHz ..... 19,70 €  
EN1235-5. Module 245 à 405 MHz ..... 19,70 €  
EN1235-6. Module 390 à 610 MHz ..... 19,70 €  
EN1235-7. Module 590 à 830 MHz ..... 19,70 €  
EN1235-8. Module 800 MHz à 1,2 GHz ..... 19,70 €

## GÉNÉRATEUR SINUS 1KHZ

Il est possible, à partir de quelques composants, de réaliser un oscillateur BF simple mais capable de produire un signal à fréquence fixe à très faible distorsion. Qui plus est, même si le montage que nous vous proposons produit, à l'origine, un signal à 1 000 Hz, il vous sera toujours possible de faire varier cette fréquence par simple substitution de 3 condensateurs et 2 résistances. Alimentation: 9 à 12 Vdc.

EN1494... Kit complet avec boîtier ..... 26,00 €  
EN1484KM Kit complet version montée..... 36,00 €

## DEUX GÉNÉRATEURS DE SIGNAUX BF

Comme nul ne peut exercer un métier avec succès sans disposer d'une instrumentation adéquate, nous vous proposons de compléter votre laboratoire en construisant deux appareils essentiels: un montage et à la maintenance des dispositifs électroniques. Il s'agit de deux générateurs BF: le EN5031 produit des signaux triangulaires et le EN5032, des signaux sinusoidaux. Alimentation: 9 à 12 Vdc.

EN5031... Kit générateur de signaux triangulaires avec coffret ..... 32,00 €  
EN5031KM Kit complet version montée..... 52,00 €  
EN5032... Kit générateur de signaux sinusoidaux avec coffret ..... 45,00 €  
EN5032KM Kit complet version montée..... 68,00 €  
EN5004... Kit alimentation de laboratoire ..... 71,00 €  
EN5004KM Kit complet version montée..... 117,00 €

## GÉNÉRATEUR BF 10HZ - 50KHZ

D'un coût réduit, ce générateur BF pourra vous rendre bien des services à tous les amateurs qui mettent au point des amplificateurs, des préamplificateurs BF ou tous autres appareils nécessitant un signal BF. Sa plage de fréquence va de 10 Hz jusqu'à 50 kHz (en 4 gammes). Les signaux disponibles sont: sinus - triangle - carré. La tension de sortie est variable entre 0,1 et 0,5 Vpp.

EN1337... Kit complet avec boîtier ..... 75,50 €  
EN1337KM Kit complet version montée..... 100,00 €

## TESTEUR DE TRANSISTOR

Ce montage didactique permet de réaliser un simple testeur de transistor. Alim: alimentation: pile de 9 V (non fournie).

EN5014... Kit complet avec boîtier ..... 50,30 €  
EN5014KM Kit complet version montée..... 75,00 €

## TABLE DE VÉRITÉ ÉLECTRONIQUE

Cette table de vérité électronique est un testeur de portes logiques. Il permet de voir quel niveau logique apparaît en sortie des différentes portes en fonction des niveaux logiques présents sur les entrées. Alimentation: pile de 9 V (non fournie).

EN5022... Table de vérité électronique ..... 47,30 €  
EN5022KM Kit complet version montée..... 71,00 €

## TESTEUR POUR THYRISTOR ET TRIAC

A l'aide de ce simple montage didactique il est possible de comprendre comment se comporte un thyristor ou un triac lorsque sur ses broches lui sont appliquées une tension continue ou alternative. Alimentation: pile de 9 V (non fournie).

EN5019... Kit complet avec boîtier ..... 62,70 €  
EN5019KM Kit complet version montée..... 88,00 €

## TESTEUR DE CAPACITÉ POUR DIODES VARICAPS

Combien de fois avez-vous tenté de connecter à un condensateur une diode varicap pour connaître son exacte capacité sans jamais y arriver? Si vous voulez connaître la capacité exacte d'une quelconque diode varicap, vous devez constituer cet appareil. Lecture: sur testeur analogique en µA ou galvanomètre. Alimentation: pile de 9 V (non fournie).

EN1274... Kit complet avec boîtier ..... 43,00 €  
EN1274KM Kit complet version montée..... 59,00 €

## TESTEUR DE POLARITÉ D'UN HAUT-PARLEUR

Pour connecter en phase les haut-parleurs d'une chaîne stéréo, il est nécessaire de connaître la polarité des entrées. Ce kit vous permettra de distinguer, avec une extrême facilité, le pôle positif et le pôle négatif d'un quelconque haut-parleur à membranes acoustiques. Alimentation: Pile de 9 V (non fournie).

EN1481... Kit complet avec boîtier ..... 13,00 €  
EN1481KM Kit complet version montée..... 19,00 €

## UN SISMOGRAMME AVEC DÉTECTEUR PENDULAIRE ET INTERFACE PC



Pour visualiser sur l'écran de votre ordinateur les sismogrammes d'un tremblement de terre vous n'avez besoin que d'un détecteur pendulaire, de son alimentation et d'une interface PC avec son logiciel approprié. C'est dire que cet appareil est simple et économique.

EN1358D... Détecteur pendulaire ..... 145,00 €  
EN1358DKM... Détecteur pendulaire version montée ..... 195,00 €

EN1359... Alimentation 24 volts ..... 72,00 €  
EN1359KM... Alimentation 24 volts version montée ..... 100,80 €

EN1500... Interface avec boîtier + CDROM Sismogest version montée ..... 130,00 €

EN1500... Interface avec boîtier + CDROM Sismogest version montée ..... 182,00 €

## SISMOGRAPHE

Traduction des mouvements des plaques tectoniques en dessin numérique, l'activité sismique de la planète peut se mesurer à partir de ce sismographe numérique. Sa sensibilité très élevée, donnée par un balancier pendulaire vertical, lui permet d'enregistrer chaque secousse. Les traces du sismographe révèlent une activité permanente insoupçonnée qui est très intéressant de découvrir. Alimentation: 230 V. Sensibilité de détection: faible intensité jusqu'à 200 km, moyenne intensité jusqu'à 900 km, forte intensité jusqu'à 6000 km. Impression: thermique. Balancier: vertical. Afficheur: 4 digits.

EN1358... Kit complet avec boîtier et une imprimante thermique ..... 655,40 €

EN1358... Kit complet version montée..... 917,00 €

## CAPACIMÈTRE DIGITAL AVEC AUTO-ZERO

Cet appareil permet la mesure de tous les condensateurs compris entre 0,1 pF et 200 µF. Un bouton poussoir permet de compenser automatiquement les capacités parasites. 6 gammes sont sélectionnables par l'intermédiaire d'un commutateur présent en face avant. Un afficheur de 4 digits permet la lecture de la valeur. **Spécifications techniques:** Alimentation: 230 V / 50 Hz - Etendue de mesure: 0,1 pF à 200 µF. Gammes de mesure: 0,1 pF / 200 pF - 1 / 2 000 pF - 0,01 nF / 20 nF - 0,1 nF / 200 nF - 0,001 µF / 2 µF - 0,1 µF / 200 µF - Autozero: oui. Affichage: 5 digits.

EN1340... Kit complet avec boîtier ..... 135,50 €

EN1340KM Kit complet version montée..... 174,00 €

## CAPACIMÈTRE POUR MULTIMÈTRE

Ce capacimètre pour multimètre, à la fois très précis, simple à construire et économique vous permettra d'effectuer toutes les mesures de capacité, à partir de quelques picofarads, avec une précision dépendant essentiellement du multimètre (analogique ou numérique), que vous utiliserez comme unité de lecture. Alimentation: 9 Vdc.

EN5033... Kit complet avec boîtier ..... 41,00 €

EN5033KM Kit complet version montée..... 62,00 €

## RESMÈTRE

Le contrôleur que nous vous présentons NE mesure PAS la capacité en µF d'un condensateur électrolytique, mais il contrôle seulement ses RES (en anglais ERS: "Equivalent Series Resistance"). Grâce à cette mesure, on peut établir l'efficacité restante d'un condensateur électrolytique ou savoir s'il est à ce point vieillissant qu'il vaut mieux le jeter plutôt que de le monter! Alimentation: 9 Vdc.

EN1518... Kit complet avec boîtier ..... 46,35 €

EN1518KM Kit complet version montée ..... 65,00 €

## UN GÉNÉRATEUR DE FIGURES DE LISSAJOUS

Quand le physicien français Jules Antoine LISSAJOUS (1822-1880) fabrique un appareil mécanique, constitué de deux diapasons et de deux miroirs, grâce auquel

il réussit à rendre visible la composition géométrique de deux mouvements harmoniques de fréquences identiques ou différentes, il ne pensait certainement pas que son nom serait, indolablement lié à un instrument de mesure, n'existant pas alors, que nous connaissons aujourd'hui sous le nom d'oscilloscope.

EN1612... Kit complet avec boîtier ..... 43,00 €

EN1612KM Kit complet version montée..... 65,10 €

## UN CONVERTISSEUR DE 20 À 200 MHz POUR OSCILLOSCOPE

Si vous possédez un oscilloscope ordinaire avec bande passante de 20 MHz, il ne pourra jamais visualiser des signaux de fréquences supérieures. Réaliser cet accessoire simple et économique (le convertisseur EN1633) et vous pourrez visualiser n'importe quel signal HF jusqu'à environ 100 MHz et même au-delà. Tension d'alimentation 230 VAC - Fréquence maximale entrée: 500 MHz - Amplitude max signal entrée: 500 mV.

EN1633... Kit complet avec son coffret ..... 63,00 €

EN1633KM Kit complet version montée..... 94,10 €

## INDUCTANCÉMÈTRE NUMÉRIQUE

DE 0,1 µH À 300 MH Ce appareil de classe professionnelle est un instrument de mesure de l'inductance des selfs. Il est équipé d'un afficheur LCD à dix chiffres et son échelle de mesure s'étend jusqu'à 300 000 µH soit 300 mH. Alimentation: 230 VAC.

EN1576... Kit avec boîtier sans alim ..... 64,50 €

EN1576KM Kit complet version montée..... 116,00 €

EN1526... Kit Alimentation ..... 25,20 €

## UN SELFMÈTRE HF...

...ou comment mesurer la valeur d'une bobine haute fréquence. En connectant une self HF quelconque, bobinée sur air ou avec support et noyau, aux bornes d'entrée de ce montage, on pourra, prévoir, sur sa prise de sortie, un signal HF fonction de la valeur de la self. En appliquant ce signal à l'entrée d'un fréquencesmètre numérique, on pourra lire la fréquence produite. Connaissant cette fréquence, il est immédiatement possible de calculer la valeur de la self en µH ou en mH. Ce petit "selfmètre HF" utilise qu'un seul circuit intégré µA720 et quelques composants périphériques.

EN1522... Kit complet avec boîtier ..... 34,00 €

EN1522KM Kit complet version montée..... 49,00 €

## UN TEMPORISATEUR DOUBLE DIFFÉRENTIEL POUR PRODUIRE DES VAGUES (OU DU COURANT) DANS UN AQUARIUM

Si vous avez la passion des aquariums vous savez qu'un petit accessoire comme un temporisateur pour engendrer des vagues (surveiller s'il est double) peut devenir horriblement coûteux au seul et unique motif qu'il est en vente dans un magasin d'aquariophilie ou dans une grande surface de jardinerie au rayon des poissons? Nous allons vous montrer qu'à très bas prix, avec quelques neurones et des coups de fer (à souder), on peut réaliser un temporisateur réglable d'une seconde à cinq minutes (et qui plus est double différentiel: alimenté deux pompes disposées en sens inversés), utilisable pour la production de divers mouvements d'eau dans un aquarium. Alimentation: 230 VAC.

EN1602... Kit complet avec boîtier ..... 53,80 €

EN1602KM Kit complet version montée..... 78,00 €

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

# MEURES DIVERSES

## 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 pouvez 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 désactivée, bit et rétro-éclairage actifs : environ 130mA - Consommation sans le rétro-éclairage : 33 mA - Consommation en veille : 11 mA - Consommation avec la SD mémoire : supportement d'enregistrement 2 mA. **Caractéristiques techniques du capteur LN0712** - Mesure les radiations : alpha, bêta et gamma - Gaz de remplissage : Né-4 halogènes - Gamme de sensibilité CoRo (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 175 °C - Dimensions : diamètre 9,1 mm x longueur 38,1 mm.

- EN1710K .....Kit complet avec boîtier hors tube, MOX1710, lecteur SD) .....205,20 €
- EN1711K .....Kit lecteur SD sans carte .....21,00 €
- SE2.40 .....Tube geiger SMB20 pour ondes Beta-gamma .....51,80 €
- SE2.45 .....Tube geiger LN0712 pour ondes Alfa, Bêta et Gamma .....84,00 €
- EN1710K .....Boîtier en allu. pour tube, 16,10 €
- MK60 .....Valise (en option) .....21,00 €
- EN1710KM1.Version montage complète prêt à l'utilisation avec son tube SMB20 .....345,00 €
- EN1710KM2.Version montage complète prêt à l'utilisation avec son tube LN0712 .....375,00 €

## GÉNÉRATEUR DE MIRE POUR TV ET PC

Ce générateur de mire permet de tester tous les postes TV mais aussi les moniteurs pour PC. Il possède 3 modes de fonctionnement : CORE25, VGA 640\*480, VGA 1024\*768. La sortie peut être de la vidéo composite ou du RGB. Une prise PERITEL permet de connecter la TV tandis qu'une prise VGA 15 points permet de connecter un moniteur. **Spécifications techniques** : Alimentation : 230V / 50 Hz. Type de signal : CORE25 - VGA 640\*480 - VGA 1024\*768. Type de sortie : RGB - Vidéo composite. Connecteur de sortie : PERITEL - VGA 15 points.

- EN1351 .....Kit complet avec boîtier .....162,00 €
- EN1351SKM .....Kit version montée .....226,30 €

## UN GÉNÉRATEUR DE MIRES PROFESSIONNEL

Ce générateur de mire de grande qualité deviendra rapidement indispensable dans le labo de tout électronique s'intéressant à la télévision ; il fournit en effet des signaux TV aux standards PAL/SECAM-NTSC et utilise comme modulateur un minuscule circuit intégré CMOS capable de fournir un signal de sortie en Y/Pb/Lb. Ce générateur peut être utilisé aussi pour transférer à partir d'un ordinateur des images à visualiser sur téléviseur. Le kit complet est constitué de la platine de base (EN1630), de la platine affichage (EN1630B) de la platine modulateur (EN1632KM), de la carte CPU (EN1631KM) et du coffret

- EN1630 .....Kit carte mère .....162,00 €
- EN1630B .....Kit carte affichage .....49,50 €
- EN1631KM .....Carte CPU montée .....180,60 €
- EN1632KM .....Carte modul. montée .....21,00 €
- M01630 .....Coffret usiné .....59,40 €
- EN1630/K .....Kit complet avec boîtier .....472,50 €
- EN1630KM .....Kit version montée .....661,20 €

## COMPTEUR GEIGER 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 .....153,80 €
- EN1407KM .....Version montée .....215,30 €
- EN1407B .....Kit extension en option .....36,75 €

## UN DÉTECTEUR DE FUITES SF<sub>6</sub> POUR FOUR À MICROONDES

Avec ce détecteur de fuite d'ondes SFH pour four à micro-ondes nous complétons la série de nos instruments de diagnostic destinés à contrôler la qualité des conditions environnementales de notre existence, comme les détecteurs de fuite de gaz, de champs magnétiques et HF, les compteurs Geiger, etc...

- EN1517 .....Kit complet avec boîtier .....38,85 €
- EN1517KM .....Kit version montée .....58,20 €

## TESTEUR POUR LE CONTRÔLE DES BOBINAGES

Permet de détecter des spires en court-circuit sur divers types de bobinages comme transformateurs d'alimentation, bobinages de moteurs, selfs pour filtres HF.

- EN1397 .....Kit complet avec boîtier .....27,85 €
- EN1397KM .....Kit version montée .....40,75 €

## DÉTECTEUR DE FILS SECTEUR

Cet astucieux outil vous éviterez de planter un clou dans les fils d'une installation électrique.

- EN1433 .....Kit complet + boîtier .....19,50 €
- EN1433KM .....Kit version montée .....29,00 €

## TESTEUR DE MOSPWER MOSFET - IGBT

D'une utilisation très simple, ce testeur universel permet de connaître l'état d'un MOSPWER - MOSFET IGBT. Livré avec sondes de tests.

- EN1272 .....Kit complet avec boîtier .....26,50 €
- EN1272KM .....Kit version montée .....40,50 €

## SONDE LOGIQUE TTL ET CMOS

Cette sonde vous rendra les plus grandes services pour déboguer ou élaborer des cartes électroniques contenant des circuits logiques CMOS ou TTL. Allm 9 Vdc.

- EN1426 .....Kit complet avec boîtier .....36,10 €
- EN1426KM .....Kit version montée .....54,30 €

## TRANSISTOR PIN-OUT CHECKER

Ce kit va vous permettre de repérer les broches E, B, C d'un transistor et de savoir si c'est un NPN ou un PNP. Si celui-ci est défectueux vous lirez sur l'afficheur "bad". Alimentation : pile de 9 V (non fournie).

- EN1421 .....Kit complet avec boîtier .....64,50 €
- EN1421KM .....Kit version montée .....90,30 €

## TESTEUR DE FET

Cet appareil permet de vérifier si le FET que vous possédez est efficace, défectueux ou grillé.

- EN5018 .....Kit complet avec boîtier .....54,00 €
- EN5018KM .....version montée .....77,80 €

## MESUREUR DE POLLUTION HF...

...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 3V.

- EN1435 .....Kit avec boîtier .....126,90 €
- EN1435KM .....Kit version montée .....178,50 €

## MESUREUR DE CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Cet appareil va vous permettre de mesurer les champs électromagnétiques BF des faisceaux horizontaux, des émetteurs radio 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 .....87,35 €
- EN1310KM .....Version montée .....122,30 €
- TM1310 .....Bobine pour étalonnage .....9,00 €

## ÉTHYLOMÈTRE POUR ALCOGEST OU « BOIRE OU CONDUIRE »

Depuis peu le taux d'alcoolémie (en grammes d'alcool/litre de sang) mesuré pour un conducteur de véhicule routier a encore diminué. Les punitions prévues en cas de dépassement du taux maximum légal consistent en une amende, un retrait de points) de permis - voire du permis tout entier si les conséquences de l'infraction ont été graves - sans parler des peines en prison si elles ont été mortelles. Or on n'a généralement qu'une idée assez vague de ce que ce taux limite représente en terme de boisson (apéritif, verres de vin, de quelle contenance la verre ? bien plein ou aux trois quarts ? combien de degré d'alcool dans le vin, dans cet apéritif ?). L'idéal serait de mesurer ce taux avant de prendre (ou de laisser) le volant - et si possible par un moyen plus simple et plus rapide qu'une prise de sang suivie d'une analyse en laboratoire ! Mifhage : D.L1 verte = voyant de présence de tension sur le filament du capteur - D.L2 verte = 0,12 g/l - DL3 verte = 0,24 g/l - DL4 verte = 0,36 g/l - DL5 verte = 0,48 g/l - DL6 Rouge = 0,60 g/l - DL7 Rouge = 0,72 g/l - DL8 Rouge = 0,84 g/l - DL9 Rouge = 0,96 g/l - DL10 Rouge = 1,08 g/l - Alimentation : 12 V.

- EN1693 .....Kit complet avec boîtier .....44,85 €
- EN1693KM .....Kit complet monté .....63,00 €

## GÉNÉRATEUR DE BRUIT 1MHZ À 2 GHZ

Signal de sortie : 70 dBV. Fréquence max : 2 GHz. Linéarité : +/- 1 dB. Fréquence de modulation : 190 Hz env. Alimentation : 220 VAC.

- EN1142 .....Kit complet avec boîtier .....95,30 €
- EN1142KM .....Kit version montée .....133,35 €

## UN GÉNÉRATEUR BF À BALAYAGE

Afin de visualiser sur l'écran d'un oscilloscope la bande passante complète d'un amplificateur BF ou d'un préamplificateur ou encore la courbe de réponse d'un filtre BF ou d'un contrôleur de tonalité, etc., vous avez besoin d'un bon sweep generator (ou générateur à balayage) comme celui que nous vous proposons ici de construire.

- EN1513 .....Kit complet avec boîtier 107,85 €
- EN1513KM .....Kit version montée .....159,60 €
- ENCAB3 .....Jeu de 3 câbles BNC/C .....18,00 €

## L'AUDIO-MÈTRE OU LABO HF INTÉGRÉ

Tout amateur éclairé qui se lance dans la réalisation d'un montage BF s'aperçoit tout de suite que, pour effectuer les mesures requises, il devrait disposer d'une nombreuse instrumentation très coûteuse... qu'il n'a pas, bien sûr, puisqu'il n'est pas un professionnel ! Pour sortir de cette impasse, nous vous proposons de construire un instrument de mesure simple mais universel, dédié aux basses fréquences (BF), donc à l'audio et contenant, dans un seul et unique boîtier : un générateur BF, un fréquencesmètre numérique et un voltmètre électronique mesurant les tensions, même en 60V. Alimentation 230 Vac.

- EN1600K .....Kit complet + boîtier .....242,25 €
- EN1600KM .....Kit version montée .....339,15 €

## DÉTECTEUR DE TÉLÉPHONES PORTABLES

Ce détecteur vous apprend, en faisant sonner un buzzer ou 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 tous les services, les cinémas et, plus généralement, dans tous les endroits où les personnes sensibles aux perturbations radioélectriques. On peut, grâce à ce détecteur, vérifier que le panneau affichant "Portables interdits" ou "Éteignez vos portables" est bien respecté.

- EN1523 .....Kit complet + boîtier .....43,45 €
- EN1523KM .....Kit version montée .....65,25 €

## GAUSSMÈTRE POUR MULTIMÈTRE

En nous servant d'un multimètre, de préférence numérique, nous allons construire un gaussmètre économique permettant de déterminer la force du champ magnétique de n'importe quel enroulement, self ou bobine parcourue par un courant. **Caractéristiques capteur** - Tension de service : 4,5 à 6 V - Tension d'alimentation : 5 V - Tension de sortie au repos : 2,5 V - Consommation : 9 à 14 mA - Température de service : 20 à +85 °C - Sensibilité : +/- 1,5 mT typique (de 0,75 à 1,75 mV) de variation de la tension de sortie pour chaque Gauss de variation détecté. Gamme : de 0 à 100 Gauss - Capable de déterminer la direction du champ magnétique

- EN1679 .....Kit complet avec boîtier .....58,35 €
- EN1679KM .....Kit version montée .....82,50 €

## ANÉMOMÈTRE PROGRAMMABLE SIMPLE

Cet anémomètre peut être programmé pour exciter un relais ou un buzzer afin que vous soyez averti quand la vitesse du vent dépasse une valeur de seuil critique pour la survie de vos accessoires domestiques. En effet, le relais de sortie peut alors déclencher une sirène ou même (moyennant l'ajout d'un relais plus puissant) actionner le moteur de relevage ou d'enroulement des stores, parasol, etc.

- EN1606 .....Kit complet + capteur .....103,50 €
- EN1606KM .....Kit version montée .....143,80 €
- SE1.20 .....Capteur de vent seul .....41,00 €

## INDUCTANCÈMÈTRE 10 µH À 10 MH

À l'aide de ce simple inductancemètre, vous pouvez mesurer des selfs comprises entre 10 µH et 10 mH. La lecture de la valeur se fera sur un multimètre analogique ou numérique (non fourni).

- EN1422 .....Kit complet avec boîtier .....54,60 €
- EN1422KM .....Kit version montée .....76,40 €

CD 908 - 13720 BELCODENE Tél. : 04.42.70.63.90

www.comelec.fr Fax : 04.42.70.63.95

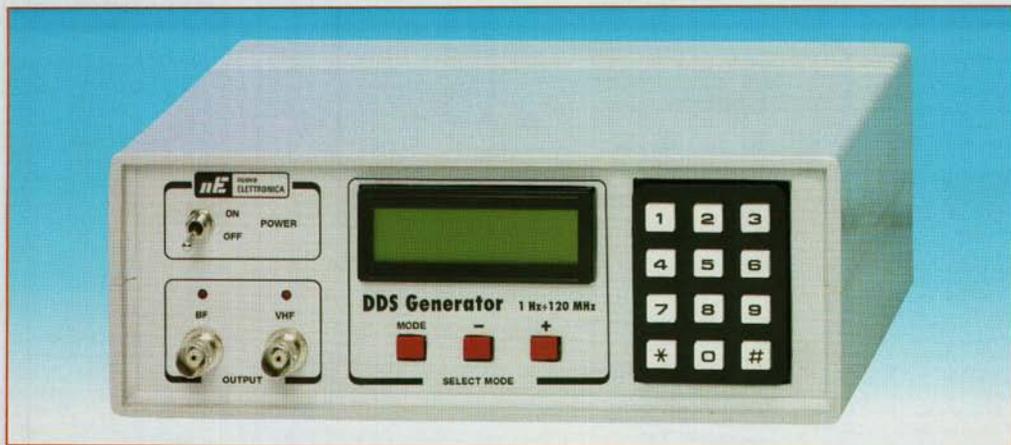
# COMTEC

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE 96 PAGES ILLUSTRÉES AVEC LES CARACTÉRISTIQUES DE TOUS LES KITS Régulièrement à la commande par chèque, mandat ou CB. Frais de port en France moins de 5 Kg 8,40 € / CEE moins de 5 Kg 15,00 €. Port autres pays sur devis. Catalogue général de kits contre ( cinq timbres à 0,56 € ) ou téléchargeable gratuitement sur notre site.

PASSEZ VOS COMMANDES DIRECTEMENT SUR NOTRE SITE : www.comelec.fr

# Une mémoire pour le générateur DDS

Si vous avez réalisé le générateur DDS BF-VHF EN1644-1646, publié dans les numéros 87 et 88 d'ELM, qui fournit un signal sinusoïdal de 1 Hz à 120 MHz, vous aurez constaté que les fréquences produites sont extrêmement stables et qu'elles ont une précision de 1 Hz sur la totalité de la gamme. Pour satisfaire les nombreuses demandes qui nous sont parvenues, nous avons enrichi notre Générateur d'une fonction supplémentaire que décrit cet article.



**C**ombien d'entre vous désiriez depuis longtemps avoir à leur disposition un **générateur d'ondes sinusoïdales** précis et stable, couvrant les fréquences de **1 Hz à 120 MHz** avec une résolution de **1 Hz** seulement ? Dès la publication de l'article sur le **Générateur DDS BF-VHF EN1645** dans les numéros 87 et 88 d'ELM, le succès a été total ! Le développement du circuit intégré **DDS (Direct Digital Synthesizer)** a permis la présence de cette merveille dans tout laboratoire électronique même d'amateur.

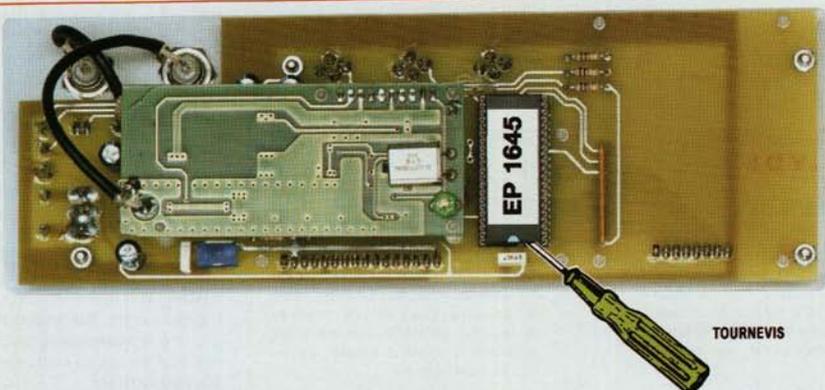
Les petites et moyennes industries ont également été tentées par cet excellent rapport performance/prix. Il faut dire que de telles caractéristiques de **stabilité** et de **précision** ne se trouvent que dans les appareils professionnels coûtant des milliers d'euros.

Ces industriels ont tout de suite compris qu'avec des prix aussi bas ils pourraient doter chacun de leurs techniciens

d'un générateur plutôt que de se contenter d'un seul générateur pour tout l'atelier, ce qui est bien plus favorable pour la productivité.

Au bout de quelques mois ces **Industriels** nous ont demandé de doter le **générateur** d'une **mémoire**, car une telle **stabilité** associée à une **pareille pureté spectrale** leur permettait de l'utiliser comme **VCO** pour réaliser des récepteurs ou des mélangeurs dans les gammes **UHF-SHF**.

Nous nous sommes donc attachés à la résolution de ce problème, trop heureux d'**améliorer** encore un appareil de laboratoire déjà excellent et ainsi de satisfaire de nombreux lecteurs. Pouvoir couper la tension d'alimentation du **générateur** sans «perdre» la valeur de la fréquence affichée sur le LCD, présente en effet un avantage indubitable pour tout le monde et pas seulement pour les techniciens de l'industrie qui, en fin de journée, éteignent les appareils pour les rallumer le lendemain.



TOURNEVIS

**Figure 1 :** Pour extraire de la platine l'ancienne Eprom EP1645 et la remplacer par la nouvelle, celle qui comporte la fonction de Mémoire et que nous appelons EP1645A, vous devez insérer de quelques millimètres la lame d'un fin tournevis entre le boîtier du circuit intégré et son support. Cette opération est à répéter des deux côtés jusqu'à ce que l'Eprom sorte du support. La nouvelle Eprom doit être insérée en orientant vers le bas le repère-détrompeur en U.

Cette fonction est indispensable en cas de coupure du secteur afin de retrouver la valeur programmée lorsque le courant revient. Désormais, grâce à une modification apportée par nos techniciens à l'Eprom montée dans le **générateur**, si vous l'accordez par exemple sur la fréquence de **98 150 000 Hz** et si vous mémorisez cette valeur, quand vous rallumerez l'appareil vous verrez s'afficher à nouveau sur le LCD **98.150.000 Hz**, soit **98,150 MHz**. Si, en exécutant une autre tâche, vous accordez le **générateur** sur la fréquence de **10 700 000 Hz** et mémorisez cette valeur, vous aurez la certitude qu'en éteignant le générateur puis en le rallumant vous verrez apparaître sur l'afficheur LCD **10.700.000 Hz** soit **10,7 MHz**.

Précisons que chaque fois qu'une nouvelle fréquence est mémorisée, la fréquence mémorisée précédemment est **effacée**.

### La nouvelle Eprom EP1645A avec mémoire

Pour obtenir cette fonction de **mémoire** fort utile, il suffit de remplacer dans le **générateur** l'ancienne EPROM EP1645 par celle mise à jour. Précisons que désormais les lecteurs qui feront l'acquisition, auprès de certains de nos annonceurs, du matériel nécessaire pour construire le **Générateur DDS BF-VHF EN1645** trouveront parmi les composants la nouvelle Eprom mise à jour dotée de sa **mémoire** ; en revanche ceux qui ont déjà acheté

le matériel avec l'ancienne EPROM et qui veulent disposer de la fonction **mémoire** doivent nécessairement commander la **nouvelle EP1645A**.

Cette **nouvelle EPROM** une fois en leur possession, avant de l'insérer dans le circuit imprimé **EN1645**, vous devez bien sûr extraire l'**ancienne**, en prenant bien garde de ne pas casser une des broches.

A ce propos, nous vous suggérons d'insérer de quelques millimètres la lame d'un fin tournevis entre le boîtier du circuit intégré et son support. Cette opération est à répéter des deux côtés jusqu'à ce que l'Eprom sorte comme d'elle-même du support. Prenez-la alors avec les doigts. A défaut de tournevis fin vous pouvez vous servir d'une pince à épiler (voir figure 1).

Quand vous avez ôté l'**ancienne Eprom**, vous pouvez insérer la **nouvelle** en orientant vers le bas le repère-détrompeur en U, comme le montre la figure 1. Si les broches de la nouvelle Eprom n'entrent pas dans le support parce qu'elles sont trop **écartées**, il suffit de presser une file de broches puis l'autre contre une surface plane de manière à les resserrer uniformément.

### Comment utiliser la fonction MÉMOIRE

En face avant du **Générateur DDS BF-VHF** se trouve un **afficheur LCD** sur lequel est visualisée la **fréquence** que

vous sélectionnez, un **clavier numérique** avec les symboles # et \* et trois touches supplémentaires **Mode - +**. Ceux qui ont réalisé le générateur savent déjà comment procéder pour **choisir** une **fréquence** et pour la **modifier**.

**Note :** pour un utile rappel nous vous renvoyons aux numéros **87** et **88** d'**ELM** (pour toute commande papier ou CD s'adresser à la rédaction).

Nous allons vous expliquer ici comment **mémoriser** une fréquence quelconque. Supposons que vous ayez accordé le **générateur** sur la fréquence de **98.100.000 Hz**. Après avoir tapé ce nombre, vous devez nécessairement presser la touche # (dièse) du clavier de manière à faire apparaître après **Hz** le symbole > de confirmation (voir figure 7). Si le LCD n'affiche pas ce symbole >, **aucune** fréquence ne sortira du générateur.

Admettons qu'en effectuant un **réglage** cette fréquence soit modifiée en **98.153.000 Hz**, si vous désirez **mémoriser** cette valeur vous devez presser le poussoir **Mode** jusqu'à ce que l'afficheur visualise **STORE** (voir figure 8).

A ce moment la fréquence est déjà **mémorisée**, donc si vous **éteignez** le générateur et le rallumez, même après plusieurs semaines, l'afficheur visualisera toujours **98.153.000 Hz**.

**Note :** si en maintenant pressée la touche **Mode**, après l'indication **STORE** il en apparaît une autre, par exemple

## POUR INSÉRER UNE FRÉQUENCE



Figure 2 : Si aucune fréquence n'est mémorisée dans l'Eprom, quand vous allumez le générateur c'est toujours 0 Hz qui s'affiche, si en revanche vous avez mémorisé une fréquence, sa valeur s'affiche.



Figure 3 : Si par exemple vous voulez obtenir une fréquence de 98.100.000 Hz, après avoir tapé ce nombre, vous devez presser la touche # de manière à avoir, après Hz, le symbole de confirmation >.

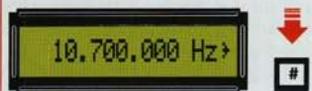


Figure 4 : Si vous désirez obtenir une fréquence de 10.700.000 Hz, vous devez taper ce nombre puis presser la touche # de manière à avoir, après Hz, le symbole de confirmation >. Si cela n'a pas lieu, la fréquence ne sort pas.

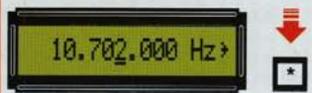


Figure 5 : Pour modifier une fréquence pressez la touche \* jusqu'à souligner le nombre à modifier et les touches + ou - selon la nécessité. Chaque fois que vous pressez ces touches la fréquence change d'un chiffre.

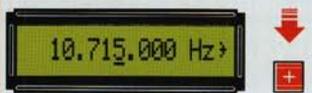


Figure 6 : Maintenez pressées les touches +/- et la fréquence augmente ou diminue progressivement et automatiquement. Si on tape les touches +/- plus besoin de presser la touche # de confirmation.

## POUR MÉMORISER UNE FRÉQUENCE

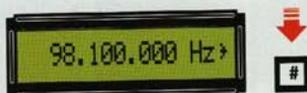


Figure 7 : Si vous désirez accorder le générateur sur la fréquence de 98.100.000 Hz, après avoir tapé le nombre vous devez presser la touche de confirmation # de manière à avoir à droite, après Hz, le symbole >.



Figure 8 : Pour mémoriser cette fréquence vous devez presser la touche MODE jusqu'à ce qu'apparaisse l'indication STORE, qui confirme la mémorisation de cette fréquence.

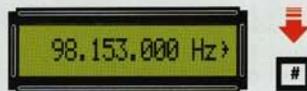


Figure 9 : Si vous désirez obtenir une fréquence de 98.153.000 Hz, il suffit de la taper et ensuite de confirmer en pressant la touche #. Si à droite le signe > n'apparaît pas, le générateur ne produit aucune fréquence.

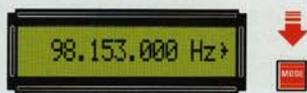


Figure 10 : Quand le symbole de confirmation > est apparu, il est possible de mémoriser la fréquence qui apparaît sur le LCD en pressant la touche MODE jusqu'à ce qu'apparaisse l'indication STORE.

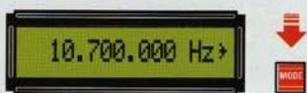


Figure 11 : Si vous remplacez la fréquence de 98.153.000 Hz par 10.700.000 Hz et si vous mémorisez cette dernière en pressant la touche MODE, la valeur précédente de 98.153.000 Hz est automatiquement effacée.

0+F, etc., ne vous en inquiétez pas, parce que la fréquence désirée est déjà mémorisée et, en effet, si vous essayez d'éteindre et de rallumer le générateur, vous aurez à nouveau 98.153.000 Hz.

Si en effectuant un autre réglage, le générateur s'accorde sur la fréquence de 10.700.000 Hz, pour mémoriser cette valeur vous devez seulement presser le poussoir Mode jusqu'à ce que l'afficheur visualise l'indication STORE (voir figure 8). Bien entendu, la fréquence de 98.153.000 Hz précédemment mémorisée sera effacée et remplacée par la nouvelle fréquence 10.700.000 Hz.

Donc si vous éteignez le générateur et puis le rallumez, l'afficheur visualise toujours la dernière fréquence mémorisée et si vous voulez la modifier vous devez simplement taper le nouveau nombre.

## Pour demander la nouvelle EPROM

Si vous voulez acquérir le composant programmé nécessaire pour ajouter une mémoire à votre générateur DDS EN1645, vous devez demander l'EPROM EP1645A : elle est disponible chez certains de nos annonceurs. Si vous commandez tout le matériel nécessaire pour réaliser le Générateur DDS EN1645, sachez que la nouvelle EPROM est fournie dans sa dernière version. Voir les publicités dans la revue.

**Note :** ne jetez pas l'ancienne Eprom parce que, même si elle ne comporte pas la nouvelle fonction mémoire, elle fonctionne encore parfaitement.

## Comment construire ce montage ?

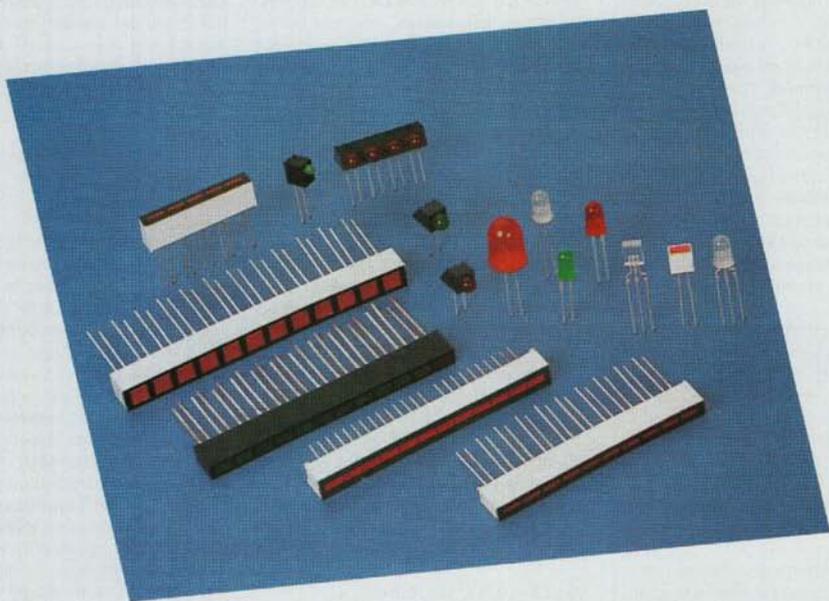
Tout le matériel nécessaire pour construire ce générateur DDS EN1645 ainsi que la nouvelle Eprom est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

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

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/111.zip>

# Indicateur lumineux à 12 LED

Si vous recherchez de bons schémas pour réaliser des voltmètres ou des VU-mètres linéaires ou logarithmiques pour amplificateurs BF, pour l'accord des récepteurs, ou encore pour d'autres instruments de mesure, avec ce montage à barre de LED vous allez pouvoir remplacer les galvanomètres à aiguille.



**D**epuis qu'on a arrêté la fabrication des circuits intégrés de la série **UAA170 - UAA180** et des plus récents **LM3914 - LM3915** qui étaient utilisés pour réaliser des indicateurs à LED simples, beaucoup de lecteurs sont en difficulté car ils ne trouvent pas des circuits intégrés équivalents.

Beaucoup d'entre vous pourtant se rappellent combien ils nous étaient utiles ces **indicateurs à LED** (le plus souvent appelés VU-mètres à LED) qui permettaient de doter de deux **VU-mètres** – justement – un amplificateur ou préamplificateur HI-FI, mais également de fabriquer des **voltmètres** simples en **continu** ou en **alternatif** ou encore des **indicateurs**

**d'accord pour récepteurs** ou autres **instruments de mesure**, sans avoir à acheter de coûteux instruments à **aiguille**.

Mais aujourd'hui on ne trouve plus ces circuits intégrés et les jeunes ne peuvent plus réaliser ces montages qui autrefois ne revenaient pas cher du tout. Pour résoudre ce problème, nous avons décidé de vous apprendre à réaliser des **indicateurs à LED** simples fonctionnant avec de banals **amplificateurs opérationnels**. Si on met la colonne des LED à la **verticale** et si on utilise ce circuit comme **instrument de mesure**, on obtient une lecture **immédiate** et si nous allumons la colonne des LED du **bas** vers le **haut**, nous saurons **instantanément** si le signal tend à **monter** ou bien à **descendre**.

TABLEAU 1 : ÉCHELLE LINÉAIRE

DL1 allumée	0,5 V
DL2 allumée	1,0 V
DL3 allumée	1,5 V
DL4 allumée	2,0 V
DL5 allumée	2,5 V
DL6 allumée	3,0 V
DL7 allumée	3,5 V
DL8 allumée	4,0 V
DL9 allumée	4,5 V
DL10 allumée	5,0 V
DL11 allumée	5,5 V
DL12 allumée	6,0 V

TABLEAU 2 : ÉCHELLE LINÉAIRE

DL1 allumée	0,125 V
DL2 allumée	0,25 V
DL3 allumée	0,375 V
DL4 allumée	0,5 V
DL5 allumée	0,625 V
DL6 allumée	0,75 V
DL7 allumée	0,875 V
DL8 allumée	1,0 V
DL9 allumée	1,125 V
DL10 allumée	1,25 V
DL11 allumée	1,375 V
DL12 allumée	1,5 V

## Notre réalisation

Le montage que nous vous proposons dans cet article utilise **trois** circuits intégrés **LM324** et, puisque à l'intérieur de chacun se trouvent **quatre amplificateurs opérationnels**, il permet d'obtenir une **barre** composée de **douze LED**. Si à la place du **LM324**, on choisit un circuit intégré ne contenant que **deux** amplificateurs opérationnels, comme par exemple le **LM358 - uA747** ou d'autres équivalents, chaque circuit intégré pouvant allumer **deux LED**, pour obtenir une colonne de **douze LED** il faudra mettre en œuvre **six circuits intégrés**.

Vous allez voir que nous vous proposons plusieurs solutions et, quand vous aurez compris comment fonctionne le circuit, vous ne rencontrerez aucune difficulté pour le modifier afin de satisfaire vos exigences particulières.

## Le schéma électrique

La figure 2 donne le schéma électrique de base et la liste des composants nécessaires pour sa réalisation. Les **résistances R4 à R15** sont toutes de **8,2 k $\Omega$** , valeur qui permet d'obtenir une lecture à **échelle linéaire**, tandis que les résistances **R4 à R15**, de valeurs toutes différentes (voir colonne de droite dans la liste des composants), servent à obtenir une lecture à **échelle logarithmique**.

Revenons au schéma électrique de la figure 2 : notez la présence des **douze** amplificateurs **opérationnels**. Douze, car on a utilisé ici des circuits intégrés **LM324**, or dans chacun d'eux il y a **quatre opérationnels** (voir figure 1). Les broches d'entrées **non inverseuses** de ces amplificateurs opérationnels,

repérées par un **+**, sont toutes mises en **parallèle**, ainsi qu'avec la résistance **R2** : on les utilise comme **entrée** tant pour le **CC** que pour le **CA**. Les broches d'entrées **inverseuses**, repérées par le signe **-** sont reliées entre elles au moyen d'une résistance de **8,2 k $\Omega$** .

La première résistance **R4** est reliée à la **masse**, tandis que la dernière **R16** est reliée à la tension positive d'alimentation de **12 V** à travers le trimmer **R17**. Ce trimmer **R17** est très important, parce qu'il sert à déterminer sur quelle **tension maximale** nous voulons que s'allume la dernière LED **DL12** reliée à la sortie de l'opérationnel **IC3/D**. Si nous réglons le trimmer **R17** de manière à ce que, sur la jonction **R16-R15** (voir le point REF), il y ait une tension de **6 V**, la dernière LED **DL12** s'allumera quand sur l'entrée de **IC1/A** sera appliquée une tension de **6 V**.

Puisque le schéma de la figure 2 est parfaitement **linéaire**, ce circuit pourra être utilisé aussi comme un **voltmètre** précis, car chaque LED s'allumera avec une tension de :

**6 : 12 = 0,5 V** (voir Tableau 1)

Si en revanche nous tournons le curseur du trimmer **R17** de telle manière qu'il y ait sur la jonction **R16-R15** une tension de **1,5 V**, la dernière LED **DL12** s'allumera quand sur l'entrée de **IC1/A** sera appliquée une tension de **1,5 V**. Par conséquent chaque LED s'allumera avec une tension de :

**1,5 : 12 = 0,125 V** (voir Tableau 2)

Donc en tournant le curseur du trimmer **R17** nous pouvons déterminer sur quelle valeur de tension nous désirons faire s'allumer la dernière LED **DL12**. Toutes les résistances **R18 à R29** de **820  $\Omega$**

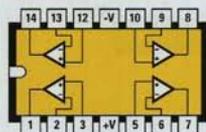
montées en série sur chaque **LED** déterminent leur **luminosité**. Par conséquent si nous désirons obtenir une **luminosité** plus importante, nous devons les remplacer par des résistances de **680  $\Omega$** . Si au contraire nous voulons **réduire** leur luminosité, nous devons les remplacer par des résistances de **1 k**.

## Mesure en continu ou en alternatif

Si, dans le circuit de la figure 2, nous plaçons le cavalier **J1** de manière à relier l'entrée **DC** avec la résistance **R2**, nous préparons le circuit pour mesurer des **tensions continues**. Tandis que si nous mettons le cavalier **J1** de manière à relier la résistance **R2** à la diode **DS2**, nous le paramétrons pour la mesure des **tensions alternatives**. Nous pouvons ainsi mesurer tous les signaux en **alternatif** comme ceux présents à la sortie d'un **préamplificateur** ou d'un **amplificateur BF** ou bien à la sortie d'un **générateur BF** ou sur le secondaire d'un **transformateur** d'alimentation. Le signal en **AC** est appliqué à un étage **redresseur** de tension composé des deux diodes **DS1-DS2**. Nous avons choisi un étage **redresseur** pour compenser la **chute** de tension introduite par les deux **diodes DS1-DS2** et puis nous avons utilisé le trimmer **R1** pour régler le fond d'échelle sur la fonction **alternative**.

## Lecture linéaire et lecture logarithmique

Les valeurs des résistances de **R4** à **R15** données à la figure 2, dans la colonne de gauche, nous permettent d'obtenir une **échelle à lecture linéaire**, très utile pour réaliser des



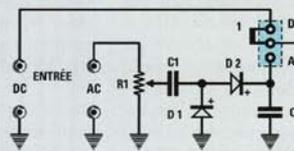
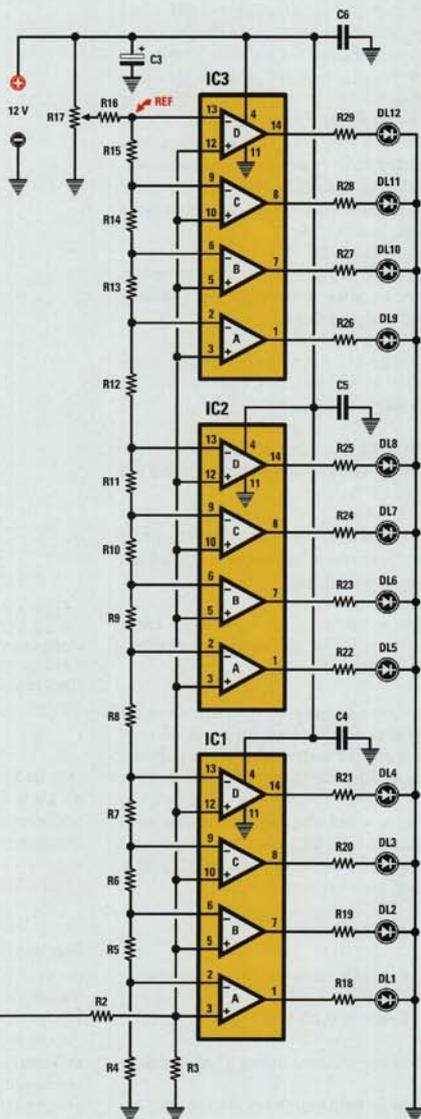
LM 324

Figure 1 : Brochage du circuit intégré LM324 utilisé dans ce montage, vu de dessus et repère-détrompeur en U orienté vers la gauche. Dans ce circuit intégré la broche 4 marquée +V est à relier au positif d'alimentation, tandis que la broche 11 marquée -V va à la masse.

### Liste des composants EN1726

- R1 ..... 100 k trimmer
- R2 ..... 100 k
- R3 ..... 8,2 k
- R4 ..... 8,2 k
- R5 ..... 8,2 k
- R6 ..... 8,2 k
- R7 ..... 8,2 k
- R8 ..... 8,2 k
- R9 ..... 8,2 k
- R10 ... 8,2 k
- R11 ... 8,2 k
- R12 ... 8,2 k
- R13 ... 8,2 k
- R14 ... 8,2 k
- R15 ... 8,2 k
- R16 ... 100 k
- R17 ... 50 k trimmer
- R18 ... 820
- R19 ... 820
- R20 ... 820
- R21 ... 820
- R22 ... 820
- R23 ... 820
- R24 ... 820
- R25 ... 820
- R26 ... 820
- R27 ... 820
- R28 ... 820
- R29 ... 820
- C1 ..... 220 nF polyester
- C2 ..... 1 µF polyester
- C3 ..... 100 µF électrolytique/16V
- C4 ..... 100 nF polyester
- C5 ..... 100 nF polyester
- C6 ..... 100 nF polyester
- DS1 ... 1N4148
- DS2 ... 1N4148
- IC1 ... LM324
- IC2 ... LM324
- IC3 ... LM324
- J1 ..... connecteur mâle 3 broches + cavalier
- DL1 ... LED
- [...]
- DL12.. LED

Figure 2 : Schéma électrique de la barre de LED et liste des composants. Les valeurs des résistances R4 à R15 de la colonne de droite sont celles que vous devrez utiliser pour obtenir une lecture à échelle logarithmique.



voitmètres en CC ou CA, ou des indicateurs d'accord ou bien encore pour contrôler la charge d'une batterie de voiture ou de moto. Mais on peut en outre réaliser des thermomètres et bien d'autres instruments de mesure pour lesquels il est nécessaire d'avoir une échelle linéaire (voir les Tableaux numéros 1 et 2).

Si en revanche nous devons réaliser des wattmètres ou bien des VU-mètres, etc., pour lesquels une échelle logarithmique est cette fois nécessaire, c'est-à-dire que chaque LED devra ici indiquer une variation de + 3 dB, nous devrons modifier dans le circuit de la figure 2 toutes les valeurs ohmiques des résistances R4 à R15, comme indiqué dans la colonne de droite de la liste des composants. Comme vous pouvez le voir, parmi les valeurs de ces résistances, plusieurs ne sont pas normalisées, par conséquent pour obtenir ces valeurs vous devrez mettre en série deux résistances :

**R5 = 748 Ω** : pour obtenir cette valeur, reliez en série une résistance de 680 Ω avec une de 68 Ω ;

**R9 = 3 kΩ** : pour obtenir cette valeur reliez en série deux résistances de 1,5 kΩ ;

**R10 = 4,3 kΩ** : pour obtenir cette valeur reliez en série une résistance de 3,3 kΩ avec une de 1 kΩ ;

**R14 = 16 kΩ** : pour obtenir cette valeur reliez en série une résistance de 15 kΩ avec une de 1 kΩ ;

**R15 = 24 kΩ** : pour obtenir cette valeur reliez en série deux résistances de 12 kΩ.

Pour comprendre ce que signifie 3 dB rappelons qu'une variation 3 dB consiste en une augmentation ou en une atténuation de tension égale à 1,414.

Avec une échelle logarithmique, si la dernière LED DL12 s'allume avec une tension de 10 V, la LED DL11 s'allumera avec une tension de :

$$10 : 1,414 = 7 \text{ V}$$

et la LED DL10 avec une tension de :

$$7 : 1,414 = 4,95 \text{ V}$$

valeur que nous pouvons arrondir à 5 V.

Dans le Tableau 3 nous donnons les tensions nécessaires pour allumer chaque LED, en admettant que la dernière

TABLEAU 3 : ÉCHELLE LOGARITHMIQUE à 3 dB

DL1 allumée	0,23 V
DL2 allumée	0,32 V
DL3 allumée	0,45 V
DL4 allumée	0,6 V
DL5 allumée	0,9 V
DL6 allumée	1,3 V
DL7 allumée	1,8 V
DL8 allumée	2,5 V
DL9 allumée	3,5 V
DL10 allumée	5,0 V
DL11 allumée	7,0 V
DL12 allumée	10 V

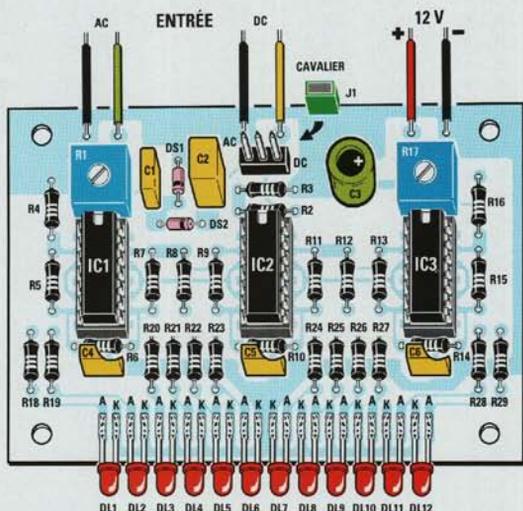


Figure 3a : Schéma d'implantation des composants de l'indicateur lumineux à 12 LED. Comme vous pouvez voir, la patte d'anode des LED DL1 à DL6 est orientée à gauche, tandis que l'anode des LED DL7 à DL12 est orientée vers la droite. Le cavalier est à insérer dans le connecteur mâle J1, à gauche, pour lire les tensions alternatives AC et, à droite, pour lire les tensions continues DC.

LED DL12 s'allume avec une tension de 10 V. Après cette explication, nous pouvons passer à la description de la réalisation pratique du circuit.

### La réalisation pratique

Pour réaliser cette barre de LED, il faut un seul circuit imprimé EN1276 : le même circuit imprimé double face à trous métallisés sert pour obtenir un circuit avec échelle linéaire ou avec échelle logarithmique. La seule différence entre les deux platines consiste en des valeurs ohmiques différentes pour les douze résistances R4 à R15. Réalisez donc ce circuit imprimé à

partir des figures 3b-1 et 2 qui en donnent les dessins à l'échelle 1:1 ou procurez-vous le.

Quand vous l'avez, sur ce circuit imprimé, montez d'abord les trois supports des circuits intégrés LM324, repère-détrompeurs en U vers le haut (voir figure 3a). Cette opération terminée, insérez les deux diodes DS1-DS2 avec leurs bagues noires orientées comme sur le schéma d'implantation des composants de la figure 3a.

Continuez le montage en insérant le trimmer R1 - comme il fait 100 kΩ, il est marqué 104 - et le trimmer R17 de 50 kΩ, marqué 503.

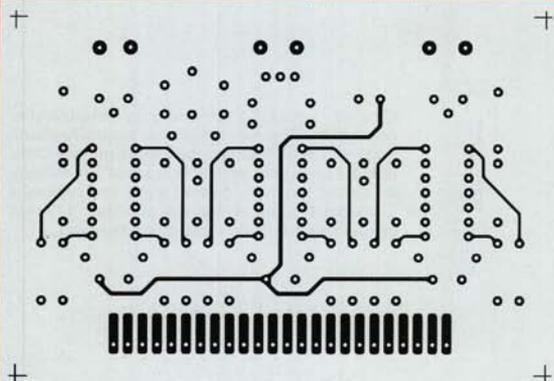


Figure 3b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'indicateur lumineux à 12 LED, côté soudures.

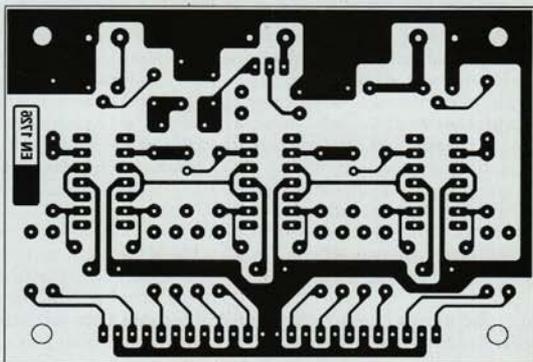


Figure 3b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'indicateur lumineux à 12 LED, côté composants.

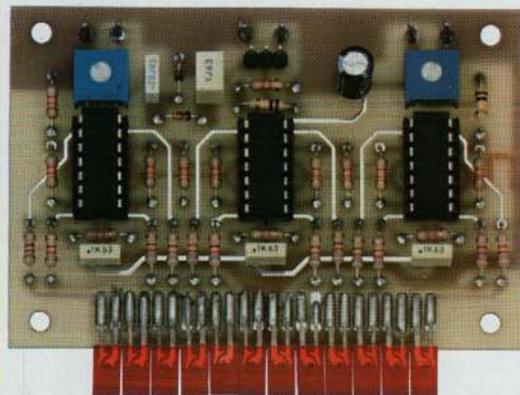


Figure 5 : Pour réaliser une échelle logarithmique, toutes les résistances R4 à R15 doivent avoir des valeurs différentes (voir figure 2). Puisque pour obtenir des valeurs non normalisées il faut utiliser deux résistances montées en série, vous pourrez insérer ces dernières en V inversé comme le montre ce dessin.

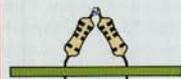


Figure 4 : Photo d'un des prototypes de la platine vue face composants. Les LED rondes ou rectangulaires peuvent être insérées soit sur cette face (côté composants) soit sur l'autre (côté cuivre), dans ce dernier cas les pattes seront perpendiculaires à la platine, comme le montre la figure 7.

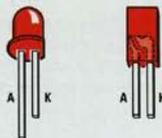


Figure 6 : Pour la plupart des LED, la patte d'anode A est reconnaissable parce qu'elle est plus longue que la cathode K. Si vous tombez sur des LED dont les pattes sont de longueurs égales (les rectangulaires surtout), sachez que la patte d'anode est celle qui paraît la plus fine à l'intérieur de la tête transparente, ronde ou rectangulaire.

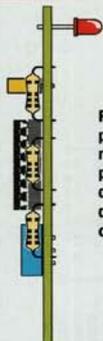
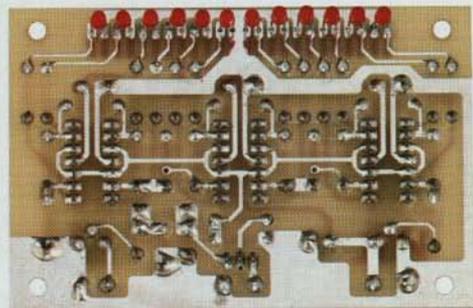


Figure 7 : Les LED, à tête ronde ou rectangulaire, peuvent être insérées côté culvres perpendiculairement au circuit imprimé, comme le montre cette photo. Les pattes, sous la tête jusqu'à la surface du circuit imprimé, doivent avoir une longueur d'environ 5-6 mm et, une fois soudées, il faudra couper l'excédent avec une pince coupante.

Continuez avec les **cinq condensateurs polyester** et le seul condensateur **électrolytique** : sa patte **positive** vers la droite. En haut, au dessus du circuit intégré **IC2**, montez le connecteur à **trois broches J1** dans lequel vous placerez le **cavalier** soit dans la position servant à paramétrer la mesure **CC**, soit dans celle paramétrant la mesure **CA**. Si le cavalier n'est présent ni dans la position à droite (voir **DC**) ni dans la position à gauche (voir **AC**), le circuit ne pourra lire **aucune** tension.

**Note** : **DC** (Direct Current c'est-à-dire courant continu) et **AC** (Alternative Current c'est-à-dire courant alternatif) en Anglais correspondent respectivement à **CC** et **CA** en Français.

Soudez alors toutes les **résistances** : nous les avons laissées pour la fin parce que, selon les valeurs choisies pour les résistances **R4** à **R15**, vous pourrez obtenir une lecture **linéaire** ou bien une lecture **logarithmique**. Après avoir inséré toutes les autres résistances, vous devrez donc décider si vous voulez obtenir une lecture sur une **échelle linéaire** ou bien sur une **échelle logarithmique**.

**Échelle LINÉAIRE** : dans ce cas vous devrez choisir pour les résistances **R4** à **R15** des valeurs de **8,2 kΩ**, comme indiqué dans la liste des composants de la figure 2.

**Échelle LOGARITHMIQUE** : dans ce cas vous devrez choisir pour les résistances **R4** à **R15** les valeurs indiquées dans la colonne de droite de la liste des composants de la figure 2. Puisque plusieurs d'entre elles ont des valeurs **non normalisées**, même si sur le circuit imprimé vous ne disposez que de **deux trous**, vous pourrez facilement résoudre le problème en insérant les deux résistances requises en **V** inversé, comme visible sur la figure 5.

**Note** : comme vous pourriez avoir besoin de deux circuits, un à **échelle linéaire** ou un à **échelle logarithmique**, nous avons pensé que vous aimeriez trouver dans le matériel disponible, outre les résistances pour l'**échelle linéaire**, également celles pour l'**échelle logarithmique**. Et pour que vous ne trouviez pas ce petit cadeau trop «pingre», de la part de certains de nos annonceurs, nous leur avons demandé d'ajouter, toujours **douze LED en plus**. Donc, dans le matériel disponible vous trouverez **douze LED rondes** et **douze LED rectangulaires**. Si vous trouvez les unes plus adaptées à votre projet actuel, vous pourrez conserver les autres pour un montage futur.

Le circuit imprimé a été dessiné pour vous donner la possibilité de positionner les **LED** parallèlement au circuit imprimé (voir figure 4) ou bien perpendiculairement comme sur la figure 7. Vous aurez ainsi la possibilité de positionner la platine **horizontalement** ou **verticalement** par rapport à la **face avant**. Avant d'insérer les LED dans le circuit imprimé, insérez les trois circuits intégrés **LM324** en orientant leurs repères-détrompeurs en **U** vers le haut comme le montre le schéma d'implantation des composants de la figure 3a.

Après avoir choisi le type de **LED** à utiliser, vous vous apercevrez que la patte **la plus longue** n'est pas toujours l'**anode** ; en effet, dans le cas des **LED** de format **rectangulaire** les deux pattes ont la **même longueur**. Si vous les observez en **transparence** vous verrez à l'intérieur comme une petite broche en forme de **c** : elle correspond à l'**anode A**. Une seconde broche plus grosse et en forme de **u** correspond à la **cathode K** (voir figure 6).

Pour allumer une LED, la patte d'**anode A** est à orienter vers le **positif** et la patte

de **cathode K** est à relier au **négatif** ou bien à la **masse**. Si même comme cela vous ne parvenez pas à identifier l'**anode A** et la **cathode K**, il ne vous reste qu'une solution : elle consiste à souder sur **une seule** patte de la LED une résistance de **1 k** et à relier la résistance et l'autre patte de la LED aux bornes d'une pile de **9-12 V** ou bien à la sortie d'une quelconque alimentation stabilisée.

Quand la LED s'**allume**, la patte orientée vers le **positif** de la pile est l'**anode A**. Nous nous sommes un peu arrêtés sur ce sujet, parce que lorsque vous soudez les LED sur le circuit imprimé vous devrez faire très attention à ces deux pattes : si vous les connectiez en **sens inverse**, en effet, la LED ne s'**allumerait pas**.

**Important** : comme vous le voyez en regardant le circuit imprimé, toutes les LED de **DL1** à **DL6** sont insérées avec la patte d'**anode A** orientée vers la **gauche**, tandis que toutes les LED de **DL7** à **DL12** le sont avec la patte d'**anode A** orientée vers la **droite**.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet **Indicateur lumineux à 12 LED EN1276** est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

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

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/111.zip> ◆

# Un éclairage à LED pour vélo



Je suis Professeur d'électronique dans un IUT et j'ai décidé de vous envoyer ce montage parce que je pense qu'il est à même de contribuer à sauver la vie de tous ces cyclistes qui, le soir après la tombée de la nuit – surtout s'il y a du brouillard – circulent sur les routes ou dans les rues et courent le risque d'être renversés par une voiture ou un camion.

**S**ans doute bien de mes collègues seraient prêts à payer pour voir leur nom publié dans les pages de votre revue, mais quant à moi je vous demande plutôt de **ne pas** mentionner le mien : en effet, je suis Président d'une Association Sportive et je ne voudrais pas que mes concurrents du milieu sportif s'imaginent que je cherche ainsi à me faire de la publicité !

## Nuit et brouillard, je me souviens

Quand j'évoque le brouillard qui rend le vélo encore plus dangereux, je songe à l'inoubliable film de **Fellini** : **Amarcord**, où la **brume** est justement «à couper au couteau», comme dans d'autres régions et pays du monde, selon les saisons. **Amarcord**, cela signifie simplement «**je me souviens**». Je parle de la brume et du brouillard, de leur danger, parce que cet hiver un automobiliste, roulant dans une rue de ma ville, a renversé une dame âgée qui roulait en bicyclette. Pourtant cette brave femme se tenait scrupuleusement à droite de la chaussée et il était 10 heures du matin : mais ce jour-là, à cause du brouillard tenace, la visibilité se trouvait réduite à quelques mètres et quand le monsieur en voiture l'a vue, il était **trop tard** pour freiner et éviter de la percuter. Il ne suffit pas d'invoquer la **fatalité** pour justifier ce genre d'accident. Si vous regardez bien les vélos en circulation, vous verrez que la plupart sont dotés d'un **catadioptre** pratiquement **invisible**, quand ils n'en sont pas purement et simplement **dépourvus**. Il est triste de constater que les accidents dont sont victimes les cyclistes sont si fréquents qu'on n'en parle même plus !

Toujours cet hiver (il a été chez nous particulièrement brumeux, c'est vrai) un de mes étudiants venait à l'IUT avec son

**vélo tout terrain** : lui aussi a été renversé par une voiture. Heureusement les conséquences ont été moins graves que ce que l'on peut redouter dans ce cas. Il a tout de même dû garder le lit plus d'un mois avec une jambe dans le plâtre.

## Notre réalisation

En évoquant ce problème en classe avec mes élèves, nous avons eu l'idée de nous servir de la technologie qui nous passionne (l'électronique bien sûr) à le résoudre. Ainsi naquit ce modeste mais efficace montage. C'est un **clignotant** qui, placé à l'arrière de la bicyclette, va la rendre bien visible par les automobilistes, aussi bien la **nuit** qu'avec de la **brume** ou du **brouillard**.

Nous nous sommes tout de suite mis au travail et en peu de temps nous avons réalisé ce **clignotant** pour **bicyclette** qui met en œuvre **quatre diodes flash à haute luminosité** et, comme il est visible sur une grande distance, nous nous sommes amusés à en réaliser plusieurs exemplaires à donner aux cyclistes de notre entourage, en fait aux étudiants et à leurs parents.

Comme le montage envoyé par ce Professeur d'électronique nous a semblé intéressant, nous avons décidé de le publier, de telle manière que n'importe quelle personne circulant à vélo puisse le réaliser ou le faire réaliser facilement et à bas prix. Ainsi équipé de ce **clignotant**, à fixer derrière la selle, tout cycliste sera **visible** de loin. Vu la consommation de courant très réduite, rien n'interdit de trouver à ce clignotant d'autres applications, par exemple il pourra servir à **signaler un obstacle** ou mieux d'attirer l'attention sur un **véhicule** en panne, en pleine rue ou au bord d'une route, la nuit ou dans le brouillard.

### Liste des composants EN1723

- R1 ..... 200 k trimmer  
 R2 ..... 100 k  
 R3 ..... 150  
 R4 ..... 150  
 C1 ..... 1 nF polyester  
 C2 ..... 10 nF polyester  
 C3 ..... 1 nF polyester  
 DL1.... LED flash  
 [...]   
 DL4 ... LED flash  
 IC1 .... NE555  
 S1 ..... interrupteur à levier miniature

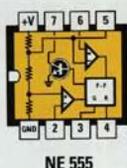
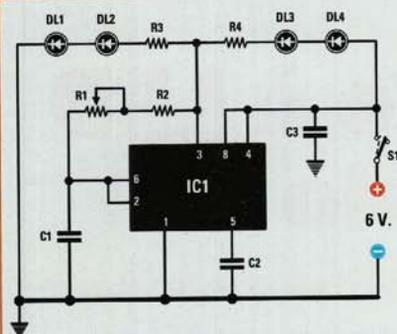


Figure 1 : Schéma électrique du clignotant à diodes Flash qui produit une intense lumière rouge, visible jusqu'à une distance de 300 mètres et qui, installé à l'arrière d'un vélo, évitera au cycliste de se faire renverser par une voiture. À droite nous donnons le brochage du circuit intégré NE555 vu de dessus et repère-détrompeur en U orienté vers la gauche.

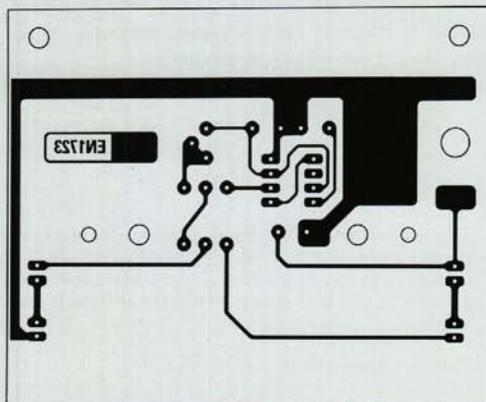


Figure 2b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de la platine du clignotant.

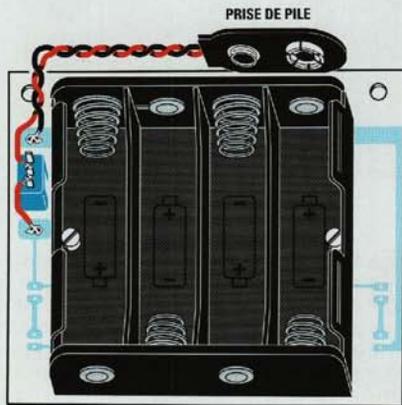


Figure 3 : Quand vous insèrerez les quatre piles bâtons AA de 1,5 V dans le boîtier plastique, respectez leur polarité +/- . Elle est gravée au fond de chaque alvéole.

## Le schéma électrique

Regardons le schéma électrique de la figure 1 : il est d'une simplicité monacale ! Un seul circuit intégré en effet est utilisé et il s'agit du célèbre NE555, une fois de plus.

Pour faire clignoter alternativement la paire des LED DL1-DL2 et celle des LED DL3-DL4, l'une d'elles est reliée à la masse et l'autre l'est à la tension positive d'alimentation en 6 V et vice versa. Le trimmer R1 de 200 k, monté entre la résistance R2 et les broches 6-2 du circuit intégré, nous permet de modifier, en tournant son curseur d'un bout à l'autre de sa piste de carbone, le nombre de

clignotements, d'un minimum de 200 à un maximum de 400 par minute. Pour réduire la vitesse des clignotements il suffira d'augmenter la capacité du condensateur C1, tandis que pour augmenter la vitesse des clignotements il faudra la réduire. Ce circuit est alimenté avec une tension de 6 V au moyen de 4 piles bâtons AA de 1,5 V couplées en série dans un boîtier plastique.

Ce qui rend ce montage intéressant ce sont les quatre LED à haute luminosité appelées aussi flash : de leur boîtier blanc transparent sort une lumière rouge tellement intense qu'elle peut couvrir, en condition de visibilité nocturne normale, jusqu'à une distance de 200-300 mètres.

De plus, nous l'avons dit, leur consommation électrique est très réduite : le circuit consomme un courant d'environ 9-10 mA, soit avec une utilisation d'environ 2 heures par jour une autonomie de plus de 3 mois. Comme il est peu probable qu'on utilise ce clignotant pendant 2 heures consécutives chaque jour, prenons plutôt une moyenne de 4 heures par semaine, les piles resteront chargées pendant environ 1 an.

## La réalisation pratique

Réalisez au moyen du dessin à l'échelle 1:1 de la figure 2b ou procurez-vous le petit circuit imprimé simple face

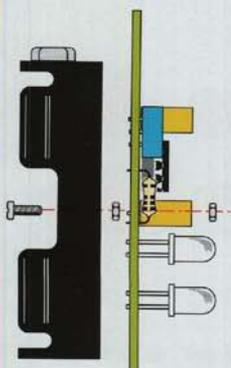


Figure 6 : Photo d'un des prototypes de la platine du clignotant à quatre LED flash, à fixer par exemple sous la selle du vélo au moyen de deux ou quatre petits colliers en plastique.

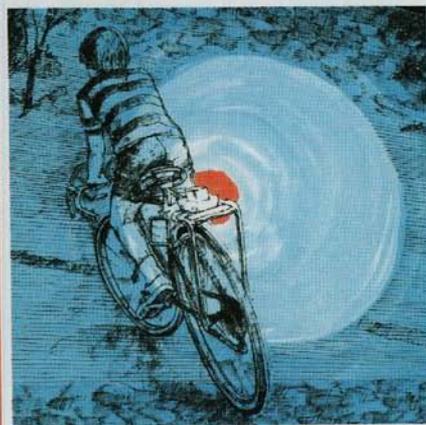
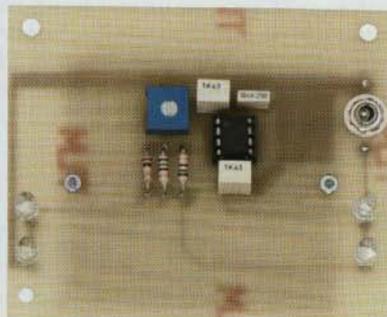


Figure 5 : Ce clignotant à diodes flash, simple et économique pour ceux qui, le soir et surtout lorsque les conditions météo sont défavorables à une bonne visibilité, ne peuvent renoncer à prendre leur vélo. Ce clignotant rendra en effet le cycliste visible à une distance d'environ 300 mètres. Ce clignotant peut servir en outre à signaler un obstacle ou un trou, etc.

EN1723 et commencez à y monter tous les composants, en les disposant comme le montre la figure 6. Insérez d'abord le support du circuit intégré NE555 et, après en avoir soudé toutes les broches sur les pistes et pastilles, continuez avec le trimmer R1. Soudez ensuite les trois résistances, puis les trois condensateurs polyester.

Vous pouvez maintenant enfilez, dans leurs trous respectifs, les pattes des quatre LED sans oublier que la plus longue est à insérer dans les trous

Figure 4 : Après avoir monté tous les composants sur le circuit imprimé, fixez la platine au dos du boîtier des piles avec deux petits boulons (deux écrous chacun). Le premier écrou sert d'entretoise entre le côté cuivre de la platine et le dos du boîtier des piles. Quand vous insérez les LED, si par erreur vous intervertissez la patte A et la patte K, aucune des deux LED ne s'allumera. Rappelons que la patte la plus longue A est à orienter vers le haut (voir figure 2).



Dans le trou présent à droite, insérez le petit interrupteur à levier S1, puis soudez ses deux broches sur les pistes du circuit imprimé, comme le montre la figure 3. Toujours côté cuivre de ce circuit imprimé, soudez les fils rouge-noir de la prise de piles : le noir à la piste et le rouge à la broche centrale de l'interrupteur, en prenant bien soin de ne pas intervertir les couleurs.

Quand le montage est terminé, insérez le circuit intégré NE555 dans son support, en orientant le repère-détrompeur en U vers le haut.

Comme le montrent les figures 3 et 4, la platine est à fixer sur le boîtier porte-piles au moyen de deux petits boulons dotés chacun de deux écrous, celui du milieu servant d'entretoise entre le côté cuivre du circuit imprimé et le dos du porte-piles. Une fois vissés les derniers écrous des deux boulons, coupez l'excédent des tiges filetées (voir figure 4).

Dans les quatre alvéoles du porte-piles insérez quatre piles bâtons AA en respectant bien pour les quatre la polarité +/- gravée au fond (voir figure 3).

Allumez le circuit au moyen de l'interrupteur S1 : les LED commencent à clignoter. Tournez alors le curseur du trimmer R1 jusqu'à trouver la fréquence (le nombre de coups par minute) de clignotement qui vous convient.

Les quatre trous présents dans les angles de la platine vous serviront à fixer ce circuit, avec du fil torsadé ou quatre colliers en plastique, sous la selle du vélo, ou bien directement sur la fourche arrière.

Après avoir allumé le clignotant, il ne vous reste qu'à enfourcher la bicyclette et à pédaler.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce clignotant à LED pour vélo EN1723 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

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

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/111.zip>

# Un VCO simple à double monostable

**Si vous avez besoin d'un générateur BF qui, avec un seul circuit intégré soit en mesure de produire des signaux à ondes carrées avec la possibilité d'en faire varier la fréquence simplement en tournant l'axe d'un trimmer ou bien d'un potentiomètre, utilisez ce schéma. La fréquence maximale que vous pourrez obtenir est d'environ 2 MHz.**

**N**os techniciens expérimentent chaque jour différents circuits intégrés pour obtenir des circuits simples mais utiles : ils ont obtenu **fortuitement un VCO à onde carrée très stable** que nous tenons à vous proposer parce que nous le trouvons intéressant, en particulier pour ceux qui désirent passer quelques heures à réaliser des montages électroniques instructifs.

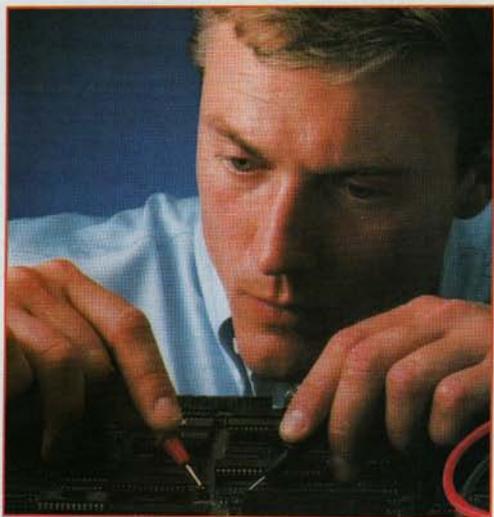
Même les **Professeurs d'IUT (Institut Universitaire de Technologie)** qui recherchent toujours des circuits intéressants mais peu coûteux à faire réaliser par les étudiants en **TP**, pourront avec ce montage (à nouveau) d'une simplicité **«monacale»** (un seul circuit intégré), mettre à l'épreuve les connaissances et l'habileté pratique des jeunes en formation **DUT (Diplôme Universitaire de Technologie)** et constater leur joie d'obtenir le résultat positif final escompté.

Rappelons une fois encore que **VCO** est l'acronyme de Voltage Controlled Oscillator, ou **Oscillateur Contrôlé en Tension**.

## Notre réalisation

Si nous avons précisé que nos techniciens ont obtenu ce **VCO** par le plus grand des **hasards** c'est parce qu'ils n'avaient pas réellement l'intention de réaliser ce circuit, mais simplement un circuit **antirebond** à usage industriel. Pour cela, ils avaient choisi un circuit intégré **C/MOS HCF4098**, un équivalent du **CD4528**, contenant à l'intérieur deux **multivibrateurs monostables** (voir figure 1). Ils ont ainsi obtenu le schéma du **VCO** visible figure 1 : vous voyez qu'il n'a besoin que de quelques composants.

Pour faire osciller ce circuit il suffit d'appliquer sur le trimmer **R4** de **10 kΩ** une tension **continue** pouvant varier d'une valeur minimale de **8,2 V** à une valeur maximale de **12 V**. Remarquez qu'en appliquant sur le trimmer **R4** une tension **inférieure à 8 V**, le **VCO** ne parvient plus à osciller et c'est pourquoi le trimmer **R2**, utilisé pour **modifier la fréquence**, est relié par une extrémité à la **tension positive**



de **12 V** et, par l'extrémité opposée, à la diode zener **DZ1** de **8,2 V**. Quand le curseur du trimmer **R2** est tourné vers la **tension de 8,2 V**, le **VCO** oscille sur sa **fréquence minimale**, tandis que lorsqu'il est tourné vers la **tension de 12 V** il oscille à sa **fréquence maximale**. Les valeurs **minimales** et **maximales** des **fréquences** prélevables à la sortie de ce **VCO**, dépendent des valeurs des résistances **R3-R5** et des condensateurs **C2-C3** comme le montre le **Tableau 1**.

Si l'on choisit des valeurs différentes pour **R3-R5** et pour **C2-C3** on parvient à obtenir n'importe quelle **gamme de fréquences**. Soulignons toutefois que les valeurs des paires de **résistances (R3=R5)** et de **condensateurs (C2=C3)** doivent être **identiques**, parce que dans le cas contraire le **VCO** ne produirait aucune fréquence, aucun signal.

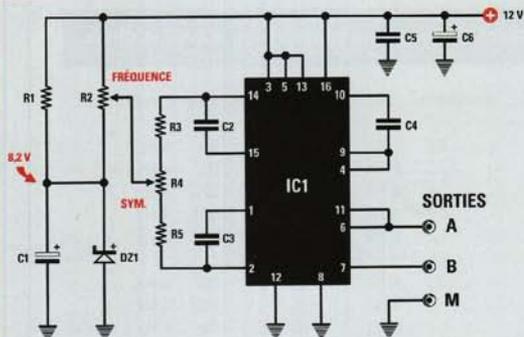


Figure 1 : Schéma électrique du VCO et brochage du C/MOS HCF4098 vu de dessus.

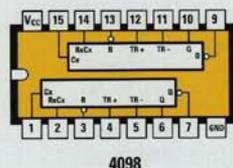


Figure 2a : Schéma d'implantation des composants du VCO. Sur les sorties le fil indiqué M va à la Masse.

### Liste des composants EN1727

- R1 ..... 150
- R2 ..... 220 k trimmer
- R3 ..... voir Tableau 1
- R4 ..... 10 k trimmer
- R5 ..... voir Tableau 1
- C1 ..... 33  $\mu$ F électrolytique
- C2 ..... voir Tableau 1
- C3 ..... voir Tableau 1
- C4 ..... 270 pF céramique
- C5 ..... 100 nF polyester
- C6 ..... 33  $\mu$ F électrolytique
- DZ1 ... zener de 8,2 V
- IC1 .... C/MOS HCF4098

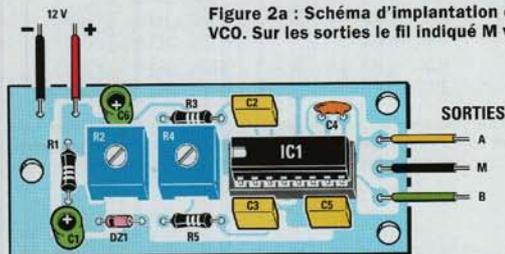


Figure 2b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé du VCO.

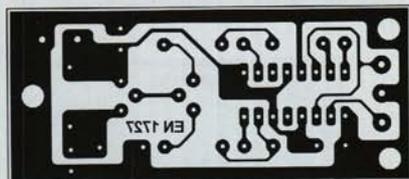
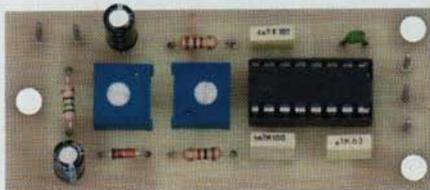


Figure 3 : Photo d'un des prototypes de la platine du VCO. Le trimmer R2 peut être remplacé par un simple potentiomètre de 220 k $\Omega$ .



Donc si vous choisissez pour la résistance **R3** une valeur de **15 k $\Omega$** , choisissez également pour la résistance **R5** cette même valeur de **15 k $\Omega$** . De même, si pour le condensateur **C2** vous choisissez une valeur de **5,6 nF**, choisissez également pour le condensateur **C3** cette même valeur **5,6 nF**.

Si vous disposez d'un **fréquence-mètre numérique**, vous pouvez lire la fréquence du signal sortant du **VCO** : si vous avez besoin d'une fréquence de **20 kHz** ou bien de **100 kHz** ou encore

de **550 kHz**, il suffira que vous choisissiez pour **R3-R5** et **C2-C3** les valeurs adéquates.

Dans le **Tableau 1** nous donnons les fréquences **minimales** et **maximales** que l'on obtient en utilisant les valeurs les plus courantes de **R** et de **C**. Il est possible d'obtenir des **gammes de fréquences** différentes de celles données par le **Tableau 1** en utilisant des résistances et des capacités de valeurs différentes. La **fréquence maximale** que l'on peut obtenir avec ce **VCO** est d'environ **2 MHz**.

### La réalisation pratique

Pour la réalisation pratique de ce circuit servez-vous du schéma d'implantation des composants de la figure 2a. Fabriquez le petit circuit imprimé simple face à l'aide du dessin à l'échelle 1:1 de la figure 2b ou procurez-vous le. Quand vous avez devant vous ce circuit imprimé **EN1727**, vous pouvez tout de suite insérer le **support** du circuit intégré **4098** et, après en avoir soudé toutes les broches sur les pistes de

TABLEAU 1 : Fréquences minimales et maximales obtenues en faisant varier R3-R5 et C2-C3

valeur de R3-R5	valeur de C2-C3	fréquence . minimale	fréquence . maximale
100 Ohm	1 nF	32 KHz	93 KHz
100 Ohm	2,2 nF	15 KHz	52 KHz
100 Ohm	4,7 nF	4 KHz	28 KHz
100 Ohm	10 nF	3,2 KHz	15,8 KHz
100 Ohm	22 nF	2 KHz	8,2 KHz
10 kOhm	1 nF	32 KHz	93 KHz
10 kOhm	2,2 nF	5 KHz	19 KHz
10 kOhm	4,7 nF	4 KHz	28 KHz
10 kOhm	10 nF	3,2 KHz	15,8 KHz
10 kOhm	22 nF	370 Hz	2,9 KHz
47 kOhm	1 nF	32 KHz	93 KHz
47 kOhm	2,2 nF	1,1 KHz	5,5 KHz
47 kOhm	4,7 nF	4 KHz	28 KHz
47 kOhm	10 nF	3,2 KHz	15,8 KHz
47 kOhm	22 nF	170 Hz	860 Hz

Dans ce tableau nous donnons les valeurs en Hz des fréquences minimales et maximales que l'on peut obtenir en utilisant pour R3-R5 et pour C2-C3 des valeurs normalisées. Le lecteur pourra se servir également d'autres valeurs pour ces composants.

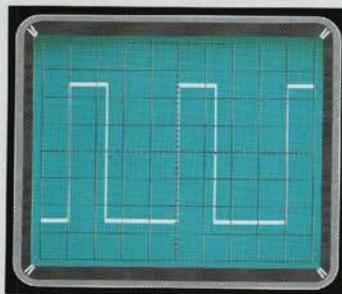
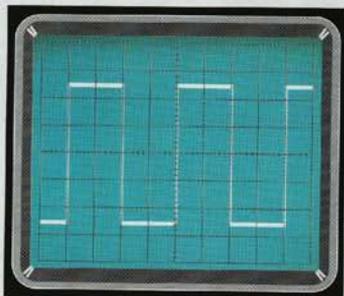


Figure 5 : Le trimmer R4 sert à rendre parfaitement symétrique la forme de l'onde carrée qui apparaît à l'écran. En tournant le curseur, vous cherchez la position pour laquelle la largeur de la demi onde positive est identique à celle de la demi onde négative.

Figure 4 : En mettant le VCO sous tension vous n'obtiendrez que rarement à la sortie des ondes carrées parfaitement symétriques. Pour faire varier leur rapport cyclique, il suffit de tourner le curseur du trimmer R4 et ce faisant vous pourrez élargir ou réduire les deux demi ondes.



cuivre, poursuivez en insérant les deux trimmer R2-R4. Le trimmer R2 de 220 k $\Omega$  est marqué 224 ou 220K (imprimé sur la carcasse), tandis que le trimmer R4 de 10 k $\Omega$  est marqué 103 ou 10K. Après ces deux composants, vous pouvez insérer la diode zener DZ1, en orientant sa bande noire vers le condensateur électrolytique C1, comme le montre la figure 2a. À proximité du trimmer R2, soudez la résistance R1 de 150  $\Omega$  et, à côté de IC1, les condensateurs polyester C2-C3-C5 et le condensateur céramique C4.

Les deux condensateurs électrolytiques C1 et C6 de 33  $\mu$ F sont à positionner comme le montre la figure 2a, en respectant bien la polarité +/- de leurs pattes. Pas de problème pour cela car le signe - est imprimé sur le côté du boîtier et en plus la patte positive est la plus longue des deux.

Avant d'insérer les résistances R3-R5 et les condensateurs C2-C3, vous devez déjà savoir quelles fréquences vous désirez faire produire à ce VCO. Regardez bien le Tableau 1 pour établir

avec une bonne approximation quelles valeurs utiliser pour les résistances et les condensateurs. Si vous avez besoin de fréquences particulières, nous vous conseillons de souder provisoirement des valeurs de résistances et condensateurs et de contrôler avec un fréquencemètre numérique quelles fréquences on obtient en tournant le curseur du trimmer R2.

Nous vous rappelons qu'en augmentant la valeur des condensateurs C2-C3, on diminue la fréquence produite,

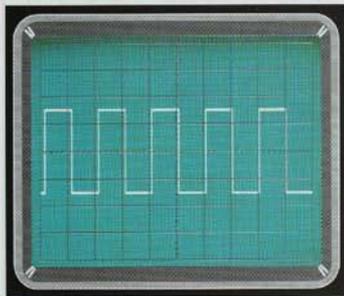
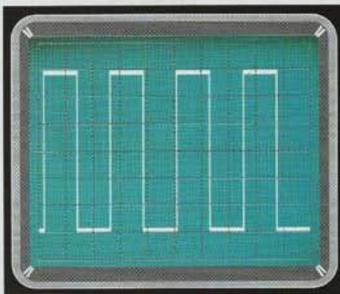


Figure 6 : En mettant le VCO sous tension stabilisée de 12 V, vous prélèverez entre les bornes de sortie A-Masse ou bien B-Masse un signal à ondes carrées atteignant une amplitude maximale de 12 V crête-crête.

Figure 7 : En mettant le VCO toujours sous tension stabilisée de 12 V mais en prélevant le signal entre les deux bornes de sortie A-B, vous obtiendrez un signal à ondes carrées dont l'amplitude maximale atteint 24 V crête-crête.



tandis qu'en **augmentant** la valeur des résistances **R3-R5** la valeur de la fréquence **augmente**. Après avoir monté tous les composants, insérez le circuit intégré **HCF4098** dans son support, en orientant bien son repère-détrompeur en **U** vers la gauche.

Pour l'entrée du **12 V** d'alimentation et pour prélever à la sortie le signal à **onde carrée**, vous devez souder sur le circuit imprimé les picots que vous trouvez dans le matériel disponible.

### Corriger la symétrie de l'onde

Après avoir alimenté ce circuit avec une tension de **12 V**, vous pouvez relier entre les sorties **A-M** ou bien **B-M** un oscilloscope et vous verrez tout de suite apparaître à l'écran des **ondes carrées** : attention, elles ne seront pas d'emblée **symétriques** (voir figure 4).

Si, à l'aide d'un petit tournevis, vous tournez le trimmer **R4**, vous pourrez élargir ou réduire ces ondes et ce faisant les rendre **symétriques**. Il suffira, pour réaliser cette symétrie, que vous trouviez la position du trimmer pour laquelle les largeurs de la demi onde **positive** et de la demi onde **négative** sont égales (voir figure 5). Ce **VCO** hyper simple offre donc l'avantage de fournir des fréquences à **onde carrée** avec un **rapport cyclique** réglable (voir figure 4).

L'amplitude maximale du signal que l'on peut prélever sur les sorties **A-M** ou **B-M** est de **12 V**. Attention, le signal prélevé sur la sortie **A-M** est de

**polarité opposée** à celle qui sort de la sortie **B-M**. Si vous disposez d'un **fréquence-mètre numérique** vous pourrez contrôler les fréquences des signaux carrés sortant de ce **VCO** en agissant sur le curseur du trimmer **R2**.

Si vous ne disposez que d'un **oscilloscope** (ce n'est déjà pas si mal !), vous pourrez également mesurer la **fréquence** produite. Pour cela voyez dans votre Cours AEPZ les Leçons consacrées à l'utilisation de l'oscilloscope.

### Si vous avez besoin d'une amplitude supérieure

Si vous prélevez le signal entre une des sorties **A-B** et la **Masse** vous obtenez un signal à **onde carrée** d'une amplitude maximale de **12 V** (voir figure 6). Admettons que vous ayez besoin d'un signal d'amplitude supérieure (voir figure 7), vous devrez alors le prélever entre les deux sorties **A-B** : vous aurez une amplitude de **24 V crête-crête**.

Même avec cette amplitude maximale vous avez en outre la possibilité de modifier le **rapport cyclique**, toujours en agissant sur le trimmer **R4**.

### Le trimmer R2 ou un potentiomètre ?

Vous vous demandez peut-être si à la place du trimmer **R2** on peut utiliser un simple **potentiomètre** : ce serait tellement plus pratique ! Cette modification est effectivement réalisable,

mais comme vous trouverez difficilement dans le commerce des **potentiomètres** de **220 kΩ**, sachez que vous pouvez prendre des valeurs courantes, par exemple **100 kΩ** ou bien **47 kΩ**.

L'avantage qu'offre le potentiomètre est d'avoir un bouton que l'on peut tourner à la main facilement, au lieu d'utiliser un petit tournevis pour tourner le curseur du trimmer **R4**.

Vous pouvez garder la platine de ce **VCO** en l'état, comme le montre la figure 3, ou bien l'installer dans un petit boîtier plastique : dans ce cas, faites sortir les deux fils d'alimentation en **12 V** et les trois de sortie **A-B-M**.

**Important** : Si par erreur vous intervertissez la polarité **+/-** des deux fils du **12 V**, le circuit intégré **IC1** serait endommagé irrémédiablement et par conséquent vous devriez le changer !

### Comment construire ce montage ?

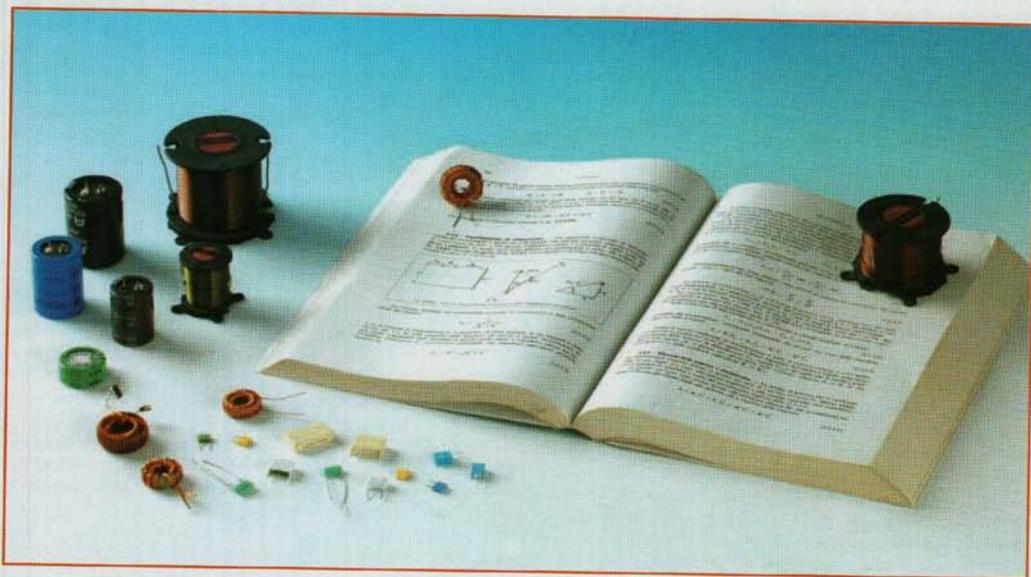
Tout le matériel nécessaire pour construire ce **VCO** à double monostable EN1727 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

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

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/111.zip>

# Qu'est-ce que l'impédance et comment la mesurer

Quelle différence y a-t-il entre l'impédance et la résistance électrique ? Pourquoi tension et courant ne sont-ils pas toujours en phase ? Et qu'est-ce qui distingue une réactance capacitive et une réactance inductive ? Si vous ne savez que dire, nous vous conseillons de lire cette Leçon : nous allons essayer de donner des réponses à toutes ces questions.



Quelquefois, dans les lettres que nous recevons à la rédaction, des lecteurs expriment leur regret de ne pas connaître bien à fond la signification de concepts essentiels en électronique : par exemple, celui d'**impédance**. Quelle peut bien être différence entre **impédance** et **résistance** ? On les confond souvent, utilisant un mot pour l'autre et vice versa ! «Et l'**inductance**, c'est quoi ?», se demandent certains d'entre vous.

Quand on commence à parler de choses comme la **réactance inductive** ou **capacitive**, on risque de décourager plus d'un amateur d'électronique, pourtant passionnés... Si vous prenez un livre d'électrotechnique, vous verrez que

l'auteur évoque souvent les **fonctions trigonométriques** et les **nombres complexes**, avec pour résultat, bien souvent, de perdre son lecteur en chemin. Les formules employées présupposent en effet des connaissances mathématiques **approfondies** dont tous les électroniciens en herbe ne disposent pas.

Comme cela arrive souvent, trop de calculs éloignent de la **signification physique** du phénomène, c'est-à-dire en définitive de sa compréhension. Ainsi, si on leur demandait de **mesurer** la valeur d'une **impédance**, beaucoup ne sauraient probablement **pas quoi répondre**. Pour y remédier, nous avons conçu cette Leçon d'approfondissement dans

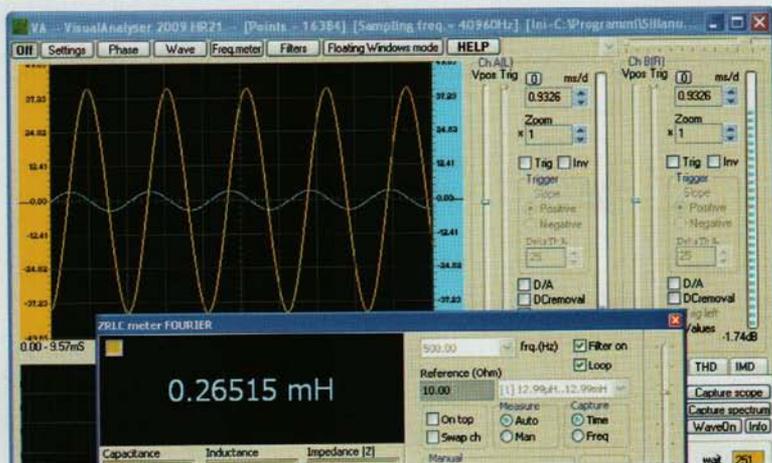


Figure 1 : La caractéristique d'un solénoïde (ou bobine ou self ou enroulement) est de produire un déphasage entre la tension présente aux extrémités et le courant qui la traverse. Pour déterminer la valeur d'une self, il ne suffit pas de mesurer sa valeur absolue en H (Henry), mH ou  $\mu\text{H}$ , mais il faut aussi connaître l'angle de phase entre la tension et le courant qu'elle produit.

laquelle nous chercherons à dissiper vos doutes concernant la notion d'**impédance**, en vous expliquant de manière simple en quoi consiste le phénomène portant ce nom. Mais notre exposé ne sera pas uniquement théorique et, comme d'habitude, nous vous ferons «toucher du doigt» ce que votre esprit aura compris.

Vous trouverez en effet dans le prochain numéro d'ELM un article vous proposant de construire un nouvel **impédancemètre USB EN1746** (adaptateur matériel et logiciel pour l'ordinateur) lequel, relié à votre **ordinateur**, vous permettra d'effectuer n'importe quelle mesure d'**impédance**.

Cette Leçon est une introduction théorique à l'argument et quand, avec le prochain numéro d'ELM, vous construirez cet adaptateur impédancemètre puis l'utiliserez avec votre PC, vous saurez ce que vous faites et à quoi va vous servir ce nouvel instrument de laboratoire.

Maintenant, nous allons vous expliquer la différence qu'il y a entre l'**impédance** et la **résistance** électrique, pourquoi l'on dit qu'une impédance est de type **inductif** et une autre de type **capacitif**, ce qu'est la **réactance** et comment elle varie avec la **fréquence**. Vous allez voir qu'il n'y a dans ce «menu» aucune grosse épine mathématique à avaler, ni rien de trop indigeste et que cette grandeur physique est au moins aussi intéressante que les autres.

**Note** : **F** est l'abréviation de **farad**, d'où  $\mu\text{F}$ , **nF**, **pF** ; comme **H** est celle de **henry**, d'où  $\mu\text{H}$ , **mH** ; **V** celle de **volt**, d'où **mV**,  $\mu\text{V}$  ; **A** celle de **ampère**, d'où **mA**,  $\mu\text{A}$  ; **W** celle de **watt**, d'où **mW**, **kW** ; le symbole  $\Omega$  est l'abréviation de **ohm**, d'où **k $\Omega$** , **M $\Omega$** , (que nous abrégeons encore par **k, M**), etc. Jamais de majuscule quand l'unité vient d'un nom propre sauf dans l'abréviation : **hertz** ou **Hz** par exemple. Pas de majuscule au **k** signifiant kilo (x1000), le **K** étant réservé au degré Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$  ou  $^{\circ}\text{Kelvin}$ , ici on met une majuscule car on ne dit pas un kelvin mais un degré Kelvin ou  $^{\circ}\text{K}$ , comme degré Celsius ou  $^{\circ}\text{C}$ ). Compliqué mais logique.

### Qu'est-ce que l'impédance ?

Le mot **impédance** indique quelque chose qui «empêche» (les deux termes ont la même étymologie latine) le passage du **courant**. Mais le mot **résistance** peut également évoquer intuitivement le même phénomène.

Alors, quel est véritablement la différence entre l'**impédance** et la **résistance**, puisqu'on se sert de la même unité de mesure pour indiquer ces deux valeurs : l'**ohm** (symbole  $\Omega$ ) en l'occurrence ?

Pour le comprendre, rappelons comment on effectue la mesure de la résistance électrique.

Comme vous le savez, pour mesurer la résistance d'un **conducteur** on applique à ses extrémités une **tension continue** progressivement **croissante**. On note pour chaque valeur de **tension** appliquée les valeurs du **courant** qui traverse le conducteur. Le schéma de cette mesure est donné figure 2 : on applique au **conducteur** à mesurer la tension produite par le **générateur de tension continue Vcc**. En série avec le conducteur on insère un **ampèremètre** qui lit le courant. À ses extrémités on monte un **voltmètre** qui mesure les différentes tensions appliquées.

Si nous reportons sur l'axe horizontal d'un repère cartésien sur **papier millimétré** les différentes valeurs de **tension** appliquées et sur l'axe vertical les valeurs de **courant** mesurées correspondantes et si nous relient les points obtenus nous trouverons une **droite**, comme le montre la figure 3. Cela signifie que le conducteur obéit à la **loi d'Ohm**, laquelle dit que le **rapport** entre la **tension V** appliquée à un conducteur et le **courant I** qui le traverse est **constant**. Ce rapport est appelé **résistance** et il se mesure en **ohm** (symbole  $\Omega$ ).

Cette loi est exprimée par la formule bien connue :

$$R = V : I$$

où **R** est la **résistance** en  $\Omega$ , **V** la **tension** en **V** et **I** le **courant** en **A**.

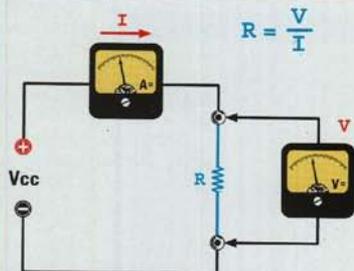
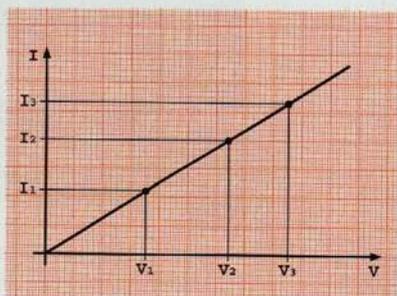


Figure 2 : Comme vous le savez, la mesure de la résistance d'un conducteur est effectuée en appliquant à ses extrémités une tension continue et en mesurant le courant qui le traverse.

Figure 3 : Si nous reportons sur une feuille de papier millimétré les différentes valeurs de tension continue appliquées à un conducteur et les valeurs de courant correspondantes et si nous rellons les points obtenus, si le conducteur suit la loi d'Ohm, on obtient une droite.



Si nous résumons ce que nous venons de voir, pour mesurer la résistance d'un conducteur, on applique à ses extrémités une **tension continue** d'une certaine valeur. On mesure aussi la valeur du **courant** qui le traverse. Et le **rapport** entre la tension et le courant nous donne sa **résistance**. Jusqu'ici rien de nouveau, mais le récapituler va nous permettre de mieux comprendre comment mesurer l'**impédance**.

La mesure de l'impédance n'est pas très différente. Dans ce cas aussi on mesure la **tension** appliquée à un conducteur et le **courant** qui le traverse. Ce qui différencie les deux types de mesures, c'est que pour mesurer l'impédance on n'applique plus une tension **continue** mais une **tension alternative**. Plus précisément une **tension sinusoïdale**.

Si nous représentons sur un graphe l'allure d'une tension **sinusoïdale** produite par un générateur, nous obtenons une courbe comme celle visible figure 4. Comme vous pouvez le noter, la valeur de la tension à la sortie du générateur **varie** continuellement dans le **temps** : elle monte de **0** à un **pic positif** de valeur maximale **+V** et redescend ensuite de ce pic à **0**. Après quoi la tension passe par des valeurs **négligées**, atteint un **pic négatif**, de valeur **-V**, puis revient à **0**.

À ce moment le générateur a produit une **sinusoïde entière** ou **onde entière** (soit deux demi ondes, une positive et une négative).

Ensuite le cycle recommence et une nouvelle onde sinusoïdale est produite et ainsi de suite. Comme vous le savez, le **nombre de sinusoïdes** entières produites par le générateur en **1 seconde** s'appelle la **fréquence** et elle se mesure en **hertz** (symbole **Hz**). Ainsi un générateur produisant une **sinusoïde par seconde** a une **fréquence de 1 Hz (hertz)**. On disait autrefois **1 cycle par seconde (c/s)** mais cette unité est devenue obsolète dans le dernier tiers du XX<sup>e</sup> siècle.

Supposons maintenant que nous disposons d'un générateur capable de produire une sinusoïde de fréquence **variable** : nous l'utilisons pour mesurer l'impédance du composant monté dans le circuit de la figure 5.

Comme vous pouvez le noter, le circuit est très semblable à celui utilisé précédemment pour la mesure de la résistance électrique (voir figure 2). La seule différence est que le générateur

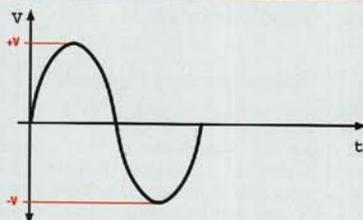


Figure 4 : Ici on a représenté l'allure d'une tension sinusoïdale variant dans le temps entre sa valeur maximale **+V** et sa valeur minimale **-V**. Le concept d'impédance est introduit pour étudier le fonctionnement des circuits auxquels on applique des tensions sinusoïdales.

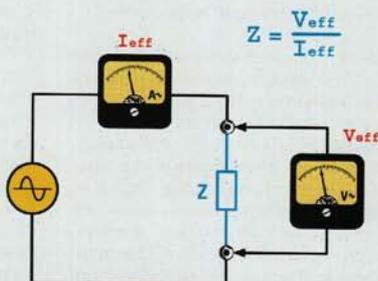


Figure 5 : La mesure de l'impédance est exécutée en appliquant aux extrémités du composant une tension sinusoïdale et en mesurant la valeur du courant efficace qui le traverse.

produit ici une tension **sinusoïdale** d'une certaine **fréquence**  $f$  et que le voltmètre comme l'ampèremètre sont prévus pour mesurer une tension et un courant **alternatifs**. La mesure de l'impédance aussi est en partie semblable à celle de la résistance, parce que si nous mesurons la tension efficace présente aux extrémités du composant avec le **voltmètre** et le courant efficace qui le traverse avec l'**ampèremètre**, si nous appelons **Z** l'**Impédance** que présente\* ce composant, là encore nous pouvons écrire :

$$Z = V : I$$

où **Z** est la valeur de l'**Impédance** en  $\Omega$ , **V** la **tension efficace** en  $V$  et **I** le **courant efficace** en  $A$ .

Nous avons bien spécifié **tension efficace** et **courant efficace** parce que le voltmètre et l'ampèremètre en alternatif mesurent la valeur **efficace** et non la valeur **maximale**, mais la même relation demeurerait valide si nous utilisions les valeurs **maximales** de tension et de courant.

**Note** : rappelons que la valeur **efficace** d'une tension sinusoïdale s'obtient en divisant sa valeur maximale, soit l'amplitude du **pic** de l'onde, par la valeur approximative de **1,414** (soit  $\sqrt{2}$ ) :

$$V_{\text{eff}} = V_{\text{max}} : 1,41$$

À part le fait que la mesure est effectuée en régime **sinusoïdal**, au lieu du régime courant **continu**, on pourrait penser que résistance et impédance sont la même chose. Mais ce n'est pas exact, car si vous appliquez un courant **continu** au composant Z de la figure 5 et si ce composant est un **condensateur**, vous obtiendrez une valeur de résistance pratiquement infinie. Alors que si vous mesurez l'impédance de ce même condensateur en courant alternatif, vous «verrez» passer un courant et constaterez une valeur d'impédance bien précise. Il va donc de soi que certaines choses contribuent à rendre la résistance et l'impédance différentes entre elles.

\*On dit aussi que le générateur (de courant alternatif) «voit» une impédance Z de (par exemple)  $4 \Omega$ .

### Quand le courant est hors phase ...

Supposons que nous montions en série avec le composant Z à mesurer une résistance de **très faible** valeur,

par exemple **0,33  $\Omega$** , comme indiqué figure 6. Nous relierions ensuite à une extrémité du composant Z à mesure le **canal X** d'un oscilloscope double trace (comme indiqué figure 6) et à une extrémité de la résistance de **0,33  $\Omega$**  le **canal Y** du même **oscilloscope**. Sur le générateur sinusoïdal nous réglerions la fréquence à, par exemple, **1 000 Hz** soit **1 kHz**. La base de temps de l'oscilloscope étant en position **Chopper**, nous verrions apparaître à l'écran **deux sinusoïdes**.

#### Notes :

1 - Le composant Z est, comme nous le verrons plus loin, une self ou un condensateur. Il faut donc entendre par «composant Z» un composant présentant une impédance Z au sein d'un circuit déterminé.

2 - Il est important d'utiliser la fonction **Chopper** de l'oscilloscope et non la fonction **Alternate**, parce que cette dernière ne permet pas de mesurer la **différence de phase** existant entre les deux canaux **X** et **Y**.

Si la résistance série que nous avons utilisée est de valeur très faible par rapport à l'impédance du composant Z à mesurer, la sinusoïde apparaissant sur le canal **X** de l'oscilloscope coïncide avec la **tension** aux extrémités du composant Z. La sinusoïde qui apparaît sur le canal **Y** représente en revanche le **courant** traversant le composant d'impédance Z. Si nous regardons l'écran de l'oscilloscope, comme le montre la figure 7, nous voyons tout de suite une chose intéressante : la sinusoïde représentant le **courant** n'est **pas en phase** avec la sinusoïde qui représente la **tension**.

Pour plus de précision : dans la figure 7 la **tension**, qui est représentée par la sinusoïde la **plus grande**, est **déphasée en retard** par rapport à celle de courant, c'est-à-dire la sinusoïde la plus petite, d'un **angle  $-\phi$**  (on utilise le signe  $-$  pour indiquer que le déphasage est en **retard**). En effet, la sinusoïde de la **tension** atteint son maximum au temps **t2**, alors que la sinusoïde du **courant** a déjà atteint **t1**, qui le précède. C'est comme si le courant partait avec une certaine **avance** et comme si la **tension** aux extrémités du composant **Z** se manifestait **seulement après un certain délai**.

C'est ce qui se passe lorsque le composant Z est un **condensateur** : dans un condensateur, il se produit **d'abord** un déplacement de charges électriques,

c'est-à-dire un **courant** vers ses armatures et **ensuite** une **tension** se manifeste à ses extrémités. C'est pourquoi une impédance dans laquelle on rencontre un **déphasage en retard** de la tension par rapport au courant est dite de type **capacitif** et on la considère comme s'il y avait en elle un **condensateur**. Si le condensateur était idéal, ce déphasage serait exactement de **-90°**. En réalité, étant donné qu'on a toujours en série avec le condensateur une certaine **résistance** des armatures, cette condition idéale ne se vérifie jamais.

Selon la valeur de la **résistance** le **déphasage** d'une impédance de type **capacitif** peut varier dans une fourchette allant de **0°** à **-90°**. Le déphasage **0°** correspond à la **résistance pure** alors que le déphasage **-90°** correspond à une **capacité pure**. Comme indiqué figure 7, une impédance de type capacitif est représentée par un **condensateur** et une **résistance** en série.

Essayons maintenant de faire la même mesure sur un autre composant Z, c'est-à-dire sur une impédance d'un autre type, mais toujours en nous servant du même circuit et en visualisant tension et courant sur l'écran de l'oscilloscope. Supposons que les deux sinusoïdes de tension et de courant, une fois reportées sur le graphe, se présentent comme sur la figure 8. En ce cas la **tension** est **déphasée en avance**, par rapport à celle de courant, d'un **angle  $+\phi$**  (on se sert du signe  $+$  pour indiquer que le déphasage est en **avance**).

En effet, la sinusoïde de la **tension** atteint déjà son maximum au temps **t1**, alors que la sinusoïde du **courant** n'y arrive qu'au temps **t2**, lequel vient **après**. On a là un phénomène inverse du précédent : c'est comme si la **tension** aux extrémités du composant Z arrivait **avant** le courant qui le traverse.

C'est ce qui se passe lorsque le composant Z est une **self** : conformément à la **loi de Lenz**, la variation du courant qui la traverse engendre une force contre électromotrice qui s'oppose aux variations du courant.

En pratique, c'est comme si la tension se manifestait **avant** le courant qui la traverse. Si en mesurant une impédance on rencontre un déphasage en **avance** de la **tension** par rapport au courant, on dit qu'il s'agit d'une impédance de type **inductif**, et on la considère comme si elle était constituée d'une **self** ou inductance. Là encore si la self était idéale, ce déphasage serait exactement de **+90°**.

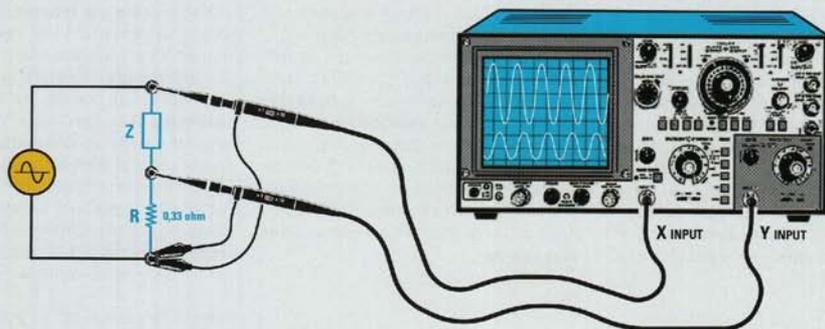


Figure 6 : Si nous mettons en série avec une Impédance une petite résistance de  $0,33 \Omega$  et si nous connectons l'oscilloscope comme le montre la figure, il est possible de visualiser à l'écran deux sinusoïdes. L'une, de plus grande amplitude, représente la tension présente aux extrémités de l'impédance et l'autre plus petite, représente le courant qui la traverse. Il est ainsi possible de visualiser le déphasage existant entre ces deux grandeurs.

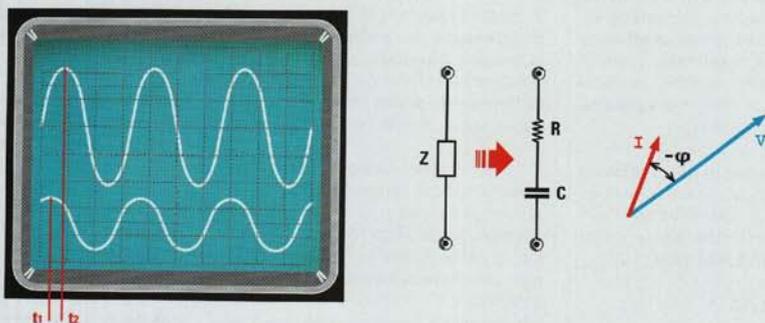


Figure 7 : Si l'impédance à mesurer est de type capacitif, c'est-à-dire formée d'un condensateur et d'une résistance en série, la sinusoïde de la tension, visible dans la partie haute de l'écran, sera toujours déphasée en retard par rapport à celle de courant, visible dans la partie inférieure de l'écran. Comme vous pouvez le noter, la sinusoïde de la tension atteint son maximum au temps  $t_2$ , soit après la sinusoïde du courant, laquelle est déjà arrivée à son maximum au temps  $t_1$ . Avec la différence entre le temps  $t_1$  et le temps  $t_2$ , il est possible de trouver l'angle de phase  $-\varphi$  entre les deux sinusoïdes.

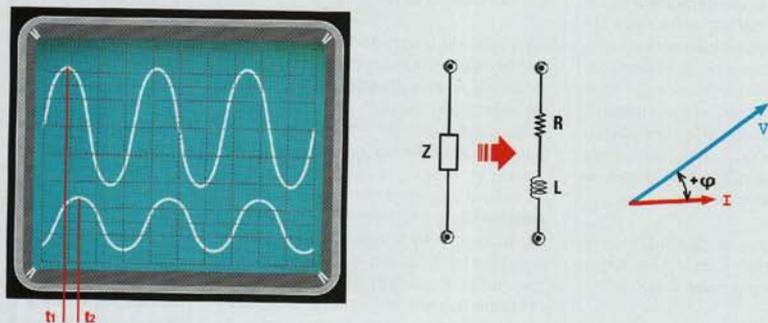


Figure 8 : Si l'impédance est en revanche de type inductif, c'est-à-dire formée d'une self ou inductance et d'une résistance en série, la sinusoïde de la tension, visible dans la partie haute de l'écran, est toujours déphasée en avance par rapport à celle du courant, visible dans la partie inférieure de l'écran. Si vous observez l'écran vous voyez que la sinusoïde de la tension arrive à son maximum au temps  $t_1$ , alors que la sinusoïde du courant l'atteint plus tard, au temps  $t_2$ . Dans ce cas aussi, au moyen de la différence entre le temps  $t_2$  et le temps  $t_1$  on peut trouver l'amplitude de l'angle de phase  $+\varphi$  entre les deux sinusoïdes.

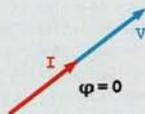
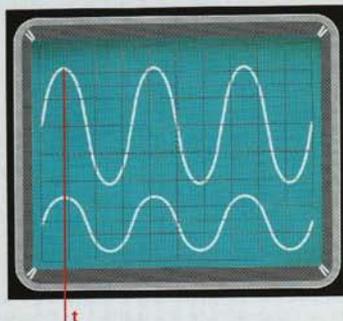


Figure 9 : Si l'impédance à mesurer est de type résistif, c'est-à-dire formée par la seule résistance  $R$ , la sinusoïde de la tension, visible dans la partie haute de l'écran, sera en revanche parfaitement en phase avec celle du courant (au dessous). Comme vous pouvez le noter, les deux sinusoïdes arrivent au maximum au même moment  $t$ . Dans ce cas on dit que l'impédance est de type purement résistif.

En réalité, étant donné que le fil avec lequel la self est bobinée est caractérisé par une certaine **résistance**, cette condition idéale ne se vérifie jamais.

Selon la valeur de la **résistance**, le **déphasage** d'une impédance de type **inductif** peut varier dans une fourchette allant de  $0^\circ$  à  $+90^\circ$ . Le déphasage  $0^\circ$  correspond à la **résistance pure** alors que le déphasage  $+90^\circ$  correspond à une **capacité pure**. Comme indiqué figure 8, une impédance de type inductif est représentée par une **Inductance** ou self et une **résistance** en série.

### ...et quand ce n'est pas le cas

Arrivé à ce point de la Leçon, vous pouvez avoir la curiosité de faire la même mesure avec une **résistance**, pour voir ce qui se passe. Remplaçons le composant  $Z$  (condensateur ou self) par une résistance et observons à l'oscilloscope les deux sinusoïdes, celle de la **tension** et celle du courant.

Si vous regardez la figure 9, tout de suite une évidence vous saute aux yeux : cette fois la **tension** et le **courant** sont **parfaitement en phase**, parce que les deux sinusoïdes atteignent leur maximum au même moment  $t$ . Dans ce cas on dit que l'impédance est de type **résistif**.

Le fait que le courant et la tension soient parfaitement en phase est une caractéristique qui s'applique à tous les composants purement résistifs. Si nous parlons d'une résistance considérée non

comme composant idéal mais comme **composant réel**, nous devons tenir compte du fait qu'il existe toujours dans une résistance réelle une petite **capacité parasite**, due au fait que le corps de la résistance se comporte comme un tout petit condensateur et d'une très petite **Inductance parasite**, due au fait que la résistance est de toute façon un conducteur parcouru par un courant.

De ce fait, si nous laissons de côté le composant idéal, même avec une résistance on pourra déceler un **tout petit déphasage** entre courant et tension, en **avance** ou en **retard**, selon la prévalence de la composante **inductive** ou de la **capacitive**.

### Récapitulons

Avant de continuer, il est bon de résumer ce que nous avons établi jusqu' alors.

Nous avons vu que :

- quand on applique une tension alternative (sinusoïdale) à une **résistance**, le courant (lui aussi sinusoïdal) qui la traverse est **toujours en phase** avec la **tension** appliquée ;

- si en revanche on applique la même tension sinusoïdale à une **impédance** (composant  $Z$  : condensateur ou self), le courant sinusoïdal qui la traverse présente toujours un **déphasage** par rapport à la **tension** ;

- si la **tension** est en **retard** sur le courant, c'est que l'impédance est de type **capacitif** ;

- si la tension est en **avance** sur le courant, c'est que l'impédance est de type **inductif** ;

- le **déphasage**, indiqué par la lettre grecque  $\phi$ , correspond à une portion des **360°** dont se compose une sinusoïde (onde) entière et donc il se mesure en **degré**, comme un angle. C'est pourquoi on parle d'**angle de déphasage** ;

- dans le cas d'une impédance de type **capacitif** l'**angle de déphasage**  $\phi$  est **négligé** et il est compris entre  $0^\circ$  et  $-90^\circ$  ;

- dans le cas d'une impédance de type **inductif** l'**angle de déphasage**  $\phi$  est **positif** et il est compris entre  $0^\circ$  et  $+90^\circ$ .

### La valeur absolue de l'impédance

Jusqu'ici nous avons uniquement effectué une mesure de type qualitatif en comparant la sinusoïde de la **tension** présente aux extrémités de l'impédance avec la sinusoïde du courant qui la traverse et nous avons vu que cela nous permet de savoir à quel type d'**impédance** nous avons affaire.

Toutefois, quand nous avons compris s'il s'agit d'une impédance de type **inductif** ou **capacitif**, il est important de connaître sa **valeur absolue en ohm** (symbole  $\Omega$ ). Comme nous l'avons dit, pour calculer la valeur de l'impédance, on se sert de la formule suivante :

$$Z = V : I$$

où  $Z$  est la valeur de l'impédance en  $\Omega$ .  $V$  la tension efficace en  $V$  et  $I$  le courant efficace en  $A$ .

Comme vous pouvez le noter, la formule est très semblable à la loi d'Ohm, sauf qu'ici le circuit n'est pas alimenté en courant continu mais avec des tension et courant sinusoïdaux. Et en plus on ne définit pas la valeur d'une résistance  $R$  mais celle d'une impédance  $Z$ . En revanche  $Z$  est exprimée, comme  $R$ , en ohm (symbole  $\Omega$ ).

Pour mesurer la valeur en ohm ( $\Omega$ ) d'une impédance, on peut utiliser un banal générateur BF, en le connectant comme le montre la figure 5. En série avec l'impédance on insère un ampèremètre, qui mesure la valeur efficace du courant sinusoïdal la traversant. Aux extrémités de l'impédance à mesurer est relié un voltmètre en A.C. qui nous donne la valeur efficace de la tension. Pour effectuer la mesure, il faut régler sur le générateur la forme d'onde sinusoïdale et choisir la valeur de fréquence à laquelle on veut mesurer l'impédance. Après avoir allumé le générateur, on mesure la valeur du courant efficace et la valeur de la tension efficace aux extrémités de l'impédance et, en fonction de la formule ci-dessus, on trouve sa valeur absolue.

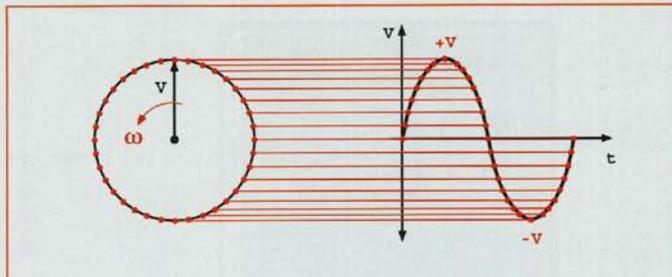
**Exemple :** supposons que nous voulions mesurer une impédance à **1 000 Hz** ou **1 kHz**. Après avoir accordé le générateur BF sur cette fréquence, nous mesurons une tension aux extrémités de l'impédance de **5,6 V efficaces** et un courant de **18 mA**, ce qui correspond à **0,018 A**. La valeur absolue de l'impédance sera :

$$Z \text{ (en } \Omega) = 5,6 \text{ V} : 0,018 \text{ A} = 311,11 \Omega$$

Cela signifie que le courant traversant l'impédance quand on applique à ses bornes une tension efficace de **5,6 V** à une fréquence de **1 kHz** est identique à celui que nous obtiendrions si à la place de l'impédance on avait une résistance de **311,11  $\Omega$** .

Nous avons bien dit que cette mesure d'impédance a été effectuée à une fréquence de **1 kHz**, mais qu'en serait-il si cette mesure était faite à une fréquence de **2 000 Hz** ou **2 kHz** ? Nous obtiendrions une valeur d'impédance différente. Cela ne serait pas le cas en revanche si à la place d'une impédance nous mesurions une résistance.

De ce point vous vous demandez peut-être : « Qu'est-ce qui rend dépendant de la fréquence la valeur de l'impédance ? »



**Figure 10 :** Faisons tourner une flèche, ou vecteur d'amplitude  $V$  autour de son extrémité, nous décrivons un cercle à vitesse angulaire constante ( $\omega$ ) et nous projetons à intervalles réguliers la position de l'autre extrémité du vecteur sur un diagramme cartésien : nous obtenons une sinusoïde parfaite. Faisons l'inverse : la sinusoïde peut être représentée par un vecteur tournant autour de son extrémité et décrivant une circonférence à vitesse constante ( $\omega$ ). Ce mode de représentation d'une grandeur sinusoïdale s'appelle « représentation vectorielle ».

Eh bien, ce qui contribue à modifier la valeur absolue de l'impédance lorsque la fréquence varie, c'est sa **composante réactive** ou **réactance**.

## La réactance

En plus de l'impédance, vous avez certainement entendu parler de la **réactance capacitive** et de la **réactance inductive**. Que signifient ces termes ? C'est ce que nous allons essayer de vous expliquer de manière simple et intuitive.

Nous avons dit que ce qui distingue l'impédance c'est le fait que le courant sinusoïdal qui la traverse présente toujours une certaine **déphasage** par rapport à la tension, elle aussi sinusoïdale, appliquée à ses extrémités. Une tension sinusoïdale d'amplitude maximale  $V$  peut être représentée par un **vecteur**, c'est-à-dire une **flèche d'amplitude  $V$**  qui tourne par convention dans le **sens anti horaire**, à une certaine **vitesse angulaire** constante  $\omega$ , comme indiqué figure 10.

Si nous projetons sur l'axe vertical d'un diagramme la pointe de la flèche, nous obtenons différentes amplitudes. Si la vitesse de rotation angulaire de la flèche est constante, la projection de son amplitude à intervalles de temps réguliers forme une **sinusoïde** parfaite. Si un vecteur qui tourne produit une sinusoïde, on peut affirmer aussi l'inverse : une sinusoïde est un vecteur qui tourne à une certaine vitesse angulaire constante. Si par exemple nous voulons représenter graphiquement les deux sinusoïdes de la figure 7, nous pouvons

représenter la **tension** aux extrémités de l'impédance avec une **flèche bleue** qui tourne par convention dans le **sens anti horaire** et le courant qui la traverse avec une **flèche rouge** tournant dans le même sens et à la même vitesse, comme le montre la figure 11.

Supposons que la fréquence de la sinusoïde soit de **1 000 Hz** ou **1 kHz**. Comme vous pouvez le noter, la flèche du courant est déphasée en **avance** d'un certain **angle  $\phi$**  par rapport à la flèche de la tension. La figure indique la longueur de chaque flèche par le nombre de traits : la flèche bleue représente une tension efficace de **10 V** et elle a une longueur de 10 traits alors que la flèche rouge, représentant un courant efficace de **2 A**, fait 2 traits.

Nous avons vu dans le paragraphe précédent que pour calculer la valeur absolue de l'impédance il suffit de diviser la valeur efficace de la tension par la valeur efficace du courant. Dans ce cas l'impédance  $Z$  aura une valeur absolue de :

$$Z = 10 \text{ V} : 2 \text{ A} = 5 \Omega$$

Nous avons maintenant trouvé la valeur absolue de l'impédance et nous pouvons la reporter sur le graphe précédent. Pour la représenter nous utiliserons cette fois une **flèche de couleur noire** (voir figure 12), de **5 traits**, soit **5  $\Omega$**  qui se superpose à celle de la tension.

Cette représentation des phénomènes électriques au moyen de flèches ou vecteurs se nomme la **représentation vectorielle**. Si l'on se réfère à la loi physique dite du **parallélogramme**, un vecteur peut toujours être décomposé en deux composantes.

Nous pouvons donc décomposer le vecteur représentant l'**impédance** en deux composantes vectorielles : une composante **en phase** avec le courant et une composante à **angle droit** par rapport à la précédente (voir figure 13). Si nous mesurons la longueur des deux composantes, nous trouvons que la composante en phase avec le courant est longue de **3 traits**, soit **3 Ω**, alors que la composante à angle droit mesure **4 traits**, soit **4 Ω** (voir figure 13). La composante en phase avec le courant s'appelle composante **résistive** et elle est symbolisée par la lettre **R**, alors que la composante à angle droit s'appelle composante **réactive**, ou **réactance** et elle est symbolisée par la lettre **X**. Alors que la composante résistive est d'un seul type et correspond toujours à une **résistance**, la réactance peut être de deux types :

- la **réactance capacitive**,  $X_c$ , associée à une **capacité ou condensateur** ;
- la **réactance inductive**,  $X_L$ , associée à une **inductance ou self**.

**Note** : Rappelons que **condensateur** et **self** désignent des composants matériels alors que **capacité** et **inductance** sont les grandeurs physiques qui leur correspondent et qui les caractérisent respectivement.

Ce n'est cependant pas le propos de cette Leçon d'approfondissement sur l'impédance.

Toutefois, ceux qui ont acquis un peu d'expérience en électronique savent que si on connaît la valeur de la **capacité** et de l'**inductance** et la **fréquence** de la tension sinusoïdale appliquée, il est possible de calculer la valeur des deux types de réactance  $X_c$  et  $X_L$  au moyen de deux formules simples.

La **réactance capacitive**  $X_c$  se calcule avec la formule :

$$X_c = 1 : (2\pi f \times C)$$

où  $X_c$  est la **réactance** en  $\Omega$ ,  $2\pi = 6,2832$  (valeur approximative),  $f$  la **fréquence** de la **sinusoïde** en **Hz** et  $C$  la valeur de la **capacité** en **F (farad)**.

La **réactance inductive**  $X_L$  en revanche se calcule avec la formule :

$$X_L = 2\pi f \times L$$

où  $X_L$  est la **réactance** en  $\Omega$ ,  $2\pi = 6,2832$  (valeur approximative),  $f$  la **fréquence** de la **sinusoïde** en **Hz** et  $L$  la valeur de l'**inductance** en **henry** (symbole **H**)

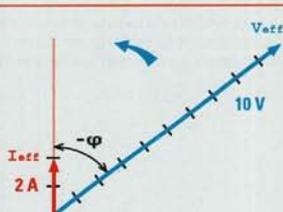


Figure 11 : Quand on étudie des circuits il est très commode de représenter les grandeurs sinusoïdales, comme tensions et courants, par des vecteurs tournant à une certaine vitesse angulaire ( $\omega$ ). Comme ensuite la vitesse angulaire est la même, les grandeurs sinusoïdales peuvent être représentées par des flèches immobiles, parce que leurs positions réciproques restent constantes. Les deux vecteurs bleu et rouge de cette figure représentent respectivement la tension présente aux extrémités d'une impédance et le courant qui la traverse. Comme vous pouvez le noter, dans ce cas la tension est constamment en retard d'un certain angle ( $-\phi$ ) par rapport au courant.

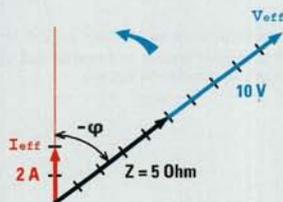


Figure 12 : Si on divise la tension efficace présente appliquée à l'impédance par le courant efficace qui la traverse, on trouve sa valeur absolue  $Z$ , représentée sur la figure par la flèche noire. Dans ce cas, étant donné que la tension est de 10 V et le courant de 2 A, la valeur absolue de l'impédance  $Z$  est de 5  $\Omega$ .

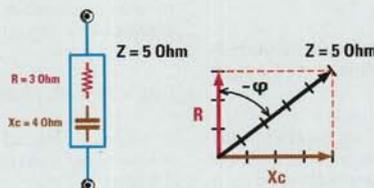


Figure 13 : Le vecteur impédance de 5  $\Omega$  peut être décomposé en une composante résistive  $R$  de 3  $\Omega$  et une composante réactive  $X_c$  de 4  $\Omega$ , orthogonales entre elles. Puisque la tension est en retard sur le courant, l'angle  $\phi$  est négatif et donc la composante réactive est de type capacitif, comme indiqué sur la figure.

Pour mieux comprendre tout cela prenons quelques exemples :

**Exemple 1** : supposons que l'on veuille calculer la **réactance** d'un **condensateur** de **100  $\mu\text{F}$**  à la fréquence de **50 Hz**. Pour calculer la réactance, nous devons d'abord convertir la valeur du condensateur en **farad (F)**.

Étant donné que **1  $\mu\text{F}$**  correspond à un millionième de farad, soit **0,000001 F**, **100  $\mu\text{F}$**  correspondent à **0,0001 F**.

Appliquons la formule de la réactance capacitive.

Nous obtenons :

$$X_c = 1 : (6,2832 \times 50 \text{ Hz} \times 0,0001 \text{ F}) = 1 : (314,16 \times 0,0001) = 1 : 0,031416 = 31,83 \Omega$$

La réactance à **50 Hz** du condensateur étudié équivaut à une résistance de **31,83  $\Omega$** . Donc si nous appliquons aux extrémités du condensateur une tension sinusoïdale de **24 V efficaces** à une fréquence de **50 Hz**, le courant traversant le condensateur sera de :

$$I_{\text{eff}} = 24 \text{ V eff.} : 31,83 \Omega = 0,75 \text{ A eff.}$$

Figure 14 : Cette figure représente le cas d'une impédance de type inductif, dans laquelle la tension, c'est-à-dire le vecteur de couleur bleue, est constamment en avance d'un angle  $+\varphi$  par rapport au courant qui la traverse (en rouge).

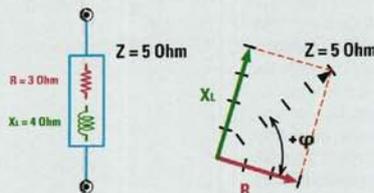
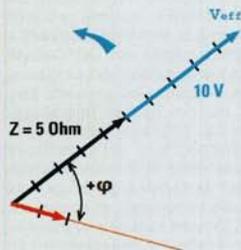


Figure 15 : Dans ce cas aussi nous pouvons décomposer le vecteur  $Z$  de  $5 \Omega$  en composante résistive  $R$  de  $3 \Omega$  et en composante réactive  $X_L$  de  $4 \Omega$ . Étant donné que maintenant la tension est en avance sur le courant d'un angle  $+\varphi$ , la composante réactive est de type inductif, comme le montre la figure.

Il est important de souligner que ces valeurs ont été calculées pour une fréquence de  $50 \text{ Hz}$ . Si vous voulez trouver la réactance de ce même condensateur à une fréquence de  $1 \text{ kHz}$ , vous obtiendrez :

$$X_c = 1 : (6,2832 \times 1000 \text{ Hz} \times 0,0001 \text{ F}) \\ = 1 : (6283,2 \times 0,0001) = 1 : 0,62832 \\ = 1,59 \Omega$$

Si nous appliquons aux bornes du condensateur la même tension de  $24 \text{ V}$  efficaces mais à une fréquence de  $1 \text{ kHz}$ , le courant traversant le condensateur sera :

$$I_{\text{eff}} = 24 \text{ V eff.} : 1,59 \Omega = 15,09 \text{ A eff.}$$

Comme vous pouvez le noter, en augmentant la fréquence, la réactance du condensateur a beaucoup diminué et en revanche le courant consommé a beaucoup augmenté. Voyons ce qu'il en est de l'inductance.

**Exemple 2 :** Supposons que nous voulions calculer la réactance d'une inductance de  $10 \text{ mH}$  à une fréquence de  $50 \text{ Hz}$ . Là encore, avant de faire les calculs, nous devons convertir la valeur de l'inductance en henry (symbole  $\text{H}$ ) :  $1 \text{ mH}$  correspond à  $0,001 \text{ H}$ , donc  $10 \text{ mH}$  correspondent à  $0,01 \text{ H}$ .

Si nous appliquons la formule de la réactance inductive, nous obtenons :

$$X_L = 6,2832 \times 50 \text{ Hz} \times 0,01 \text{ H} = \\ 314,16 \times 0,01 = 3,14 \Omega$$

Nous pouvons donc dire qu'à la fréquence de  $50 \text{ Hz}$  la réactance de l'inductance équivaut à une résistance de  $3,14 \Omega$ . Si nous appliquons aux extrémités de l'inductance la même tension sinusoïdale à  $50 \text{ Hz}$  de  $24 \text{ V}$  efficaces, le courant traversant l'inductance sera :

$$I_{\text{eff}} = 24 \text{ V eff.} : 3,14 \Omega = 7,64 \text{ A eff.}$$

Calculons maintenant la valeur de la réactance qui aurait la même inductance à  $1 \text{ kHz}$  :

$$X_L = 6,2832 \times 1000 \text{ Hz} \times 0,01 \text{ H} = \\ 6283,2 \times 0,01 = 62,83 \Omega$$

Si nous appliquons aux extrémités de l'inductance la même tension de  $24 \text{ V}$  efficaces, mais à  $1 \text{ kHz}$ , le courant traversant l'inductance sera alors de :

$$I_{\text{eff}} = 24 \text{ V eff.} : 62,83 \Omega = 0,38 \text{ A eff.}$$

Comme vous pouvez le noter, alors que dans le cas du condensateur l'augmentation de la fréquence entraîne une diminution de la réactance, dans le cas de l'inductance c'est le phénomène opposé que l'on constate : quand la fréquence augmente, la réactance augmente aussi.

## Impédance et réactance

Maintenant que nous avons vu comment calculer la réactance, nous devons

expliquer en quelques mots de quelle manière ce paramètre contribue à former la valeur complexe d'impédance.

Vous vous rappelez de l'exemple de la figure 11 ? La tension était déphasée en retard par rapport au courant d'un angle  $\varphi$ . On peut donc dire qu'il s'agissait d'une impédance de type capacitif. En figure 13, nous avons décomposé le vecteur de l'impédance en deux composantes, l'une en phase avec le courant et l'autre à  $90^\circ$  par rapport à la première. Nous avons dit que la composante en phase avec le courant est la composante résistive de l'impédance alors que la composante à  $90^\circ$  est sa composante réactive et plus précisément la réactance capacitive.

Nous pouvons donc dire que l'impédance de  $5 \Omega$  représentée sur la figure est la résultante de deux composantes, la composante résistive de  $3 \Omega$  et la réactance capacitive de  $4 \Omega$ . Si nous appliquons le théorème de Pythagore au triangle formé par l'impédance  $Z$ , par la réactance  $X_c$  et par la résistance  $R$  : le carré de l'hypoténuse, c'est-à-dire de l'impédance  $Z$ , est égal à la somme des carrés des deux autres côtés, c'est-à-dire de la résistance  $R$  et de la réactance  $X_c$ .

Donc :

$$Z^2 = R^2 + X_c^2$$

où  $Z$  est l'impédance en  $\Omega$ ,  $R$  la composante résistive en  $\Omega$  et  $X_c$  la réactance capacitive en  $\Omega$ .

Et donc :

$$Z = \sqrt{R^2 + Xc^2}$$

En effet, si nous appliquons la formule à l'exemple précédent, nous obtenons :

$$Z = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5 \Omega$$

Dans les exemples précédents, nous avons calculé la valeur de la réactance d'un condensateur ou d'une inductance d'une certaine valeur. Examinons maintenant le processus inverse : voyons comment trouver la capacité d'un condensateur ou l'inductance d'une self, quand on connaît sa réactance en  $\Omega$  et la fréquence à laquelle elle a été mesurée. La formule à appliquer est la suivante :

$$C = 1 : (2\pi f \times Xc)$$

Nous avons dit que dans notre exemple la réactance a été mesurée à une fréquence de **1 kHz**. Si nous voulons savoir à quoi correspond la valeur  $Xc$  de **4  $\Omega$** , il suffira de remplacer ces valeurs dans la formule précédente :

$$C = 1 : (6,2832 \times 1\,000 \text{ Hz} \times 4 \Omega) = 1 : 25132,8 = 0,0000397 \text{ F}$$

soit **environ 40  $\mu\text{F}$** .

Nous pouvons représenter notre impédance de **5  $\Omega$**  mesurée à **1 kHz** comme un circuit formé d'une résistance de **3  $\Omega$**  montée en série avec un condensateur de **40  $\mu\text{F}$** .

Dans cet exemple nous avons considéré que le courant était en **avance** sur la tension, c'est-à-dire que nous avons considéré le cas de une impédance de type **capacitif**. Que se serait-il passé si le vecteur du courant avait été en retard sur la tension, comme le montre la figure 14 ? Dans ce cas l'impédance de **5  $\Omega$**  mesurée à **1 kHz** est la résultante d'une composante **résistive** de **3  $\Omega$**  et d'une **réactance inductive XL** de **4  $\Omega$** , comme le montre la figure 15.

Dans ce cas aussi nous pouvons écrire :

$$Z^2 = R^2 + XL^2$$

Et donc :

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

Maintenant, connaissant la **fréquence** et la valeur de la réactance inductive XL, nous pouvons retrouver la valeur de l'inductance au moyen de la formule :

$$L = XL : 2\pi f$$

Dans le cas d'une réactance XL de **4  $\Omega$**  mesurée à **1 kHz**, si nous insérons les valeurs chiffrées dans la formule nous obtenons :

$$L = 4 \Omega : (6,2832 \times 1\,000 \text{ Hz}) = 0,000636 \text{ H soit } 636 \mu\text{H}$$

Nous représentons l'impédance comme un circuit formé d'une résistance de **3  $\Omega$**  en série avec une inductance de **636  $\mu\text{H}$** .

Disons que la représentation vectorielle est très utile pour comprendre la **signification physique** du phénomène, mais elle est peu pratique quand on doit ajouter, soustraire et multiplier des impédances. Dans ce cas on préfère utiliser une représentation mathématique moins compréhensible du point de vue physique mais qui simplifie nettement les calculs. Cette forme de représentation est appelée **symbolique** et elle utilise les **nombre complexes**, comme le montre le grand encadré ci-après.

L'avantage des **nombre complexes** tient à ce qu'en utilisant les règles normales de l'algèbre, il est possible de faire toutes les opérations d'addition, de soustraction, de multiplication et de division des impédances. Sans cela elles seraient bien plus difficiles à effectuer. À la fin des calculs on obtient toujours un **nombre complexe**, formé d'une partie **réelle** et de une partie **imaginaire** et grâce auquel il est possible de trouver à la fois la valeur **absolue** de l'impédance et la valeur des composantes, la **résistive** et la **réactive**.

### Conclusion et à suivre

Rappelons enfin que dans le prochain numéro d'ELM nous vous proposerons de passer de la théorie à la pratique en construisant un nouvel **impédancemètre USB EN1746** ♦

### Quand les nombres deviennent imaginaires...

Il peut paraître étrange de parler de **nombres imaginaires**, mais pourtant les mathématiciens le font très sérieusement. En plus, côté «réalité», ils sont d'une grande utilité en électronique où ils permettent de simplifier énormément certaines opérations qui sans eux seraient bien plus compliquées.

Une d'entre elles consiste à calculer – justement – les **impédances** présentes au sein d'un circuit déterminé.

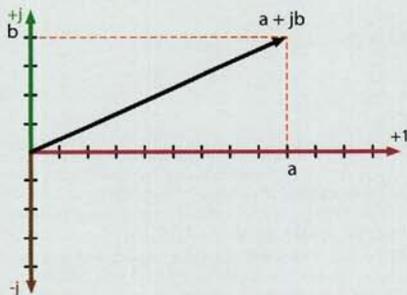
L'avantage principal de ces nombres imaginaires, ou plus précisément des **nombres complexes**, dont font partie les nombres imaginaires, est qu'ils permettent d'exécuter rapidement des opérations comme la somme et la différence de grandeurs sur lesquelles il n'est guère facile de travailler, par exemple les **vecteurs**. Dans le cas du calcul des impédances, les nombres complexes permettent d'additionner avec facilité des composantes **résistives** et des composantes **réactives**, qu'elles soient **capacitives** ou **inductives**, en évitant l'utilisation de longues formules trigonométriques.

Un nombre complexe est constitué d'une partie **réelle**, qui est un nombre pur et d'une partie **imaginaire**, constituée aussi d'un nombre pur précédé de la **lettre J**, également appelée **opérateur J** et du signe + ou du signe –.

**Exemple : a + jb ou a - jb**

où **a** constitue la **partie réelle** et **jb** la **partie imaginaire** du nombre complexe.

Si l'on veut donner une représentation graphique d'un nombre complexe, la partie **réelle** est représentée sur l'axe horizontal, noté **+1**, alors que la partie **imaginaire** est représentée sur l'axe **vertical**, identifié par la lettre **J** : plus précisément dans la partie supérieure si le signe situé devant la lettre **J** est **positif** et dans la partie **inférieure** si le signe est **négatif**.



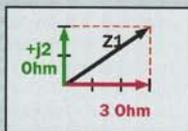
Il est ainsi possible de représenter graphiquement une grandeur comme l'**impédance**, parce que la composante **résistive R** correspond à la **partie réelle** du nombre complexe alors que sa composante réactive, c'est-à-dire la **réactance X**, correspond à la **partie imaginaire**. Précisément, s'il s'agit d'une **réactance capacitive Xc**, la partie imaginaire sera indiquée par sa valeur en **ohm ( $\Omega$ )** précédée par la lettre **j** et du **signe -**. Si en revanche il s'agit d'une **réactance inductive XL**, elle sera indiquée par sa valeur en **ohm ( $\Omega$ )** précédée par la **lettre j** et du **signe +**.

Si, par exemple, nous voulons indiquer par un nombre complexe qu'une impédance est formée d'une **résistance de 3  $\Omega$**  en série avec une **réactance inductive de 2  $\Omega$** , nous pourrions écrire :

$$Z_1 = 3 + j2$$

Le **signe +** situé devant la lettre **j** indique justement qu'il s'agit d'une réactance **Inductive XL**.

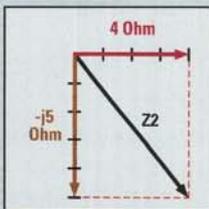
Graphiquement ce nombre complexe est représenté ainsi :



Si en revanche nous voulons représenter une impédance constituée d'une **résistance de 4  $\Omega$**  en série avec une **réactance capacitive de 5  $\Omega$**  nous écrirons :

$$Z_2 = 4 - j5$$

Dans ce cas, le **signe -** situé devant la lettre **j** indique qu'il s'agit d'une réactance **capacitive Xc**. Sa représentation graphique est la suivante :



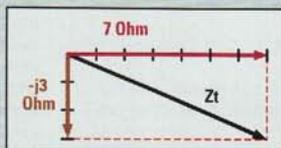
Supposons maintenant que nous voulons calculer l'**impédance Zt résultant** de la **somme** de ces deux impédances :

$$Z_t = Z_1 + Z_2 = (3 + j2) + (4 - j5)$$

en faisant une simple somme algébrique nous obtenons :

$$Z_t = 7 - j3$$

Comme il a suffi d'**additionner algébriquement** les parties **réelles** et les parties **imaginaires** des deux impédances, en tenant compte de leur **signe**, pour trouver l'impédance résultante sous forme de nombre complexe. L'impédance résultante **Zt** est donc constituée d'une **résistance de 7  $\Omega$**  en série avec une réactance de **3  $\Omega$**  de type **capacitif**, puisque l'**opérateur j** est précédé du **signe -**. La représentation graphique de l'impédance ainsi obtenue est la suivante :



Si nous voulons maintenant trouver le **module**, c'est-à-dire la valeur **absolue** de l'impédance **Zt**, il suffira d'appliquer le théorème de Pythagore à la figure précédente et cela donne :

$$|Z_t| = \sqrt{(7^2 + 3^2)} = \sqrt{(49 + 9)} = 7,61 \Omega$$

En outre, sachant que la composante **réelle a** correspond à la **résistance R** et que la composante **imaginaire b** correspond à la **réactance Xc**, nous sommes en mesure de calculer également la valeur de l'**angle de déphasage - $\Phi$**  entre **courant et tension**, valeur donnée par la formule trigonométrique de l'**arctangente** :

$$\Phi = \arctan X_c / R$$

et puisque **Xc** coïncide avec **b** et **R** avec **a**, nous aurons :

$$\Phi = \arctan b / a$$

En insérant les valeurs numériques de notre exemple, précédemment trouvées, nous pourrions écrire :

$$\Phi = \arctan 3 / 7 = 23,19^\circ$$

**Note** : La fonction **arctangente** est la fonction réciproque de la restriction de la fonction tangente à l'intervalle  $]-\pi/2; \pi/2[$ . Notée naguère **arctg**, elle se note désormais **arctan** ou **atan**.

Nous avons trouvé le **module** et la **phase**, notre impédance résultante **Zt** est maintenant parfaitement définie. Ceci est un exemple très simple, mais il nous montre que la mathématique des nombres complexes peut énormément faciliter ce type de calcul et rendre bien plus compréhensible un cours sur l'impédance.

Pour les curieux en histoire des sciences, la découverte des nombres complexes remonte au **XVI<sup>e</sup> siècle** et elle est attribuée au mathématicien italien **Niccolò Fontana Tartaglia** (dit le Bègue, 1499 - 1557), qui s'attela à la résolution des équations de troisième et quatrième degrés et aurait aperçu ces mystérieux nombres complexes au cours de ses investigations... Il semble cependant que le véritable découvreur de ces «nombres qui ne doivent pas exister», comme on les appelait à l'époque, soit le mathématicien italien **Girolamo Cardano** (1501 - 1576) : après en avoir fait la théorie il communiqua ses résultats à Tartaglia, sans toutefois s'occuper de publier sa découverte.

M. Cardano ne donna pas suite à la dispute qui découla de ses théories parce qu'il avait d'autres soucis. En effet, il était accusé d'hérésie et dut comparaître devant le tribunal de l'**Inquisition**. Il fut écroué quelques mois durant. Ensuite, l'étude des nombres complexes a été reprise par d'autres mathématiciens, comme le mathématicien et philosophe français **René Descartes** (1596 - 1650), le mathématicien suisse **Leonhard Paul Euler** (1707 - 1783) et le physicien allemand **Karl Friedrich Gauss** (1777 - 1855) : ils les ont élaborées dans la forme que nous leur connaissons aujourd'hui.

**Note** : le mathématicien italien **Rafaèle Bombelli** (1526 - 1572) a également contribué à la compréhension des nombres imaginaires, pour l'en remercier un cratère de la Lune porte son nom.

**IMPRELEC**

32 rue de l'égalité - 39360 VIRY  
Tél: 03 84 41 14 93 Fax: 03 84 41 15 24  
E-mail: [imprelec@wanadoo.fr](mailto:imprelec@wanadoo.fr)

Réalise vos CIRCUITS IMPRIMÉS de qualité professionnelle SF ou DF, étamés à chaud et percés sur V.E. 8/10° ou 16/10°, Eillets, 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, ou impression papier.

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 Mercal 13396 MARSEILLE Cedex 11  
Tél.: 04 91 44 65 37- Fax: 04 91 89 23 82

[WWW.eme-enseignement.fr](http://WWW.eme-enseignement.fr)

# ABONNEZ-VOUS

**OUI,**

Je m'abonne à

**ELECTRONIQUE**  
ET LOISIRS  
LE MOUVEMENT DE L'ELECTRONIQUE POUR TOUS

A PARTIR DU N° 112 ou supérieur



N°

E0111

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

Recherche un dépanneur Ampli sono et connaissance en électronique pour petits montages dans le département 94/77.  
Tél. : 06.12.40.04.77

Vends 6 boîtes pour l'initiation à l'électronique marque Philips Allemand doc. en Français des années 80 de collection mais toujours valable explication des composants, de nombreux plans et sans soudure, une boîte de bas E 4 autres et la dernière contient un tube cathodique le prix 190€. Tél. : 02.35.09.04.21

Le 6 Juin 1958 avec une femme chercheur, nous branchons un moteur synchrone à aimants au rotor démarrant en asynchrone genre Parel avec des secondaires sur les 3 phases du stator qui ressortent 78% de l'énergie d'entrée tandis que le couple moteur est doublé. Le moteur entraîne un alternateur triphasé à 6 pôles au stator et 4 pôles au rotor séparés par des espaces vides égaux à la longueur des pôles ce qui permet au sinus descendant d'être moteur et ce qui divise le couple frein du à la loi de Lenz par 3. L'énergie en tout est multiplié par 6. La courbe sinus du triphasé est parfaite - Le 6 Juin 1958 J'allonge le stator d'une dynamo de vélo de 18 cm et je mets des plaques de fer entre les pôles du stator séparés de ceux-ci de 2 mm ce qui crée une attraction de rotor sur 360°. La répulsion du rotor par la bobine est divisée par 20 et celle-ci débite toujours la même quantité d'énergie. Bon Patrice cherche contacts. S.O.S.!!! Tél. : 04.77.31.98.13

Vends récepteur Sony CRF1 10kh à 30 Mhz portable piles secteur 300 € - Oscillo HAMEG HM 605 2 X 60 Mhz 200 € - Microwaveconter Marconi 20 Ghz 150 € Contact : M. Rameau Claude 45 rue de la croix nivert 75015 Paris

Vends transistors, circuits intégrés, composants rares et obsolètes. Tél. : 06.78.20.15.89 E-mail :schneider.audio@noos.fr

Cherche avec insistance le dongle DB25 du programme de simulation Electronics Work Bench EWB5, suite à une défaillance, non pour piratage, pour sauver douze ans de travail et des centaines de schémas. A défaut, achèterais programme EWB5 complet. Tél. : 02.31.92.14.80

INDEX DES ANNONCEURS

COMELEC Kits du mois .....	2
Etude Gamma Serveur Web .....	10
COMELEC .....	10
JMJ - Anciens numéros ELM .....	27
PCB POOL - Réalisation de prototypes.....	27
COMELEC Médical .....	54
COMELEC Mesure .....	70
IMPRELEC Circuits imprimés .....	97
EME .....	97
JMJ - CD .....	99

**Directeur de Publication**  
**Rédacteur en chef**  
J-M MOSCATTI  
redaction@electronique-magazine.com

**Direction - Administration**  
JMJ éditions  
B.P. 20025  
13720 LA BOUILLADISSE  
Tél. : 0820 820 534

**Secrétariat - Abonnements**  
**Petites-annonces - Ventes**  
A la revue

**Vente au numéro**  
A la revue

**Publicité**  
A la revue

**Maquette - Illustration**  
**Composition - Photogravure**  
JMJ éditions sari

**Impression**  
Imprimé dans la Communauté  
Européenne

**Distribution**  
NMPP

**Hot Line Technique**  
**0820 820 534\***

du lundi au vendredi de 16 h à 18 h  
**Web**

www.electronique-magazine.com

**e-mail**

info@electronique-magazine.com

\* N° INDIGO: 0,12 € / MN



EST RÉALISÉ  
EN COLLABORATION AVEC :



**JMJ éditions**  
Sarl au capital social de 7800 €  
RCS MARSEILLE : 421 860 925  
APE 221E  
Commission paritaire: 1010T79056  
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'Editeur. Toute utilisation des articles de ce magazine à des fins de publicité ou à des fins commerciales est soumise à l'autorisation écrite de l'Editeur. Toute utilisation non autorisée fera l'objet de poursuites. Les opinions exprimées ainsi que les articles n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas obligatoirement l'opinion de la rédaction. L'Editeur décline toute responsabilité quant à la tenue des annonces de publicités insérées dans le magazine et des transactions qui en découlent. L'Editeur se réserve le droit de refuser les annonces et publications 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.

**ANNONCEZ-VOUS !**

**VOTRE ANNONCE POUR SEULEMENT 2 TIMBRES\* À 0,57 C !**

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 C - Professionnels : La grille : 90,00 € TTC - PA avec photo : + 30,00 € - PA encadrée : + 8,00 €

Nom ..... Prénom .....  
Adresse .....  
Code postal ..... Ville .....

Toute annonce professionnelle doit être accompagnée de son règlement libellé à l'ordre de JMJ éditions.  
Envoyez la grille, avant le 10 précédent le mois de parution, accompagnée de votre règlement à l'adresse:

**JMJ/ELECTRONIQUE - Service PA - BP 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE**

# CD-ROM ENTIÈREMENT IMPRIMABLE

LISEZ ET IMPRIMEZ VOTRE REVUE SUR VOTRE ORDINATEUR PC OU MACINTOSH

**50 € Les 3 CD du Cours d'Électronique en Partant de Zéro**



**SOMMAIRE INTERACTIF**

**ENTIÈREMENT IMPRIMABLE**



**5.50 € LE CD**



**50 % DE REMISE POUR LES ABONNÉS SUR TOUS LES CD DES ANCIENS NUMÉROS CI - DESSOUS**

**LE CD 6 NUMÉROS 25€ / 12 NUMÉROS 45€**



**FRAIS DE PORT INCLUS POUR LA FRANCE (CEE - DOM - TOM ET AUTRES PAYS: NOUS CONSULTER.)**



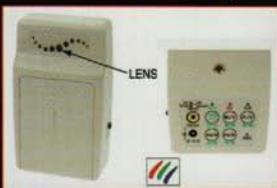
Super promo  
159 €

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.

ER295 .....Ensemble complet ..... Destockage ~~269 €~~ .....159 € \*

## ENREGISTREUR VIDÉO AVEC CAMÉRA INCORPORÉE ET MÉMOIRE 1 GB

Super promo  
220 €



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.....Destockage..... ~~269 €~~ .....220 € \*

**COMLEC** CD 908 - 13720 BELCONE

Tél.: 04 42 70 63 90

Fax: 04 42 70 63 95

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

\* Offre valable durant les mois de parution, jusqu'à épuisement du stock disponible.