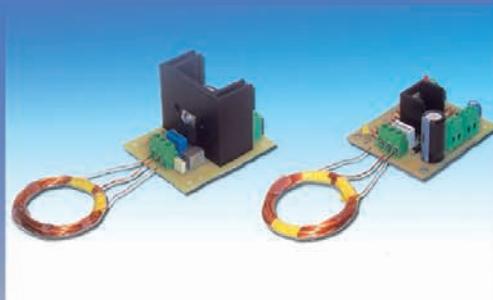


**n° 115**

**ÉTÉ 2011**

## **TASER ANTI AGRESSION**



### **CHARGEUR DE BATTERIE SANS FIL**

- Détecteur de métaux à impulsions
- Convertisseur d'ultrasons
- Amplificateur HF 50 W
- LED 230 V réglable
- Minilab



**SOMMAIRE  
DÉTAILLÉ  
PAGE 4**



# 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 €**

### CONVERTISSEUR D'ULTRASONS

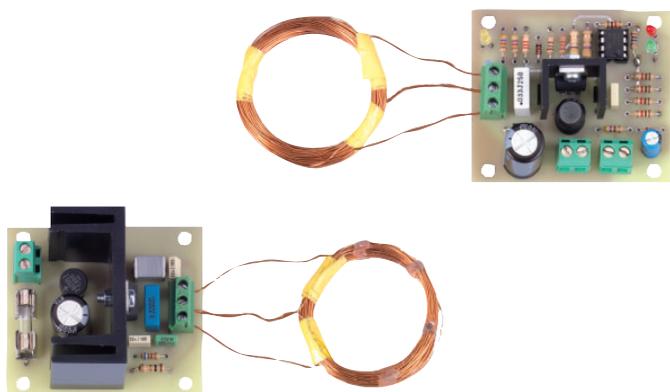


Ce kit est un convertisseur audio capable de convertir les fréquences ultrasoniques au-delà de 15 kHz et jusqu'à 70 kHz, en fréquences audibles. Grâce à ce dispositif il est possible d'évaluer l'intensité de la pollution acoustique, produite à l'intérieur des habitations par les appareils électroménagers, sur les lieux de travail par les ordinateurs, par les véhicules les plus divers au sein du trafic routier et par les animaux.

**\*Caractéristiques techniques :** Alimentation par pile de 9 V (6F22 non fournie) - Réglage du volume par potentiomètre - Sortie casque

**EN1770 ..... Kit complet avec boîtier sans casque sans parabole ..... 90,80 €**  
**EN1770KM.Kit complet version monté ..... 127,10 €**  
**CUF32..... Casque seul ..... 9,00 €**

### CHARGEUR DE BATTERIE SANS FIL



Ce kit est un chargeur de batterie sans fil qui permet de recharger les batteries au plomb, NiCd et NiMh en toute sécurité et sans enchevêtrement de fils ni aucun contact électrique avec l'alimentation. Alimentation : 24 V AC ou DC - La tension de sortie est adaptable en fonction de la valeur de deux résistances :

Tension de sortie (V DC)	Courant de sortie (mA DC)
5	500
16	340
19	190
22	150
24	100
28	60

Indicateur à led de charge et de fin de charge.

**EN1773 ..... Kit TX complet sans boîtier ..... 22,40 €**  
**EN1773KM.Kit TX complet version monté ..... 31,40 €**  
**EN1774 ..... Kit RX complet sans boîtier ..... 27,85 €**  
**EN1774KM.Kit TX complet version monté ..... 39,00 €**

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.

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

## TASER ANTI AGRESSION



Ce kit est un taser portatif délivrant des impulsions à haute tension, il peut être utilisé tant pour mesurer l'immunité de nos appareils électroniques par rapport aux parasites que pour la défense personnelle.

### \*Caractéristiques techniques :

Alimentation : pile 9V 6F22 (non fournie) - Tension de sortie : 11 000 V  
 - ne pas utiliser (ce conseil est absolu) le circuit directement contre les personnes parce que cela provoquerait : en 1/10 de seconde une contraction musculaire et une forte répulsion ; en 1-3 secondes un étourdissement et même une chute sur le sol ; en 3-6 secondes paralysie de la personne et dans de nombreux cas un déséquilibre et une chute sur le sol accompagné d'un état de désorientation de plusieurs minutes ; en 6-10 secondes l'évanouissement de la personne. - ne pas mettre dans les mains des enfants ;  
 - ne pas utiliser à proximité de personnes bénéficiant d'aides électroniques de survie (pacemaker, etc...) ; - ne pas utiliser le taser-dissuadeur dans des lieux où se trouvent des matières inflammables.

EN1775..... Kit complet taser anti agression avec boîtier .....59,25 €  
 EN1775KM Kit complet version monté ..... 86,15 €

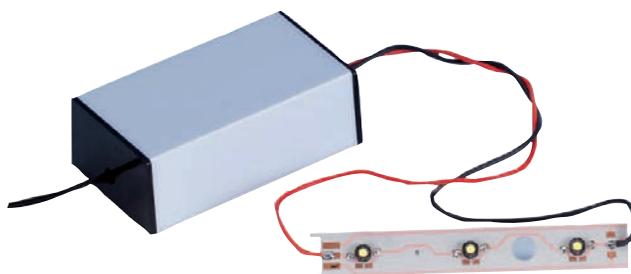
## STROBOSCOPE À LED DE PUISSANCE

Ce kit est un stroboscope à LED de puissance, il a l'avantage d'être plus fiable, plus résistant, et beaucoup plus petit qu'un stroboscope à lampe classique. Ses applications sont multiples : mécanique, biologie, divertissement, mesure etc...  
 Alimentation par pile de 9 V (6F22 non fournie) - Réglage par potentiomètre de la largeur de l'impulsion et de la luminosité de la LED de puissance.



EN1771..... Kit complet avec boîtier ..... 33,60 €  
 EN1771KM.Kit complet version monté ..... 47,10 €

## ALIMENTATION SECTEUR POUR LED RÉGLABLE PAR VARIATEUR



Ce kit est une alimentation à découpage permettant de piloter des LED avec la tension du secteur 230 V. Cette alimentation pourra en plus être reliée à des variateurs du commerce pour faire varier l'intensité lumineuse des LED.

### \*Caractéristiques techniques:

Alimentation 230 VAC  
 Permet de piloter 3 LED de puissance de 1W chacune  
 En connectant un variateur du commerce entre le secteur et ce kit, on obtient une variation de l'éclairage

EN1769..... Kit complet avec boîtier ..... 85,25 €  
 EN1769KM.Kit complet version monté .....119,30 €

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

## DÉTECTEURS DE MÉTAUX À IMPULSIONS



Ce kit est un détecteur de métaux basé sur l'émission et la réception d'une série d'impulsions. Quand ces impulsions rencontrent des masses ferreuses, elles retournent, modifiées par la masse ferreuse elle-même. L'analyse de la modification de l'impulsion de retour indique s'il y a du métal ou non.

\*Caractéristiques techniques:  
 Alimentation électrique de 4,8V à 6 V (DC). Possibilité d'utiliser des bobines de détection différentes selon l'application - Réglage de volume et sensibilité par potentiomètre.

Pour réaliser la bobine de détection de ce kit (non fourni) vous aurez besoin: de 3 m de fil 8 brins, de 2 m de tube plastique diamètre 2 mm, de 4 coudes à 90°, d'un «T» et du circuit imprimé EN1765B (seul ce dernier est fourni avec le KIT 1765).

EN1765..... Kit complet avec boîtier mais sans bobine..... 151,20 €  
 EN1765KM Kit complet version monté sans bobine..... 211,70 €

## AUTOMATISME CONTRE LES COUPURES DE COURANT

Ce kit permet de rallumer automatiquement les appareils domestiques mais pas tous en même temps, afin d'éviter le désagrément du black-out à répétition. Ce retardateur (il en faut un par appareil domestique à protéger), provoque un retard réglable entre 5 et 50 secondes de la (re)mise sous tension de la charge à laquelle il est connecté.

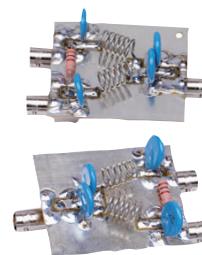
### \*Caractéristiques techniques:

Alimentation 230 VAC  
 Temps réglable de 5 à 50 secondes  
 Charge maximale sur 230 VAC 1 KW



EN1695..... Kit complet avec boîtier ..... 32,20 €  
 EN1775KM.Kit complet version monté avec coffret..... 45,10 €

## POWER SPLITTERS POUR EN1636



Ce kit permet le couplage de deux amplificateurs linéaires EN1636 de 15 W chacun. Il est ainsi possible d'obtenir en sortie une puissance de 30-32 W au minimum à 50 W au maximum. Ce dispositif, appelé «LC Wilkinson», a la particularité d'avoir une «perte d'insertion» de 3 dB seulement et une isolation entre les deux sorties pouvant arriver à - 40 dB. Pour réaliser ce power splitters vous devez posséder les deux kits EN1767 et EN1768.

EN1767..... Kit diviseur de puissance complet sans boîtier ..... 18,05 €  
 EN1767KM.Kit diviseur de puissance complet version monté... 25,30 €  
 EN1768..... Kit coupleur de puissance complet sans boîtier .... 26,45 €  
 EN1768KM.Kit coupleur de puissance complet version monté.. 37,05 €

# COMELEC

Tél. : 04 42 70 63 90

Fax : 04 42 70 63 95

CD 908 - 13720 BELGODENE

www.comelec.fr

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

## Chargeur de batterie sans fil ..... 05



Avec ce chargeur de batterie sans fil vous pourrez recharger vos batteries au plomb, NiCd et NiMh en toute sécurité et sans enchevêtrement de fils ni aucun contact électrique avec l'alimentation.

## Détecteur de métaux à impulsions ..... 15



ÉLECTRONIQUE & Loisirs Magazine est certainement la revue qui a consacré le plus d'espace à cet appareil, après tant d'années et tant de montages, nous voilà prêts à vous proposer une nouvelle version de détecteur de métaux. Elle se base sur un nouveau principe de fonctionnement à impulsions. Ce dernier rend le détecteur de métaux encore plus simple à construire, flexible d'utilisation et s'adaptant à la profondeur de la recherche.

## Taser - dissuadeur anti agression ..... 31



L'appareil que nous vous proposons de construire est un dispositif délivrant des impulsions à haute tension et, comme il est portable, il peut être utilisé tant pour mesurer l'immunité de nos appareils électroniques par rapport aux parasites que pour la défense personnelle.

## MINILAB : Lumières psychédéliques à LED ..... 38

Première partie pour les deux versions Junior et Avancée



Grâce aux effets magiques produits par les lumières intermittentes colorées, les «lumières psychédéliques» évoquent la musique de notre temps. Cet article vous propose un montage miniature dédié à ces lumières psychédéliques : le montage sera fait bien entendu sur la plaque d'essais du Minilab. Cette première partie concerne tout le monde, Juniors ou Avancés, car on va y procéder à l'étude et à la réalisation. Les heureux possesseurs de la revue Avancée devront attendre le prochain numéro de la revue pour se servir d'un nouvel instrument présent à l'intérieur de l'oscilloscope pour PC : il s'agit du générateur BF. À cette occasion, nous découvrirons comment il fonctionne.

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

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

## Convertisseur d'ultrasons en sons audibles ..... 56



Il y a tout un univers sonore autour de nous, mais il nous est étranger à cause des limites de notre audition. Cet appareil, en convertissant les ultrasons en sons parfaitement audibles, permet de faire des expériences intéressantes afin de découvrir derrière un monde jusque là silencieux, un champ riche et varié.

## Doubler la puissance du linéaire RF 88-108 MHz ..... 65



Vous avez décidé de vous offrir un «linéaire» plus puissant ? En couplant deux de nos amplificateurs linéaires EN1636 de 15 W à travers deux «power splitters», vous pourrez obtenir en sortie, à un coût très modique, une puissance utile pouvant atteindre 50 W. Cet article vous explique comment concevoir ces circuits qui, avec une poignée de composants, vous permettront de doubler ou même tripler la puissance de votre linéaire.

## Un automatisme pour faire face aux coupures de courant ..... 76



Après une coupure de courant, quand « la lumière revient » comme on disait, il arrive que le disjoncteur général « saute » à cause du pic d'intensité occasionné par tous les appareils se remettant à fonctionner en même temps ! Ce montage vous permet de rallumer automatiquement les appareils domestiques mais pas tous en même temps, afin d'éviter le désagrément du black-out à répétition.

## Luminaire à LED en 230 V réglable par variateur ..... 82



Nous vous présentons une alimentation à découpage permettant de piloter des LED avec la tension du secteur 230 V. Cette alimentation pourra en plus être reliée à des variateurs du commerce pour faire varier l'intensité lumineuse des LED.

## Stroboscope à LED de puissance ..... 89



Si l'on remplace l'encombrante et fragile lampe au xénon et son transformateur d'amorçage par une LED de puissance, on réalise cet intéressant stroboscope semi-professionnel.

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

L'index des annonceurs se trouve page ..... 97

Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 6 Juin 2011

Crédits Photos : Corel, Futura, Nuova, JMJ



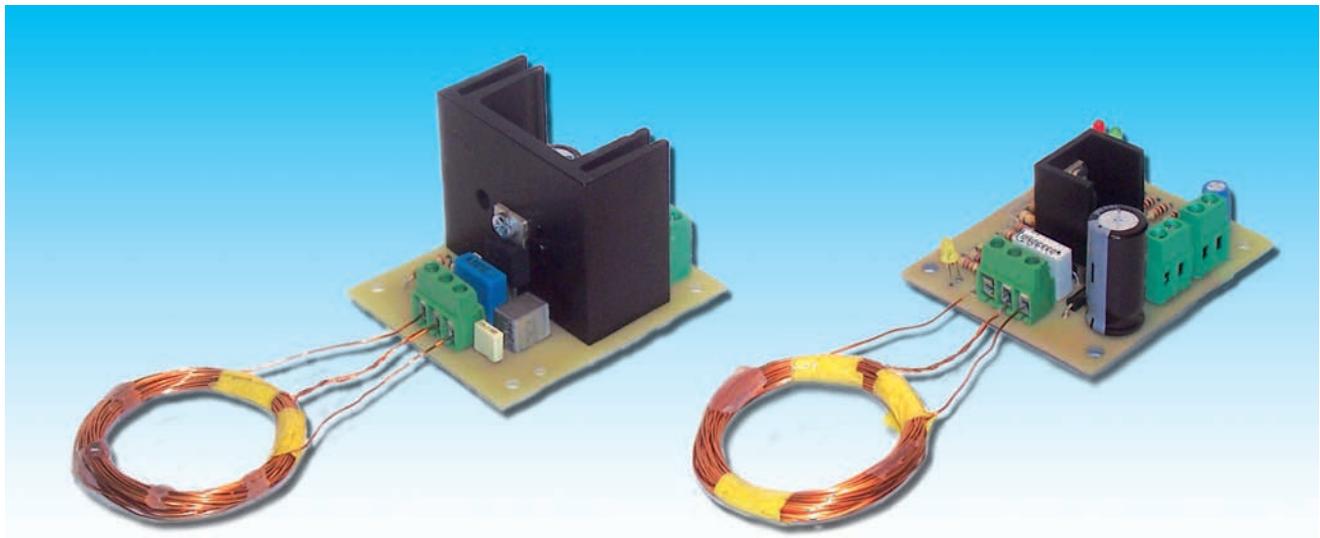


Figure 1 : Photos des prototypes des platines des circuits émetteur et récepteur constituant notre chargeur de batterie sans fil.

Ce champ électrique générerait une force électromotrice alimentant, au moyen d'un autre bobinage, le système de décodage. Ce dernier, après avoir transféré les données dans la clé, actionnait le relais.

Le **chargeur de batterie sans fil** que nous vous présentons dans cet article se compose de deux unités :

- une unité, que nous appellerons **Master**, reliée au secteur 230 V au moyen d'une alimentation en **24 V** en alternatif ou en continu.
- une unité, que nous nommerons **Slave**,

à installer dans l'appareil dont nous voulons charger la batterie.

Naturellement l'appareil auquel sera associé le circuit **Slave** devra dépendre exclusivement de la batterie pour son fonctionnement et contenir le circuit **sans aucune liaison extérieure**.

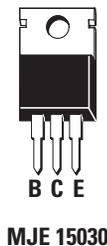
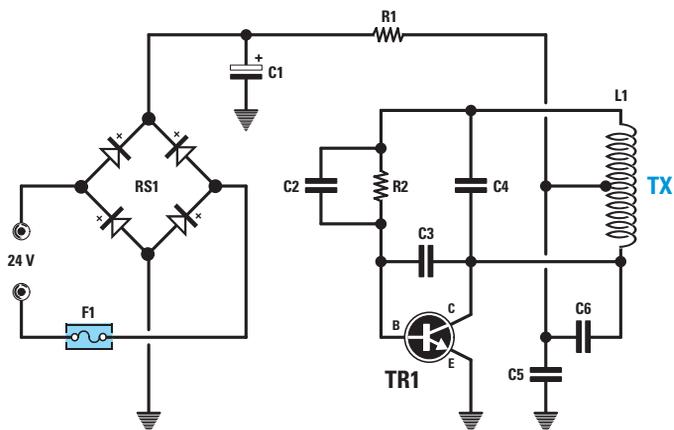
Les deux appareils **Master** et **Slave** doivent avoir en commun deux «zones» de leurs boîtiers respectifs, sous lesquelles seront fixés les enroulements **L1**.

Naturellement entre l'enroulement **L1** du **Master** et l'enroulement **L1** du

**Slave** doivent se trouver les parois faisant office d'isolant.

## Le schéma électrique

Le montage se compose de deux parties : un **émetteur (Master)** capable d'engendrer un signal électromagnétique d'une certaine intensité et un **récepteur (Slave)** capable de transformer le signal émis par l'émetteur en une tension continue avec une certaine intensité de courant.

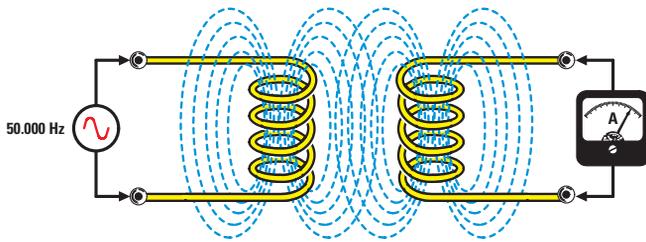
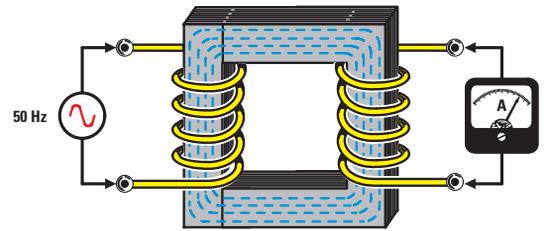


### Liste des composants EN1773

- R1 ..... 1 Ω ½ W
- R2 ..... 6,8 k
- C1 ..... 1 000 µF 50 V électrolytique
- C2 ..... 33nF 100 V polyester
- C3 ..... 22nF 100 V polyester
- C4 ..... 47nF 400 V polyester
- C5 ..... 1 µF 100 V polyester
- C6 ..... 22nF 100 V polyester
- RS1 .. pont redress. 100 V 1 A
- TR1 ... NPN MJE15030
- L1 ..... voir texte
- F1 ..... fusible 1 A

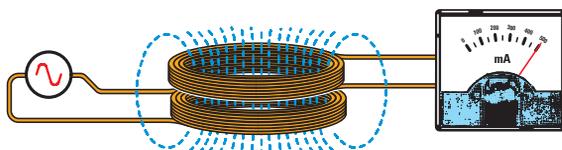
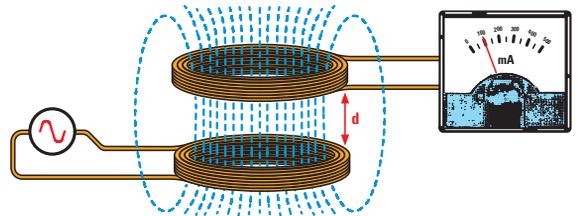
Figure 2 : Schéma électrique de l'étage émetteur EN1773 et brochage du transistor NPN vu de face.

**Figure 3 :** Dans ce dessin on a schématisé le fonctionnement d'un transformateur à noyau ferromagnétique. Comme vous pouvez le voir, le générateur de tension alternative (50 Hz) produit sur le primaire un flux magnétique dans le noyau et sur l'enroulement secondaire une tension.



**Figure 4 :** Dans l'air, pour augmenter le transfert de puissance et les dimensions des enroulements, il faut augmenter la fréquence du générateur.

**Figure 5 :** Nos enroulements ont été réalisés de manière compacte : en augmentant la distance, on diminue le courant disponible.



**Figure 6 :** Si on rapproche les enroulements l'un de l'autre comme le montre le dessin, on obtient le débit maximal de courant.

Le tout fonctionne un peu selon le même principe qu'un transformateur de tension **50 Hz** (voir figure 3), même si comme «moyen» de transport on n'utilise ici aucune tôle fer-silicium (circuit magnétique) pour développer sur l'enroulement secondaire une tension induite, mais simplement de l'air.

Notre système travaille en effet à une fréquence **1 000 fois** supérieure (environ **50 kHz**) et il est de ce fait capable de se propager à travers le vide comme les ondes radio (voir figure 4). En recueillant l'énergie transmise au moyen d'un circuit accordé sur la même fréquence que celle d'émission, nous pouvons

développer, une fois redressée et lissée, une **tension continue** que nous pourrions utiliser pour la recharge de la batterie et tout cela sans aucun contact électrique entre les deux parties, mais rien qu'en rapprochant les deux enroulements L1 des circuits.

Peut-être parmi nos lecteurs «vétérans» certains se souviendront qu'autrefois on réalisait des récepteurs radio pour ondes moyennes/ondes courtes sans aucune alimentation : l'énergie **RF** captée par le long fil d'antenne, redressée par une diode au germanium, suffisait à alimenter le récepteur et on pouvait écouter l'émission de la station dans un

casque à écouteurs haute impédance.

## Le schéma électrique de l'étage TX

Si on jette un coup d'œil au schéma électrique de la figure 2, on voit tout de suite qu'il s'agit d'un circuit extrêmement simple fonctionnant grâce au transistor de moyenne puissance **TR1**, un **NPN MJE15030**.

Ce transistor oscille à une fréquence d'environ **50 kHz** grâce à un circuit accordé

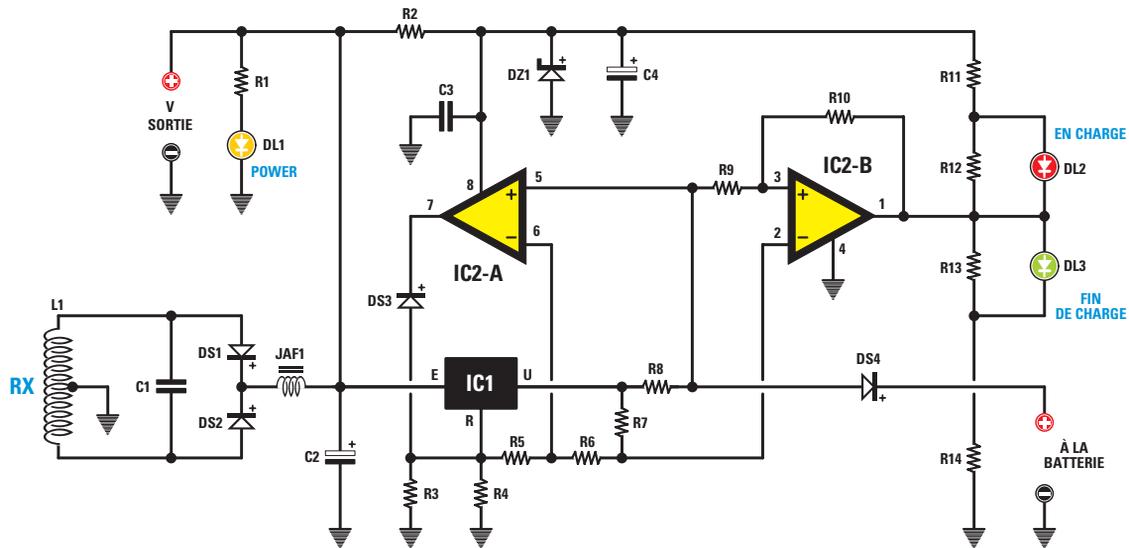


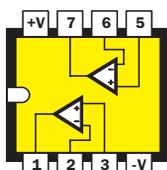
Figure 7 : Schéma électrique de l'étage récepteur EN1774.

### Liste des composants EN1774

R1 ..... 2,2 k  
 R2 ..... 470 Ω  
 R3 ..... 4,7 k  
 R4 ..... 4,7 k  
 R5 ..... 100 Ω  
 R6 ..... 120 Ω  
 R7 ..... 4,7 Ω  
 R8 ..... 4,7 Ω ½ W

R9 ..... 1 k  
 R10 .. 10 M  
 R11 .. 1 k  
 R12 .. 1 k  
 R13 .. 1 k  
 R14 .. 1 k  
 C1 ..... 33 nF 250 V polyester  
 C2 ..... 1 000 µF 50 V électrolytique  
 C3 ..... 100 nF polyester  
 C4 ..... 100 µF 50 V électrolytique  
 JAF1 .. self 100 µH

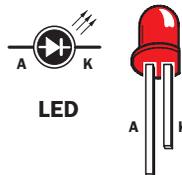
DZ1 .. zener 24 V ½ W  
 DS1 .. BYW100  
 DS2 .. BYW100  
 DS3 .. 1N4148  
 DS4 .. 1N4007  
 DL1 ... LED (jaune)  
 DL2 ... LED (rouge)  
 DL3 ... LED (verte)  
 IC1 .... LM317  
 IC2 .... LM358  
 L1 ..... voir texte



LM 358



LM 317



LED

Figure 6 : Brochages vus de dessus du LM358, de face du LM317 et de la LED

L/C, composé de la self **L1** d'émission et du condensateur **C4** de **47nF** monté en parallèle avec l'enroulement.

Grâce à cet étage, nous avons ainsi réalisé un **oscillateur** de **puissance** extrêmement fiable, dont la consommation de courant et par conséquent la puissance émise ne dépendent que de la **distance** entre l'enroulement émetteur et l'enroulement récepteur d'où l'on « extrait » le courant.

Si les enroulements n'interfèrent pas et sont éloignés l'un de l'autre, l'étage consomme un courant **minimal** (voir figure 5), si au contraire ils sont proches,

le courant augmente jusqu'aux valeurs correctes pour charger la batterie (voir la figure 6).

On a choisi le transistor **MJE15030** non seulement parce qu'il présente des caractéristiques de solidité appréciables (il supporte une tension **VCE** de **150 V** et un courant de collecteur **Ic** de **8 A**) mais aussi parce qu'il possède des caractéristiques « dynamiques » qui le rendent particulièrement indiqué à la réalisation des circuits oscillateurs de puissance.

La résistance **R2** de **6,8 k** avec en parallèle le condensateur **C2** de **33nF**,

polarise le transistor **TR1** et introduit le **feedback** nécessaire pour faire démarrer l'oscillateur.

Sur le collecteur on a une tension de plus de **60 V** d'amplitude et de forme sinusoïdale avec une période de **20 µs** correspondant à une fréquence de **50 kHz**.

La résistance **R1** de **1 Ω** a pour rôle de découpler l'oscillateur de l'alimentation. L'inductance de l'enroulement **L1** constitué de **20+20 spires** a une valeur d'environ **110 µH**. Cette valeur inductive, en parallèle avec la capacité du condensateur **C4** de **47 nF** et celle des

deux condensateurs **C3** et **C6** de **22 nF**, détermine la fréquence d'oscillation. Quand l'enroulement **L1** émetteur n'est pas à proximité de l'enroulement **L1** récepteur, le courant consommé «au repos», est d'environ **100 mA**. Cette valeur **augmente** quand l'enroulement émetteur est placé à proximité de l'enroulement récepteur, de manière à effectuer la recharge de la batterie reliée à la sortie.

Rappelons que pendant le fonctionnement normal, le transistor **TR1** s'échauffe légèrement et la chaleur produite est évacuée par le dissipateur sur lequel il est fixé.

Comme **alimentation** continue le circuit réclame une tension non stabilisée d'environ **32 V** maximum : on part d'une tension alternative de **24 Vac** que l'on **redresse** et **filtre**. Si vous ne disposez pas d'un transformateur de récupération

ayant ces caractéristiques, vous pouvez utiliser notre **transformateur TN01.34** parfaitement adapté.

Le fusible de **1 A** monté en série avec la tension alternative de **24 V**, protège le transformateur en cas d'avarie du circuit, c'est-à-dire quand il se met à consommer un courant supérieur à **1 A** : le fusible fond et coupe l'alimentation.

### Le schéma électrique de l'étage RX

L'enroulement **L1** récepteur (voir la figure 7) capte le champ électromagnétique généré par l'enroulement émetteur et développe à ses extrémités une tension alternative ayant la même fréquence que celle émise par l'enroulement émetteur, soit environ **50 kHz**.

Comme nous l'avons déjà dit, la valeur de cette tension sera maximale quand les deux enroulements seront étroitement couplés, c'est-à-dire situés l'un au-dessus de l'autre (voir figure 5) et se réduira petit à petit quand la distance entre les deux augmentera (voir figure 6).

**Note** : pour extraire le **signal maximal** et donc le **courant le plus intense** possible, les **deux enroulements** devront être placés **le plus près possible**.

Contrairement à l'enroulement émetteur, l'enroulement récepteur se compose de **30+30 spires** et l'inductance aux deux extrémités a une valeur d'environ **230 µH**. Cette valeur inductive, en parallèle avec la capacité du condensateur de **33 nF** et celle du condensateur **C1** monté en parallèle, forme un circuit résonant accordé sur une fréquence égale à celle du signal transmis. On obtient ainsi le transfert maximum d'énergie entre les deux circuits.

Figure 9a : Schéma d'implantation des composants de la platine de l'émetteur. Avant de monter le transistor **TR1** sur le circuit imprimé, vous devrez le fixer sur le dissipateur (représenté ici en pointillés).

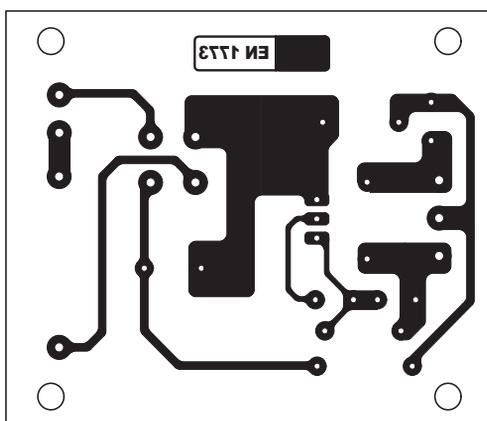
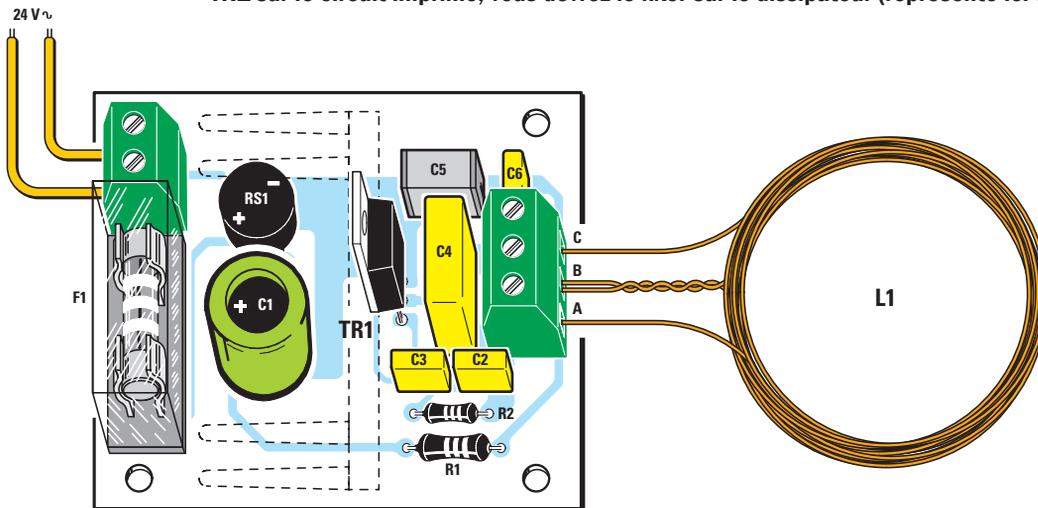


Figure 9b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de la platine de l'émetteur.

Cette tension étant alternative, elle n'est pas en mesure de charger une batterie et c'est pour cette raison que nous la redressons à l'aide de **DS1** et **DS2**, deux diodes rapides **BYW100**.

Si d'aventure l'un de nos lecteurs voulait réaliser le circuit avec des diodes de surplus, nous lui recommandons de ne pas utiliser des **1N4007** parce que, en les faisant travailler à ces fréquences, elles introduiraient des pertes importantes.

La self **JAF1** de **100 µH**, située entre les deux cathodes des diodes **DS1** et **DS2** et le positif du condensateur **C2**, a pour rôle d'«isoler» ce dernier du signal de fréquence double par rapport à celle d'entrée. Les deux diodes **DS1** et **DS2**, avec la prise centrale de l'enroulement, constituent en effet un **redresseur à double demi onde** qui génère un signal impulsionnel à **100 kHz** de manière à améliorer le rendement du circuit. La valeur de la tension induite qui se développe entre les deux cathodes des diodes redresseuses et la masse prend une valeur maximale d'environ **40 V**. Cette tension charge le condensateur **C2** de **1 000 µF** de manière à rendre la tension continue bien lissée et capable de produire les pics de courant nécessaires. L'intensité d'allumage de la LED **DL1 jaune** montée en parallèle avec le condensateur **C2** de lissage par l'intermédiaire de la résistance de **2,2 k**, fournit une indication visuelle de la tension fournie. La position des deux enroulements est à ajuster pour obtenir la **luminosité maximale** de la LED, qui correspond à la tension maximale tirée du circuit émetteur **EN1773**.

Le tableau ci-après indique quelle **tension** et quel **courant** il est possible de prélever en se connectant à la sortie auxiliaire au cas où on désire utiliser un circuit différent de chargeur de batterie :

Vout dc (V)	Iout dc (mA)
35	0 (à vide)
32	32
28	60
24	100
22	150
19	190
16	340
5	500

**Note** : le tableau montre comment la tension disponible sur l'étage RX **diminue** en fonction du courant consommé.

La tension continue ainsi obtenue est utilisée pour l'alimentation de la partie restante du circuit, c'est-à-dire le régulateur du courant de charge avec limitation de tension constitué par le régulateur de tension réglable **IC1**, un **LM317**, associé à un simple opérationnel **IC2/B** pour obtenir une indication visuelle de l'état de fonctionnement du chargeur de batterie.

Le chargeur de batterie proposé **n'est conçu que pour les batteries au plomb**, mais il est également possible de l'utiliser pour d'autres types de batteries comme les **NiCd** et les **NiMH**, en limitant à des valeurs de «sécurité» le courant et les tensions de recharge.

## Autres informations utiles

Le régulateur **IC1 LM317** est utilisé comme un régulateur de tension normal : pour déterminer la valeur de la tension fournie, on se réfère à la relation typique :

$$V_s = 1,25 \times [R_X : (R_5 + R_6 + R_7)] + 1$$

**Note** : la résistance **RX** insérée dans la formule est égale au parallèle des deux résistances **R3** et **R4** et, comme elles ont toutes deux la même valeur, **4,7 k**, on n'a qu'à diviser par deux, 4,7 k et cela fait **2 350 Ω**.

Dans notre cas la tension de sortie pour la recharge d'une batterie au plomb de **12 V** aura une valeur d'environ **14,3 V**. En effet, la tension appliquée aux bornes de la batterie aura une valeur légèrement plus faible, parce que la diode **DS4** et la résistance **R8** de **4,7 Ω** introduisent une chute de tension d'environ **1,3 V au total**. Dans tous les cas on n'appliquera pas à la batterie une tension supérieure à :

$$14,3 - 1,3 = 13 \text{ V}$$

En plus de la limitation en tension il faut aussi prévoir une limitation en courant afin de ne pas endommager la batterie à charger.

Pour cela nous avons mis en œuvre le premier opérationnel **IC2/A** contenu dans le **LM358**, conjointement avec la résistance **R8** de **4,7 Ω** montée en série avec la batterie et à la valeur fixe de tension présente entre les pattes **A/S** du régulateur **LM317**. Au moyen de deux résistances, une de **4,7 Ω (R7)** et l'autre de **120 Ω (R6)**, nous produisons deux tensions constantes de référence, une de **26 mV** et l'autre de **693 mV** environ.

Nous utilisons la première pour le comparateur de tension constitué par le second opérationnel **IC2/B** contenu dans le **LM358** : son rôle est d'éteindre la LED rouge et d'allumer la LED verte quand le courant de charge est inférieur à la valeur exprimée par la loi d'Ohm :

$$I = U : R$$

où :

**U** = tension de référence

**R** = valeur de la résistance **R8**

Dans notre cas et avec les valeurs déterminées, cette valeur est d'environ :

$$0,026 : 4,7 = 5,5 \text{ mA}$$

C'est-à-dire que, quand la batterie reliée consommera un courant inférieur à cette valeur, nous pourrons la considérer chargée et la débrancher. Pour des courants supérieurs à cette valeur, la LED **rouge** de charge s'allume, ce qui indique que la charge de la batterie n'est pas complètement terminée.

La valeur du courant de charge maximale est donnée par le rapport :

$$I = U : R$$

Dans notre cas cette valeur est égale à :

$$0,693 : 4,7 = 0,147 \text{ A soit } 147 \text{ mA}$$

C'est la **valeur maximale** du courant de **recharge**. La diode **DS4 1N4007** montée entre la sortie du chargeur de batterie et le positif de la batterie en charge, a pour rôle **d'éviter** que la tension de la batterie ne se déverse dans le circuit régulateur et n'en influence le fonctionnement. La diode zener de **24 V** limite la tension d'alimentation de

Figure 10a : Schéma d'implantation des composants de la platine du récepteur. Dans ce cas, vous devrez fixer le circuit intégré IC1 sur le petit dissipateur avant de souder ses pattes dans les trous pratiqués à cet effet au centre du circuit imprimé.

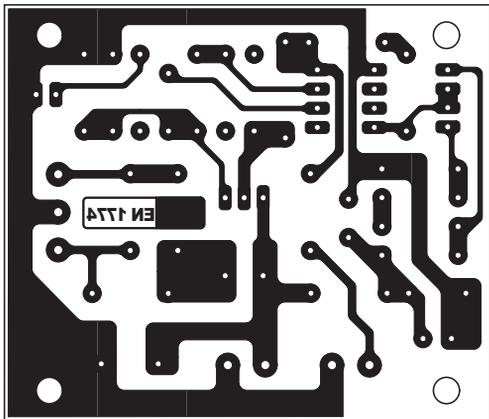
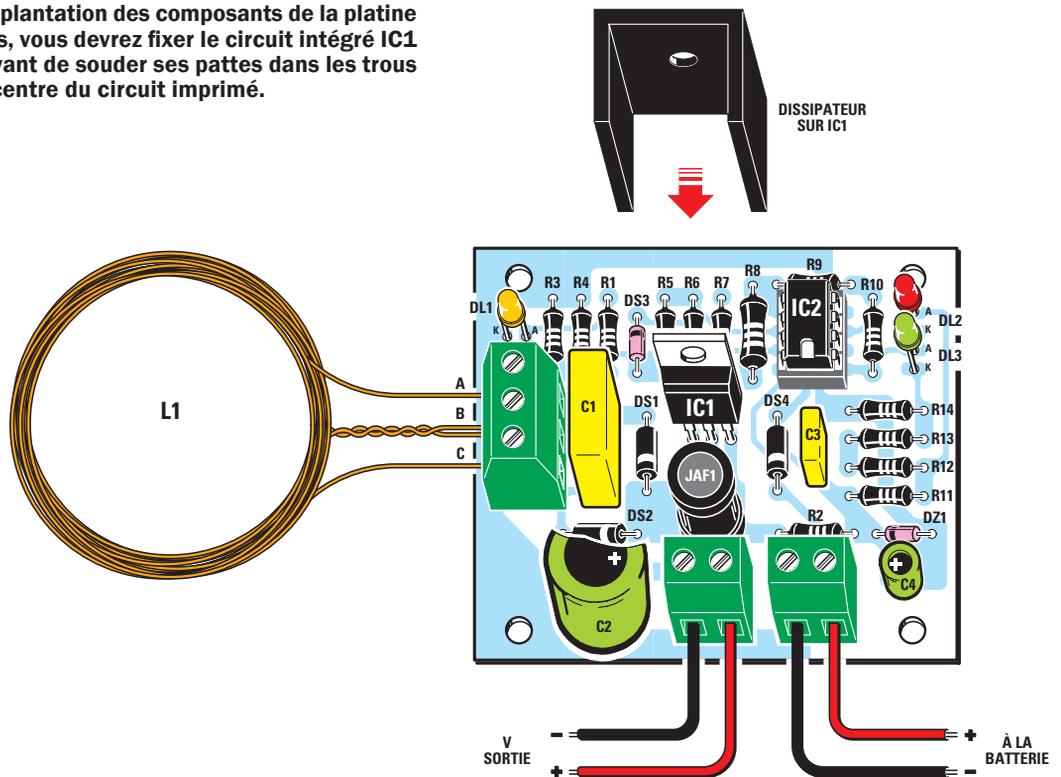
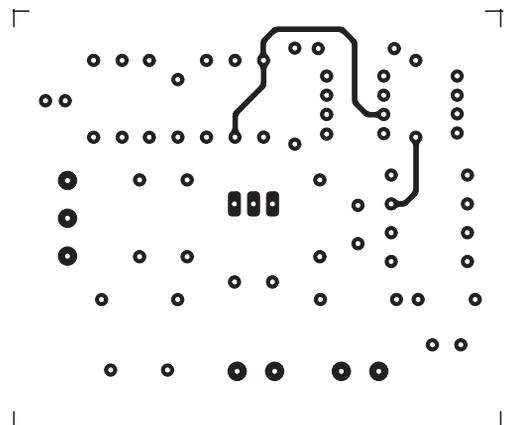


Figure 10b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine du récepteur, côté soudures.

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



l'opérationnel **LM358** à cette valeur, en effet des tensions supérieures à **30 V** pourraient détruire ce circuit intégré.

Si vous désirez n'utiliser que la partie redresseuse, vous devrez appliquer la tension disponible (voir **V** en **Sortie** dans le tableau) à un chargeur de batterie spécifique pour le type de batterie à recharger. Vous pourrez ainsi **exclure** du circuit tous les composants du régulateur, soit le circuit intégré **LM317** et le circuit intégré **LM358** qui ne vous serviront pas.

En l'absence de charges inutiles, vous obtiendrez alors la tension maximale et le courant maximal aux bornes du condensateur **C2**.

## La réalisation pratique

Ce montage est composé de deux circuits imprimés. Un simple face pour le **TX EN1773** (voir figures 9a et 11) et un double face à trous métallisés pour le **RX EN1774** (voir figures 10a et 12). Procurez-vous le circuit imprimé simple face du **TX EN1773** ou fabriquez-le à partir du dessin de la figure 11b. Procurez-vous également le double face à trous métallisés du **RX EN1774** ou réalisez-le à partir des dessins à l'échelle 1:1 des figures 12b-1 et 2.

## Réalisation du TX EN1773

Nous vous suggérons de commencer par monter la **platine de l'émetteur**, car c'est elle qui comporte le moins de composants.

Soudez avant tout les deux résistances **R1** et **R2** que vous pouvez identifier par leurs dimensions. Poursuivez avec les **condensateurs polyester** et avec l'**électrolytique C1**, ce dernier étant à positionner de telle manière que la patte positive soit située à gauche.

Comme le montre la figure 9a, à proximité de ce condensateur vous devez souder le pont redresseur **RS1** et, dans la partie gauche du circuit imprimé, le

porte-fusible dans lequel il faudra insérer le **fusible** de **1 A**. Prenez dans le matériel disponible le petit **dissipateur** et fixez dessus le transistor **TR1** avec un petit boulon. Saisissez l'ensemble ainsi constitué et enflez les trois pattes du transistor dans les trous du circuit imprimé, appuyez bien la base du dissipateur et soudez.

Pour terminer le montage il vous reste maintenant à insérer et souder en haut à gauche le bornier servant à la liaison au **24 V** et à droite celui à **3 pôles** pour la liaison à l'enroulement externe **L1** (voir figure 9).

Le bobinage de ce dernier ne présente pas de difficulté particulière et en mettant en pratique les quelques conseils qui suivent, ce sera fait en quelques minutes. Prenez avant tout du fil émaillé de **0,5 mm** de diamètre et bobinez-le autour d'un support provisoire ayant un diamètre d'environ **40 mm**.

Commencez à bobiner les 20 premières en laissant au début une longueur de **15-20 cm** de fil libre, avec lequel vous réaliserez la liaison avec le bornier.

Une fois les **20 spires** bobinées, arrêtez-vous et, après avoir tressées ensemble deux extrémités du fil sur **15-20 cm** pour former la prise centrale, continuez à bobiner dans le même sens les **20 spires** restantes pour terminer l'enroulement. L'enroulement ainsi obtenu devra correspondre à celui des figures 9a et 11.

**Attention** : avant d'insérer les 3 extrémités du fil de l'enroulement dans les borniers, vous devez bien les dénuder (enlever l'émail sur un bon centimètre à l'aide d'un cutter ou du papier de verre) et les étamer. C'est seulement alors que vous pourrez insérer ces extrémités dans le bornier en respectant bien l'ordre **C-B-A** indiqué aux figures 9a et 11. N'oubliez pas de bien serrer les vis du bornier.

## Réalisation du RX EN1774

Vous pouvez maintenant passer au montage de la **platine du récepteur** (voir figure 10a).

Insérez avant tout sur le circuit imprimé le support du circuit intégré **IC2** et poursuivez avec toutes les résistances de **1/4 W** à l'exception de **R8** qui est de **1/2 W** et que l'on identifie par ses dimensions supérieures.

Soudez ensuite les deux **condensateurs polyester C1-C3** dont le boîtier est de forme parallélépipédique et les deux **électrolytiques C2-C4** au boîtier cylindrique en respectant bien la polarité des pattes de ces derniers.

Insérez toutes les diodes en orientant bien les bagues de référence comme le montre le dessin de la figure 10a. Vous voyez sur la figure que cette bague est de couleur **blanche** dans le cas des diodes **DS1-DS2-DS4**, alors qu'elle est de couleur **noire** dans le cas de la petite diode **DS3**.

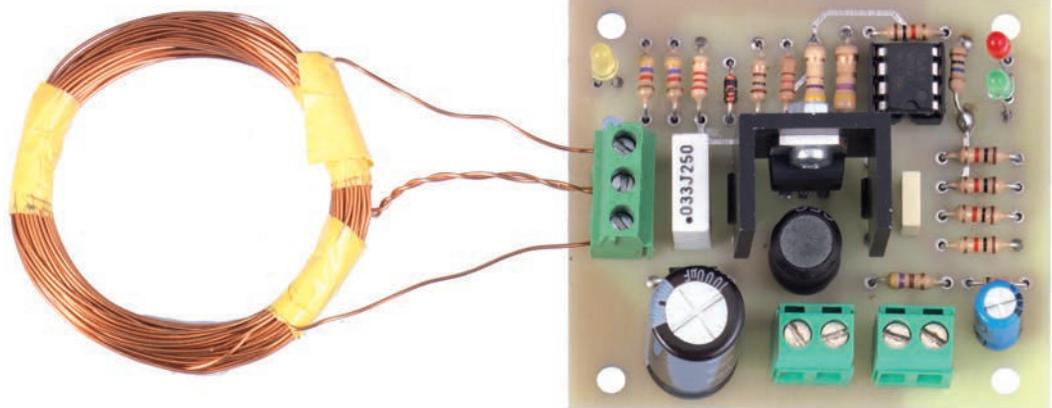
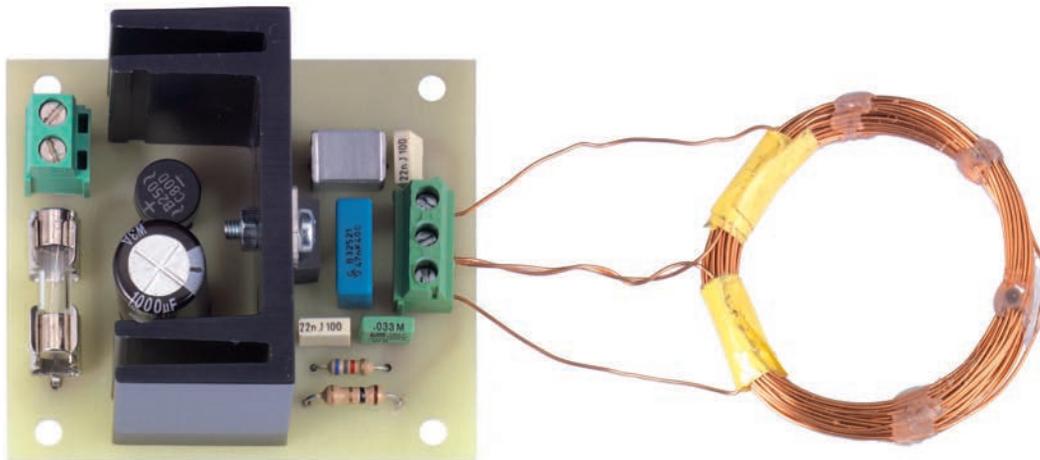
Vous pouvez maintenant monter à gauche la LED **DL1** et à droite les deux LED **DL2-DL3** en respectant bien la polarité des pattes : comme vous le savez, la patte positive est marquée **A** (Anode) sur le circuit imprimé, alors que la patte négative est marquée **K** (Cathode) sur le circuit imprimé (voir la figure 8 à droite).

Vous allez maintenant procéder au montage de la **self JAF1** au boîtier cylindrique et du circuit intégré **IC1**. En ce qui concerne ce dernier vous devez plaquer sa semelle métallique à l'intérieur du petit dissipateur profilé en U (à prendre dans le matériel disponible) et le fixer au moyen d'un petit boulon.

Insérez ensuite ses trois pattes dans les trois trous du circuit imprimé pratiqués à cet effet, plaquez bien la base du dissipateur contre la surface de ce circuit imprimé et soudez les extrémités des pattes aux pastilles. Pour terminer le montage vous devez maintenant fixer en bas les deux borniers destinés à la recharge d'une batterie au plomb externe (celui marqué «**à la batterie**»), et/ou à celle d'un chargeur de batterie extérieur (celui marqué «**V Sortie**»).

**Note** : dans le second cas, il n'est pas nécessaire de monter sur le circuit imprimé les trois composants suivants : la résistance **R2** et les deux circuits intégrés **IC1** et **IC2**.

**Figure 11 : Photo d'un des prototypes de la platine émetteur. Avant de réaliser l'enroulement L1, nous vous conseillons de bien lire les indications pratiques données dans l'article.**



**Figure 12 : Photo d'un des prototypes de la platine récepteur réalisé avec l'émetteur de la figure 11 pour réaliser nos essais en laboratoire.**

Enfoncez délicatement dans son support le circuit intégré **IC2**, repère-détrompeur en U vers le bas.

Pour terminer le montage il vous reste maintenant à procéder à la réalisation de l'enroulement **L1** (voir figure 10).

Le bobinage de ce dernier est analogue au bobinage de l'enroulement L1 de l'émetteur. Prenez là encore du fil émaillé de **0,5 mm** de diamètre et bobinez-le autour d'un support provisoire ayant un diamètre d'environ **40 mm**.

Commencez par bobiner les 30 premières spires en laissant au début une longueur de **15-20 cm** de fil libre, avec lequel vous réaliserez la liaison avec le bornier.

Une fois les **30 spires** bobinées, arrêtez-vous et, après avoir tressées ensemble deux extrémités du fil sur **15-20 cm** pour former la prise centrale, continuez à bobiner dans le même sens les **30 spires** restantes pour terminer l'enroulement.

L'enroulement ainsi obtenu devra correspondre à celui des figures 10a et 12.

**Attention** : ici aussi, avant d'insérer les 3 extrémités du fil de l'enroulement dans les borniers, vous devez bien les dénuder et les étamer. C'est seulement alors que vous pourrez insérer ces 3 extrémités dans le bornier à **3 pôles** en respectant bien l'ordre **C-B-A** indiqué aux figures 10a et 12. N'oubliez pas de bien serrer les vis du bornier.

Il ne vous reste qu'à passer à l'utilisation de ce chargeur de batterie en l'adaptant aux appareils en votre possession.

Notre chargeur de batterie sans fil est prévu pour la recharge des batteries au plomb de **12 V** avec courant limité à **150 mA** environ. Il est toutefois possible de l'adapter, en modifiant certaines valeurs, à d'autres types de batteries.

Pour vous aider à bien comprendre tout cela, nous vous proposons un exemple simple. Nous voulons recharger des batteries de **1,2 V 750 mA** avec au total **trois batteries** montées en série pour une tension totale de :

$$1,2 + 1,2 + 1,2 \text{ V} = 3,6 \text{ V } 750 \text{ mA}$$



Figure 13 : Comme l'article l'explique, en modifiant certaines valeurs il est possible d'adapter ce chargeur de batteries à d'autres types de batteries.

La première opération à effectuer consiste à modifier la valeur des résistances **R3** et **R4** (de l'étage **RX**), de manière à rendre la valeur de la tension de sortie compatible avec la tension des batteries. Cette tension est égale à la somme de la tension de la batterie multipliée **x1,25**.

Ce qui fait dans notre cas :

$$(1,2 \times 1,2 \times 1,2) \times 1,25 = 4,5 \text{ V}$$

Valeur à laquelle il faut ajouter la chute de tension de **0,7 V** introduite par la diode **DS4** :

$$\text{tension de sortie} = 4,5 + 0,7 = 5,2 \text{ V}$$

Pour obtenir cette tension nous devons modifier les valeurs de **R3** et **R4** :

$$R3 - R4 = [(tension\ sortie : 1,25) - 1] \times 450$$

$$[(5,2 : 1,25) - 1] \times 450 = 1\ 422 \ \Omega$$

On arrondit cette valeur à **1 500  $\Omega$** , valeur normalisée la plus proche de **1 422  $\Omega$** .

On a donc :

$$R3 = 1\ 500 \ \Omega \text{ et } R4 = 1\ 500 \ \Omega$$

La durée de la recharge au bout de laquelle la batterie sera complètement rechargée dépend bien sûr du courant de recharge.

Normalement on choisit une valeur égale à 1/10 du courant de capacité de la batterie qui correspond à une durée de recharge d'environ 14 heures, on a donc :

$$\text{courant de charge} = 1/10 \text{ du courant capacité batterie}$$

$$(1 : 10) \times 750 \text{ mA} = 75 \text{ mA}$$

Si nous faisons l'opération inverse par rapport à la formule nous obtenons :

$$\text{courant de sortie} = 0,693 : 4,7 \text{ (c'est la valeur en } \Omega \text{ de R8)}$$

$$R8 = 0,693 : 0,075 = 9,24 \ \Omega$$

On arrondit cette valeur à **10  $\Omega$  1/2 W**, valeur normalisée la plus proche.

**Note** : le nombre **0,075** qui apparaît correspond aux **75 mA** convertis en **A**.

Dans le cas où vous voudriez obtenir une recharge en tampon pour des temps non limités, il est préférable de choisir des courants de charge nettement inférieurs à **1/10** de la capacité.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce chargeur de batterie sans fil EN1773-1774 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/115.zip> ◆

# Détecteur de métaux à impulsions

**ÉLECTRONIQUE & Loisirs Magazine** est certainement la revue qui a consacré le plus d'espace à cet appareil, après tant d'années et tant de montages, nous voilà prêts à vous proposer une nouvelle version de détecteur de métaux. Elle se base sur un nouveau principe de fonctionnement à impulsions. Ce dernier rend le détecteur de métaux encore plus simple à construire, flexible d'utilisation et s'adaptant à la profondeur de la recherche.



**E**n 1881 le président des États Unis **James Garfield**, au cours d'un attentat, est touché par deux projectiles et l'un des deux reste enfoncé dans l'aîne. Son état est d'autant plus grave que tous les plus éminents chirurgiens appelés à son chevet échouent l'un après l'autre à localiser le projectile et à procéder à son extraction. C'est pourquoi on convoque **Alexander Graham Bell** (ce même Bell qui contesta jusqu'à ces dernières années l'invention du téléphone au génial mais malchanceux **Antonio Meucci**). Bell utilise pour l'occasion un «metal detector» primitif de son invention et qu'il avait construit lui-même. Le détecteur de métaux signala

effectivement la présence d'un objet métallique, toutefois hélas il ne s'agissait pas du projectile mais des ressorts du sommier du lit où le président était couché.

L'histoire du détecteur de métaux commence pratiquement avec cet épisode dont la conclusion est des plus dramatiques puisque, à cause du manque de temps et d'expérience, le président Garfield mourut après deux mois d'agonie. Dans un second temps, pour satisfaire aux exigences militaires, furent mis au point des prototypes de détecteur de métaux ressemblant à ceux qui nous sont encore aujourd'hui familiers.

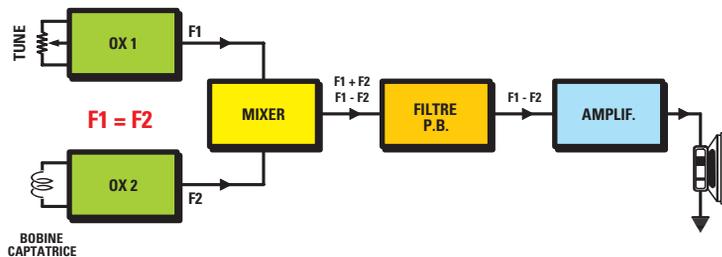
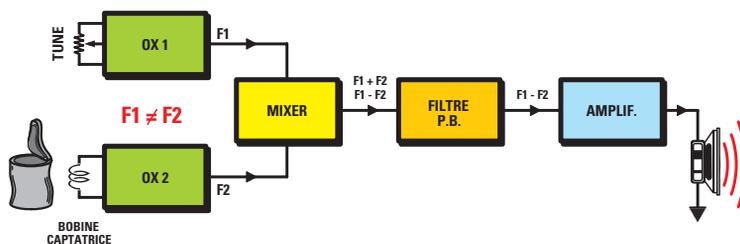


Figure 1 : Quand la bobine captatrice d'un détecteur de métaux à battement n'est pas influencée par du métal, nous n'entendons aucun signal acoustique car les deux fréquences sont égales, en effet  $F1 = F2$ .

Figure 2 : À l'inverse, quand la bobine captatrice s'approche d'un objet métallique, le haut-parleur produit une note acoustique de fréquence égale à la différence entre  $F1$  et  $F2$ .



Avant la seconde guerre mondiale, entre les années trente et les années quarante, des laboratoires américains réussirent en effet à créer un appareil capable de déceler et de localiser des masses métalliques enfouies et ce avec un degré de précision élevé : cet appareil fut appelé «**détector**» (détecteur), d'où le terme français «détecteur de métaux», mais sa forme l'a fait surnommer «poêle à frire».

Les premiers détecteurs étaient à lampes (tubes thermoïoniques) jusqu'à ce que, dans les années 60, elles soient détrônées par les transistors, ce qui eut entre autres effets celui de réduire le volume, le poids et la consommation électrique de ladite «poêle».

On introduit ensuite un système de discrimination, mais il faut attendre l'ère des microprocesseurs pour obtenir les appareils évolués et sensibles que nous utilisons.

## Les différents types de détecteurs de métaux

La forme la plus simple de détecteur de métaux consiste en un **oscillateur** produisant un courant alternatif qui, en

passant à travers une bobine, engendre à son tour un champ magnétique alternatif. Si un morceau de métal conducteur se trouve proche de la bobine, du fait de la loi des courants parasites, il produit lui-même un champ magnétique alternatif. Une autre bobine associée sert de magnétomètre et le changement du champ magnétique principal détecte la présence d'un objet métallique.

## Détecteur de métaux à battement

Ce détecteur de métaux se base sur la propriété de mélange de deux fréquences, très voisines, propriété dite «**battement**». Comme résultat du mélange des deux fréquences, on obtient toujours un signal sinusoïdal, dont la fréquence est égale à la somme et à la différence des deux fréquences initiales. La tête de recherche fait partie d'un des deux oscillateurs et on la fait habituellement osciller à une fréquence proche de **1 MHz**.

À proximité d'un objet métallique, l'inductance de la bobine captatrice change et par conséquent la fréquence d'oscillation du circuit change aussi. D'autre part on réalise un oscillateur fixe, oscillant à la même fréquence.

Si les deux fréquences sont égales (en absence de métal), le résultat est une composante **continue** et une composante à **2 MHz** (le double de la fréquence de base). L'oscillation à **2 MHz** est éliminée à l'aide d'un filtre et un haut-parleur reproduisant le signal mélangé resterait muet. Si la bobine est approchée d'un élément métallique, la fréquence de son circuit **varie** et on obtient aussi une composante (la différence entre les deux fréquences) **basse fréquence** qu'on peut entendre dans le haut-parleur (ou mesurer).

L'oreille humaine étant peu sensible aux basses fréquences, dans les circuits les plus simples sans autres systèmes d'indication, les deux circuits oscillateurs sont séparés par **1 kHz**, ainsi le haut-parleur produit un signal constant à **1 000 Hz** et l'oreille peut identifier facilement chaque variation de fréquence.

## Détecteur de métaux à équilibrage inductif

Ce type de détecteur de métaux se base sur un circuit oscillant qui mesure le **déséquilibre d'induction** provoqué dans les bobines par un objet métallique

## Que dit la Loi à propos de l'«invention» (découverte) d'objets intéressant l'histoire ou l'art dans le sol ?

Les principales lois sont celles du 13 décembre 1913 (sur les monuments historiques), du 27 septembre 1941 (sur les fouilles archéologiques), du 15 juillet 1980 et du 18 décembre 1989 (sur les détecteurs de métaux).

Article 552 du Code civil

*« La propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous. Le propriétaire peut faire au-dessous toutes les constructions et fouilles qu'il jugera à propos, et tirer de ces fouilles tous les produits qu'elles peuvent fournir, sauf les modifications résultant des lois et règlements aux mines, et des lois et règlements de police. »*

### Sur la découverte des trésors

#### Articles 716 du Code civil

*« La propriété d'un trésor appartient à celui qui le trouve dans son propre fonds ; si le trésor est trouvé dans le fonds d'autrui, il appartient pour moitié à celui qui l'a découvert, et pour l'autre au propriétaire du fonds. Le trésor est toute chose cachée ou enfouie sur laquelle personne ne peut justifier sa propriété, et qui est découverte par le pur effet du hasard. »*

Le code de l'urbanisme contient également des dispositions soumettant l'obtention des permis de construire à l'observation de prescriptions spéciales en cas de présence de vestiges archéologiques : article R111-3-2 du décret du 7 juillet 1977.

#### Article R111-3-2 du décret du 7 juillet 1977

*« Le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales si les constructions sont de nature, par leur localisation, à compromettre la conservation ou la mise en valeur d'un site ou de vestiges archéologiques. »*

### Sur les détecteurs de métaux

La loi du 18 décembre 1989 interdit l'utilisation des détecteurs de métaux à des fins archéologiques sans autorisation préfectorale préalable.

### Qui peut fouiller ?

*« Nul ne peut effectuer sur un terrain lui appartenant ou appartenant à autrui des fouilles ou des sondages (...) sans en avoir au préalable obtenu l'autorisation »*(loi du 27 septembre 1941).

La responsabilité d'une fouille ne peut être confiée qu'à une personne ayant fait la preuve de sa compétence dans

le domaine de l'archéologie. L'autorisation, délivrée par l'État (Ministère de la Culture), est nominative.

### Que faire en cas de découvertes de vestiges ?

L'inventeur des vestiges (celui qui les a trouvés) et le propriétaire du terrain doivent avertir le maire de la commune qui préviendra le préfet qui saisira le service régional de l'archéologie (loi du 27 septembre 1941).

Toute personne qui découvre un bien culturel est tenue de le laisser en place et de ne pas y porter atteinte.

### À qui appartiennent les vestiges découverts ?

#### En cas de découverte fortuite

Le propriétaire du terrain et l'inventeur (la personne qui a mis à jour les vestiges) ont des droits égaux, même si une tierce personne a pris l'initiative des travaux (chef de chantier par exemple) (article 746 du code civil).

Les objets mobiliers trouvés dans le lit des rivières flottables et navigables, ainsi que dans les étangs et les lacs domaniaux appartiennent à l'État (ordonnance d'août 1669). Les objets mis à jour à la suite de prospections au détecteur de métaux (soumises à autorisation préfectorale) appartiennent en totalité au propriétaire du terrain sur lequel a eu lieu la découverte.

### Fouilles autorisées à un tiers

Les objets mobiliers et les vestiges immobiliers appartiennent au propriétaire du terrain sur lequel ils ont été découverts (art 552 du code civil. Titre 1 de la loi du 27 septembre 1941).

### Fouilles effectuées par ou au nom de l'État

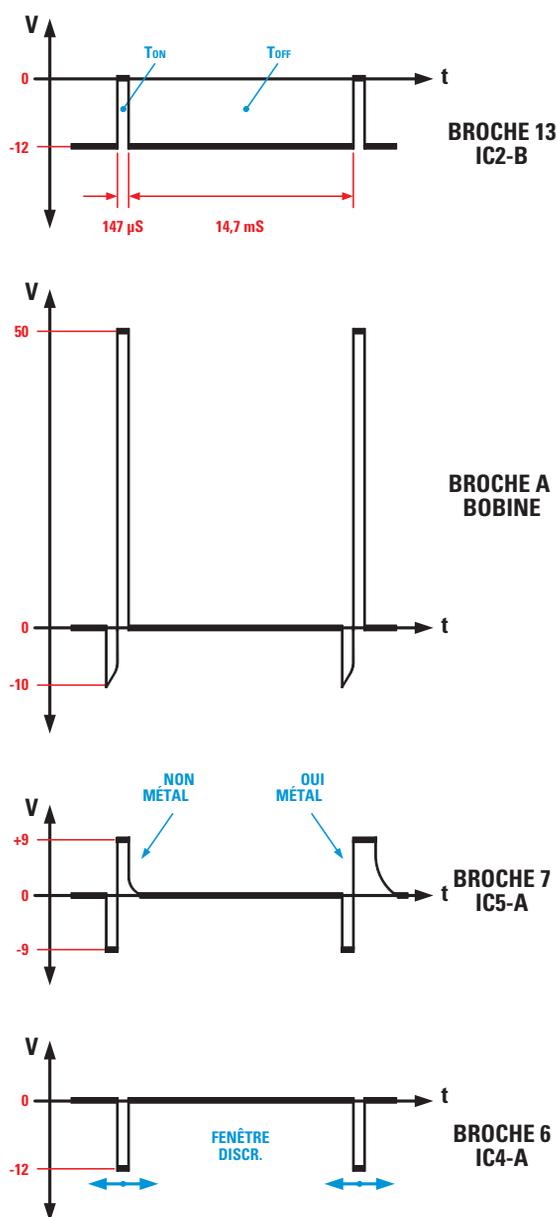
Il y a partage entre l'État et le propriétaire du terrain (loi du 27 septembre 1941).

### Peut-on explorer les épaves gisant au fond de la mer ?

Les épaves peuvent être explorées à la condition expresse de disposer d'une autorisation spéciale délivrée par le Ministre de la Culture (loi du 1er décembre 1989).

Toute personne qui découvre un bien culturel maritime est tenue de le laisser en place et de ne pas y porter atteinte.

Elle doit, dans les 48 heures de la découverte ou de l'arrivée au premier port, en faire la déclaration à l'autorité administrative (loi du 1er décembre 1989).



**Figure 3 :** Nous voyons ici les différents signaux sur les points importants du circuit : en haut, l'impulsion de pilotage que nous appliquons à la grille de MFT1. Aux extrémités de la bobine, qui est une charge inductive, nous retrouvons un signal pouvant atteindre 50 V. Dans le troisième dessin on peut noter comment l'impulsion de recherche est modifiée par la présence de métal à proximité de la bobine ; dans le quatrième on a représenté l'impulsion de la discrimination dont on peut modifier la position, par rapport à l'impulsion de recherche, en actionnant le potentiomètre (DISCR).

## Liste des composants EN1765

R1 ..... 2,2 M  
 R2 ..... 22 k  
 R3 ..... 100 k  
 R4 ..... 4,7 k  
 R5 ..... 10 k pot. lin.  
 R6 ..... 100 k  
 R7 ..... 33 k

R8 ..... 470  
 R9 ..... 180  
 R10 ... 22  
 R11 ... 1 k  
 R12 ... 4,7 k  
 R13 ... 1 k  
 R14 ... 1 M  
 R15 ... 27 k  
 R16 ... 100 k  
 R17 ... 1 M

R18 ... 100 k  
 R19 ... 100 k  
 R20 ... 2,2 k  
 R21 ... 22 k  
 R22 ... 47 k pot. lin.  
 R23 ... 100 k  
 R24 ... 47 k pot. lin.  
 R25 ... 4,7 k  
 R26 ... 4,7 M  
 R27 ... 220 k  
 R28 ... 1 M  
 R29 ... 1 M  
 R30 ... 220 k  
 R31 ... 68 k  
 R32 ... 150 k  
 R33 ... 1,5 M  
 R34 ... 10  
 R35 ... 4,7 k

C1 ..... 10 nF polyester  
 C2 ..... 15 nF polyester  
 C3 ..... 100 nF polyester  
 C4 ..... 10 nF polyester  
 C5 ..... 470 pF céramique  
 C6 ..... 1,5 nF polyester  
 C7 ..... 100 nF polyester  
 C8 ..... 100 nF polyester  
 C9 ..... 470 μF électrolytique  
 C10 ... 10 nF polyester  
 C11 ... 470 μF électrolytique  
 C12 ... 100 nF polyester  
 C13 ... 100 nF polyester  
 C14 ... 100 nF polyester  
 C15 ... 2,2 μF électrolytique  
 C16 ... 100 μF électrolytique  
 C17 ... 22 nF polyester  
 C18 ... 220 nF polyester  
 C19 ... 100 nF polyester  
 C20 ... 100 nF polyester  
 C21 ... 100 nF polyester  
 C22 ... 100 nF polyester  
 C23 ... 100 nF polyester  
 C24 ... 10 nF polyester  
 C25 ... 470 nF polyester  
 C26 ... 470 μF électrolytique  
 C27 ... 100 μF électrolytique

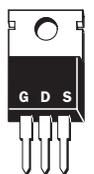
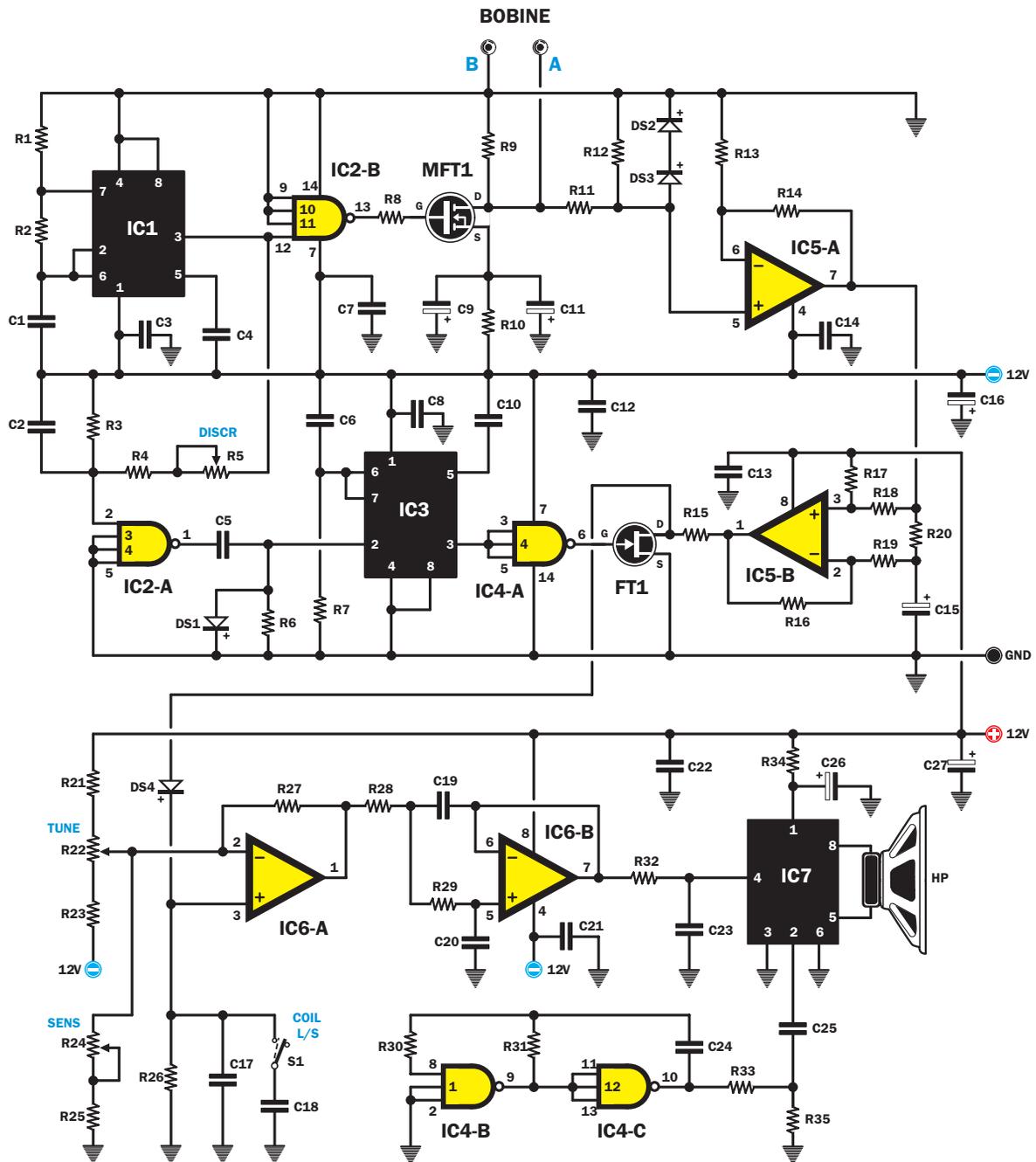
DS1 ... 1N4150  
 DS2 ... 1N4150  
 DS3 ... 1N4150  
 DS4 ... 1N4150

FT1 ... FET 2N5247

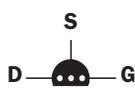
MFT1 MOSFET IRFZ44

IC1 .... NE555  
 IC2 ... C/MOS 4012  
 IC3 ... NE555  
 IC4 ... C/MOS 4023  
 IC5 ... LM6218  
 IC6 ... TL082  
 IC7 ... TDA7052B

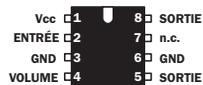
S1 ..... interrupteur  
 HP ..... haut-parleur 8 Ω



IRFZ 44



2N 5247



TDA 7052B

Figure 4 : Schéma électrique du détecteur de métaux EN1765. En bas, brochage du MOSFET IRFZ44 vu de face, du FET 2N5247 vu de dessous et du circuit intégré TDA7052B vu de dessus.

et capté par un système qui active un buzzer. Ces détecteurs de métaux sont aussi définis «à mouvement» car, si on les laisse arrêtés sur un objet métallique, il reprendront leur équilibre et cesseront de signaler l'objet.

## Détecteur de métaux à induction pulsée

Ces appareils ont une bobine qui émet une impulsion : si un objet métallique est proche, cette impulsion est «réfléchi» et captée par une bobine réceptrice. Le signal réfléchi est analysé et signalé. A partir de ce signal on peut également discriminer différents types de métaux (et potentiellement de formes).

Ci-après nous allons en décrire le schéma électrique car c'est justement ce type de détecteur de métaux que nous vous proposerons de construire.

## Notre détecteur de métaux

Le principe de fonctionnement du détecteur de métaux que nous vous présentons est basé sur l'**émission** et la **réception** d'une série d'**impulsions**. Quand ces impulsions rencontrent des masses ferreuses, elles retournent, modifiées par la masse ferreuse elle-même. L'analyse de la modification de l'impulsion de retour nous dit s'il y a du métal ou non.

L'élément le plus intéressant sur lequel nous avons concentré nos efforts afin d'obtenir un produit à la fois économique et flexible est la **bobine**. La bobine peut être faite d'un écheveau de fil électrique pour installation domestique et adapté aux exigences spécifiques du détecteur de métaux. En effet, des bobines de grandes dimensions sont adaptées à la recherche de grandes masses ferreuses à de grandes profondeurs. En revanche, des bobines plus petites serviront pour découvrir de petits objets. Si, par exemple, vous voulez chercher de gros objets métalliques à grande profondeur, vous pouvez utiliser un câble multifilaire de 2 mètres

de longueur à huit conducteurs plus un blindage, câblés de telle manière qu'ils forment une seule bobine de **8 spires** (voir figure 13).

Si, en revanche, vous voulez chercher des objets de petites dimensions, vous n'avez qu'à enrouler le câble en un écheveau plus petit jusqu'à atteindre le diamètre que vous désirez (voir figure 16). Les bobines du commerce – spéciales et coûteuses – ne feraient pas davantage. Prenez du fil qui vous reste de travaux précédents. Au besoin, demandez à nos annonceurs : ils vous en procureront. Mais vous en trouverez à la grande surface de bricolage près de chez vous, c'est vendu au mètre.

Comme vous pouvez le voir dans les figures 13-17, nous avons, à titre d'exemple, inséré le câble dans un banal tube d'électricien, afin d'avoir un système rigide, facilement transportable et démontable à volonté. Mais ici, plus que jamais, nous avons voulu vous donner les différents éléments qui vous permettront une réalisation personnalisée, tant nous sommes certains que vous trouverez des solutions encore plus intéressantes. Dans ce cas nous vous invitons à en faire profiter tous les lecteurs à travers les forums d'électronique.

## Le schéma électrique

La détection du métal a lieu dans les moments de pause, tout de suite après avoir appliqué à la bobine de recherche de brèves impulsions de tension. La présence ou non du métal, en effet, modifie le temps de descente de l'impulsion, ce qui en allonge la durée. Le timer **NE555** (voir **IC1** figure 4, il est configuré en multivibrateur) engendre cette impulsion, les valeurs de **R1-R2-C1** en déterminent la durée et la fréquence : respectivement **14,7 ms** pour le **T/on** et **147 µs** pour le **T/off**.

La porte **Nand IC2/B** suivante, montée en inverseuse, «inverse» les temps, de telle manière qu'à sa sortie nous obtenons une impulsion de niveau logique **1** correspondant à **0 V**, l'étage étant alimenté avec une tension négative de

**-12 V** par rapport à la masse avec durée de **147 µs** et pause au niveau logique **0** de **14,7 ms** correspondant à **-12 V**. La fréquence des impulsions sera égale à **1/(Ton+Toff)**, soit environ **67 Hz**. Ces impulsions pilotent la grille du **MOSFET MFT1** utilisé comme interrupteur électronique capable de «résister» au courant (de toute façon de valeur moyenne assez basse) et à la tension inverse engendrée par la charge inductive de la bobine de recherche. La résistance **R10** a pour fonction de limiter le courant de charge que les deux condensateurs **C9-C11** consomment une fois que l'impulsion les a partiellement déchargés. La bobine est connectée entre la patte **Drain** et la **masse** car la patte **Source** est à un potentiel de **-12 V**.

L'amplificateur opérationnel **IC5/A** a pour fonction d'amplifier les petites variations de tension que nous obtenons sur le front descendant de l'impulsion et les deux diodes **DS2-DS3** limitent la tension sur l'entrée non inverseuse à une valeur de «sécurité» car, la bobine étant une charge inductive, des tensions d'amplitudes très supérieures à celle de l'alimentation se produisent.

Le gain en tension de l'étage est égal à environ un millier de fois (**1+ (R14/R13)**) ; suit un autre étage amplificateur **IC5/B** avec un gain de **2**, capable de maintenir en sortie une tension continue égale à la valeur moyenne de la tension d'entrée grâce à la présence du condensateur **C15** et de la résistance **R20**. Pour obtenir une efficace **discrimination**, il est nécessaire d'effectuer une lecture de la tension générée seulement à l'instant précis où l'impulsion d'excitation de la bobine est terminée.

C'est à cela qu'est destiné l'étage constitué par **IC3** et les portes **IC2/A** et **IC4/A**. En effet, à partir de l'impulsion d'excitation, nous obtenons avec ces composants une brève impulsion d'une durée d'environ **50 µs** située au milieu du front descendant de l'impulsion, au moyen du potentiomètre **R5 (DISCR)**. Pour obtenir la «discrimination», il est de toute façon possible, au moment de l'utilisation, de positionner la «fenêtre» de lecture sur le point le plus opportun pour obtenir les meilleures conditions de travail du détecteur de métaux.

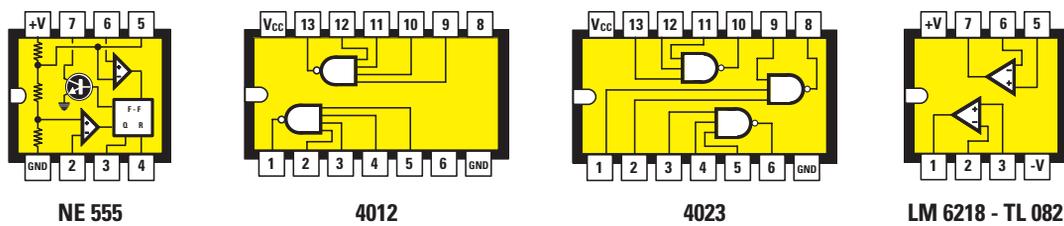


Figure 5 : De gauche à droite, brochages du circuit intégré NE555, des C/Mos 4012 et 4023, du LM6218 et du TL082, tous vus de dessus et avec le repère-détrompeur en U vers la gauche.

La tension de sortie sur **IC5/B** est «échantillonnée» grâce au FET **FT1** (voir figure 4), monté en simple interrupteur électronique piloté par l'impulsion de discrimination. Ce FET sera donc bloqué (circuit ouvert) seulement dans le temps de la «fenêtre» choisie.

Ainsi le signal pourra poursuivre, dans le temps de la «fenêtre», vers l'étage suivant sans aucune atténuation. Il sera interrompu pendant le temps restant en se mettant à conduire. À travers la diode **DS4** cette tension chargera le condensateur **C17** (en fermant l'interrupteur **S1** il est possible d'augmenter la valeur de cette capacité, ce qui est bien utile quand on utilise une bobine de recherche de grandes dimensions). La tension ainsi obtenue est encore amplifiée par l'opérationnel **IC6/A** auquel correspondent les potentiomètres de sensibilité et de syntonie (accord) : respectivement **R24** et **R22** (voir figure 4). L'étage suivant, lui aussi un opérationnel, est un simple **filtre passe-bas** avec fréquence de coupure très basse : il est capable de «nettoyer» la tension obtenue de n'importe quelle rapide variation d'amplitude.

Le dernier étage est celui qui produit la note acoustique d'amplitude croissante en fonction du rapprochement entre la bobine et le métal. Les portes NAND **IC4/B** et **IC4/C** génèrent une onde carrée qui est appliquée à l'entrée de l'amplificateur basse fréquence **IC7** pilotant le haut-parleur. Grâce à la connexion de la tension de sortie du filtre **IC6/B** à l'entrée de variation de gain de l'amplificateur **IC7**, nous obtenons que l'**intensité** de la note acoustique dépende de la présence de métal au voisinage de la bobine de recherche.

## Alimentation à découpage

Quant à l'alimentation, il s'est avéré nécessaire de doter ce détecteur de métaux d'une **alimentation à découpage** appropriée (voir figures 6-7) : on a en effet ici besoin d'une alimentation double **+/- 12 V**, difficile à obtenir avec des batteries ou alors quel encombrement ! De plus, en utilisant une alimentation à découpage, nous obtenons des tensions de sortie «**stabilisées**» même si la tension d'entrée est basse comme quand les batteries sont déchargées. L'alimentation accepte en entrée des tensions comprises entre **4,8 V** et **6 V** : cela donne en sortie les deux tensions nécessaires.

Pour sa réalisation nous avons utilisé le circuit intégré **MC34063A** capable de constituer une **alimentation à découpage** simple avec un nombre restreint de composants externes. Bien sûr, il est possible de se servir de cette alimentation pour alimenter d'autres types de circuit requérant une tension d'alimentation de **+/- 12 V** quand on n'a à sa disposition qu'une simple tension de **6 V**. Le courant maximum qu'on peut en «tirer» est de **150 mA** par branche.

## La réalisation pratique

Ce montage est composé de deux circuits imprimés double face à trous métallisés, la **platine de base EN1765** (voir figure 10a) et la **platine d'alimentation à découpage EN1766** (voir figure 7).

La figure 10a donne le schéma d'implantation des deux platines et vous pourrez vous y référer pour leur réalisation. Procurez-vous les circuits imprimés double face à trous métallisés **EN1765** et **EN1766** ou réalisez-les à partir des dessins à l'échelle 1:1 des figures 10b-1 et 2 et 10c-1 et 2.

Nous vous conseillons de commencer le montage par la platine **EN1765**, parce que c'est celle sur laquelle on va fixer la plupart des composants. Si, au premier coup d'œil, la réalisation vous paraissait complexe, cette impression se dissipera vite si vous vous aidez bien des dessins et si vous êtes patients et vous arriverez au but sans rencontrer de difficulté particulière.

Une fois en possession du circuit imprimé, commencez à monter les **supports** pour les **sept** circuits intégrés (de **IC1** à **IC7**) et, après en avoir soudé avec soin toutes les broches, insérez les **résistances**, en lisant bien pour chacune sa valeur ohmique à l'aide des bagues de couleur.

Après les résistances vous pouvez monter les diodes au silicium **DS1-DS2-DS3-DS4**, attention à la polarité, vous devez orienter les **bandes noires** comme l'indique les dessins (voir figure 10a). Continuez avec les condensateurs **polyesters** et les **céramiques** et terminez par les **électrolytiques**, en insérant les pattes **positives** dans les trous marqués du signe **+**.

Vous pouvez maintenant souder les broches du MOSFET **MFT1** après en avoir orienté la semelle métallique vers le haut et les broches du FET **FT1**

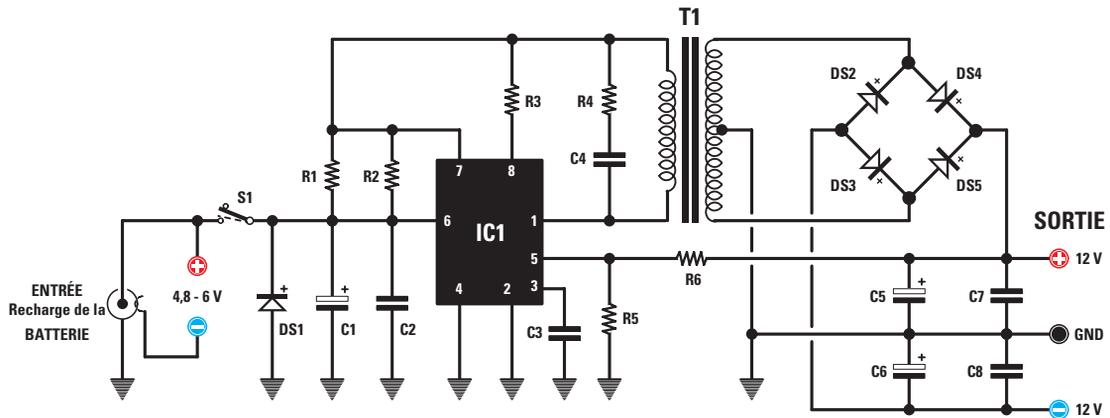
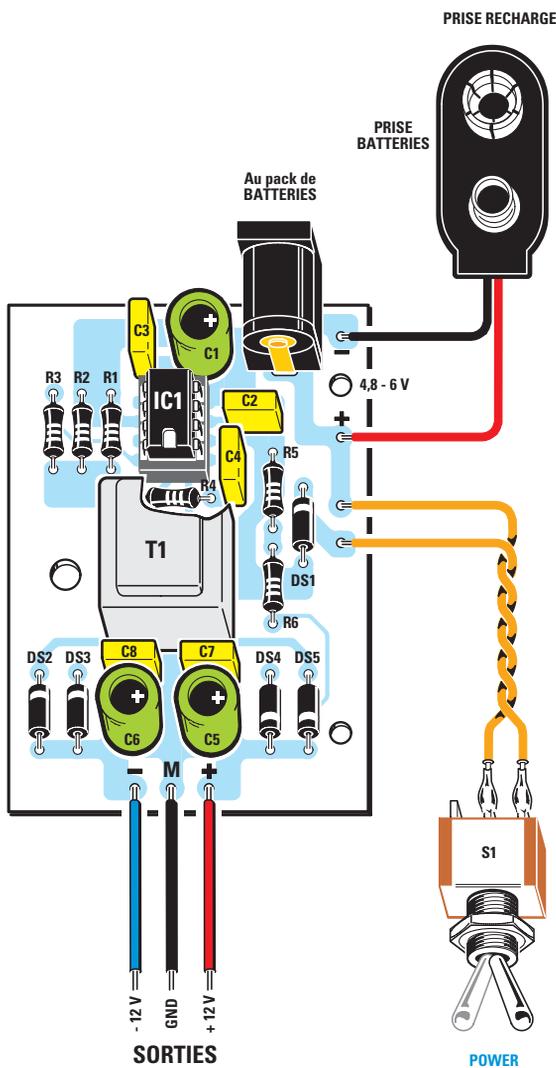


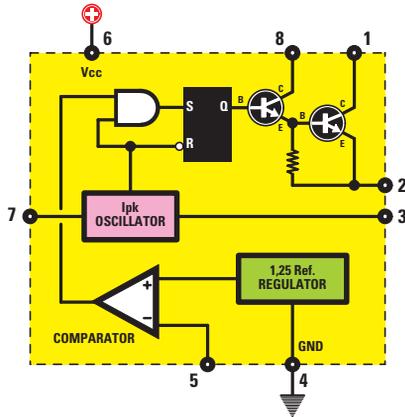
Figure 6 : Schéma électrique de l'étage d'alimentation EN1766. Ce circuit peut être utilisé aussi pour alimenter d'autres types de circuit nécessitant une tension double +/- 12 V à partir d'une simple tension de 6 V.



### Liste des composants EN1766

- R1 ..... 0,22
- R2 ..... 0,22
- R3 ..... 150
- R4 ..... 100
- R5 ..... 1,5 k
- R6 ..... 12 k
- DS1 ... 1N4007
- DS2 ... BYW100
- DS3 ... BYW100
- DS4 ... BYW100
- DS5 ... BYW100
- C1 ..... 470 µF électrolytique
- C2 ..... 100 nF polyester
- C3 ..... 1 nF polyester
- C4 ..... 12 nF polyester
- C ..... 470 µF électrolytique
- C6 ..... 470 µF électrolytique
- C7 ..... 100 nF polyester
- C8 ..... 100 nF polyester
- IC1 .... MC34063A
- T1 ..... transfo. TM1766
- S1 ..... interrupteur

Figure 7 : Schéma d'implantation des composants de l'alimentation double EN1766.

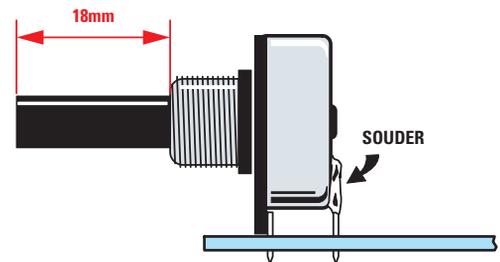


SWITCH C.	1	8	DRIVE C.
SWITCH E.	2	7	Ipk SENSE
T. COMP.	3	6	Vcc
GND	4	5	COMP. INP.

MC 34063A

Figure 8 : Brochage du circuit intégré MC34063A vu de dessus et repère-détrompeur en U vers le haut et schéma synoptique interne de ce même circuit intégré.

Figure 9 : Ce dessin montre comment monter les potentiomètres de ce circuit. Fixez-les sur le circuit imprimé à l'aide des picots du matériel disponible et laissez une longueur d'axe de 18 mm.



après avoir orienté son méplat vers la gauche (voir figure 10). À la fin, insérez délicatement dans leurs supports les **sept circuits intégrés** en orientant vers la gauche les repère-détrompeurs en **U**.

Passons maintenant à la réalisation de la platine d'alimentation **EN1776** que représente également la figure 7. Pour commencer, insérez en haut le support du circuit intégré **IC1** et continuez avec les **résistances**, elles font toutes 1/4 W, après en avoir déchiffré les valeurs à l'aide d'une table des couleurs.

Montez ensuite les **diodes au silicium**, en orientant bien leurs bandes blanches comme l'indique le dessin (voir figures 7 et 10a).

Vous pouvez maintenant monter les **trois condensateurs électrolytiques**, en orientant la patte **+** comme le montrent les figures. Montez les **cinq condensateurs polyester**.

En position centrale soudez enfin les **sept broches du transformateur TM1766** et en haut à droite la **prise de recharge** des batteries (pour l'entrée du chargeur secteur).

La réalisation des deux platines **EN1765** et **EN1766** terminée, vous pouvez interconnecter les deux ensemble et avec les quelques composants périphériques, comme le montre la figure 10a. Commencez par le circuit de base en soudeant aux picots les fils R/N du **haut-parleur**. En bas, soudez aux picots les broches des **trois potentiomètres**, puis soudez la carcasse métallique de chacun à son picot de mise à la masse (voir figure 9).

Comme le montre la figure 9 toujours, raccourcissez à environ **18 mm** les axes de ces potentiomètres sortant à travers les trous de la face avant.

Passer ensuite aux liaisons de la platine d'alimentation **EN1766** (voir figures 7 et 10a), en soudeant en haut à droite du circuit imprimé les deux fils de liaison R/N à la **prise de recharge** des batteries. Attention à la polarité.

Reliez entre elles les deux platines avec trois morceaux de fil et respectez bien la correspondance entre les **couleurs** des fils et les symboles **-, M, +** (voir figure 10a). Vous pouvez maintenant installer les deux platines à l'intérieur du boîtier plastique prévu pour cet appareil.

Après avoir fixé les platines sur le fond au moyen des vis et des entretoises, terminez le câblage des composants devant sortir en face avant et par le panneau arrière. Vissez les boutons sur les axes des trois potentiomètres (**Discr, Sens, Tune**) et insérez les deux interrupteurs **On/Off** et de sélection du type de bobine que vous désirez utiliser (**Large/Small**).

Terminez en insérant sur le panneau arrière le **connecteur** mâle de liaison à la bobine et celui de connexion au chargeur de batterie extérieur (voir figure 18). Vous pouvez refermer le boîtier avec son couvercle et passer à la réalisation de la **bobine de recherche**.

Il s'agit d'une opération à effectuer avec le maximum de soin en vous aidant du schéma de la figure 13. Première chose, vous devez réaliser la liaison entre la platine **EN1765** et la platine **EN1765B**. Pour cela, procurez-vous dans un magasin de fournitures électriques, ou une grande surface de bricolage, du câble à **huit conducteurs** (achetez-en **trois mètres**).

Achetez aussi du tube électrique en PVC de **2 cm** de diamètre, **quatre** coudes à

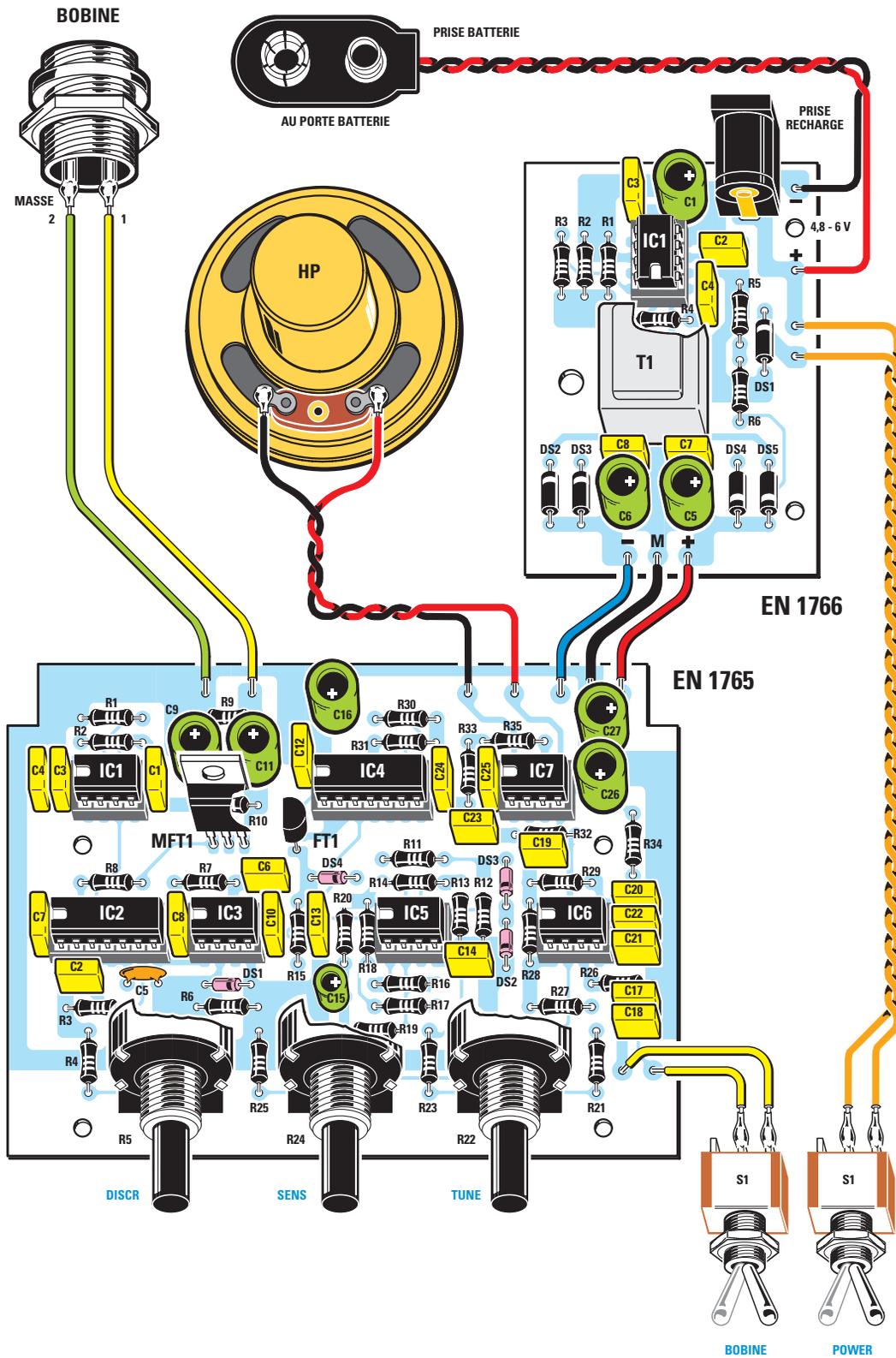


Figure 10a : Schéma d'implantation des composants du circuit du détecteur de métaux EN1765 et de l'alimentation EN1766.

Figure 10b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du détecteur de métaux EN1765, côté soudures.

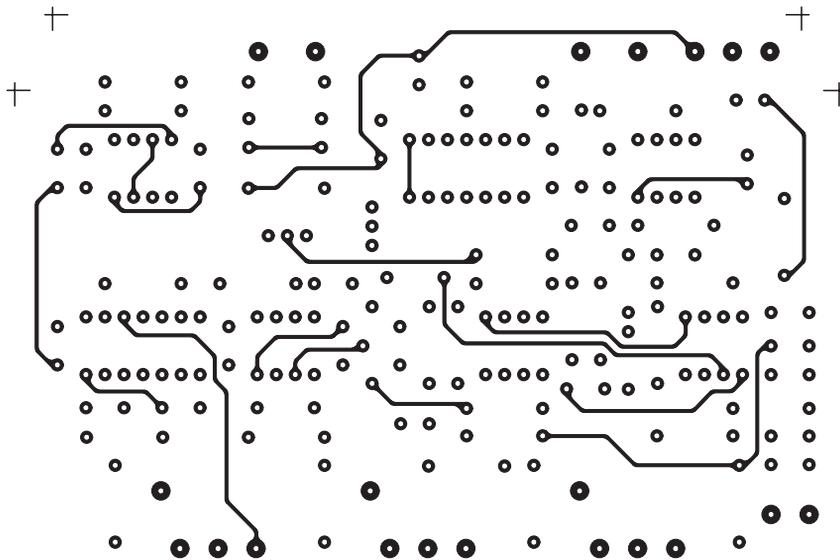
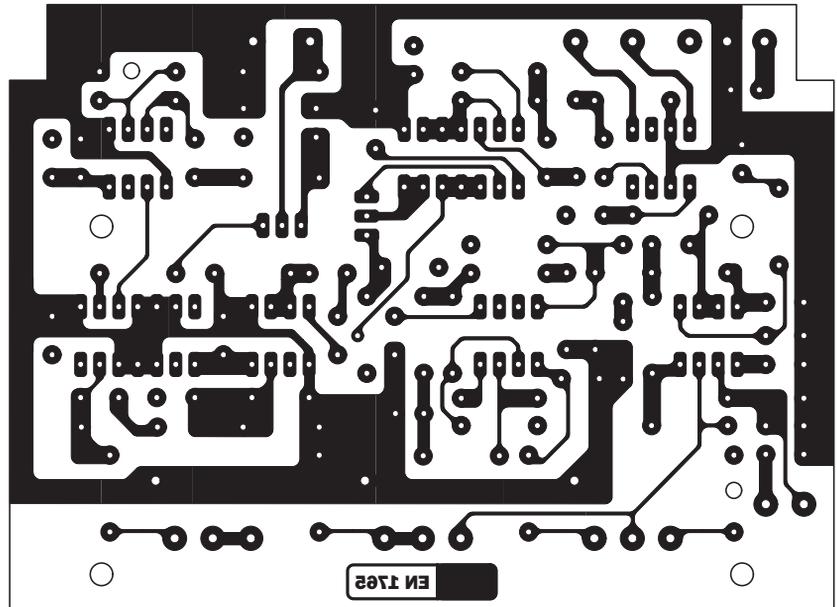


Figure 10b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du détecteur de métaux EN1765, côté composants.

Figure 10c-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'alimentation EN1766, côté soudures.

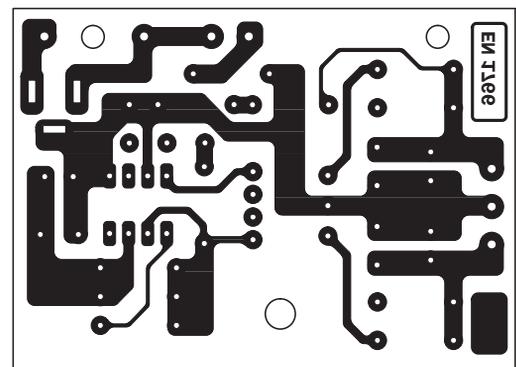
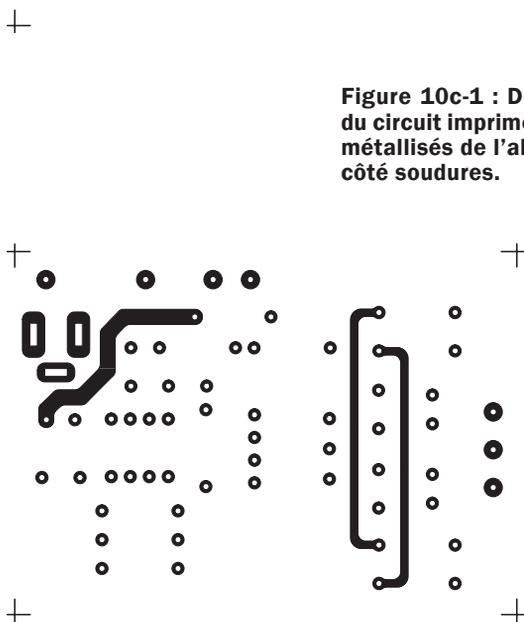
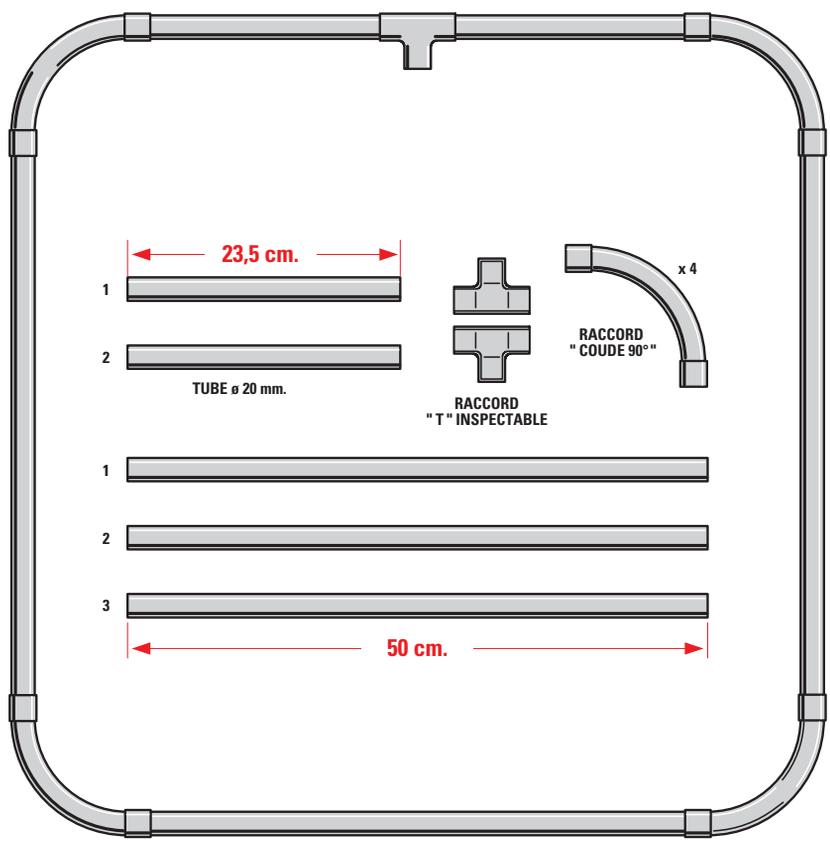


Figure 10c-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'alimentation EN1766, côté composants.

**Figure 11 :** Ce dessin indique les dimensions des éléments utilisés pour la réalisation de notre prototype de bobine captatrice de forme carrée.



90° pour les raccords et un raccord en «T» inspectable (composé de deux demi coques, que l'on peut ouvrir).

Coupez le tube en **quatre** parties d'environ **50 cm** de longueur et assemblez-les au moyen des **coudes à 90°** de manière à former un **carré** semblable à celui de la figure 11.

Insérez maintenant le câble à **huit conducteurs** à l'intérieur du tube et dénudez les extrémités des fils de manière à les **extraire** un par un.

Notez que chaque fil a sa **tresse de blindage métallique** qui doit être libérée pour être réunie à toutes les autres de manière à former un tout unique.

Prenez les fils et soudez-les sur les pastilles de la platine **EN1765B**, comme le montre la figure 13.

**Note :** les couleurs des câbles de liaison sont purement indicatives. L'important est de respecter scrupuleusement la correspondance des fils avec les numéros **1 à 8** présents sur la sérigraphie.

Nous vous recommandons de faire très attention, durant l'exécution des liaisons, à ne pas intervertir les fils.

Comme vous pouvez le voir en figure 13, la tresse de blindage est à relier au circuit imprimé en correspondance de la lettre **M** mais d'un seul côté ; de l'autre il faut la **couper**.

Insérez ensuite la platine **EN1765B** à l'intérieur du raccord en «T» et réalisez la liaison avec le connecteur femelle volant visible en figure 13. Pour cela insérez d'abord un bout du câble unipolaire avec sa tresse dans le passe câble.

Dénudez la gaine du câble de ce côté, de manière à mettre à nu le fil et la tresse qui le composent. Maintenant vous pouvez souder l'âme et la tresse sur le circuit imprimé **EN1765B** en correspondance des lettres **S (Signal)** et **M (Masse)**.

Enfilez sur le câble le corps métallique de la prise et le petit cylindre de gaine isolante, comme le montre la figure 13. Dénudez alors l'autre bout du câble et soudez l'âme et la tresse au connecteur femelle volant.

Positionnez enfin le cylindre de gaine isolante afin qu'il protège les soudures. Refermez le connecteur en vissant le corps métallique.

Vous êtes maintenant prêts à effectuer quelques essais pratiques d'utilisation.

## Comment utiliser au mieux le détecteur de métaux

Nous avons déjà fait référence à l'extrême flexibilité de notre détecteur de métaux. La caractéristique qui distingue un détecteur de métaux et en détermine l'efficacité est le **diamètre** de la bobine : en effet, abstraction faite de ce que vous avez l'intention de chercher, vous devez choisir le type de bobine à utiliser.

Quand vous utiliserez une bobine d'un **diamètre inférieur à 100 mm** vous mettrez l'inverseur **S1** sur **Small**, dans le cas contraire vous le mettrez sur **Large**.



Figure 12 : Photo du boîtier plastique MO1765 que nous avons utilisé pour contenir le circuit du détecteur de métaux EN1765 et de l'alimentation EN1766.

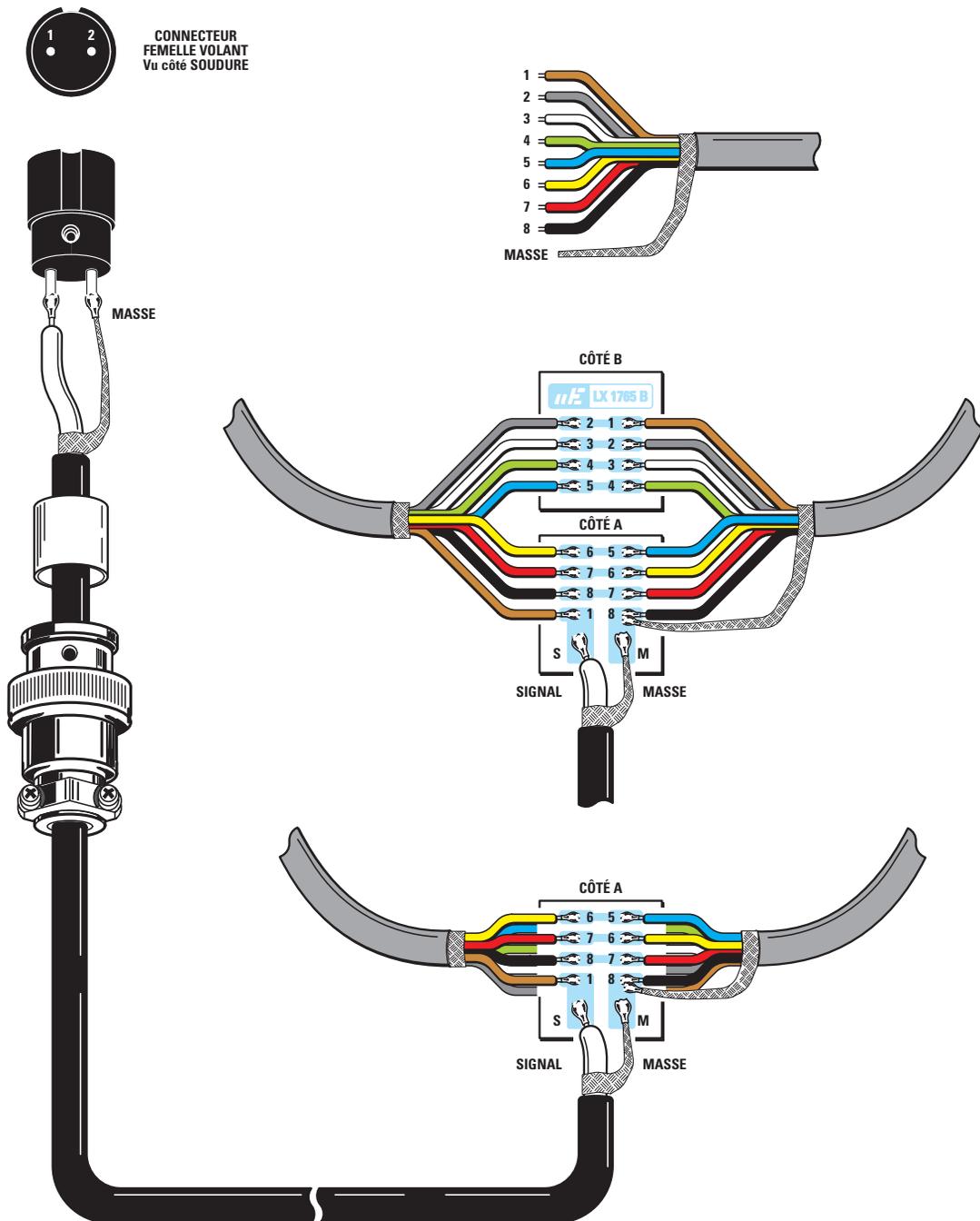


Figure 13 : Ce dessin illustre la séquence de câblage des fils du câble à 8 conducteurs, utilisé pour la réalisation de la bobine captatrice, sur le petit circuit imprimé EN1765B. Si vous suivez attentivement les indications présentes dans l'article, vous ne rencontrerez aucune difficulté pour effectuer cette opération.

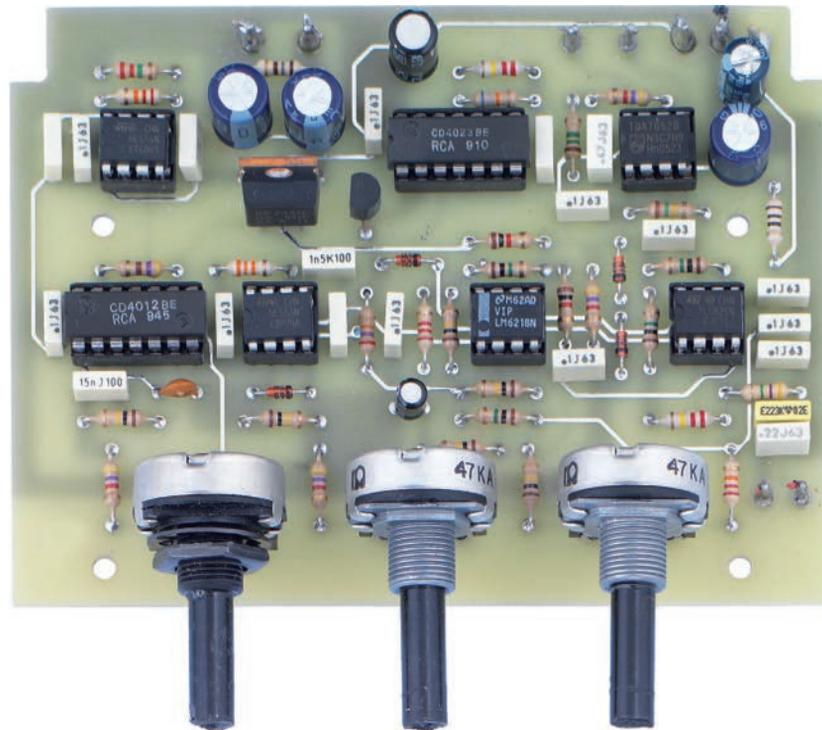


Figure 14 : Photo d'un des prototypes de la platine de base du détecteur de métaux EN1765.

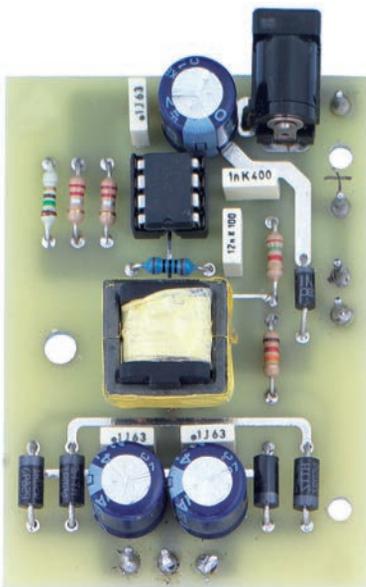


Figure 15 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'étage d'alimentation à découpage EN1766.

Naturellement, après avoir allumé le détecteur de métaux et avant d'aller chercher le «trésor», vous devez procéder à la remise à zéro de l'appareil en tournant le bouton **TUNE** jusqu'à mettre l'audio à **zéro**. Il vaut mieux pour ces premiers essais de régler le potentiomètre de **Sensibilité** à mi course.

Si vous maintenez la bobine à proximité du sol, vous adapterez la tête du détecteur

de métaux au relief du terrain au dessous de vous. L'appareil vous signalera n'importe quel objet, à condition toutefois qu'il soit métallique.

En réglant le potentiomètre **R5** on obtient une variation de la fenêtre de notre impulsion.

En théorie nous pouvons discriminer les objets constitués de métaux différents.

Mais il faut dire aussi que les variations induites par les différents types de métaux sont elles-mêmes très irrégulières ! L'influence du terrain, qui change cm par cm, nous fait éprouver quelque doute sur la capacité effective de discrimination des détecteurs de métaux... Quand vous vous déplacez à la recherche d'objets, vous pouvez agir sur le potentiomètre **R24** de **Sensibilité** pour la pousser vers les valeurs les plus fortes.



**Figure 16 :** Si vous voulez trouver des objets métalliques de dimensions réduites, réalisez une bobine captatrice en enroulant le câble multifilaire en couronne. En haut, la photo montre le point de câblage de la bobine.



**Figure 17 :** Photo de la bobine carrée que nous avons réalisée pour procéder aux tests du circuit et aux essais des prototypes.

Eh bien, il ne nous reste plus qu'à vous souhaiter bonne chance...

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce détecteur de métaux EN1765-

1766 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

**Note :** pour réaliser la bobine de recherche vous devez vous procurer, si vous n'en avez déjà à la maison, du banal **tube d'électricien** en PVC de **2 cm** de diamètre et de **2 m** de longueur, **4** raccords coudés à **90°** et **1** raccord en «**T**» inspectable\* (voir figure 11).

\*Constitué de deux demi coques, on peut enlever celle de dessus pour voir les fils à l'intérieur.

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/115.zip> ◆

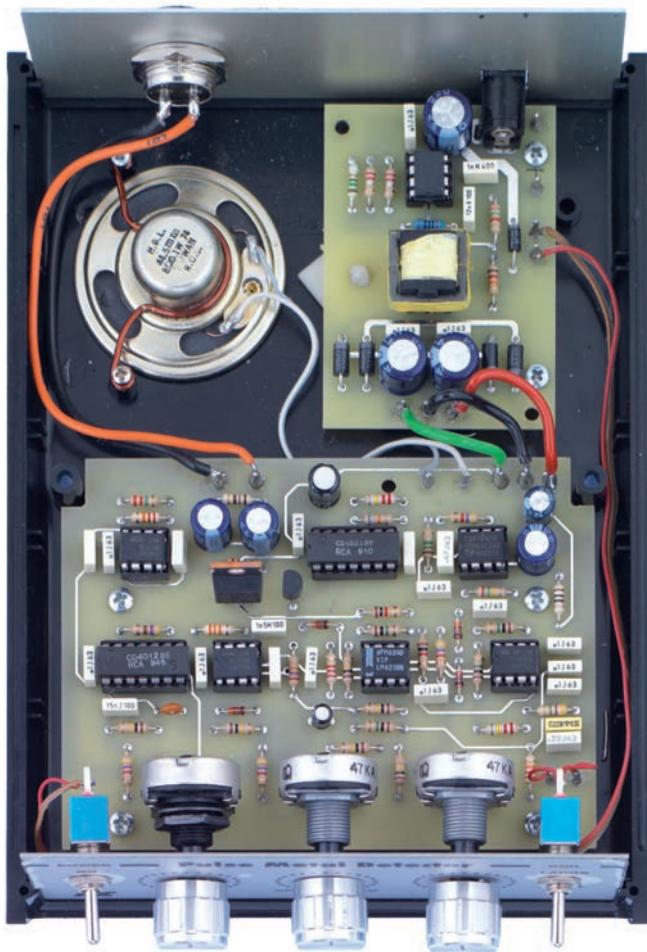


Figure 18 : Le circuit du détecteur de métaux et de son alimentation installés dans le boîtier plastique vu de face. En haut à gauche, vous pouvez voir comment nous avons résolu le problème de la fixation du haut-parleur. Pour cela, nous avons en effet utilisé du banal fil de cuivre rigide que nous avons enroulé (3/4 de spire) autour de ce corps et fixé à l'aide de deux petites vis aux axes plastiques présents au fond du boîtier.



Figure 19 : Le circuit du détecteur de métaux et de son alimentation installés dans le boîtier plastique vu de derrière. Vous pouvez voir comment - au moyen de picots - nous avons résolu le problème de la fixation du corps des trois potentiomètres sur le circuit imprimé et comment doivent être fixés derrière la face avant les interrupteurs.



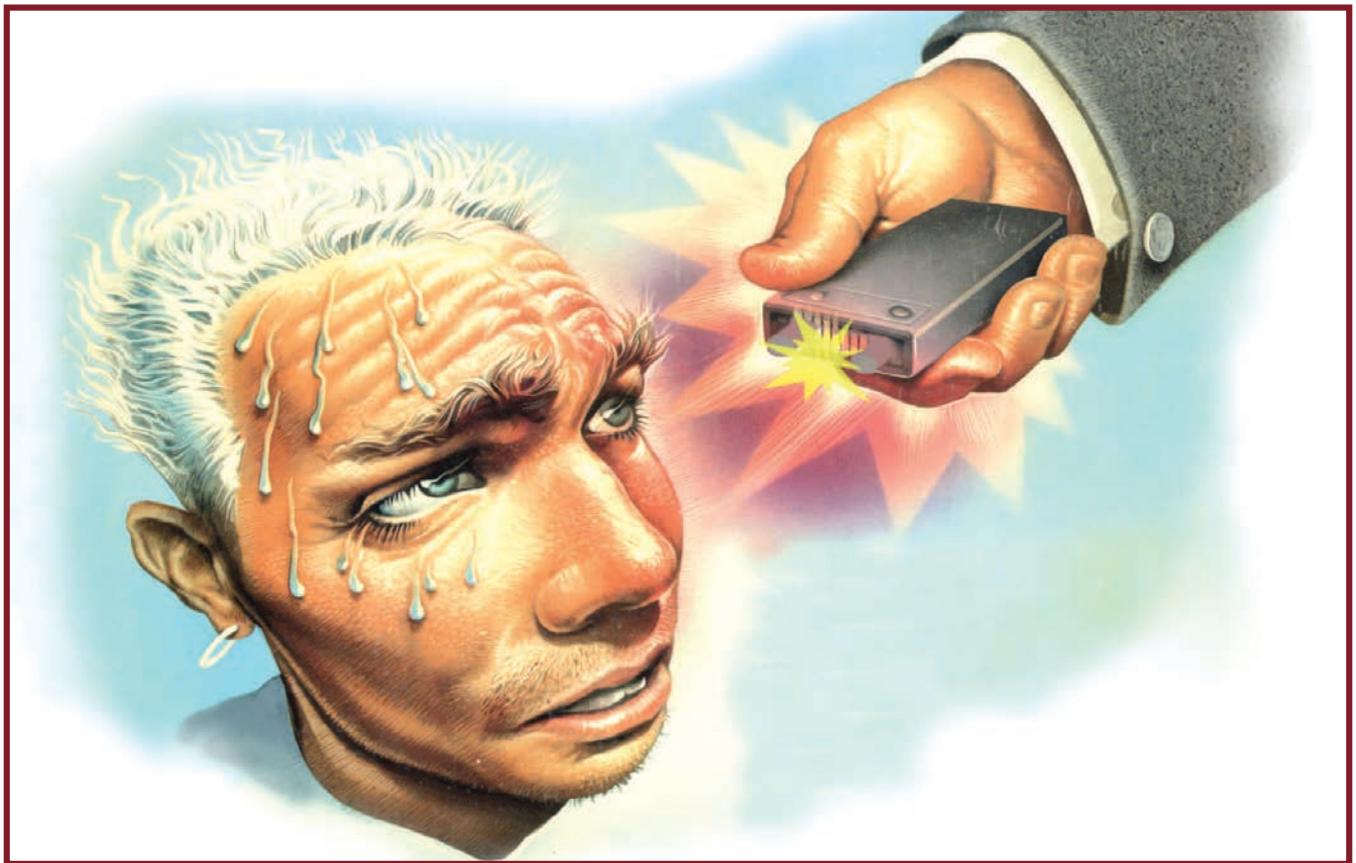
Avec notre détecteur de métaux vous pourrez vous amuser à chercher des objets métalliques, de grandes dimensions ou de dimensions réduites comme les pièces de monnaie anciennes.



En particulier, après la saison estivale, les lieux de vacances, comme par exemple les plages, peuvent dissimuler de véritables «trésors»...

# Taser - dissuadeur anti agression

L'appareil que nous vous proposons de construire est un dispositif délivrant des impulsions à haute tension et, comme il est portable, il peut être utilisé tant pour mesurer l'immunité de nos appareils électroniques par rapport aux parasites que pour la défense personnelle.



Le dispositif que nous avons réalisé trouve une application spécifique en électronique pour effectuer ce qu'on appelle les «**tests de susceptibilité électrique**», fort utiles dans la phase d'**essai** et de **vérification** des appareils. Par exemple, si on l'approche d'un montage dont vous voulez vous assurer qu'il est bien aux normes **CE**, comme le constructeur le prétend, l'appareil devra continuer à fonctionner normalement sans problème. Si, en revanche, en testant un circuit à microcontrôleur, son fonctionnement s'en trouve altéré, vous devrez le soumettre à d'autres vérifications. Étant donné que cet instrument produit des impulsions à haute tension et qu'il est portable, il se prête à bien d'autres applications. Entre autres, vous pouvez l'avoir sur vous pour vous en servir comme **taser-dissuadeur** quand vous vous consacrez à vos activités de plein air, promenades, jogging, vélo, ou randonnées en montagne, dans les bois, etc.

En effet, si vous activez le taser-dissuadeur, la décharge électrique produite, accompagnée d'un fort **crépitement**, sera suffisante pour mettre en fuite les chiens errants et les animaux de la forêt qui vous barreraient le passage, ce qui vous permettrait de continuer en toute tranquillité votre itinéraire ou votre excursion hors de la ville.

Les agressions par des meutes de chiens errants au détriment des citoyens ignorants ces dangers se multiplient. Des chiens qui, soit dit en passant, ont souvent été **abandonnés** avant les vacances par des maîtres aussi cruels qu'inconscients. Et même si, comme nous vous le souhaitons, vous n'avez jamais l'occasion d'activer le dispositif, le fait que vous sachiez que vous êtes bien équipé pour vous défendre vous donnera une merveilleuse sensation de tranquillité et de sécurité.

## Le schéma électrique

Comme vous pouvez le vérifier, il s'agit d'un appareil très simple qui, grâce à sa pile de **9 V** alimentant un oscillateur formé de **TR1** et **TR2** – oscillant à la fréquence d'environ **30 KHz** – et au moyen du transformateur élévateur **T1** ayant un rapport de nombre de spires d'environ **1:100**, transforme la basse tension continue de la pile en une **tension alternative sinusoïdale** d'une amplitude d'environ **800 VRMS**. Un classique **multiplieur de tension x5** en série avec le secondaire de **T1** porte les électrodes du taser-dissuadeur à une tension d'environ **11 000 V**.

L'oscillateur est du type «auto-oscillant». Nous l'avons choisi parce qu'il comporte un nombre minime de composants ; le circuit pourra ainsi être des plus compacts. Les transistors **TR1/TR2**, tous deux des **ZTX653**, bien adaptés à ce type d'application, sont alternativement en conduction à une fréquence d'environ **30 KHz**, fréquence déterminée par la capacité du condensateur **C2** et par l'inductance de l'enroulement **2-4** du transformateur **T1**.

Les deux résistances **R1-R2** fournissent le courant de base aux transistors lesquels, avec l'enroulement de «feedback» **1-5**, déterminent l'inversion de l'oscillation. La self **JAF1** de **100 µH** a pour rôle de «forcer» le courant d'entrée, fourni par la pile, à être de forme sinusoïdale, ce qui augmente le rendement du convertisseur dans son ensemble.

La consommation de courant est d'environ **0,5 A**, car le circuit a besoin d'une certaine «énergie» et, de toute façon, vue l'utilisation sporadique de l'appareil, on obtient une autonomie suffisante. Il est toutefois conseillé d'utiliser une pile à haute capacité. La tension disponible aux bornes de l'enroulement secondaire **6-10** a une amplitude déjà considérable d'environ **2 000 V crête-crête**, mais c'est insuffisant pour amorcer une décharge même en alternatif. L'étage suivant **multiplieur de tension** élève la tension à une valeur avec laquelle se produit le phénomène de la décharge entre deux électrodes punctiformes.



Figure 1 : Photo d'un des prototypes du taser-dissuadeur électronique protégé par son boîtier plastique. On remarque à gauche les deux électrodes punctiformes et dessus le bouton rouge de déclenchement.

Figure 2 : Brochage du transistor ZTX653 vu de dessous et de la diode à haute tension BY509. Pour identifier la patte + de cette diode nous vous renvoyons à la figure 4.

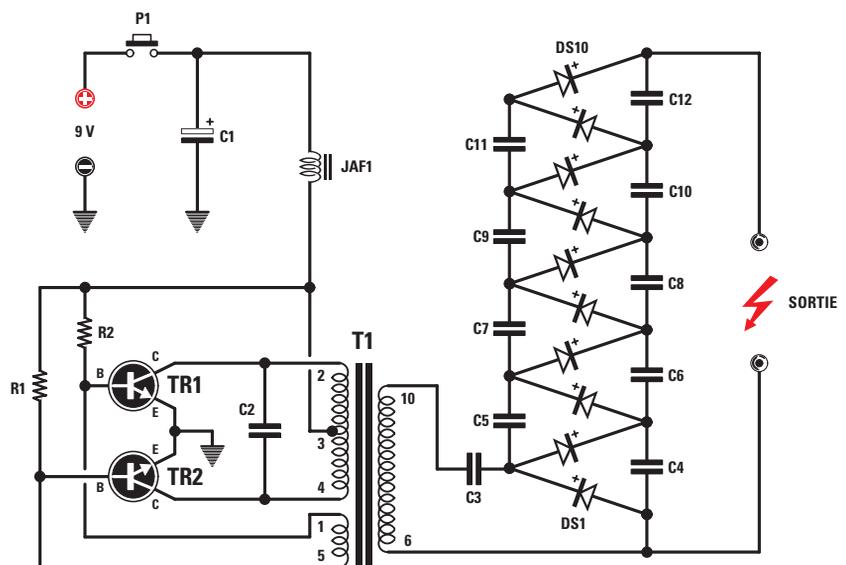
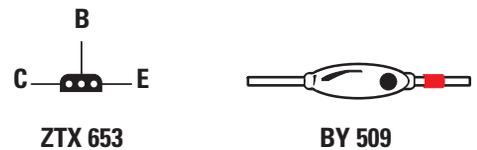


Figure 3 : Schéma électrique du taser-dissuadeur électronique EN1775.

### Liste des composants EN1775

R1 ..... 2,2 k  
 R2 ..... 2,2 k  
 C1 ..... 220 µF électrolytique  
 C2 ..... 470 nF polyester  
 C3 ..... 4,7 nF 2 000 V céramique  
 [...]

C12 ... 4,7 nF 2 000 V céramique  
 JAF1 .. self 100 µH  
 DS1 ... BY509  
 [...]  
 DS10 BY509  
 TR1 ... NPN ZTX653  
 TR2 ... NPN ZTX653  
 T1 ..... transfo mod. TM1025  
 P1 ..... poussoir

Cette décharge est causée par l'ionisation de l'air sous l'effet, justement, de la haute tension présente. Notre étage multiplicateur étant constitué de **10 diodes** et de **10 condensateurs**, nous avons en fait **5 cellules multiplicatrices** et donc la valeur de crête/crête est multipliée **x5**, ce qui permet d'obtenir sur les pointes de sortie une tension à vide d'environ :

$$2\ 200\ V_{pp} \times 5 = 11\ 000\ V$$

Bien sûr, le courant disponible avec cette tension est dérisoire, mais tout de même assez pénible pour qui en fait les frais !

## Le multiplicateur de tension

La condition principale pour multiplier une tension d'entrée «**n**» fois est d'avoir toujours un signal alternatif. Pour vérifier la **tension** que nous obtenons à la sortie de notre multiplicateur, il est nécessaire de recourir à la formule :

$$V_{cc} = V_{ac} \times 2,82 \times \text{nombre de cellules}$$

## Quelques conseils d'utilisation indispensables

... ou mieux quelques petits conseils pour ne pas abuser de cet objet.

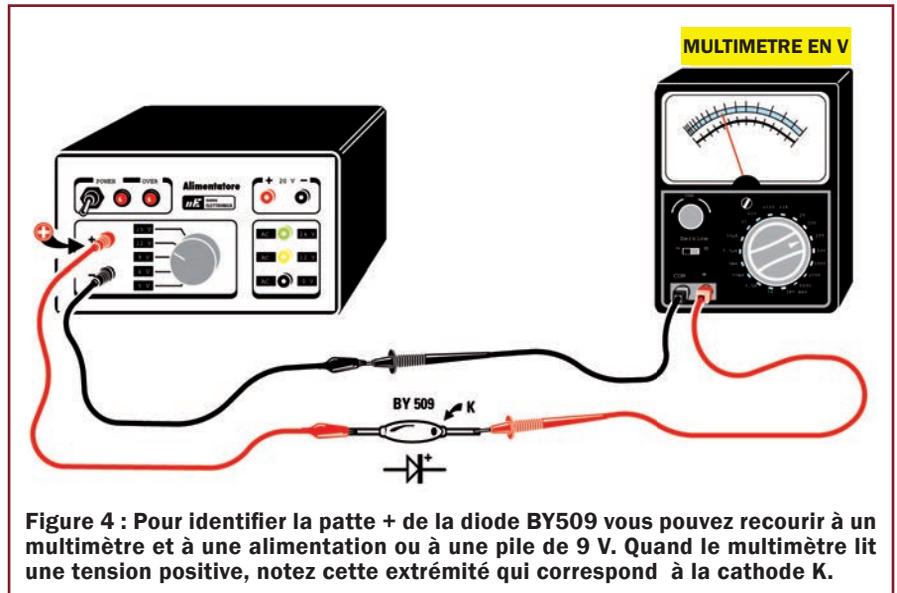


Figure 4 : Pour identifier la patte + de la diode BY509 vous pouvez recourir à un multimètre et à une alimentation ou à une pile de 9 V. Quand le multimètre lit une tension positive, notez cette extrémité qui correspond à la cathode K.

Même si nous avons conçu ce montage pour vérifier l'immunité des appareils électriques aux parasites, nous pensons indispensable de vous donner quelques informations afin que vous évitiez de subir de désagréables inconforts pendant son utilisation.

Nous vous recommandons par conséquent de bien respecter les consignes suivantes :

– ne pas utiliser (ce conseil est absolu) le circuit directement contre les personnes parce que cela provoquerait :

en **1/10 de seconde** une contraction musculaire et une forte répulsion ;

en **1–3 secondes** un étourdissement et même une chute sur le sol ;

en **3–6 secondes** paralysie de la personne et dans de nombreux cas un déséquilibre et une chute sur le sol accompagné d'un état de désorientation de plusieurs minutes ;

en **6–10 secondes** l'évanouissement de la personne.

– ne pas mettre dans les mains des enfants ;

– ne pas utiliser à proximité de personnes bénéficiant d'aides électroniques de survie (pacemaker, etc...) ;

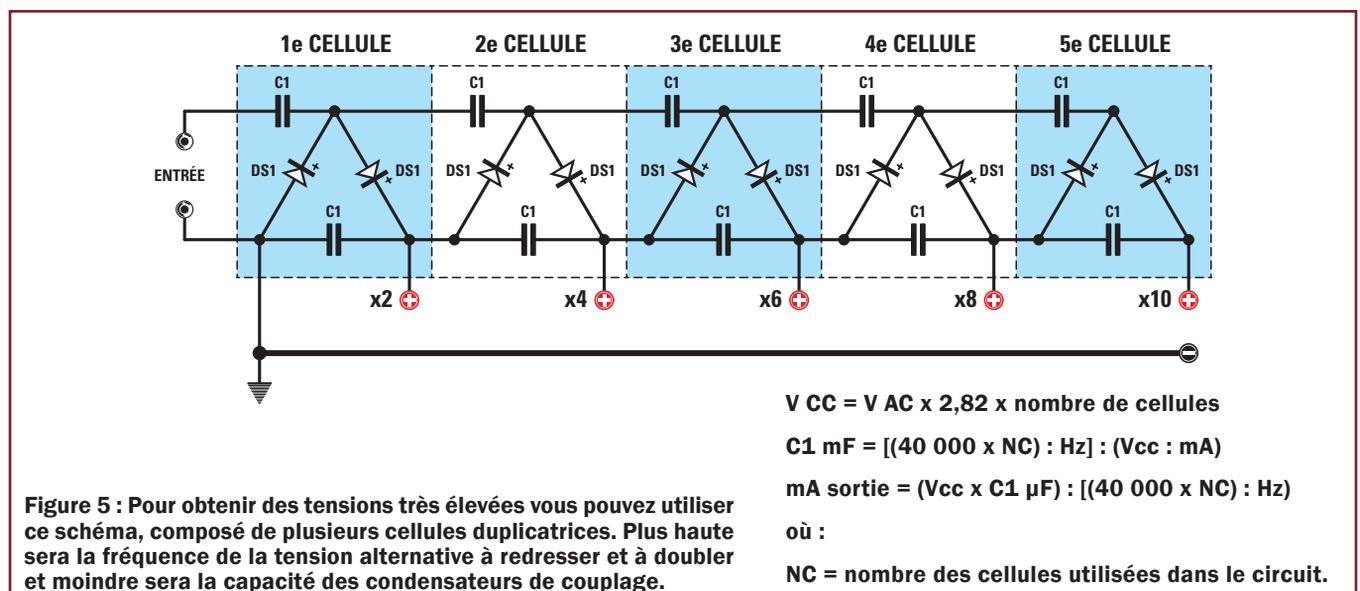


Figure 5 : Pour obtenir des tensions très élevées vous pouvez utiliser ce schéma, composé de plusieurs cellules duplicatrices. Plus haute sera la fréquence de la tension alternative à redresser et à doubler et moindre sera la capacité des condensateurs de couplage.

Figure 6a : Schéma d'implantation des composants du taser-dissuadeur EN1775. En haut vous voyez la paire de boulons constituant les deux électrodes punctiformes de sortie de la haute tension et, en bas, la prise de pile à laquelle on relie une pile de 9 V.

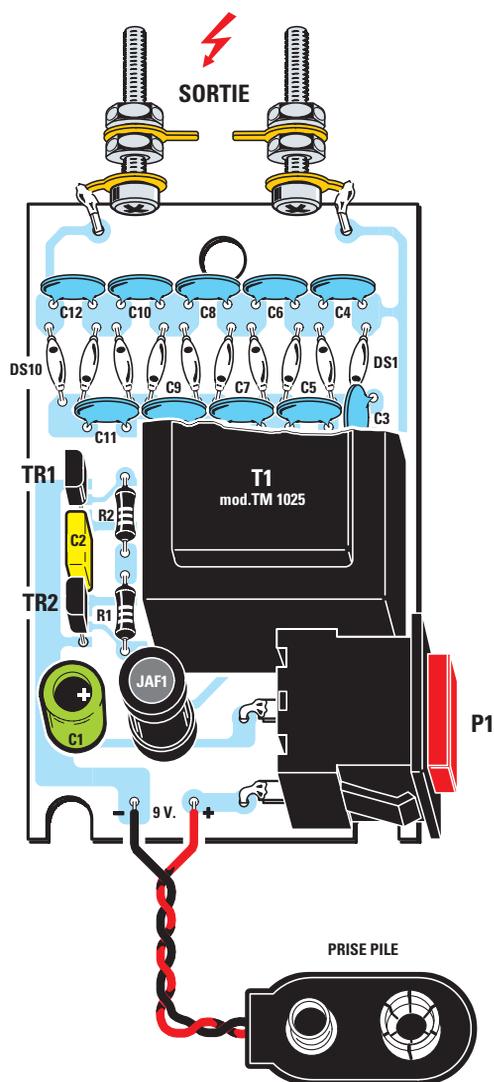


Figure 6b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé du taser-dissuadeur EN1775.

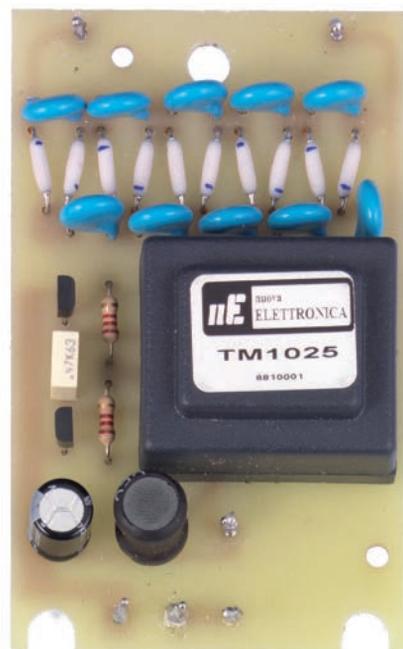
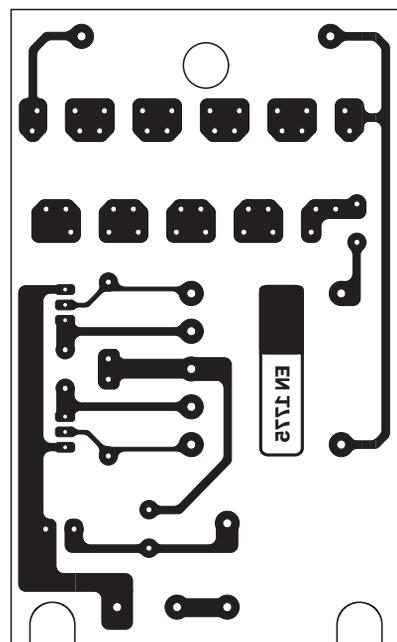


Figure 7 : Photo d'un des prototypes de la platine du taser-dissuadeur EN1775. Si vous suivez bien les indications du paragraphe «La réalisation pratique», vous mènerez à bien ce montage très rapidement et sans problème.

– ne pas utiliser le taser-dissuadeur dans des lieux où se trouvent des matières inflammables ;

– ne pas utiliser le taser-dissuadeur comme moyen de torture envers des personnes ou des animaux.

**Attention :** notre taser-dissuadeur peut être utilisé à une distance d'un **mètre** de manière à ce que le bruit du **crépitement**

généralisé par l'arc électrique et la vue de la **décharge électrique** agissent d'eux-mêmes comme **dissuasion**.

## La réalisation pratique

Comme vous pouvez le voir en regardant le schéma d'implantation des

composants de ce **taser-dissuadeur EN1775**, figure 6a, il s'agit d'un circuit plutôt simple constitué de peu de composants. Toutefois, comme toujours, il est nécessaire d'effectuer chaque phase du montage avec un soin extrême afin d'être certain du résultat. Nous nous limiterons ici à vous donner la séquence d'exécution et certains conseils, ces derniers, nous le savons, sont particulièrement appréciés des lecteurs

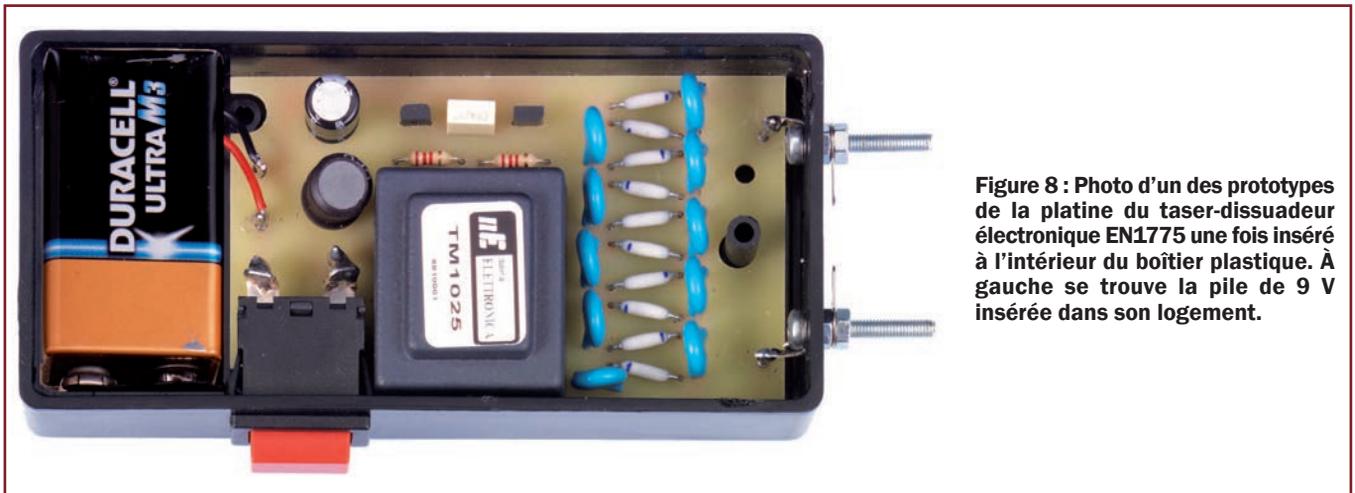


Figure 8 : Photo d'un des prototypes de la platine du taser-dissuadeur électronique EN1775 une fois inséré à l'intérieur du boîtier plastique. À gauche se trouve la pile de 9 V insérée dans son logement.

qui ne sont pas encore très familiarisés avec le montage électronique. Vous pouvez commencer le montage en vous référant au dessin de la figure 6a. Procurez-vous le circuit imprimé simple face **EN1775** ou réalisez-le à partir du dessin à l'échelle 1:1 de la figure 6b. Une fois en possession du circuit imprimé, commencez à monter les deux **résistances R1-R2**, en lisant bien pour chacune sa valeur ohmique à l'aide des bagues de couleur.

Continuez avec les diodes à haute tension **DS1** à **DS10** (voir figure 6a). Étant donné que ces diodes sont à insérer dans le circuit imprimé en respectant leur **polarité**, vous pourriez rencontrer une difficulté parce que la patte **positive**, appelée **cathode**, est presque toujours marquée d'un microscopique point **rouge** ou **noir** lequel, avec le temps, s'**efface**, ce qui rend difficile l'identification de la patte **+**.

En effet, si vous utilisez le **multimètre** en position  $\Omega$  comme on le fait pour les diodes normales, il n'est pas possible de détecter la patte **+** parce que ces diodes, qui travaillent en haute tension, sont caractérisées par leur résistance ohmique très élevée. La seule solution pour trouver la patte **+** est d'utiliser un **multimètre** réglé sur le calibre **VCC** et une **alimentation stabilisée** normale ou bien une pile de **9 V**. Comme le montre la figure 4, une patte de la diode est à relier à la sortie **positive** de l'alimentation ou bien au **+** de la pile. À la sortie **négative** on relie la pointe de touche négative du multimètre tandis que la pointe de touche **positive** est reliée à

l'extrémité opposée de la diode. Si la patte **positive** de la diode est tournée vers le multimètre, vous lirez une **tension positive**, alors que si c'est la patte **négative** vous ne lirez **aucune** tension. Bien sûr si vous ne lisez aucune tension il suffira d'inverser les deux pattes de la diode. Une fois la patte **+** identifiée, marquez-la par un **point**, afin d'éviter de l'insérer dans le circuit imprimé dans le mauvais sens. Soudez toutes les diodes à haute tension en orientant leurs points de référence vers le trou marqué **+**.

Au dessous et au dessus de ces diodes, montez les **condensateurs céramiques C3** à **C12** (voir figure 6) et poursuivez avec les **condensateurs électrolytiques C1** et **polyester C2**. Comme vous le voyez figure 6, l'électrolytique est reconnaissable à sa forme cylindrique et par le signe **+** à positionner comme l'indique le dessin.

À proximité du condensateur **C1** vous devez souder la self **JAF1** de **100  $\mu$ H**, elle aussi de forme cylindrique.

Continuez par les deux transistors **TR1-TR2**, en orientant leurs méplats repère-détrompeurs respectivement vers la gauche et vers la droite et le transformateur **T1**.

Terminez cette phase de montage en soudant en bas les picots des fils allant à la prise de pile : attention de ne pas intervertir leur polarité.

Vous pouvez maintenant installer la platine à l'intérieur du boîtier plastique et procéder au montage des composants

externes, c'est-à-dire les électrodes de **sortie** à **pointes** qui devront passer par les trous pratiqués dans la paroi du boîtier. Fixez-les de l'intérieur à l'aide des deux écrous que vous trouverez dans le matériel disponible.

Montez aussi le **poussoir P1** pour lequel nous avons prévu un trou latéral dans le boîtier, soudez ses deux cosses au circuit imprimé au moyen de deux morceaux de chute de queues de composant. Il ne vous reste alors qu'à relier à la prise une pile de **9 V**, à refermer le boîtier et à effectuer vos tests.

Pour la Loi ce dispositif est considéré comme une arme véritable mais pas comme arme à feu. Il peut être utilisé par les personnes possédant une autorisation de port d'arme mais il ne peut être porté sous aucun prétexte.

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce taser-dissuadeur EN1775 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/115.zip> ◆

# LABORATOIRE &



**FRÉQUENCEMÈTRE PROGRAMMABLE**  
Ce fréquence-mètre programmable est en mesure de soustraire ou d'ajouter une valeur quelconque de MF à la valeur lue. F.max: 50 MHz sur 6 digits. Alim: 12 Vdc.

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

## FRÉQUENCEMÈTRE ANALOGIQUE

Ce fréquence-mètre 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 €

## FRÉQUENCEMÈTRE À 9 CHIFFRES LCD 55 MHz



Ce fréquence-mètre numérique utilise un afficheur LCD "intelligent" à 16 caractères et il peut lire une fréquence jusqu'à 55 MHz : il la 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 poussoirs seulement.

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

## FRÉQUENCEMÈTRE NUMÉRIQUE 10HZ À 2GHZ



Sensibilité (Veff.): 2,5 mV de 10Hz à 1,5MHz, 3,5 mV de 1,6MHz à 7MHz, 10 mV de 8MHz à 60MHz, 5 mV de 70MHz à 800MHz, 8 mV de 800MHz 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 100MHz, 18 dB env. à 150MHz, 16 dB env. à 500MHz, 15 dB env. à 1000MHz, 10 dB env. à 2000MHz. Figure de bruit: < 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 1200 MHz avec 8 modules distincts (EN1235/1 à EN1235/8). Basé sur un PLL, des roues codeuses permettent de choisir la fréquence désirée. Puissance de sortie: 10 mW. Entrée: modulation. Alim.: 220 VAC. Gamme de fréquence: 20 à 1200 MHz en 8 modules.

EN1234..... Kit complet avec boîtier ..... 172,20 €  
EN1234KM Kit complet version montée..... 241,00 €



## MODULES CMS

Modules CMS pour le EN1234/K, livrés montés.

EN1235-1.. Module 20 à 40MHz..... 19,70 €  
EN1235-2.. Module 40 à 85MHz..... 19,70 €  
EN1235-3.. Module 70 à 150MHz..... 19,70 €  
EN1235-4.. Module 140 à 250MHz..... 19,70 €  
EN1235-5.. Module 245 à 405MHz..... 19,70 €  
EN1235-6.. Module 390 à 610MHz..... 19,70 €  
EN1235-7.. Module 590 à 830MHz..... 19,70 €  
EN1235-8.. Module 800MHz 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.

EN1484..... 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 au 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 sinusoïdaux. 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 sinusoïdaux avec coffret..... 45,00 €  
EN5032KM Kit complet version montée.... 68,00 €  
EN5004..... Kit alimentation de laboratoire avec coffret..... 71,00 €  
EN5004KM Kit complet version montée.. 117,00 €

## GÉNÉRATEUR BF 10HZ - 50KHZ



D'un coût réduit, ce générateur BF pourra 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 et 3,5 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. 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 différents 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 DE CAPACITÉ POUR DIODES VARICAPS

Combien de fois avez-vous tenté de connecter à un capacimètre 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 construire 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 ou d'une enceinte acoustique. Alimentation: Pile de 9 V (non fournie).

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

## INDUCTANCIÈTRE NUMÉRIQUE DE 0,1 µH A 300 MH



Cet 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 jusque 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 .... Alimentation seule ..... 20,00 €



## 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 prélever, sur sa prise de sortie, un signal HF fonction de la valeur de la self. En appliquant ce signal à l'entrée d'un fréquence-mètre 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" n'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 €



## CAPACIMÈTRE DIGITAL AVEC AUTOZÉRO

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 pF / 2 000 pF - 0,01 nF / 20 nF - 0,1 nF / 200 nF - 0,001 µF / 2 µF - 0,1 µF / 200 µF. - Autozéro: oui. Affichage: 5 digits.

EN1340..... Kit complet avec boîtier ..... 132,50 €  
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 sa RES (en anglais ERS: "Equivalent Serie Resistance"). Grâce à cette mesure, on peut établir l'efficacité restante d'un condensateur électrolytique ou savoir s'il est à ce point vétuste 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 €



## 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 appliqués 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 €



## UN GÉNÉRATEUR DE FIGURES DE LISSAJOUS

Quand le physicien français Jules Antoine LISSAJOUS (1822-1880) fabriqua 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 indissolublement 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. Réalisez 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.... 94,00 €



## UN SISMOGRAPHE 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 l'appareil est simple et économique.

EN1358D... Détecteur pendulaire ..... 145,00 €  
EN1359... Alimentation 24 volts ..... 72,00 €  
EN1500..... Interface avec boîtier ..... 130,00 €  
..... + CDROM Sismogest ..... 130,00 €



## SISMOGRAPHE

Traduction des mouvements des plaques tectoniques en perpétuel mouvement, 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 qu'il 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. Imprimante: thermique. Balancier: vertical. Afficheur: 4 digits.

EN1358..... Kit complet avec boîtier et une imprimante thermique ..... 655,40 €  
EN1358KM Kit complet version montée ..... 917,00 €

## 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 (surtout 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 : alimentant deux pompes disposées en sens inverses), utilisable pour la production de divers mouvements d'eau dans un aquarium. Alimentation: 230 Vac.

EN1602..... Kit complet avec boîtier ..... 35,00 €  
EN1602KM Kit complet version montée.... 47,00 €

# MESURES 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 pourrez visualiser l'évolution du niveau de radioactivité ambiante. Caractéristiques techniques générales: - Alimentation : 6 V (5 batt. rechargeables AA de 1,2 V ou alimentation externe) - Consommation SD désinsérée, bip et rétro-éclairage activés : environ 130mA - Consommation sans le rétro-éclairage : 33 mA - Consommation en veille : 11 mA - Consommation avec la SD insérée : supplément d'environ 2 mA. **Caractéristiques techniques du capteur LND712:** - Mesure les radiations : alpha, bêta et gamma - Gaz de remplissage : Ne + halogènes - Gamme de sensibilité Co60 (cps/mR/h) : 18 - Gamme de sensibilité Cs137 (cps/mR/h) : 16 - Comptage de background : maximum 10 cpm - Minimum dead time : 90 µs - Tension d'alimentation : 500 Vdc - Température de travail : -40 à +75 °C - Dimensions : diamètre 9,1 mm x longueur 38,1 mm.

- 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 LND712 pour ondes Alfa, Bêta et Gamma .....84,00 €
- MOX1710....Boîtier en allu. pour tube16,80 €
- MKG60.....Valise (en option) .....21,00 €
- EN1710KM1..Version montée complète avec son tube SMB20 hors (tube, MOX1710, sans lecteur SD) .....345,00 €
- EN1710KM2..Version montée complète avec son tube LND712 hors (tube, MOX1710, sans lecteur SD) .....375,00 €

## TESTEUR DE MOSPOWER MOSFET - IGBT



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

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

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

## 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 ....Extension ..... 36,75 €

## UN DÉTECTEUR DE FUITES SHF POUR FOURS À MICROONDES



Avec ce détecteur de fuite d'ondes SHF pour four à micro-ondes nous complétons la série de nos instruments de détection 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 €

## 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: CCIR625, 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: CCIR625 - 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 €
- EN1351KM .Kit version montée ..... 226,30 €

## SONDE LOGIQUE TTL ET CMOS



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

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

## 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 .Kit 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 :9V

- EN1435 .. Kit avec boîtier ..... 126,90 €
- EN1435K Kit version montée..... 178,50 €



## MESUREUR DE CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Cet appareil va vous permettre de mesurer les champs électromagnétiques BF des faisceaux hertziens, des émetteurs radios ou TV, des lignes électriques à haute tension ou encore des appareils électroménagers. Gamme de mesure: de 0 à 200 µT (microtesla). Le kit est livré complet avec son boîtier sérigraphié. Alimentation par pile de 9 V.

- EN1310 .....Kit champs-mètre ..... 87,35 €
- TM1310 .....Bobine pour étalonnage .9,00 €
- EN1310KM .Version monté ..... 122,30 €

## ÉTHYLOMÈTRE POUR ALCOSTET OU « BOIRE OU CONDUIRE »



Depuis peu le taux d'alcoolémie (en gramme d'alcool/litre de sang) autorisé 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 point(s) de permis - voire du permis tout entier si les conséquences de l'ébriété ont été graves - sans parler des peines de 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 le verre ? bien plein ou aux trois quart ? combien de degré d'alcool dans ce 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 ! Affichage: D L1 verte = voyant de présence de tension sur le filament du capteur - DL2 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 €
- KM1693Kit version montée ..... 63,00 €

## GÉNÉRATEUR DE BRUIT BF



Couplé à un analyseur de spectre, ce générateur permet le réglage de filtre BF dans beaucoup de domaine: réglage d'un égaliseur, vérification du rendement d'une enceinte acoustique etc. - Couverture en fréquence: 1Hz à 100kHz. Filtre commutable: 3 dB / octave env. Niveau de sortie: 0 à 4 Veff. env. Alimentation: 12 Vcc.

- EN1167 .. Kit complet avec boîtier ...41,50 €
- EN1167KM .Kit version montée ..... 57,00 €

## TESTEUR POUR LE CONTRÔLE DES BOBINAGES



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

- EN1397 .....Kit complet avec boîtier 27,85 €
- EN1397KM .Kit version montée ..... 40,70 €



## UN MESUREUR DE PRISE DE TERRE

Pour vérifier si la prise de terre d'une installation électrique est dans les normes et surtout si elle est efficace, il faut la mesurer et, pour ce faire, on doit disposer d'un instrument de mesure appelé Mesureur de Terre ou "Ground-Meter". Le kit est livré avec son boîtier et le galvanomètre. Alimentation par pile de 9 V.

- EN1512..Kit complet avec boîtier...62,00 €
- EN1512KM .Kit version montée.....95,00 €

## 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 les stations service, les cinémas et, plus généralement, dans tous les services privés ou publics où se trouvent des dispositifs ou des personnes sensibles aux perturbations radioélectriques. On peut, grâce à ce détecteur, vérifier que le panneau affichant "Portables interdits" ou "Eteignez vos portables" est bien respecté.

- EN1523 .. Kit complet + boîtier ...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 : de -20 à +85 °C - Sensibilité : +/- 1,3 mV 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 monté ..... 82,50 €

## 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 monté ..... 133,35 €

## INDUCTANCIÈMÈTRE 10 µH À 10 MH



À l'aide de ce simple inductancemètre, vous pourrez 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 €

**COMELEC CD 908 - 13720 BELCODENE Tél. : 04.42.70.63.90 Fax :04.42.70.63.95**

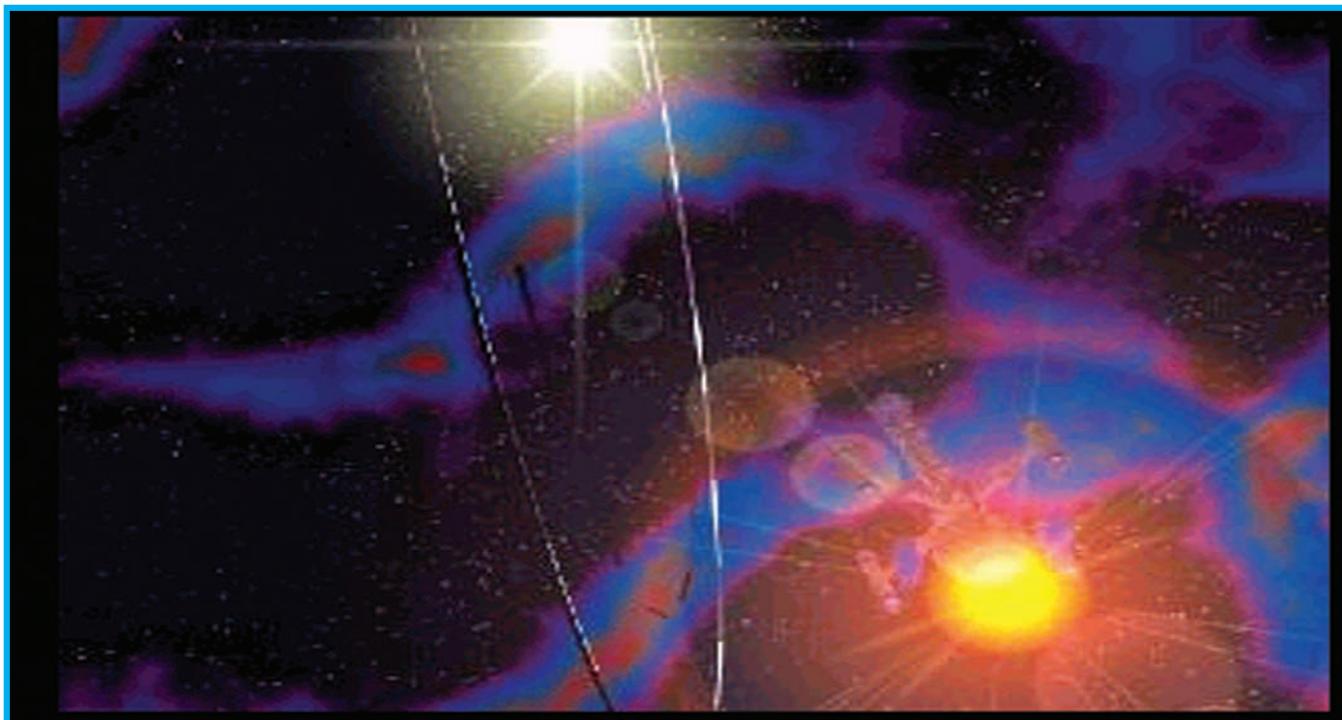
DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE 80 PAGES ILLUSTRÉES AVEC LES CARACTÉRISTIQUES DE TOUS LES KITS Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. Frais de port en France moins de 5 Kg 8,40 € / CEE moins de 5 Kg 15,00 €. Port/autres pays sur devis. Catalogue général de kits contre ( cinq timbres à 0,58 € ) ou téléchargeable gratuitement sur notre site.

# Lumières psychédéliques à LED

## (Première partie pour les deux versions Junior et Avancée)

Grâce aux effets magiques produits par les lumières intermittentes colorées, les «lumières psychédéliques» évoquent la musique de notre temps. Cet article vous propose un montage miniature dédié à ces lumières psychédéliques : le montage sera fait bien entendu sur la plaque d'essais du Minilab.

Cette première partie concerne tout le monde, Juniors ou Avancés, car on va y procéder à l'étude et à la réalisation. Les heureux possesseurs de la version Avancée devront attendre le prochain numéro de la revue pour se servir d'un nouvel instrument présent à l'intérieur de l'oscilloscope pour PC : il s'agit du générateur BF. À cette occasion, nous découvrirons comment il fonctionne.



Il semble que ce soient les «**Pink Floyd**» qui les ont inventées, car ils aimaient beaucoup les effets spéciaux, mais ce n'est pas sûr du tout. Ce qui est certain, c'est que les «**lumières psychédéliques**», avec leurs fantastiques pulsations lumineuses, **jaunes,**

**rouges et bleues,** ont coloré la musique de notre temps, du moins depuis la musique «pop» et le «rock», jusqu'au «metal» d'aujourd'hui (ou d'hier déjà !).

C'est grâce à eux que les premiers **spots colorés,** destinés à créer dans

les rassemblements musicaux de la «beat generation» une atmosphère irréaliste et un peu visionnaire, ont commencé à s'**animer** et à «**pulser**» au rythme de la musique, entraînant le spectateur dans une exaltante «performance» visuelle et musicale.



**Figure 1 : Le montage des lumières psychédéliques une fois terminé, vous pourrez vous amuser à observer son fonctionnement en reliant le circuit à l'oscilloscope virtuel du Minilab installé sur votre ordinateur (ce sera dans le prochain numéro d'ELM et pour ceux qui possèdent la version Avancée du Minilab).**

L'adjectif «**psychédélique**», avec lequel elles ont été qualifiées dès le début n'a pas été choisi au hasard, car il désigne l'effet de suggestion engendré chez le spectateur par l'alternance fortement rythmée des **lumières, couleurs et sons**.

Aujourd'hui les familiers des discothèques sont habitués à ces effets produits par les lumières intermittentes des spots en couleurs et peut-être n'imaginent-ils pas que cette invention, qui a accompagné trois générations de passionnés, a contribué à changer l'histoire de la musique contemporaine.

Si vous demandiez à quelqu'un **comment cela fonctionne**, vous seriez très probablement déçus de constater qu'il ne sait pas répondre. C'est pourquoi, en étant sérieux mais également pour jouer, nous avons créé pour vous ce montage **miniature de lumières psychédéliques**, à monter sur la plaque d'essais du **Minilab** : vous allez apprendre comment cela fonctionne.

Naturellement, comme il s'agit d'un jeu, nous n'avons pas utilisé les puissants **spots colorés** que l'on voit sur scène et qu'utilisent les discothèques. Nous les avons remplacés par trois **LED** de différentes couleurs : elles sont en mesure de créer un effet lumineux des plus sympathiques. Si, après avoir réalisé ce circuit, vous faites «écouter» aux

lumières psychédéliques un morceau de votre «**compilation**» préférée, vous verrez les **LED jaune, rouge et verte** commencer à danser allègrement au rythme de la musique. Et si, ensuite, vous éteignez l'éclairage ambiant, qui pourra vous empêcher de rêver que vous vous projetez comme par enchantement sur une scène de concert ?

### Comment fonctionnent les lumières psychédéliques

Comme vous savez, la musique est composée d'une combinaison de diverses notes, à chacune desquelles correspond une **fréquence** bien définie. En figure 2 on a représenté un clavier de piano avec les fréquences correspondant à chacune des notes fondamentales, regroupées en **sept octaves**. À partir de l'**octave de base** on arrive à la **sixième octave**. Les touches **blanches** correspondent aux **sept notes fondamentales DO-RE-MI-FA-SOL-LA-SI**, alors que les touches **noires** correspondent aux «**dièses**» soit **cinq notes intermédiaires** supplémentaires. La série des **douze notes** (les **sept** fondamentales + les **cinq** dièses) constitue une **octave**. La figure donne sur le côté **gauche** du clavier les notes

ayant les fréquences les plus **basses** (elles constituent l'**octave de base**) et ensuite, en continuant vers la **droite** du clavier on a des fréquences qui **augmentent** progressivement (jusqu'aux notes de la **sixième octave**).

Comme vous pouvez le voir, chaque fois que l'on passe d'une **octave** à l'octave **supérieure**, la fréquence de chaque note **est doublée**. Ainsi, par exemple, alors que le Do de la **deuxième octave** a une fréquence de **130,76 Hz**, le Do de la **troisième octave** a une fréquence de **261,52 Hz**, soit exactement le **double**. À son tour le Do de la **quatrième octave** a une fréquence double de celle de la **troisième** et ainsi de suite.

Dans la partie supérieure de la figure sont également indiqués les principaux **instruments de musique** et la gamme de **notes** et de **fréquences** qu'ils sont en mesure de produire. Si on regarde ce diagramme, il est facile de comprendre que, lorsque nous écoutons un morceau de musique, notre oreille reçoit un ensemble de nombreux sons différents, ayant chacun une fréquence propre.

Les sons ayant une fréquence inférieure à **500 - 800 Hz** environ sont considérés comme des **basses** (fréquences), les sons compris entre **800 et 3 000 Hz** sont appelés des **médiums**, alors que les sons supérieurs à **3 000 Hz** sont définis comme fréquences **aiguës**. Une oreille humaine en parfaite condition est en mesure de percevoir des sons allant d'une basse fréquence d'environ **16 Hz** jusqu'à une fréquence aiguë d'environ **16 000 Hz** (parfois encore plus aiguë).

Après cette brève introduction, nous pouvons mieux comprendre comment fonctionne un circuit de lumières psychédéliques. Il a à jouer un rôle somme toute assez simple : celui de «reconnaître» les diverses **fréquences sonores** présentes à chaque instant dans un morceau de musique et, selon qu'il s'agit de **basses**, de **médiums** ou d'**aiguës**, d'allumer chaque fois un **spot** de **couleur différente**. Naturellement vous vous demandez comment fait le circuit pour reconnaître et distribuer sur les différents spots, en «temps réel», toutes les fréquences musicales qui lui parviennent toutes combinées entre elles.

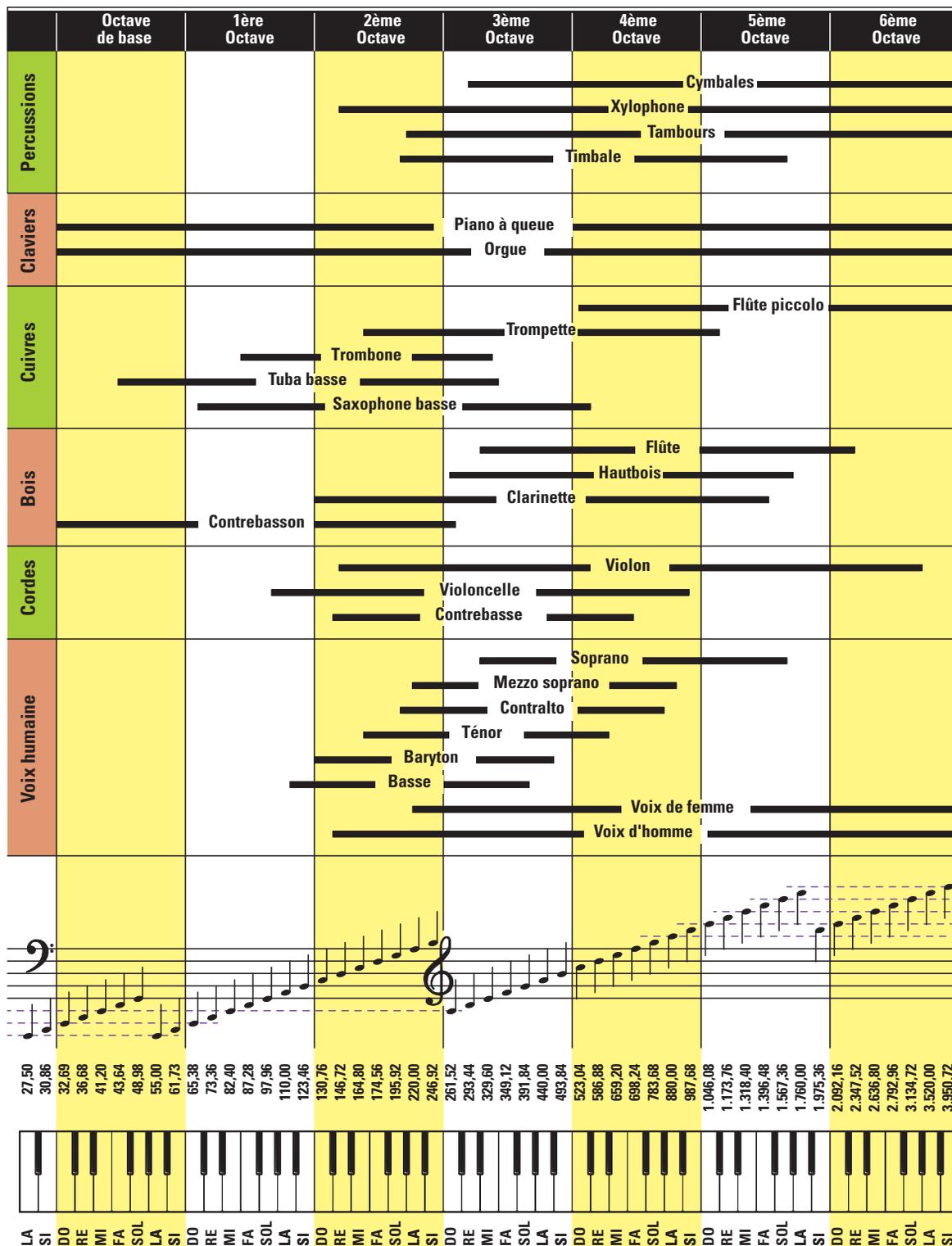


Figure 2 : Clavier du piano avec, indiquées, les fréquences correspondant à chaque note. Notez que le clavier est divisé en sept octaves, chacune étant formée de la même séquence de douze notes, les sept fondamentales correspondant aux touches blanches et les cinq dièses aux touches noires. Quand on passe d'une octave à celle immédiatement supérieure, la fréquence de chaque note est doublée. Dans la partie supérieure est indiquée l'étendue de la voix humaine et de chacun des principaux instruments de musique.

La réponse est fort simple, en utilisant un **microphone** et une série de **filtres**. Si vous regardez le schéma synoptique de la figure 3, vous voyez que le premier composant du circuit est le **microphone**.

Sa fonction est de convertir les **ondes sonores**, c'est-à-dire les sons, en un **signal électrique** dans lequel se trouvent toutes les **fréquences** que les différentes notes de musique ont produites.

Si, par exemple, le musicien frappe actuellement une seule touche du piano, dans le signal électrique produit par le microphone on aura la fréquence caractéristique de cette note.

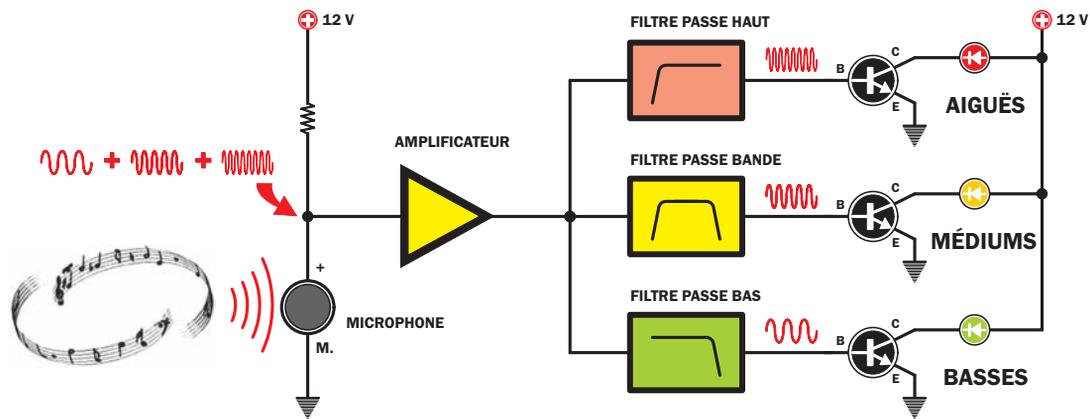


Figure 3 : Dans ce schéma synoptique on a représenté le fonctionnement du circuit des lumières psychédéliquies. Les diverses fréquences sonores correspondant aux notes présentes à un moment donné dans le morceau de musique sont transformées par le microphone en un signal électrique. Après avoir été amplifié par l'étage amplificateur, le signal contenant les diverses fréquences se présente à l'entrée des filtres passe-bas, passe-bande et passe-haut, dont le rôle est de séparer les basses, les médiums et les aigües, pour allumer au fur et à mesure la LED correspondante.

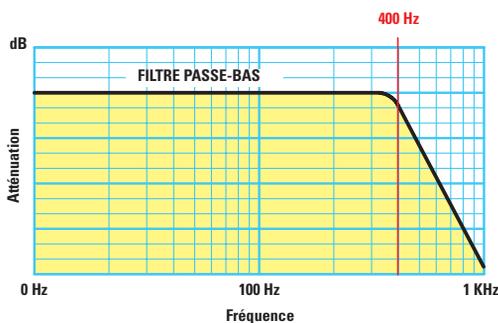


Figure 4 : Le graphique de la figure montre comment l'amplitude du signal de sortie du filtre passe-bas varie lorsque sa fréquence change. Le filtre passe-bas est conçu pour laisser passer toutes les fréquences inférieures à 400 Hz. La ligne plate indique que toutes les fréquences comprises entre 0 et 400 Hz passent sans subir aucune atténuation. Les fréquences supérieures à cette valeur sont en revanche progressivement atténuées par le filtre, comme le montre la ligne oblique du diagramme de la figure, jusqu'à être complètement éliminées.

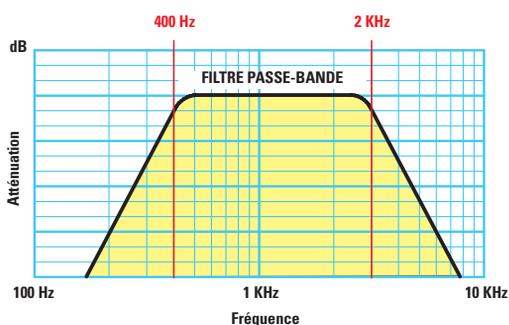


Figure 5 : Ce graphique montre en revanche la courbe de réponse du filtre passe-bande. Le filtre passe-bande de notre circuit de lumières psychédéliquies doit laisser passer, sans les atténuer, toutes les fréquences comprises entre 400 Hz et 2 KHz (2000 Hz). Ce fonctionnement est indiqué par la ligne plate du graphique. Les fréquences inférieures à 400 Hz et supérieures à 2 kHz sont en revanche fortement atténuées jusqu'à disparaître, comme l'indiquent les deux lignes obliques situées à gauche et à droite.

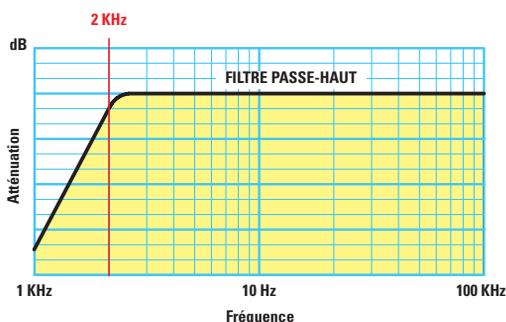


Figure 6 : Courbe de réponse du filtre passe-haut. Le filtre passe-haut est conçu pour laisser passer, sans atténuation, toutes les fréquences supérieures à 2 kHz. Ce fonctionnement est représenté par la ligne plate du graphique. Les fréquences inférieures à 2 kHz sont en revanche progressivement atténuées jusqu'à disparaître, comme l'indique la ligne oblique à gauche du graphique.

Si en revanche vous écoutez un morceau de musique complexe, le signal produit par le microphone sera en même temps la combinaison entre le son **bas** produit par la batterie, les **médiums** de la voix du chanteur et les **aiguës** produits par la guitare électrique. Ainsi pour allumer les LED des **basses**, des **médiums**, et des **aiguës**,

il est indispensable de pouvoir séparer les diverses fréquences sonores, et cette fonction est dévolue à trois **filtres** désignés, dans le schéma de la figure 3, comme filtres **passe-bas**, **passe-bande** et **passe-haut**. Quand nous avons conçu notre circuit, nous avons décidé que toutes les ondes sonores dont la fréquence est inférieure à **400 Hz** sont les **basses**

et qu'elles doivent allumer la LED **verte**. Donc, chaque fois que le signal produit par le microphone contient une fréquence inférieure à **400 Hz**, cette dernière, après avoir traversé l'amplificateur, atteint l'entrée du filtre **passe bas**. Ce filtre est conçu de manière à laisser passer tous les signaux inférieurs à **400 Hz**.

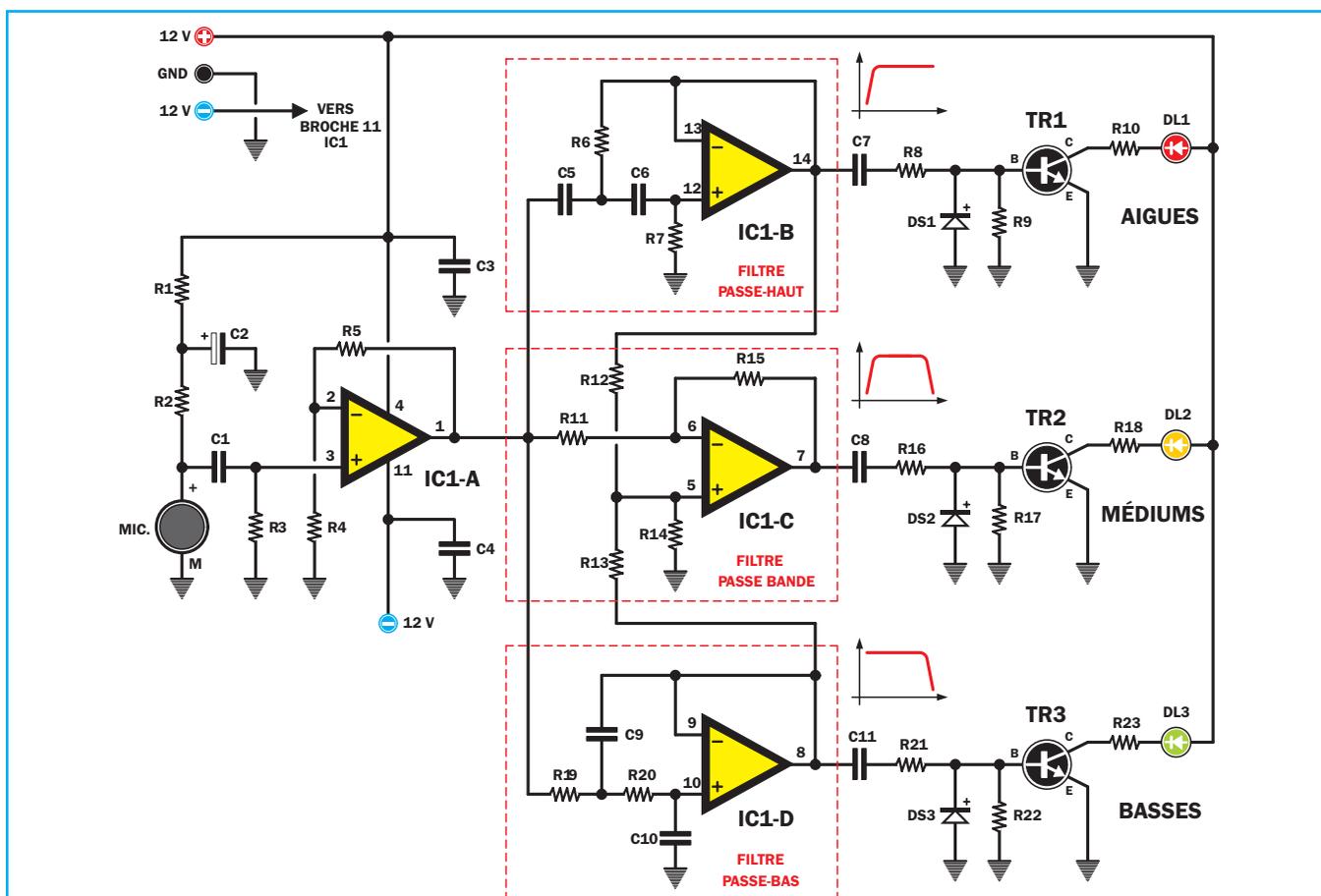


Figure 7 : Schéma électrique du circuit des lumières psychédéliques. Au centre on voit le filtre passe-bas, le filtre passe-bande et le filtre passe-haut ; leur fonction est de séparer les différentes fréquences sonores présentes dans le signal électrique produit par le microphone, puis d'allumer tantôt la LED des basses, tantôt celle des médiums et tantôt celle des aiguës.

### Liste des composants EN3009

R1 ..... 3,3 k  
 R2 ..... 3,3 k  
 R3 ..... 100 k  
 R4 ..... 3,3 k  
 R5 ..... 1 M  
 R6 ..... 12 k  
 R7 ..... 22 k  
 R8 ..... 1 k  
 R9 ..... 100 k  
 R10 ... 470  
 R11 ... 100 k  
 R12 ... 100 k  
 R13 ... 100 k

R14 ... 100 k  
 R15 ... 100 k  
 R16 ... 1 k  
 R17 ... 100 k  
 R18 ... 470  
 R19 ... 10 k  
 R20 ... 10 k  
 R21 ... 1 k  
 R22 ... 100 k  
 R23 ... 470  
 C1 ..... 220 nF polyester  
 C2 ..... 10 µF électrolytique  
 C3 ..... 100 nF polyester  
 C4 ..... 100 nF polyester  
 C5 ..... 4,7 nF polyester  
 C6 ..... 4,7 nF polyester

C7 ..... 470 nF polyester  
 C8 ..... 470 nF polyester  
 C9 ..... 56 nF polyester  
 C10 ... 22 nF polyester  
 C11 ... 470 nF polyester  
 DS1 ... 1N4148  
 DS2... 1N4148  
 DS3 ... 1N4148  
 DL1 ... LED rouge  
 DL2 ... LED jaune  
 DL3 ... LED verte  
 TR1 ... NPN BC547  
 TR2 ... NPN BC547  
 TR3 ... NPN BC547  
 IC1 ... LM324  
 MIC ... capsule microphonique

Le signal provenant du microphone **traverse** ainsi le filtre et va allumer, par l'intermédiaire d'un transistor de pilotage, la LED **verte**. Naturellement, le filtre ne laisse passer que les fréquences **inférieures à 400 Hz**, alors que toutes les fréquences supérieures à cette valeur ne peuvent le traverser et sont **bloquées** comme le montre le graphique de la figure 4 la courbe de réponse du filtre.

Les ondes sonores dont la fréquence est comprise à l'intérieur de la bande allant de **400 à 2 000 Hz**, c'est-à-dire les **médiums**, doivent en revanche allumer la LED **jaune**. Donc, chaque fois que le microphone est affecté par un signal contenant une fréquence comprise dans cet intervalle, le filtre **passé-bande** le laisse passer et ce signal peut aller allumer (toujours par l'intermédiaire du transistor de pilotage) la LED **jaune**. Toutes les fréquences situées en dehors de la bande sont en revanche **bloquées** par le filtre, comme le montre la figure 5.

Enfin, tous les sons dont la fréquence est supérieure à **2 000 Hz**, c'est-à-dire les **aiguës**, doivent allumer la LED **rouge**. Ainsi, dès qu'à l'entrée du filtre **passé-haut** arrive un signal de fréquence supérieure à cette valeur (il provient bien sûr du microphone), le filtre le laisse passer et ce signal allume (encore par l'intermédiaire du transistor pilote), la LED **rouge**. Toutes les fréquences inférieures à **2 000 Hz**, en revanche, sont **bloquées** par le filtre comme l'indique clairement la figure 6.

## Le schéma électrique

Après avoir expliqué dans ses grandes lignes le principe de fonctionnement des lumières psychédéliques, voyons en détail comment fonctionne le circuit que nous allons réaliser. Comme vous pouvez le noter en regardant le schéma de la figure 7, le premier composant est le **microphone**, alimenté par une tension de **12 V** : son rôle est de transformer l'**énergie mécanique** associée aux ondes sonores en un **signal**

**électrique** ayant la même fréquence que l'onde sonore qui lui parvient. Chaque fois qu'arrive sur la membrane du microphone une onde sonore, à l'intérieur de sa capsule une variation de courant se produit : grâce aux résistances **R1** et **R2**, elle se transforme en une variation de tension aux bornes de sortie du microphone.

Le signal électrique ainsi produit traverse le condensateur **C1** de **220 nF** et est acheminé vers l'entrée **non inverseuse**, marquée du signe **+**, de l'**amplificateur opérationnel LM324 IC1/A**. Ce circuit intégré a pour fonction d'**amplifier** le faible signal provenant du microphone et de créer un **découplage** entre le microphone et la série des **trois filtres**.

Le signal présent sur la broche **1**, à la sortie de l'amplificateur, est ensuite envoyé au groupe des **trois filtres IC1/D - IC1/C - IC1/B**, lesquels, en fonction de la fréquence qu'ils reçoivent sur leur entrée, distribuent le signal sur les trois sorties des **basses**, des **médiums** et des **aiguës** : les **LED** correspondantes s'allument.

Si, par exemple, sur la broche **1** du circuit intégré **IC1/A** on a un signal dont la fréquence est **comprise** entre **0** et **400 Hz**, le seul filtre qui se laissera traverser par ce signal sera le filtre **passé-bas** formé par le circuit intégré **IC1/D** et les deux condensateurs **C9** et **C10** avec les résistances **R19** et **R20**.

Après la sortie du filtre (voir **broche 8** de **IC1/D**) le signal est envoyé, par l'intermédiaire du condensateur de découplage **C11**, à la **base** du transistor **NPN TR3** qui l'**amplifie** pour allumer la LED des **basses DL3**.

Si, en revanche, sur la broche **1** de **IC1/A** on a un signal de fréquence **supérieure à 2 000 Hz**, le seul filtre qui se laissera traverser par le signal sera le filtre **passé-haut** formé par le circuit intégré **IC1/B** et par le réseau des condensateurs **C5 - C6**, avec les résistances **R6** et **R7**.

Après la sortie du filtre passé-haut, **broche 14** de **IC1/B**, le signal traverse le condensateur de découplage **C7** et arrive au transistor **NPN TR1**, lequel après l'avoir **amplifié** encore, allume la LED des **aiguës DL1**.

Enfin si sur la broche **1** de **IC1/A** on a un signal dont la fréquence est **comprise** entre **400** et **2 000 Hz**, ce signal traverse le filtre **passé-bande** formé par le circuit intégré **IC1/C** et va allumer, par l'intermédiaire du transistor **NPN TR2**, la LED **DL2** des **médiums**.

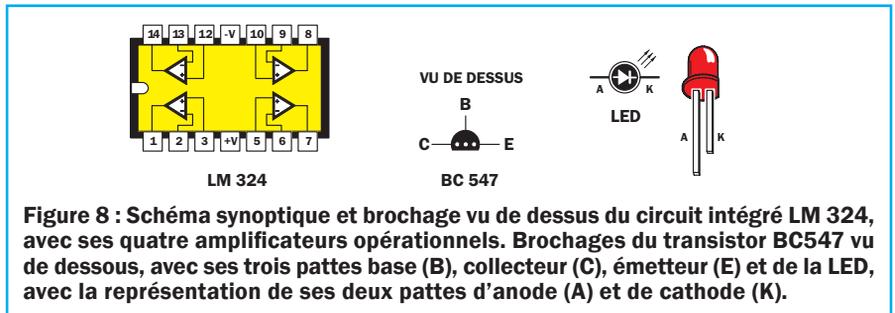
Notez que le filtre formé par **IC1/C** fonctionne comme un filtre passé-bande alors qu'en réalité il s'agit d'un simple **circuit sommateur**. Étant donné que l'adoption d'un véritable filtre **passé-bande** aurait rendu plus compliquée la réalisation du circuit, nous avons utilisé un petit stratagème, en le remplaçant par ce **circuit sommateur** et en faisant fonctionner ce dernier comme un véritable **filtre**.

Le «truc» à la base de ce stratagème est très simple. La broche **5**, correspondant à l'entrée **non inverseuse** du **sommateur IC1/C**, est reliée à la fois à la sortie du filtre **passé-bas IC1/D**, par l'intermédiaire de la résistance **R13** et à la fois à la sortie du filtre **passé-haut IC1/B**, par l'intermédiaire de la résistance **R12**. Donc sur la broche **5** de **IC1/C** n'arriveront que les signaux ayant une fréquence **inférieure à 400 Hz**, provenant du filtre **passé-bas** et les signaux ayant une fréquence **supérieure à 2 000 Hz**, provenant du filtre **passé-haut**. Sur la broche **6** de **IC1/C**, correspondant à l'entrée **inverseuse** du **sommateur**, arrivent en revanche **tous** les signaux compris dans toute l'étendue de la **bande audio**.

Où est le truc ? Étant donné que le **sommateur** effectue la somme **algébrique** des signaux présents sur les deux entrées et comme son entrée **inverseuse** a le signe **-**, alors que l'entrée **non inverseuse** a le signe **+**, on obtient à la sortie du circuit sommateur, sur la broche **7** de **IC1/C**, la **différence** entre la **totalité** de la **bande audio** et les **deux portions** au dessous de **400 Hz** et au de **dessus** de **2 000 Hz**, toutes les deux étant présentes sur l'**entrée non inverseuse**.

Ce que l'on obtient par différenciation à la sortie est donc la bande des signaux comprise entre **400** et **2 000 Hz**. Ainsi tous les signaux compris entre ces deux valeurs traverseront le circuit intégré **IC1/C** et, en passant à travers **C8**, atteindront la **base** du **transistor NPN TR2**, pour aller allumer la LED des **médiums DL2**.

Comme vous l'avez vu, en utilisant **trois filtres** –un **passé-bas**, un **passé-haut** et un **passé-bande**–, il est possible de distribuer les différentes fréquences sonores contenues dans un morceau de musique en trois bandes de fréquence. Ces fréquences, ainsi «triées», iront piloter les lumières de différentes couleurs, afin de créer les effets lumineux que nous connaissons tous.



## Les projets du MINILAB

### Lumières psychédélicques à LED

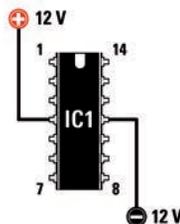
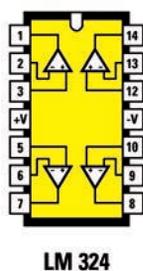


Figure 9 : Le circuit de lumières psychédélicques que nous allons réaliser fonctionne exactement comme un vrai. L'unique différence est qu'ici les spots à incandescence et les circuits de pilotage ont été remplacés par trois **LED**. Le montage utilise un seul circuit intégré **LM324**.

Si vous regardez le schéma synoptique/brochage vu de dessus du circuit intégré, vous voyez qu'il contient **quatre amplificateurs opérationnels**, que symbolisent **quatre petits triangles**, chacun étant doté de **deux entrées**, une **non inverseuse**, marquée du **signe +** et une **inverseuse**, marquée du **signe -** et d'une **sortie**. Les **amplificateurs opérationnels** sont amplement utilisés en électronique en raison de leurs caractéristiques : **amplification élevée**, **haute impédance d'entrée** et **basse impédance de sortie**.

**Note** : si vous désirez savoir quelque chose de plus sur les amplificateurs opérationnels et sur les principales configurations des circuits dans lesquels ils sont employés, nous vous conseillons de revenir à votre Cours «**Apprendre l'Electronique en Partant de Zéro**», deuxième partie.

Pour ce montage nous utiliserons un amplificateur opérationnel en configuration classique d'**amplificateur inverseur (IC1/A)** ; deux opérationnels pour réaliser le **filtre passé-bas (IC1/D)** et le **filtre passé-haut (IC1/B)** et un opérationnel pour le **sommeur (IC1/C)**. Le boîtier du circuit intégré présente deux rangées de **sept broches** chacune, soit un total de **14 broches** numérotées de **1 à 14** dans le sens anti horaire. Comme toujours sur le boîtier du circuit intégré on a un **repère-détrompeur en U** servant à l'insérer dans le **bon sens**. Ce repère-détrompeur sert aussi à identifier la position des **broches**. Si on place le circuit intégré avec le repère-détrompeur en U vers le **haut**, comme l'indique la figure et si on le regarde de **dessus**, soit avec ses broches tournées vers le circuit imprimé, vous verrez que la broche **1** est la première **en haut à gauche** du repère-détrompeur.

À partir de la broche numéro **1** les broches sont numérotées dans le sens **anti horaire**. Ce circuit intégré est alimenté avec une **tension double** de **+/-12 V**. La tension de **+12 V** est appliquée sur la broche **4**, alors que la tension de **-12 V** est appliquée sur la broche **11**.

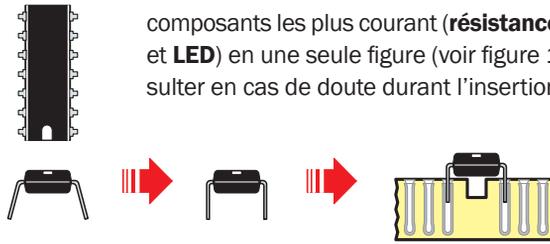
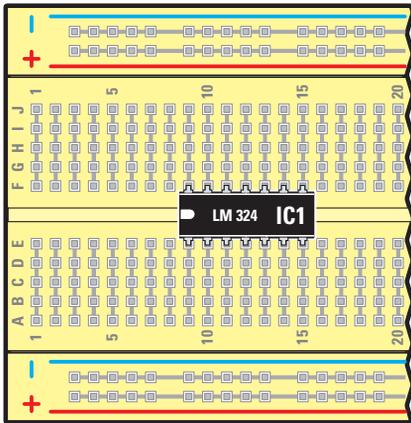


Figure 10 : Puisque désormais vous êtes devenus experts dans le montage des composants sur la plaque d'essais, nous avons rassemblé les dessins relatifs aux instructions de montage des composants les plus courant (**résistances, condensateurs, diodes et LED**) en une seule figure (voir figure 16), que vous pourrez consulter en cas de doute durant l'insertion des composants.

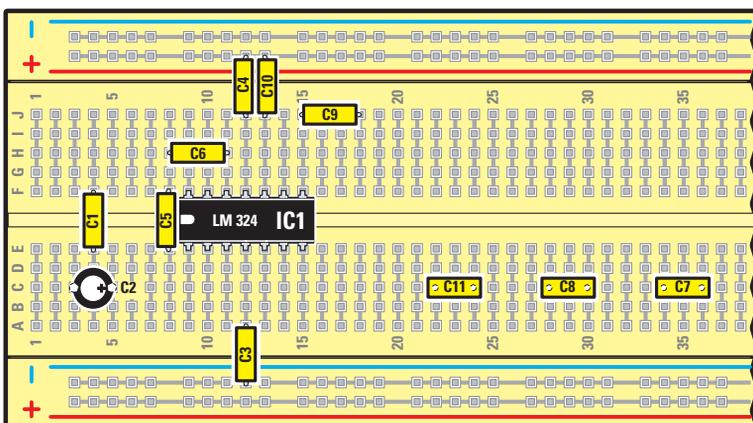
Commencez par insérer le circuit intégré **LM324 IC1** : placez-le dans le trous à cheval sur la bande centrale, dans la position indiquée par la figure, soit avec le repère-détrompeur en U tourné vers la **gauche**. Comme d'habitude, prenez bien garde de ne pas vous tromper dans cette orientation, parce que vous pourriez endommager le circuit intégré.

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

Figure 11 : Prélevez dans le matériel disponible les **10 condensateurs polyesters C1-C3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10-C11**.

Puisque les condensateurs **polyesters n'ont pas de polarité**, leurs broches peuvent être **interverties** sans problème. Dans la liste des composants de la figure 7, sont indiquées les valeurs de capacité de chaque condensateur en **nF**.

Pour reconnaître ces condensateurs vous devrez lire les indications présentes sur leur boîtier, comme ci-après :



- .0047 ou 4n7 condensateur de 4,7 nF C5-C6
- .022 ou 22n condensateur de 22 nF C10
- .056 ou 56n condensateur de 56 nF C9
- .1 ou 100n condensateur de 100 nF C3-C4
- .22 ou 220n condensateur de 220 nF C1
- .47 ou 470n condensateur de 470 nF C7-C8-C11

Après leur identification, insérez les condensateurs dans la plaque d'essai, chacun dans la position indiquée par la figure. Maintenant prélevez dans le matériel disponible le condensateur **électrolytique C2** de **10 µF**, que vous reconnaîtrez facilement à sa forme cylindrique. À la différence des condensateurs polyesters, les pattes des condensateurs électrolytiques **ne peuvent être interverties** parce qu'ils sont **polarisés**. La valeur de la capacité est imprimée sur le boîtier et les deux  **fils de sortie** sont de **longueurs différentes**. La patte la plus longue correspond au pôle **positif**, alors que la plus courte correspond au pôle **négatif**. Si vous regardez le boîtier du condensateur, vous noterez qu'en correspondance de la patte la plus **courte** on a imprimé sur le bord du boîtier une série de **signes -**, qui indique la patte **négative**. Insérez le condensateur **C2** avec son pôle **positif**, soit la patte la plus **longue**, vers la **droite**, comme l'indique la figure.

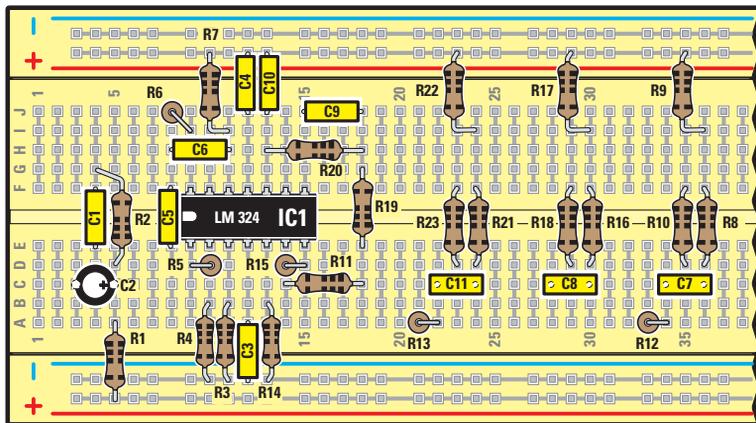


Figure 12 : C'est au tour des **résistances**, que vous pourrez reconnaître facilement en regardant les bagues en **couleurs** imprimées sur leur boîtier.

Vous pourrez consulter en cas de doute durant l'insertion des composants la figure 16.

**Note** : comme toujours, dans la première partie du Cours «Apprendre l'Electronique en Partant de Zéro» vous trouverez le code des couleurs des résistances et la manière de les interpréter.

La figure 16 indique comment couper les fils de sortie et comment les plier avant de les insérer dans la plaque d'essais. La plupart des résistances sont à préparer, comme toujours, de manière à obtenir une distance d'environ **10 mm** entre les fils de sortie.

La résistance **R2**, devra en revanche être repliée de manière à obtenir une distance d'environ **13-14 mm** entre les fils de sortie afin de l'insérer comme l'indique la figure (de même pour la résistance **R20**).

Les résistances **R7-R9-R17** et **R22** en revanche, sont à replier avec une distance entre fils de sortie d'environ **11 mm**. Une fois insérées dans les trous de la plaque d'essais, penchez-les légèrement vers la gauche, de manière à les aligner parfaitement avec les autres composants.

Les résistances **R5-R6-R12-R13** et **R15** sont en replier en trombone, c'est-à-dire sur **elles-mêmes**, comme l'indique la figure 16, afin de pouvoir ensuite les monter **verticalement** sur la plaque d'essai.

Insérez toujours bien à fond les pattes des composants dans les trous de la plaque d'essai, si vous voulez éviter les faux contacts et les problèmes de fonctionnement du circuit qui vont avec !

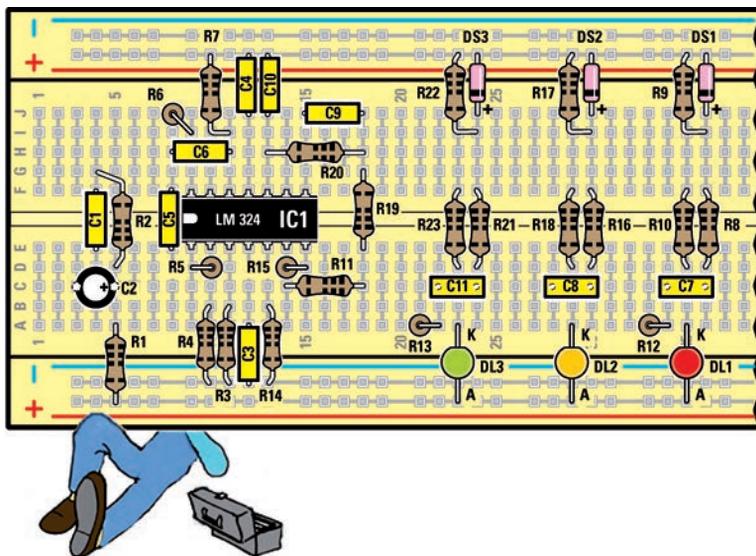


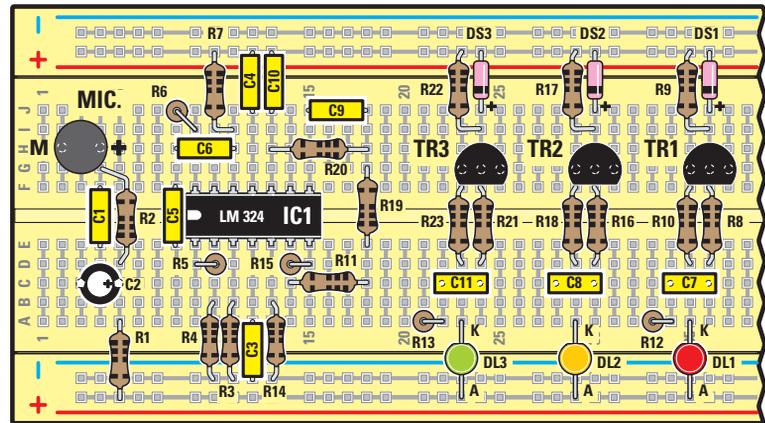
Figure 13 : Prélevez maintenant dans le matériel disponible les **trois diodes DS1-DS2-DS3**. Si vous les regardez bien vous voyez que sur leur boîtier on a une **bande noire** indiquant le fil de cathode (**K**), alors que l'autre patte correspond à l'**anode (A)**. Insérez les diodes dans les positions indiquées sur la figure, en prenant soin d'orienter leur **bande noire** vers le **bas**. Chaque fois que vous montez une diode, faites très attention à bien respecter cette orientation car à défaut votre circuit **ne fonctionnera pas**.

Maintenant procurez-vous les trois **LED** de couleurs **jaune**, **rouge** et **verte**. Comme d'habitude vous voyez que leurs deux pattes n'ont pas la même longueur. La **plus longue** correspond à l'**anode (A)** de la diode alors que la plus courte correspond à la **cathode (K)**.

Si vous avez déjà retailé ces pattes, il est tout de même possible de retrouver l'**anode** et la cathode **au moyen du boîtier** de la **LED**. Si vous le regardez attentivement, vous voyez qu'un côté du **boîtier** est **aplati**. La patte en correspondance de ce méplat est la cathode (**K**). Naturellement, la patte opposée correspond à l'**anode (A)**.

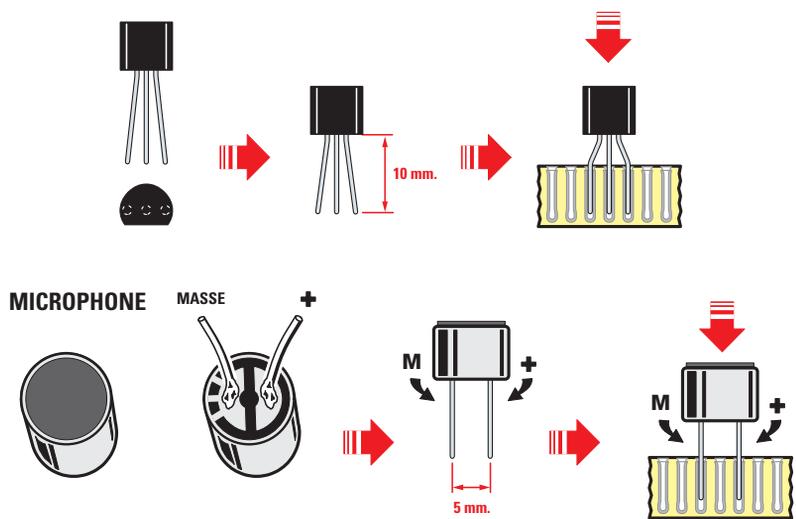
Après avoir écarté légèrement les deux pattes des LED, insérez-les dans la plaque d'essais (aux endroits indiqués), sans oublier que la LED **verte**, correspondant aux **basses**, doit être insérée dans la position **DL3**, la LED **jaune**, correspondant aux **médiums**, dans la position **DL2**, alors que la LED **rouge**, correspondant aux **aiguës**, doit être insérée dans la position correspondant à **DL1**.

Figure 14 : Vous devrez maintenant insérer dans la plaque d'essais les **trois transistors BC547 TR1-TR2 et TR3**. Après les avoir prélevés dans le matériel disponible, observez-les : ils sont dotés de trois pattes ou fils de sortie correspondant respectivement à la **base (B)**, à l'**émetteur (E)** et au **collecteur (C)**, voir figure 8. Les transistors sont pourvus d'un boîtier **plastique** présentant un **méplat**. Pour les insérer correctement dans la plaque d'essais, vous devrez d'abord **écarter** légèrement leurs pattes avec une petite **pince**. Insérez-les ensuite dans la position indiquée, en ayant bien soin d'orienter leur méplat vers le **bas**, comme le montre la figure.

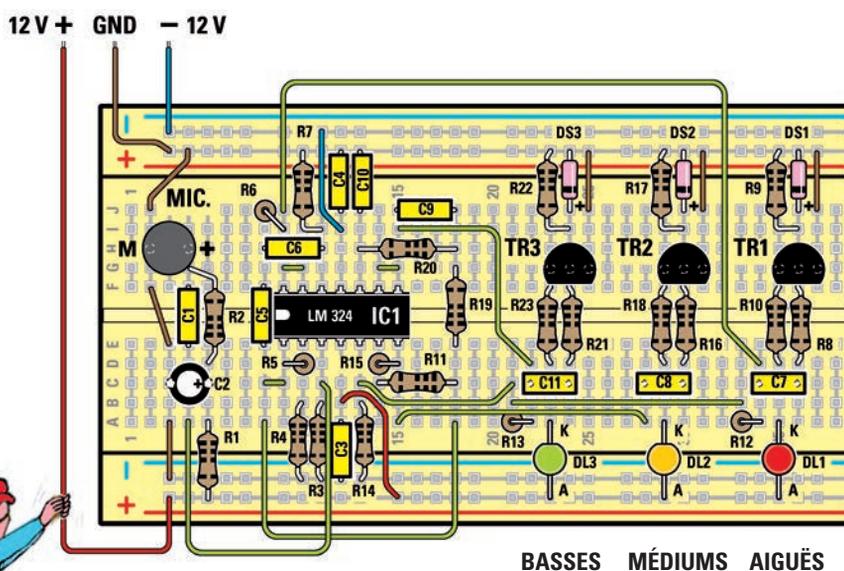


BASSES MÉDIUMS AIGÜES

Enfin, il vous reste à insérer le **microphone**. Après l'avoir prélevé, tournez-le de manière à regarder le côté d'où sortent ses deux fils de sortie. Avant d'insérer ce microphone dans la plaque d'essais, vous devrez identifier la patte correspondant au **positif** et celle correspondant à la masse. Pour cela, regardez avec attention les deux **pastilles** sur lesquelles sont soudées les deux **pattes** : à première vue elles sont semblables mais en réalité elles ne le sont pas ! La pastille correspondant au pôle **positif** du microphone est complètement **isolée** et la pastille correspondant à la masse est en revanche **reliée** par l'intermédiaire de **trois petites pistes**, à la partie métallique du microphone.



Après leur identification, insérez les pattes du microphone dans les trous indiqués : aidez-vous avec de petites pinces, faites bien attention de **ne pas les intervertir** quand vous retournez le microphone pour l'insérer dans la plaque d'essais.



BASSES MÉDIUMS AIGÜES

Figure 15 : Arrivés à ce stade du montage, vous pouvez compléter le circuit, en effectuant toutes les liaisons indiquées sur la figure. Au cours de cette phase, nous vous recommandons comme toujours de faire très attention au dénudage des extrémités de fils. Ensuite, insérez-les bien à fond dans les trous de la plaque d'essais, de manière à réaliser de **bons contacts** avec les petits ressorts présents dans les trous de la plaque d'essais.

Si vous avez soigné comme il faut l'insertion de tous les composants dans la plaque d'essais, votre circuit fonctionnera tout de suite sans aucun problème. Sinon vous devrez repasser tous les composants un par un afin de vous assurer que leurs fils de sortie ont été parfaitement insérés dans les trous de la plaque d'essais.

Une fois les liaisons à l'intérieur de la plaque d'essai effectuées, il ne vous reste qu'à effectuer les liaisons nécessaires pour fournir au circuit l'alimentation en **+12 V**, en **-12 V** et la masse (**GND**) par l'intermédiaire de l'alimentation du **Minilab**.

Insérez d'abord dans la plaque d'essais le fil **rouge** des **+12 V** et reliez-le à la ligne **rouge** située dans la partie **inférieure** de la plaque d'essais, comme l'indique la figure. Insérez ensuite le fil **bleu** du **-12 V** dans la ligne **bleue** située dans la partie **supérieure** de la plaque d'essais. Reliez ensuite le fil **marron** de la masse (**GND**) à la ligne **rouge** située dans la partie **supérieure** de la plaque d'essais. Effectuez un dernier contrôle visuel afin de vous assurer que vous avez bien inséré tous les composants dans leurs positions exactes et que vous avez réalisé correctement toutes les liaisons requises.

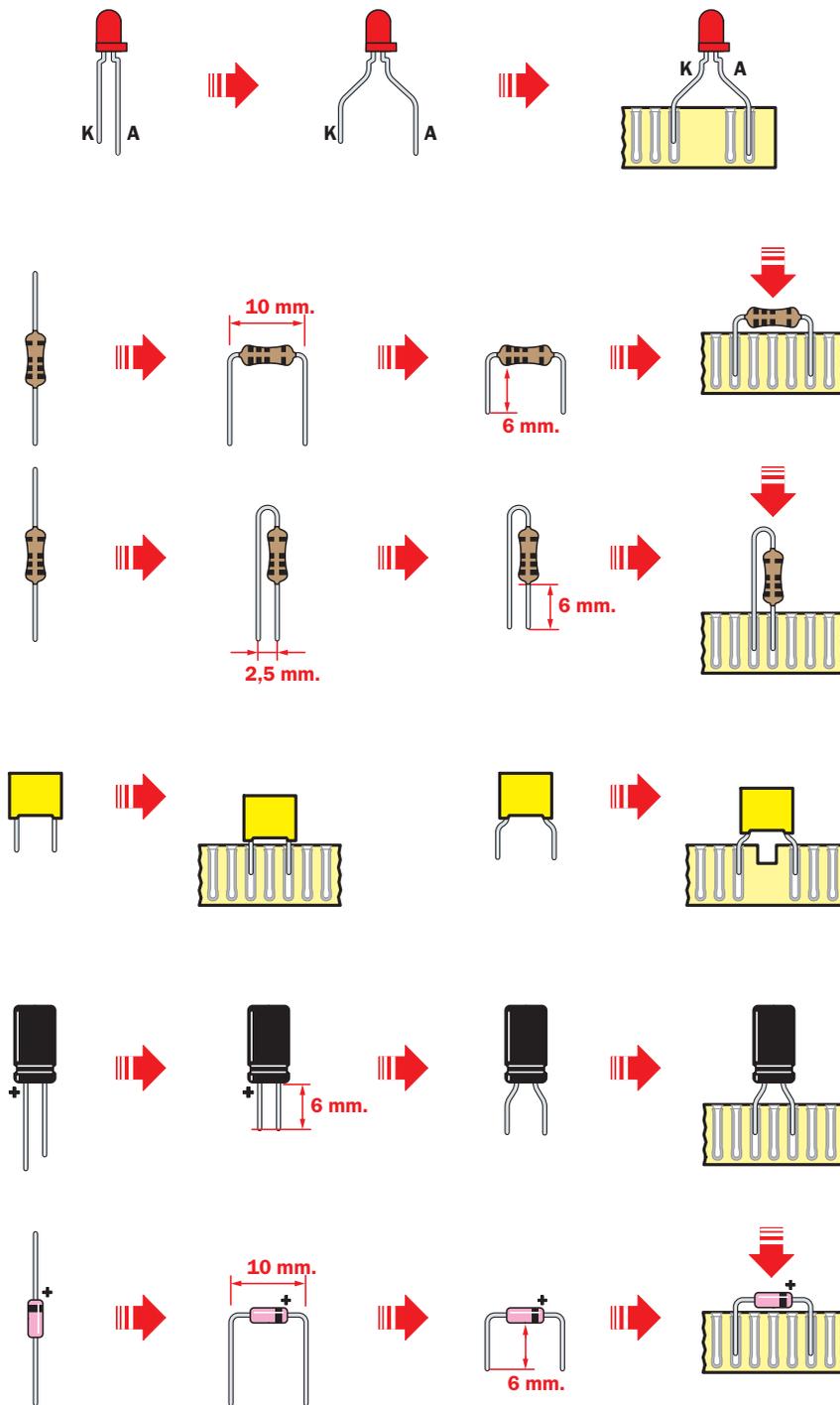


Figure 16 : Nous avons rassemblé dans cette figure les **instructions de montage** sur la plaque d'essais des composants les plus communs.

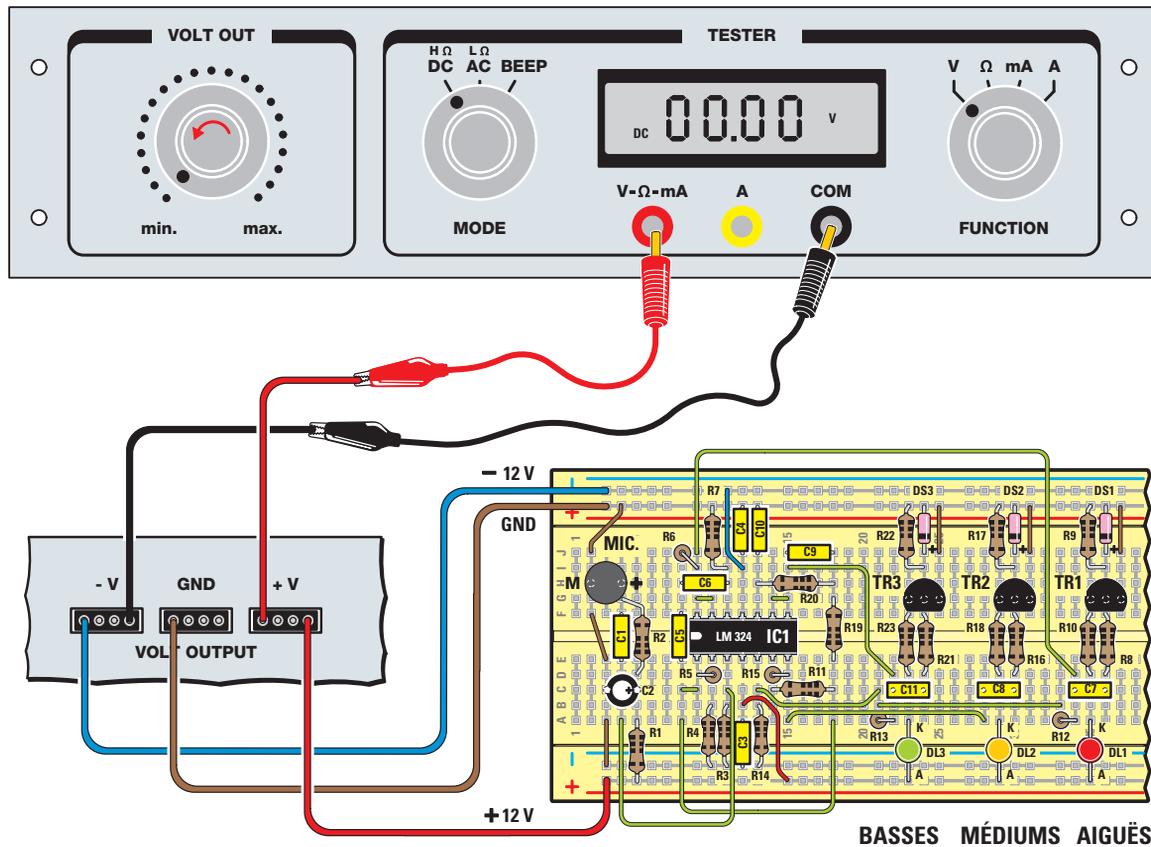


Figure 17 : Vous devez relier à présent la plaque d'essai à l'**alimentation** du **Minilab**. Le Minilab étant éteint, tournez le bouton **V OUT** à fond vers **gauche** en position **min**. Sélectionnez le commutateur **MODE** sur **DC** et le commutateur **FUNCTION** sur **V**. Puis reliez le fil **marron** de la masse à n'importe lequel des quatre trous du connecteur **GND**. Ensuite, reliez le fil **rouge** du **+12 V** à n'importe lequel des quatre trous du connecteur **+V** et le fil **bleu** du **-12 V** à n'importe lequel des quatre trous du connecteur **-V**, comme l'indique la figure.

**Note** : quand vous tournez le commutateur **FUNCTION** vous devez toujours bien prendre la précaution suivante : **ne jamais déplacer le sélecteur FUNCTION de la position V à la position mA si les douilles du multimètre sont reliées à une tension, parce que dans ce cas vous risqueriez d'endommager le circuit de mesure du multimètre.** Dans ce cas débranchez **d'abord** les câbles du circuit de mesure, puis **ensuite** tournez le sélecteur **FUNCTION** et **enfin** rebranchez les câbles. Pour la même raison **ne reliez jamais** les pointes de touche ou cordons de mesure du multimètre à une **tension** si le sélecteur **FUNCTION** est sur **V-Ω-mA**.

Prenez ensuite un morceau de fil **noir** et insérez-le dans un des trous du connecteur **-V**. Prenez maintenant un morceau de fil **rouge** et insérez-le dans un des trous du connecteur **+V**. Reliez le fil **noir** à la douille **COM** du multimètre et le fil **rouge** à la douille **V-Ω-mA** toujours en utilisant les câbles munis de bananes et pinces crocodiles. Cette liaison vous servira pour mesurer avec le **voltmètre** la tension d'alimentation avec laquelle vous alimenterez le circuit.

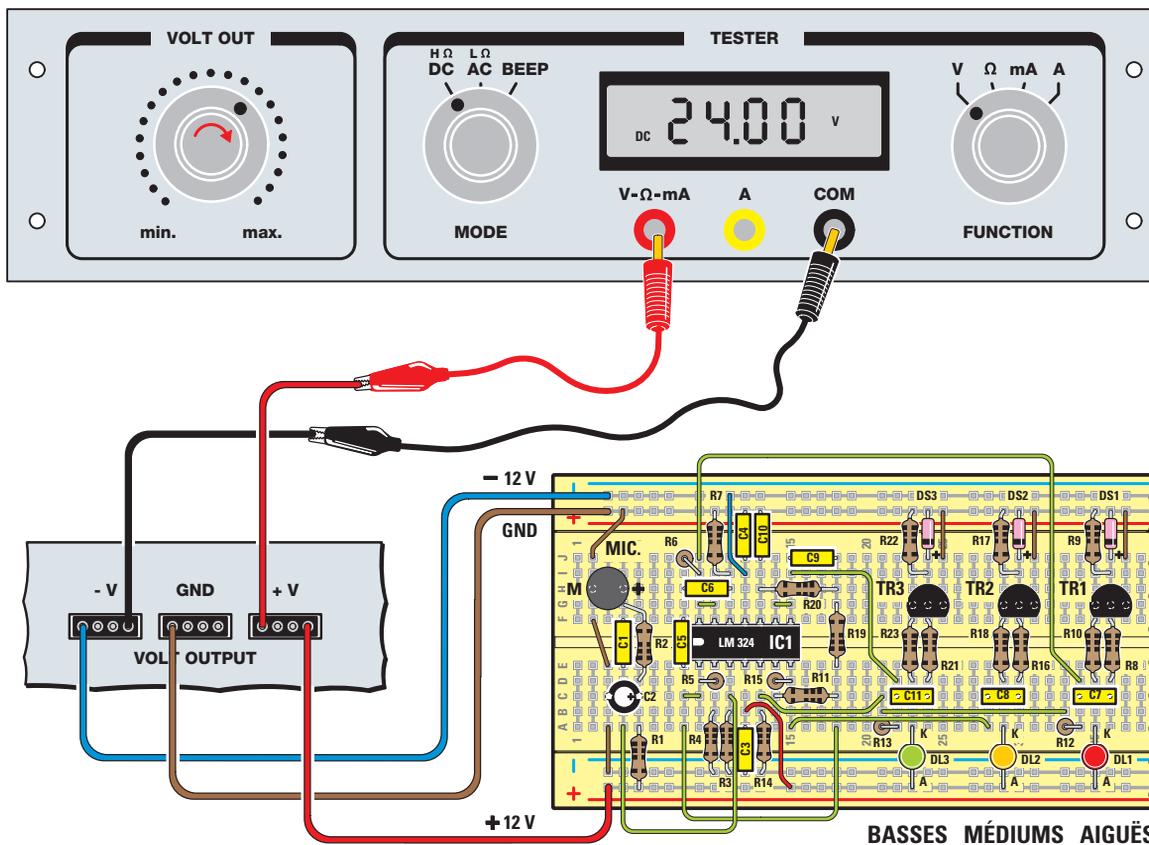


Figure 18 : Maintenant allumez le Minilab. Tournez doucement le bouton **V OUT** dans le sens **horaire** jusqu'à lire sur l'**afficheur** du **multimètre** la valeur la plus proche possible de **24,00**. Sachez qu'il n'est pas indispensable d'obtenir exactement la valeur **24,00** mais qu'il suffit que la valeur lue sur l'afficheur soit comprise entre **23** et **24 V**. Vous venez ainsi de fournir au circuit l'**alimentation double** de **+/-12 V** nécessaire à son fonctionnement.

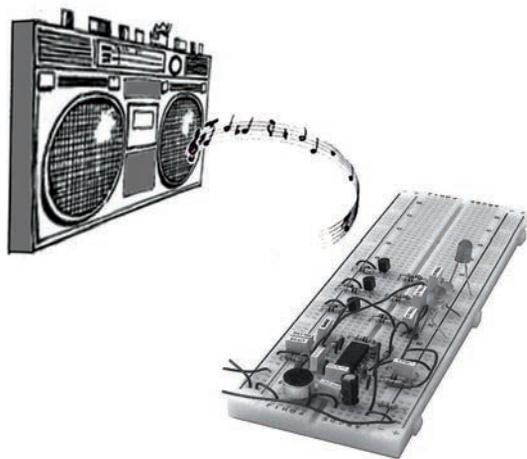


Figure 19 : Après avoir terminé le montage vous pourrez vous amuser à observer comment fonctionne le circuit des lumières psychédélicques que vous avez construit. Pour cela il vous suffit de rapprocher la plaque d'essais -précisément le côté sur lequel est installé le **microphone**- d'une **source sonore**, comme le haut-parleur de la **radio** ou d'une chaîne **stéréo**. Trouvez un morceau de musique, n'importe lequel et vous verrez les LED **verte**, **jaune** et **rouge** s'allumer de manière intermittente en fonction de la présence des basses, des médiums et des aiguës dans le morceau de musique. Si vous regardez attentivement la LED **verte** des basses, vous verrez que, comme elle est liée à la reproduction des basses fréquences, elle reproduit fidèlement la rythmique du morceau que vous écoutez.

## APPROFONDISSEMENT

Avec la réalisation du circuit des lumières psychédéliques, nous avons fait connaissance avec un nouveau dispositif électronique : le **filtre**. Comme nous vous l'avons expliqué, la fonction d'un filtre est de laisser passer seulement un certain «paquet» de signaux : précisément celui qui correspond à un **intervalle de fréquences** bien déterminé

Mais comment fonctionne véritablement un filtre électronique ? Pour vous faire une idée, même très approximative, de son mode d'action, nous pouvons le comparer à une paire de **lunettes** sur lesquelles il est possible de monter différentes **lentilles** en verre **coloré**. Les lentilles de diverses couleurs se comportent en effet elles aussi comme des filtres, capables de séparer les **ondes électromagnétiques** de diverses **fréquences** constituant la lumière solaire. Dans la figure ci-dessous nous donnons le dessin du **spectre** de la **lumière solaire** avec la situation des différentes couleurs qui le composent et l'indication des diverses longueurs d'ondes correspondantes.

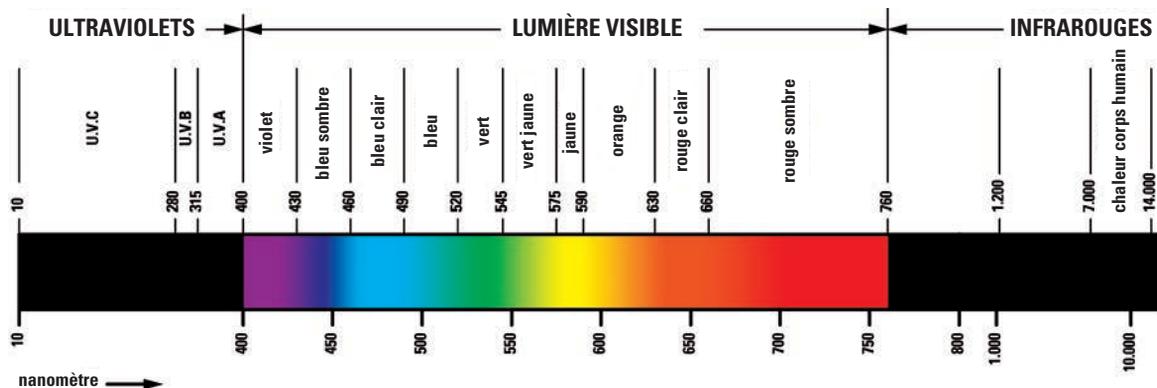


Figure 20 : Cette figure nous permet de comprendre la composition des différentes ondes électromagnétiques formant la lumière solaire en fonction de leur **longueur d'onde**, laquelle se mesure en **nanomètre**, c'est-à-dire en **milliardième de mètre**. Si on parcourt le spectre de droite à gauche, la **longueur d'onde** des ondes lumineuses **diminue** alors que leur **fréquence augmente**. Au-delà de l'extrême droite, correspondant à une longueur d'onde d'environ **760 nanomètres**, on trouve la région invisible de l'**infrarouge**, c'est-à-dire des radiations électromagnétiques qui confèrent à la lumière solaire son **effet thermique** caractéristique. Si l'on descend au dessous de **760 nanomètres**, c'est-à-dire si on entre dans la partie **visible** du spectre, on trouve les fréquences les plus **basses**, celles du **rouge**.

Continuons vers la gauche : la fréquence des ondes lumineuses augmente progressivement et on passe dans l'ordre aux couleurs **orange** (630-590 nanomètres environ), **jaune** (590-575 nanomètres environ) et **verte** (545-520 nanomètres environ), caractérisant la partie intermédiaire du spectre.

Si la fréquence augmente encore, on passe aux couleurs **bleue** (490-460 nanomètres) et **violette** (430-400 nanomètres), puis au dessous de **400 nanomètres** on quitte le domaine de la lumière visible et on entre dans la bande des **ultraviolets**, une radiation électromagnétique caractérisée par une **énergie élevée** et par un fort **pouvoir ionisant**.

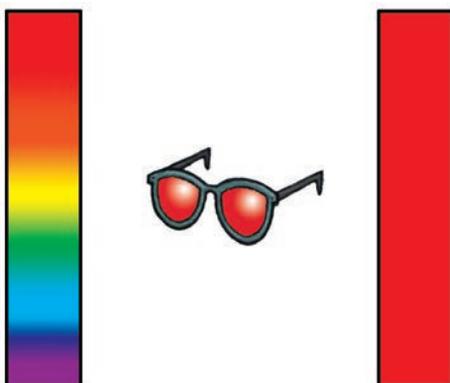


Figure 21 : Cette figure et les suivantes fournissent des exemples permettant de comprendre comment fonctionne un filtre.

Si nous montons sur une paire de lunettes deux lentilles de couleur **rouge**, ces dernières se comportent comme un filtre passe-bas et ne laissent passer que les radiations lumineuses appartenant à la zone du rouge du spectre solaire, c'est-à-dire des plus **basses** fréquences.

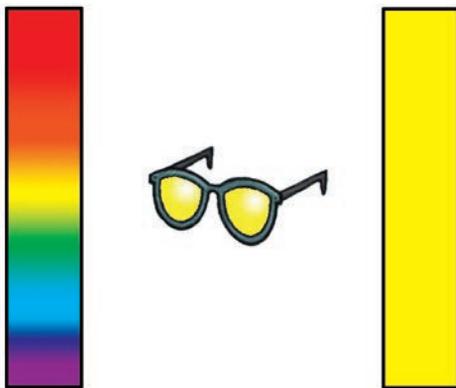


Figure 22 : Cet exemple permet de comprendre comment fonctionne le filtre passe-bande.

Si nous montons sur les lunettes une paire de lentilles de couleur **jaune**, ces dernières laisseront filtrer uniquement les radiations lumineuses appartenant à la portion du jaune du spectre solaire, c'est-à-dire celle de la fréquence **intermédiaire** : les ondes lumineuses des fréquences les plus **basses** et celles des fréquences les plus **hautes** sont éliminées. Dans ce cas les lentilles se comportent comme un filtre passe-bande.

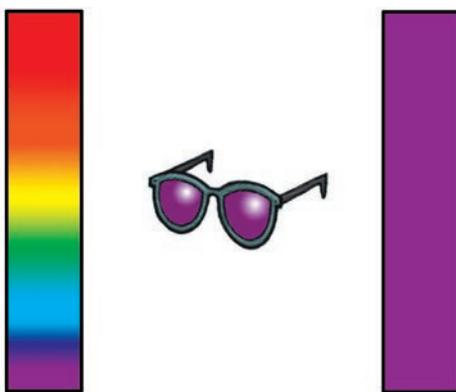


Figure 23 : Ce dernier dessin donne l'exemple du fonctionnement d'un filtre passe-haut.

Si nous montons sur les lunettes une paire de lentilles, cette fois **violettes**, ces dernières ne laisseront passer que les seules radiations lumineuses des plus **hautes** fréquences, c'est-à-dire celles appartenant à la partie violette du spectre solaire. Dans ce cas aussi, comme cela se passe pour les filtres de nos lumières psychédéliques, les lentilles de différentes couleurs permettent de laisser passer uniquement les radiations lumineuses contenues à l'intérieur d'un intervalle bien défini de **fréquences**. En réalité, les fréquences qui ne sont pas « désirées » ne sont jamais complètement **éliminées** par un filtre : en fait, c'est pourtant comme si elles l'étaient car elles sont si fortement **atténuées**, c'est-à-dire réduites en **intensité**, qu'elles sont pratiquement inexistantes.

L'**intensité** de la radiation **orange**, qui traverse les lentilles, sera toutefois très **atténuée** par rapport à la radiation **jaune**, laquelle traversera en revanche entièrement la lentille sans rencontrer aucune **atténuation**.

La même analyse du phénomène peut être réitérée pour la radiation de couleur **verte** : elle pourra elle aussi traverser la lentille de couleur **jaune** car le vert est très proche de cette couleur dans le spectre de la lumière solaire.

Le même phénomène se produit dans les filtres électroniques. Prenons par exemple le filtre **passe-bas** du circuit des lumières psychédéliques : ce filtre « coupe », c'est-à-dire élimine, tous les signaux électriques ayant une fréquence supérieure à **400 Hz**. Cette fréquence est appelée « **fréquence de coupure** » du filtre. Cela signifie que tous les signaux électriques de fréquences **inférieures** à **400 Hz**, c'est-à-dire inférieures à la **fréquence de coupure**, passent indemnes à travers le filtre, c'est-à-dire ne subissent **aucune atténuation**. En revanche, tous les signaux dont la fréquence **dépasse 400 Hz**, fréquence supérieure à la **fréquence de coupure**, en passant à travers le filtre subiront une **forte atténuation**.

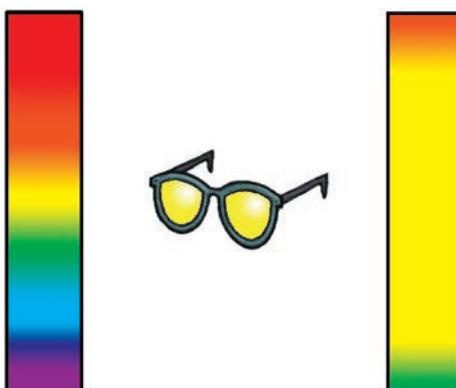


Figure 24 : Si par exemple vous mettez les lunettes avec les lentilles de couleur **jaune**, à travers ces dernières il passera inévitablement une petite partie de radiation lumineuse de couleur **orange**, parce que cette radiation a une **fréquence** très **proche** du jaune, c'est-à-dire très voisine dans le spectre.

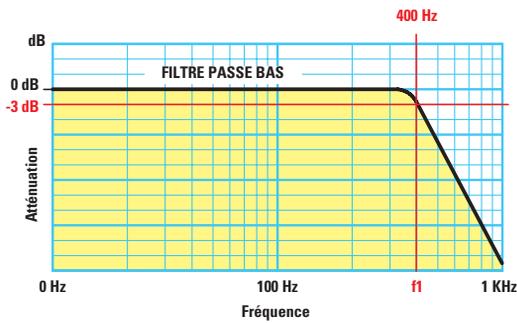


Figure 25 : Cela est bien visible dans la figure ci-dessus, dans laquelle est représentée la **réponse** du filtre à la variation de la **fréquence** du signal appliqué à son entrée. Sur l'axe vertical du graphique est indiquée la valeur de l'**atténuation** du filtre, alors que sur l'axe horizontal est reportée la valeur de la **fréquence** du signal qui traverse le filtre.

Ce diagramme est obtenu en appliquant à l'**entrée** du filtre un signal électrique constitué d'**ondes sinusoïdales** ayant toutes la **même amplitude**, mais avec au fur et à mesure des **fréquences différentes**. On mesure le signal sinusoïdal présent chaque fois à la sortie du filtre. Pour cela on relie l'entrée du filtre à un générateur de signaux à ondes sinusoïdales de fréquence variable, comme indiqué dans la figure suivante.

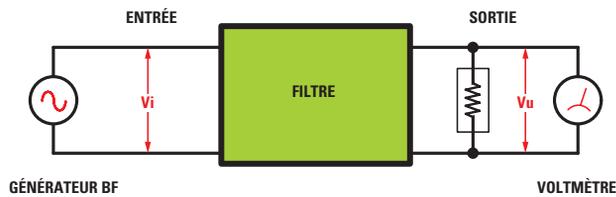


Figure 26 : On règle ensuite l'amplitude de l'onde produite par le générateur BF de manière à obtenir une certaine valeur ronde connue, par exemple **1 V**. On choisit alors une fréquence sur le générateur, par exemple **100 Hz**.

Cela signifie que nous appliquons à l'entrée du filtre un signal sinusoïdal d'amplitude égale à **1 V** et de fréquence égale à **100 Hz**.

Pour voir comment se comporte le filtre, relier un **voltmètre** à sa sortie et mesurons l'amplitude de la tension de sortie.

Si nous divisons la valeur de la tension de sortie par la valeur de la tension appliquée en entrée, nous obtenons la valeur d'atténuation du filtre à **100 Hz**.

**Atténuation =  $V_{\text{sortie}} : V_{\text{entrée}}$**

Supposons que la tension de sortie ait la même amplitude que la tension d'entrée. Cela signifie que le filtre ne produit aucune atténuation sur une onde de fréquence égale à **100 Hz**. Si nous reportons les données trouvées dans un tableau nous aurons :

Fréquence (Hz)	Atténuation
100	1

Réglons maintenant le générateur sur **200 Hz** et mesurons la tension de sortie puis calculons la valeur de l'**atténuation**. Effectuons la même opération à **300 Hz** et ensuite à **400 Hz** et reportons les valeurs obtenues chaque fois dans le tableau :

Fréquence (Hz)	Atténuation
100	1
200	1
300	1
400	0,707

Comme vous pouvez noter, l'atténuation, qui se maintient égale à **1** jusqu'à **300 Hz**, descend à la valeur de **0,707** lorsque la **fréquence de coupure** du filtre est atteinte, soit à **400 Hz**.

Cela signifie que le signal de sortie à **400 Hz** vaut **0,707 V**, c'est-à-dire qu'il s'est **réduit** à une amplitude d'environ **70%** de l'amplitude du signal d'entrée, qui est de **1 V**. Cela est correct parce que la **fréquence de coupure** d'un filtre est justement définie comme la fréquence à laquelle le signal de **sortie** est atténué de **0,707**, soit de  $\sqrt{2}/2$  par rapport au signal en **entrée**.

Si nous poursuivons nos mesures en augmentant la fréquence du signal au-delà de la fréquence de coupure, nous obtenons des valeurs d'atténuation croissant progressivement.

Fréquence (Hz)	Atténuation
100	1
200	1
300	1
400	0,707
500	0,6
600	0,5
700	0,4

Cela indique que le filtre fonctionne correctement, en **atténuant** toujours plus les signaux indésirables, c'est-à-dire ceux qui présentent une fréquence supérieure à la **fréquence de coupure**.

Si vous regardez le graphique de la réponse du filtre donné à la figure 25, vous voyez que l'atténuation n'est pas exprimée en valeurs décimales mais dans une unité de mesure qu'on note **dB**. Sans trop entrer dans les détails, disons qu'en électronique l'atténuation se mesure en **décibel (dB)** : c'est une manière de mesurer l'intensité d'un phénomène selon une échelle **logarithmique**. Dans ce cas, devant la valeur en **dB**, on place le signe - afin d'indiquer qu'il s'agit d'une **atténuation**.

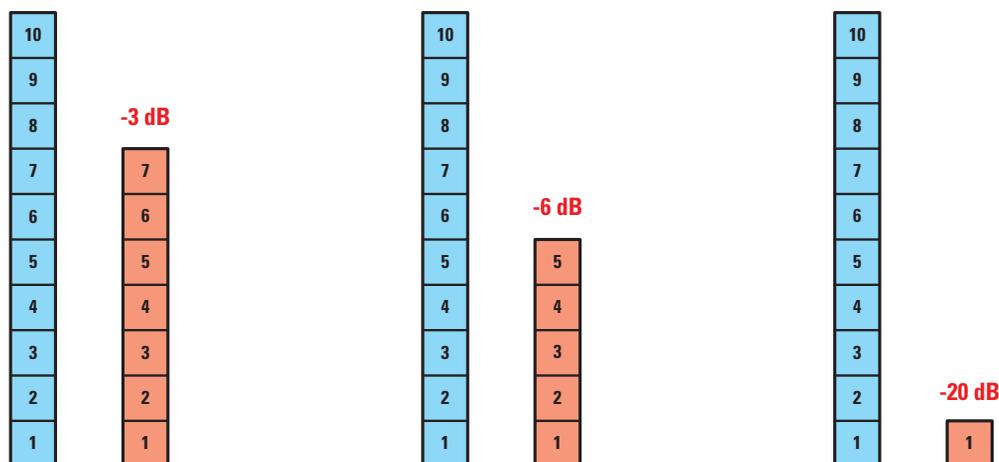


Figure 27 : Ce dessin fournit à titre d'exemple quelques valeurs d'**atténuation** en **dB**. La colonne bleue indique l'amplitude en valeur décimale de la tension d'entrée du filtre alors que la colonne rouge indique l'amplitude en valeur décimale de la tension de sortie. Comme vous pouvez le noter :

- si le signal est réduit à environ **70%** de sa valeur initiale, on dit qu'il a été atténué de **3 décibels**, soit **-3 dB**.
- si le signal est réduit à environ la **moitié** de sa valeur initiale, on dit qu'il a été atténué de **6 décibels**, soit de **-6 dB**.
- si le signal est réduit à **1/10** de sa valeur initiale, on dit qu'il a été atténué de **20 décibels**, soit de **-20 dB**.

Si, en revanche, le signal **n'est pas** atténué, on dit que l'atténuation vaut **0 décibel**, soit **0 dB**. Comme vous pouvez le noter en regardant la figure 25, la fréquence de coupure coïncide avec la valeur d'atténuation de **-3 dB**. C'est pourquoi on dit communément que la fréquence de coupure d'un filtre est la fréquence à laquelle le signal se réduit de **-3 dB**.

**Note :** ceux de nos lecteurs qui voudraient approfondir ce sujet des décibels pourraient consulter le cours **«Apprendre l'Électronique en Partant de Zéro»** (deuxième partie).

Dans le cas que nous avons examiné, celui du filtre **passé-bas**, le filtre avait une **unique** fréquence de coupure à **400 Hz**.

Si nous regardons le diagramme du filtre **passé-bande**, nous voyons qu'il est doté de **deux** fréquences de coupure : une fréquence de coupure **inférieure f1** à **400 Hz** et une fréquence de coupure **supérieure f2** à **2 000 Hz**.

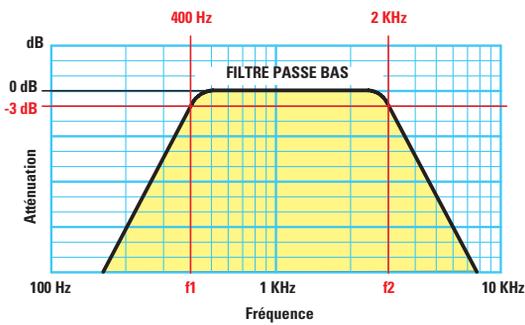


Figure 28 : Cela signifie que le filtre atténuera –c'est-à-dire ne laissera pas passer– toutes les fréquences **inférieures** à **400 Hz**. Un signal de fréquence égale à **f1**, soit à **400 Hz**, sera quant à lui atténué exactement de **-3 dB**. À partir de cette valeur de fréquence et au dessus il n'y aura plus aucune atténuation du signal (**0 dB**) jusqu'à ce qu'on atteigne la fréquence **f2** de **2 000 Hz**.

À cette valeur de fréquence l'atténuation du signal de sortie reviendra à **-3 dB**. Si on augmente progressivement la fréquence du signal d'entrée du filtre, l'atténuation du signal de sortie augmentera encore davantage, comme cela est visible sur le graphique, avec pour résultat d'**éliminer** toutes les fréquences **supérieures** à cette valeur.

Récapitulons :

- un filtre électronique permet de laisser passer seulement les signaux électriques contenus à l'intérieur d'un **intervalle de fréquence** bien défini et d'éliminer les signaux ayant une valeur de fréquence différente, en les **atténuant**, c'est-à-dire en réduisant leur intensité.
- la fréquence à laquelle le signal de sortie est atténué d'environ **70%**, soit de **-3 dB**, est dite **fréquence de coupure** du filtre.
- la courbe de réponse du filtre montre quelles fréquences peuvent passer à travers le filtre. Selon la réponse du filtre, on parle de filtre **passe-bas**, de filtre **passe-bande** ou de filtre **passe-haut**.

L'ORIGINAL DEPUIS 1994

## PCB-POOL<sup>®</sup>

Beta LAYOUT

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

**Spécialistes des circuits imprimés prototypes.**

- NOUVEAU Délai rapide 24h
- NOUVEAU Support d'épaisseur 1.0mm désormais disponible
- OFFERT Un pochoir pâte à braser CMS gratuit avec chaque commande "prototype"

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

**REFLOW-KIT<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:

[P-cad 2006](#)
[Velleco](#)
[RS-274X \(est gerber\)](#)
[Altium Designer](#)
[EDMin](#)
[cadence](#)
[GraphiCada](#)
[PROTEUS](#)
[Easy-PC](#)
[Spring layout](#)
[PULSONIX](#)

# Convertisseur d'ultrasons en sons audibles

Il y a tout un univers sonore autour de nous, mais il nous est étranger à cause des limites de notre audition. Cet appareil, en convertissant les ultrasons en sons parfaitement audibles, permet de faire des expériences intéressantes afin de découvrir derrière un monde jusque là silencieux, un champ richissime et varié.



**D**ans les soirées d'été il arrive souvent de voir nos chères «amies» les chauves-souris faire un passage éclair à basse altitude. Nous disons «amies» car certainement tout ce qui a été dit de négatif sur leur compte est le produit de l'imagination fertile de certains écrivains, connaissant sans doute mal ou feignant de ne pas connaître ces fantastiques animaux. La chauve-souris a une vision assez faible mais une ouïe très développée, avec un système de navigation basé sur les ultrasons qu'elle émet pendant le vol. Ces ultrasons rebondissent sur les objets qu'ils rencontrent et génèrent un écho leur permettant d'identifier les obstacles. Il s'agit de sons **non audibles** par notre oreille, car ils ont une fréquence très supérieure à la limite humaine qui est d'environ **15-18 kHz**.

Les chauves-souris, en émettant des ultrasons, sont capables de trouver la position dans l'espace de minuscules insectes, comme par exemple les moustiques dont elles sont friandes et de fondre sur eux en une fraction de seconde. Si bien qu'en une soirée elles peuvent engloutir jusqu'à deux mille moustiques et contribuer ainsi à l'éradication de l'environnement de ces fastidieux et dangereux insectes (vecteurs du paludisme désormais même sous nos latitudes).

Pour mieux comprendre comment ces chiroptères (mains au bout des ailes) utilisent cette sorte de radar pendant la chasse, on peut tenter une expérience simple et divertissante, quand nous voyons une chauve-souris voler sur notre tête, si nous



Figure 1 : Cette photo montre le système complet convertisseur d'ultrasons EN1770 avec lequel vous pourrez convertir les ultrasons en sons audibles. De droite à gauche : le microphone-capteur d'ultrasons monté au foyer d'une parabole, le circuit protégé par son boîtier plastique et le casque à écouteurs.

lançons en l'air un caillou, nous nous apercevons que l'animal fait immédiatement un piqué vers le caillou que nous venons de lancer. En effet la chauve-souris a détecté le caillou, grâce aux ultrasons et, le prenant pour une proie, se précipite vers lui. Une des espèces de chauves-souris parmi les plus communes, émet des sons de **45 kHz à 76 kHz**. Mais attention, les chats et les chiens ont un système auditif parvenant à percevoir les fréquences jusqu'à environ **50 kHz** et au delà.

Ce préambule très naturaliste a pour but d'introduire notre nouveau montage :

**convertisseur audio** capable de convertir les fréquences ultrasoniques au-delà de **15 kHz** et jusqu'à **70 kHz**, en fréquences audibles. Grâce à ce dispositif il est possible d'évaluer l'**intensité** de la **pollution acoustique**, produites à l'intérieur des habitations par les **appareils électroménagers**, sur les lieux de travail par les **ordinateurs** et par les **véhicules** les plus divers au sein du **trafic** routier.

Et ce n'est pas tout, il sera également possible d'expérimenter les sensations auditives des nos animaux de compagnie chien ou chat, et de comprendre le pourquoi des réactions parfois difficiles

à interpréter mais qui trouvent leur justification dans ce «plus» que ces animaux entendent.

## Le microphone

La réalisation de ce montage a été rendue possible grâce à l'utilisation du capteur ultrasonique **SPM0204UD5** produit par la société **Knowles Acoustics**, qui recèle dans un petit espace une technologie très avancée.

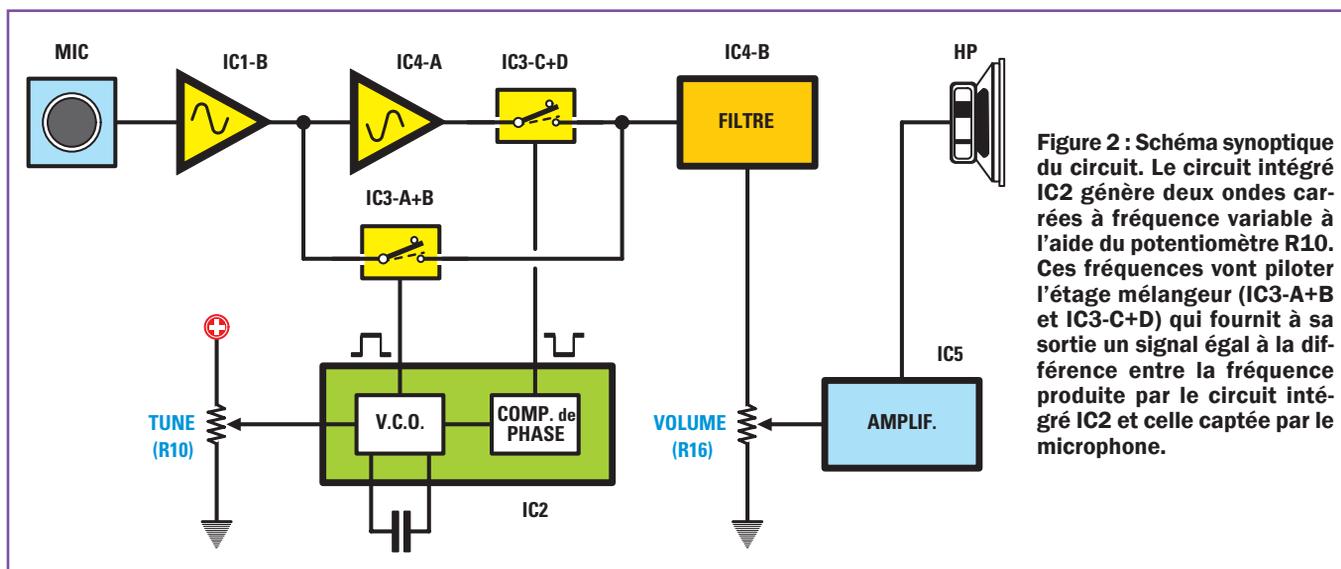


Figure 2 : Schéma synoptique du circuit. Le circuit intégré IC2 génère deux ondes carrées à fréquence variable à l'aide du potentiomètre R10. Ces fréquences vont piloter l'étage mélangeur (IC3-A+B et IC3-C+D) qui fournit à sa sortie un signal égal à la différence produite par le circuit intégré IC2 et celle captée par le microphone.

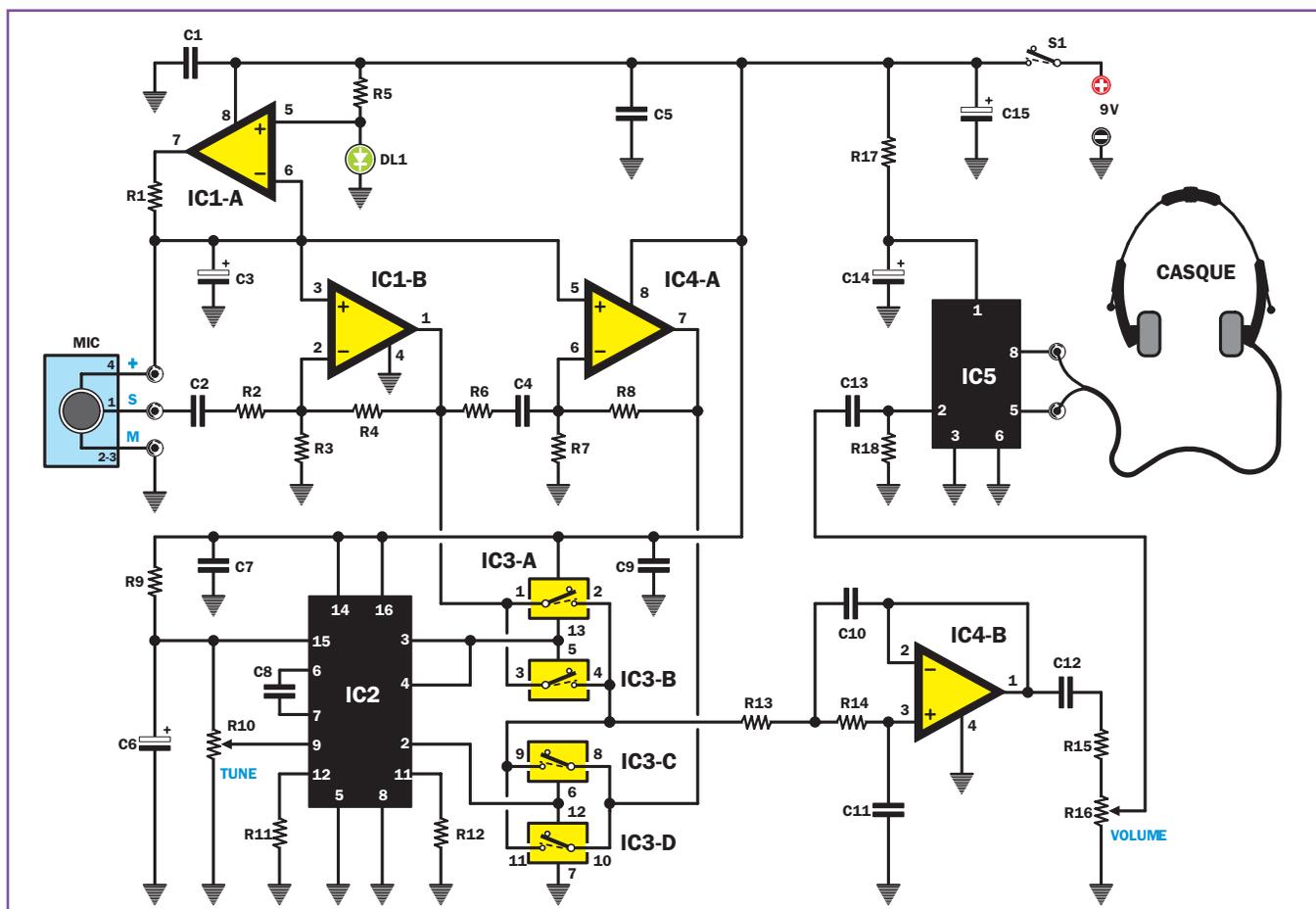


Figure 3 : Schéma électrique du montage EN1770.

## Liste des composants EN1770

R1 ..... 10  
 R2 ..... 1 k  
 R3 ..... 100 k  
 R4 ..... 100 k  
 R5 ..... 1 k  
 R6 ..... 1 k  
 R7 ..... 1 k  
 R8 ..... 1 k  
 R9 ..... 1 k  
 R10 ... 10 k pot. lin.  
 R11 ... 220 k  
 R12 ... 15 k

R13 ... 10 k  
 R14 ... 10 k  
 R15 ... 100 k  
 R16 ... 47 k pot. log.  
 R17 ... 10  
 R18 ... 10 k  
 C1 ... 100 nF multicouche  
 C2 ..... 1  $\mu$ F multicouche  
 C3 ..... 100  $\mu$ F électrolytique  
 C4 ..... 1  $\mu$ F multicouche  
 C5 ..... 100 nF multicouche  
 C6 ..... 10  $\mu$ F électrolytique  
 C7 ..... 100 nF multicouche  
 C8 ..... 1 000 pF céramique  
 C9 ..... 100 nF multicouche

C10 ... 4,7 nF polyester  
 C11 ... 2,2 nF polyester  
 C12 ... 220 nF polyester  
 C13 ... 220 nF polyester  
 C14 ... 100  $\mu$ F électrolytique  
 C15 ... 100  $\mu$ F électrolytique  
 DL1 ... LED verte  
 IC1 ... NE5532  
 IC2 ... C/MOS 4046  
 IC3 ... C/MOS 4016  
 IC4 ... NE5532  
 IC5 ... TDA7052  
 MIC ... micro à ultrasons  
 KM02.0204  
 S1 ..... interrupteur sur R16

Il s'agit d'un composant réalisé en technologie **MEMS** (acronyme de **Micro Electro Mechanical System**) comprenant des parties différentes (mécaniques, électroniques, etc.) intégrées sous une forme hautement miniaturisée tenant sur un même substrat de silicium.

Comme ses dimensions sont vraiment minuscules, nous nous sommes débrouillés pour que nos annonceurs le tiennent à votre disposition déjà monté sur un petit circuit imprimé CMS, vous pourrez ainsi le relier au circuit sans problème. Ce microphone a une directivité de type omnidirectionnelle et une

réponse en fréquence de **10 KHz** jusqu'à **65 KHz** et au-delà. Sa sensibilité est de **-47 dB**, en prenant comme référence **0 dB 1 V/Pa (Pa = Pascal)**. S'agissant d'un dispositif «actif», il doit être alimenté avec une tension continue de valeur comprise entre **1,5 V** et **3,6 V** et le courant consommé ne dépasse pas **250  $\mu$ A**.

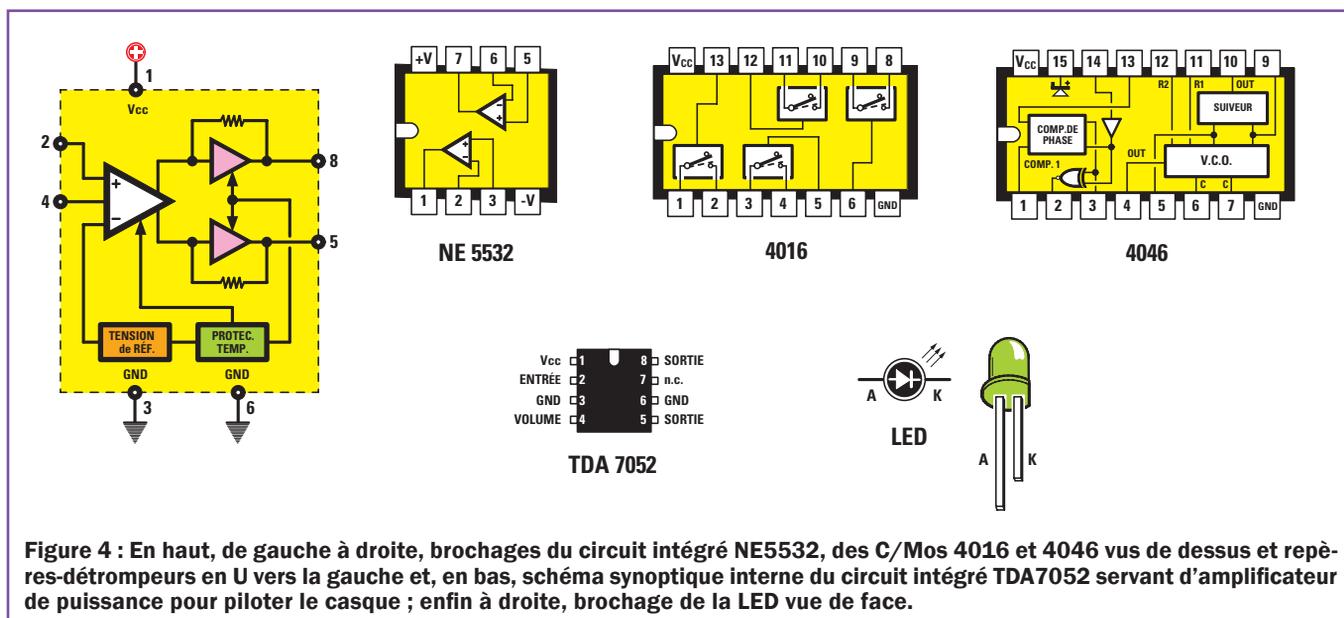


Figure 4 : En haut, de gauche à droite, brochages du circuit intégré NE5532, des C/Mos 4016 et 4046 vus de dessus et repères-détrompeurs en U vers la gauche et, en bas, schéma synoptique interne du circuit intégré TDA7052 servant d'amplificateur de puissance pour piloter le casque ; enfin à droite, brochage de la LED vue de face.

L'impédance de sortie a une valeur d'environ **300 ohms**. Ce composant étant très sensible, il vaudra mieux **éviter**, durant l'utilisation, de toucher sa fenêtre avec le doigt : la salissure et surtout la pression appliquée pourraient **endommager** le microphone.

## Le schéma électrique

Commençons la description du schéma électrique de la figure 3 par la LED verte **DL1** laquelle, non seulement indique en s'allumant que le circuit est alimenté, mais en même temps sert de **générateur de tension stabilisée**. En effet, quand une LED verte est polarisée directement, on a à ses extrémités une tension constante d'environ **2 V** qui, dans notre circuit, après avoir été «**bufferisée**» par l'opérationnel **IC1/A** et **filtrée** par le condensateur **C3**, est utilisée pour alimenter le capteur ultrasonique «**MIC**». Le capteur MIC dispose de **quatre broches** de sortie, les broches **2-3** correspondant à la masse (reliée sur le circuit imprimé à un seul contact) ; la **broche 4** est celle d'alimentation et la **broche 1** celle de sortie du signal (voir figure 3). Ce dernier, à travers le condensateur **C2** de découplage par rapport à la tension continue, est appliqué à un étage amplificateur inverseur **IC1/B** contenu dans le double opérationnel **NE5532**, dont

les caractéristiques sont excellentes en ce qui concerne le bruit et la largeur de la bande passante.

Le gain en tension de cet étage est égal au rapport **R4/R2**, c'est-à-dire en l'occurrence **100 fois**, car **R4** fait **100 k** et **R2** **1 k**. La résistance **R3** sert à fixer la tension de repos à la sortie de l'opérationnel aux environs de **4 V** continu, de manière à obtenir la plus grande dynamique possible des signaux sans distorsion.

Le «secret» pour pouvoir écouter les ultrasons est de les «**translater**» (convertir, en fait) en une fréquence inférieure dans la gamme de fréquence audible par l'être humain. C'est ce même système que l'on utilise avec les récepteurs superhétérodynes : le signal à haute fréquence capté par l'antenne, à plusieurs **dizaines** ou **centaines de MHz**, est «**abaissé**» à une valeur de **moyenne fréquence**, beaucoup plus basse par rapport à la fréquence d'entrée. En pratique ce système implique l'utilisation d'un **oscillateur de battement** à **fréquence variable** et d'un **étage mélangeur** («**mixer**»). L'étage **mixer** a la particularité de produire à sa sortie un signal de fréquence égale à la **somme** des fréquences des signaux appliqués à ses deux entrées et un signal égal à la **différence** de fréquence des signaux appliqués à ses deux entrées.

Dans notre cas, puisque nous devons «**abaisser**» la fréquence des ultrasons,

on n'utilisera pas la «**somme**», mais seulement la propriété de produire un signal égal à la **différence** de fréquence entre les deux signaux. Dans notre montage, le circuit intégré **IC2 CD4046** forme l'oscillateur de battement : précisément c'est un **VCO**, c'est-à-dire un oscillateur dont la fréquence est **proportionnelle** à la tension continue appliquée à la **broche 9** à travers le potentiomètre de **TUNE R10**. Quand on actionne ce potentiomètre, on applique une tension variable entre **0** et **+7 V**. Pour éviter les variations non souhaitées de la fréquence produite, la tension de polarisation du potentiomètre **R10** est stabilisée par la diode zener contenue dans le circuit intégré **IC2**.

En actionnant le potentiomètre **R10** nous obtenons à la sortie du **VCO** (voir broche **3, 4** et **2**) deux signaux à onde carrée déphasés de **180°** et dont la fréquence varie entre **10 KHz** et **70 KHz**. Ces deux signaux pilotent les «**switches**» (interrupteurs) électroniques contenus dans le circuit intégré **IC3**, un **CD4016** jouant le rôle de mélangeur. L'opérationnel **IC4/A** est monté en **inverseur de phase** du signal reçu par le capteur ultrasonique. En effet, l'étage mélangeur a besoin de la présence simultanée des deux signaux. À la sortie de l'étage mélangeur on a monté un **filtre passe bas de second ordre** dont la fréquence de coupure est d'environ **5 KHz**, cela est utile pour éliminer tous les signaux de fréquence supérieure à cette valeur.

## Curiosités à propos des ultrasons



### Champ des fréquences audibles de quelques espèces animales

Beaucoup d'appareils et aussi certains animaux utilisent le phénomène de la réflexion d'une onde sonore pour détecter la présence d'un obstacle. Notre oreille a la capacité, pour des raisons physiologiques, de discriminer deux sons reçus l'un après l'autre mais seulement si la durée de la séparation est **égale ou supérieure à un dixième de seconde**. Souvenons-nous que la vitesse de propagation du son dans l'air est d'environ **340 m/s**, un rapide calcul montre que, en ce qui concerne les êtres humains, la méthode ne peut être efficace que pour la localisation des objets de grandes dimensions et situés à une distance **supérieure à 17 mètres**.

Le principe de la localisation est fort simple :

$$D = (V \times T) : 2$$

où :

**D** est la distance en m

**V** la vitesse du son en m/s

**T** le temps en s s'écoulant entre l'émission du signal et son retour.

Avec **T = 1 dixième de seconde**, la distance de l'obstacle est de **17 m**, en effet :

$$(340 \times 0,1) : 2 = 17 \text{ m}$$

Si on envoie une onde sur un obstacle on produit une onde réfléchie. En mesurant le temps de retard écoulé entre l'instant d'émission de l'onde et l'instant de retour de l'onde réfléchie, il est possible de trouver la distance à laquelle est situé l'obstacle. Si au contraire, connaissant la distance **D** de l'obstacle et la vitesse **V** de l'onde, le temps écoulé peut être facilement calculé avec la formule :

$$T = (2 \times D) : V$$

par exemple :

$$(2 \times 17) : 340 = 0,1 \text{ s.}$$

Il est important de souligner que cette méthode ne peut fonctionner que si la longueur d'onde incidente est très inférieure aux dimensions transversales de l'obstacle. L'obstacle doit être de grandes dimensions (par exemple le mur d'un édifice) et situé à au moins **17 m** de nos oreilles !

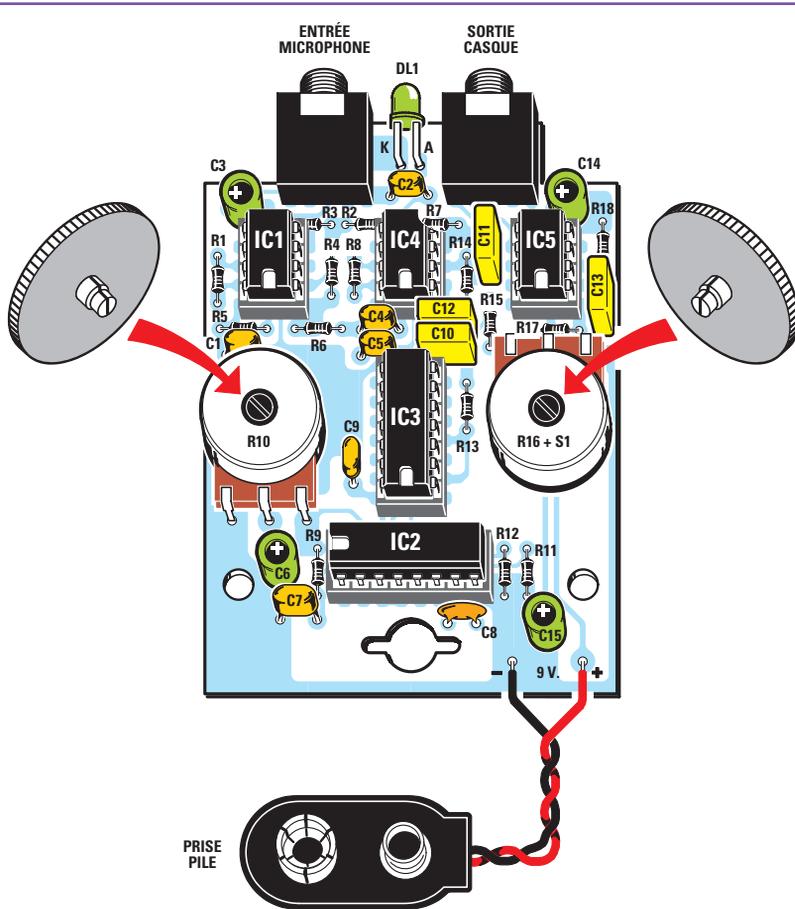


Figure 5a : Schéma d'implantation des composants du convertisseur à ultrasons EN1770. Comme vous pouvez le noter, en haut se trouvent les deux prises destinées à l'entrée du microphone à ultrasons et à la sortie casque.

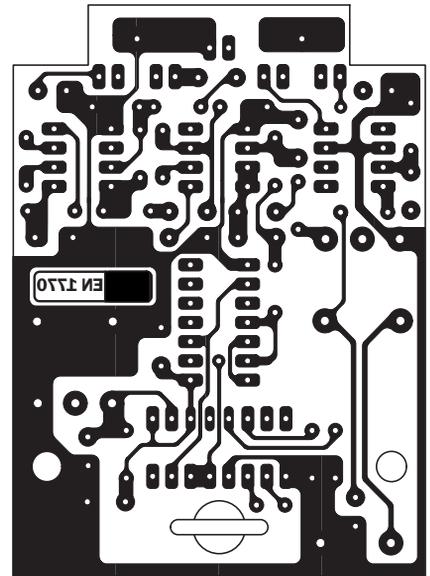


Figure 5b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du convertisseur à ultrasons EN1770, côté soudures.

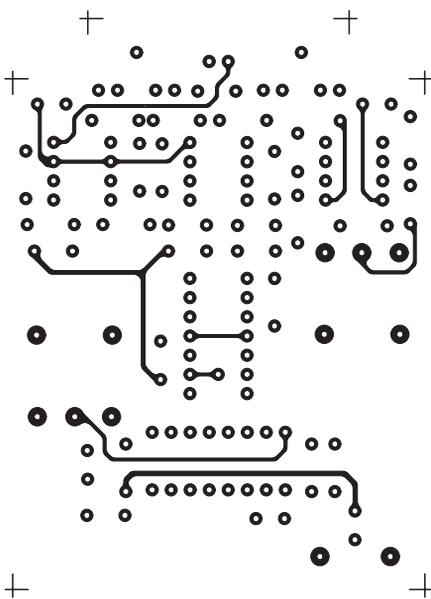


Figure 5b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du convertisseur à ultrasons EN1770, côté composants.

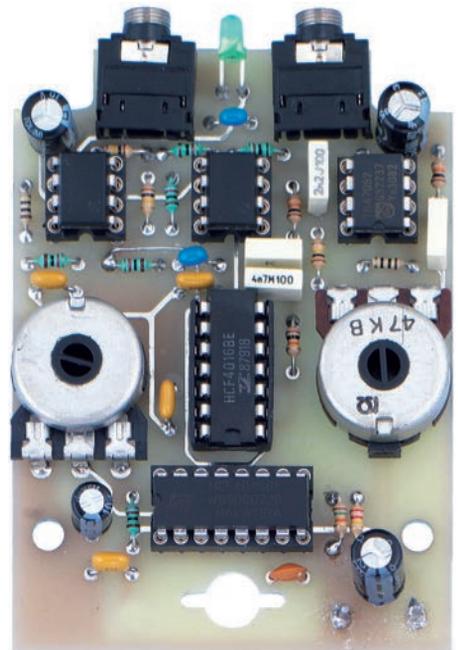


Figure 6 : Photo d'un des prototypes de la platine du convertisseur à ultrasons EN1770 une fois le montage terminé.



**Figure 7 : Photo d'un des prototypes de la platine insérée dans le boîtier plastique. Comme vous pouvez le noter, nous avons prévu à l'intérieur un logement pour la pile de 9 V. Quand le boîtier est fermé, pour éviter de confondre les deux prises «entrée microphone» et «sortie casque», nous vous conseillons d'écrire de manière indélébile un M et un C respectivement en correspondance de ces entrée/sortie.**

Le signal ainsi nettoyé pourra alors être relié à l'entrée de l'amplificateur audio pour piloter le casque à travers le potentiomètre de volume **R16**.

Tout le circuit est alimenté avec une pile de **9 V** et étant donnée sa consommation de courant très raisonnable, on bénéficiera d'une bonne autonomie.

## La réalisation pratique

La figure 5a vous donne le schéma d'implantation des composants de notre **convertisseur à ultrasons EN1770**. Même si ce n'est pas indispensable, mieux vaut, surtout pour ceux qui n'ont pas une grande expérience dans le montage, de bien suivre nos indications en regardant attentivement les figures 5a, 6 et 7.

Procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés **EN1770** ou réalisez-le à partir des dessins à l'échelle 1:1 des figures 5b-1 et 2. Rappelons que la minuscule platine CMS du microphone à ultrasons est disponible toute montée auprès de nos annonceurs.

Commencez par insérer les **supports** des **cinq circuits intégrés** (de **IC1** à **IC5**), en les orientant de telle manière que les repères-détrompeurs en U soient tournés comme le montre la figure 5a. Soudez les broches sans faire de courts-circuits. Continuez en soudant toutes les résistances de **1/4 W** après avoir déchiffré leurs valeurs grâce aux bandes de couleur.

Après cette opération, insérez aussi tous les condensateurs **polyesters**, le condensateur **céramique** et les **électrolytiques** suivant la disposition indiquée dans le schéma d'implantation des

composants de la figure 5a et, si vous avez acheté le circuit imprimé, suivant la sérigraphie. À propos des condensateurs électrolytiques, respectez bien la polarité des broches.

Maintenant vous pouvez vous occuper des deux **potentiomètres**. Ayez soin de monter le potentiomètre **R10** avec son bouton de commande à disque pour le réglage de la **syntonie (accord)** – au milieu et à gauche du circuit imprimé – en soudant ses broches avec délicatesse. Faites de même avec le potentiomètre **R16** destiné au réglage du **volume** et doté de son **interrupteur de marche S1** – au milieu et à droite du circuit imprimé – et là encore n'oubliez pas son bouton à disque.

Vous pouvez maintenant souder – en haut du circuit imprimé – les deux prises destinées respectivement à l'entrée du **microphone** à ultrasons et à la sortie **casque**. Entre l'une et l'autre, comme le montre la figure 5a, montez la **LED** signalant la mise sous tension du circuit, après avoir replié en **L** ses deux pattes **A-K**. Vous pouvez alors souder les deux fils de liaison à la prise de pile, en respectant bien la polarité.

Terminez maintenant le montage en insérant dans leurs supports les **cinq circuits intégrés** : on ne le dira jamais assez, orientez les repères-détrompeurs en **U** comme le montre la figure 5a.

Il ne reste plus alors qu'à fixer la platine à l'intérieur du boîtier déjà percé pour la sortie des **prises microphone** et **casque** et les deux fils R/N de la **prise de pile**. Les deux fentes latérales servent bien entendu à l'affleurement des deux boutons à disque pour le réglage de l'**accord** et celui du **volume + interrupteur**.

## Comment utiliser l'appareil

L'utilisation pratique de notre convertisseur est très simple et intuitive. Elle est comparable à un récepteur radio normal. Vous serez certainement surpris par la quantité de signaux que l'on peut écouter et que d'abord nous entendions peu ou pas du tout ! En effet, beaucoup d'appareils domestiques familiers sont

Figure 8 : Photo de la parabole que nous avons utilisée pour effectuer les essais de laboratoire.

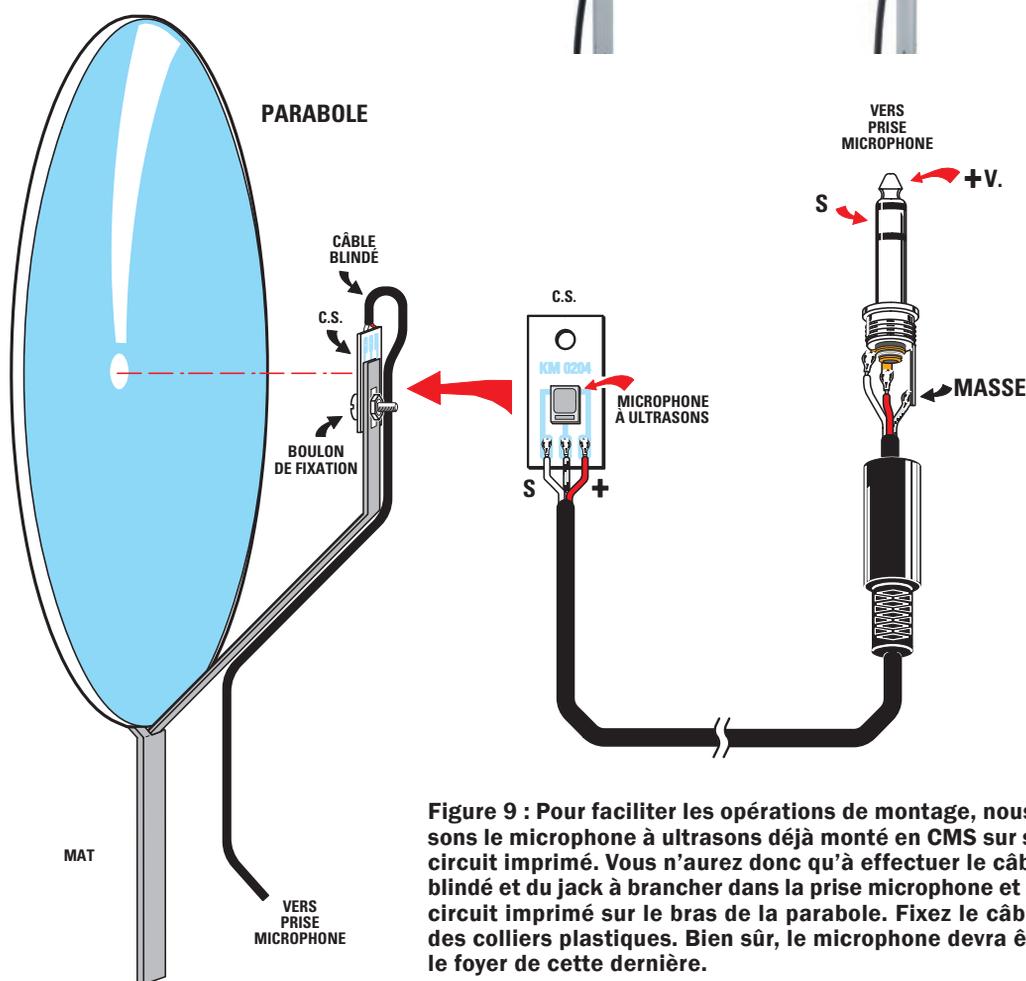


Figure 9 : Pour faciliter les opérations de montage, nous vous fournissons le microphone à ultrasons déjà monté en CMS sur son minuscule circuit imprimé. Vous n'aurez donc qu'à effectuer le câblage du câble blindé et du jack à brancher dans la prise microphone et à fixer ce petit circuit imprimé sur le bras de la parabole. Fixez le câble blindé avec des colliers plastiques. Bien sûr, le microphone devra être dirigé vers le foyer de cette dernière.

une source inattendue d'ultrasons : le léger souffle d'un ventilateur de refroidissement du PC, par exemple, peut se transformer en un son assourdissant si on l'écoute à travers notre convertisseur. Nous vous suggérons de régler avant tout le **volume de sortie** à un niveau pas trop élevé et de rapprocher ensuite le capteur d'éventuelles sources d'ultrasons.

En actionnant le **potentiomètre d'accord (Tune)**, vous devrez **«isoler»** ou **«syntoniser» (accorder)** la **source ultrasonique** comme cela se fait normalement pour l'accord d'une station de radio. Pour cela nous avons prévu en plus d'utiliser une **parabole** (voir figures 8-9-10) afin de faire converger les sons vers le microphone spécial.

La parabole a un diamètre d'environ **150 mm**, ce qui est plus que suffisant pour capter des sons au-delà des limites humaines. Pourquoi une parabole ? Pour mieux récupérer les ultrasons qui sont des ondes très directives. Avec ce système vous obtiendrez une composante ultrasonore de plus grande énergie au foyer de la parabole.

Pour effectuer des détections ou des écoutes avec ce dispositif, rendez-vous dans les lieux où vous supposez que se trouvent des machines ou des animaux capables d'émettre des ultrasons. Vous pourrez, par exemple, vous rendre à la campagne pour écouter le «toc-toc» des chauves-souris qui lancent leurs «train d'ondes» (les chauves-souris émettent des sons semblables à des «claquements»). Vous pourrez aussi entendre les chatons appelant leur mère ou encore, vous apercevoir que votre voisin excite son chien avec un sifflet à ultrasons.

Essayez d'entrer dans une usine où des machines fonctionnent et vous entendrez qu'aux sons les plus forts, parfaitement audibles, bien d'autres non perceptibles s'ajoutent.

Pour que vous puissiez vous rendre compte de la **longueur d'onde** de ces sons, nous vous proposons un exemple simple. La **vitesse du son** dans l'air se calcule de la manière suivante :

$$V_{\text{son}} = \sqrt{(Y \times R \times T) : M} : 100$$

où :

**Y - R - T** sont les trois constantes du gaz «air»:

**Y = 1,4** constante de pression des gaz.

**R = 8,3 x 10<sup>7</sup>** constante universelle des gaz.

**M = 29** poids moléculaire moyen de l'air

**T = C° + 279,15** température absolue

Si **C° = 20 degrés**

$$T = 20 + 279,15 = 299,15$$

$$V_{\text{son}} = \sqrt{(1,4 \times 8,3 \times 10^7 \times 299,15) : 29} : 100 = 346,2$$

La longueur d'onde se calcule avec la formule :

$$\lambda = \frac{V_{\text{son}}}{\text{fréquence}}$$

Une note à **20 Hz** (note basse) correspond à :

$$346,2 : 20 = 17,1 \text{ mètres}$$

Essayons une note à **20 kHz** :

$$342,7 : 20\ 000 = 0,01713 \text{ mètres} = 17,13 \text{ cm}$$

Nous pensons que vous aimerez essayer personnellement ce convertisseur d'ultrasons pour récolter des informations nouvelles et inattendues sur l'environnement dans lequel vous vivez.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce convertisseur d'ultrasons **EN1770** est disponible chez certains de nos annonceurs.

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

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/115.zip> ◆

**DVD INTERACTIF 100 NUMÉROS**  
**ELECTRONIQUE ET LOISIRS MAGAZINE du N°1 au N° 100**  
**10.000 pages d'électronique / 800 montages**  
**Logiciel Adobe Acrobat Reader inclus**  
**249€**  
**Clé-USB de 1 Go offerte pour l'achat de ce DVD**  
**ELECTRONIQUE DVD**  
**100 REVUES**  
 Lisez et imprimez votre revue favorite sur votre ordinateur PC ou Macintosh.  
 JMJ/EDITIONS  
 B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE  
 Tél. : 0820 820 534 - Fax : 0820 820 722  
 http://www.electronique-magazine.com  
 email : info@electronique-magazine.com  
 © 2006 JMJ Editions - Tous droits de reproduction réservés pour tous pays.

**Frais de port inclus pour la France - CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.**  
**Adressez votre commande à JMJ Editions B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE**  
**Tél. : 0820 820 534 du lundi au vendredi de 9h à 12h**  
**Vous pouvez également commander sur: <http://www.electronique-magazine.com>**

# Doubler la puissance du linéaire RF 88-108 MHz

Vous avez décidé de vous offrir un «linéaire» plus puissant ? En couplant deux de nos amplificateurs linéaires EN1636 de 15 W à travers deux «power splitters», vous pourrez obtenir en sortie, à un coût très modique, une puissance utile pouvant atteindre 50 W. Cet article vous explique comment concevoir ces circuits qui, avec une poignée de composants, vous permettront de doubler ou même tripler la puissance de votre linéaire.

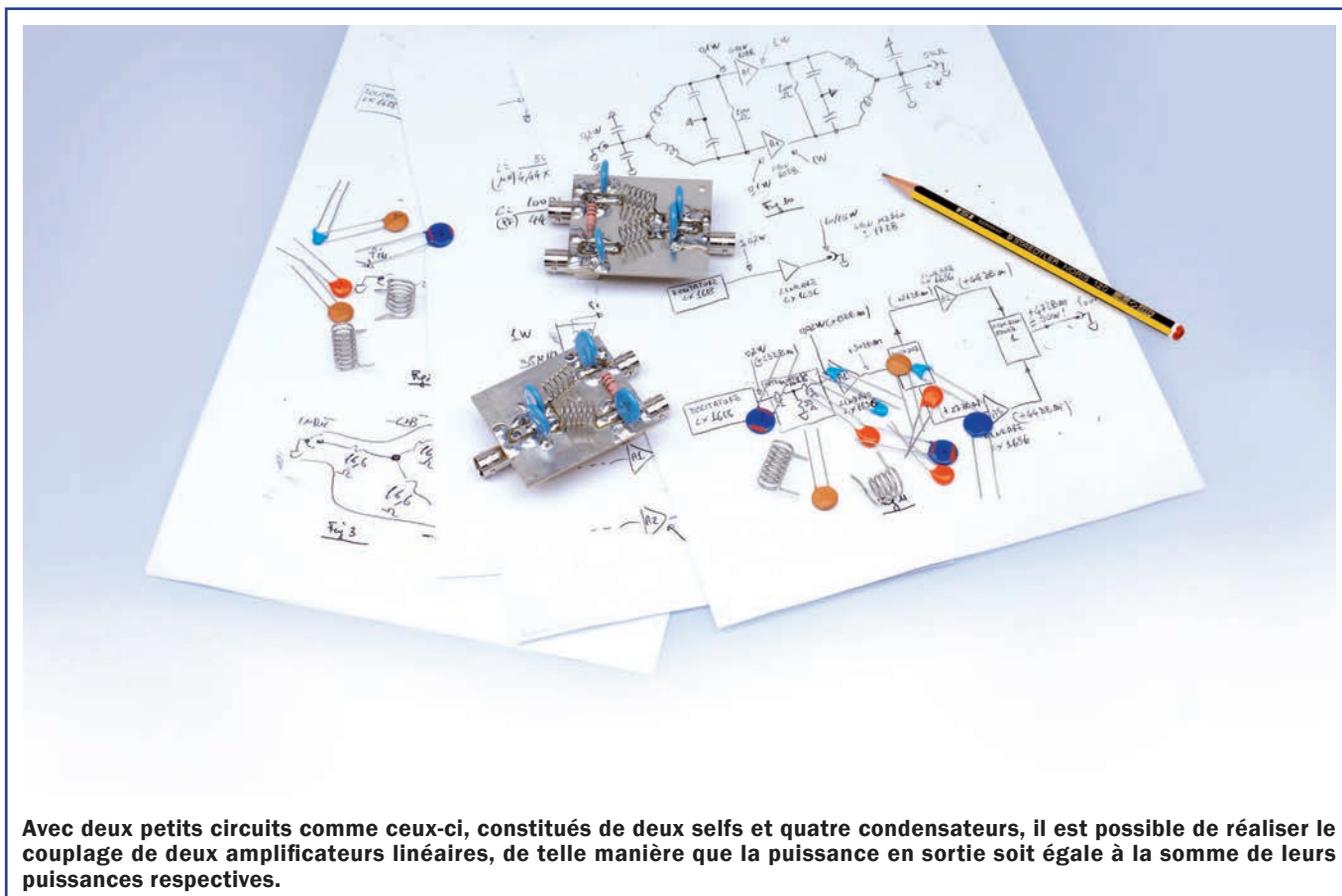


**D**epuis que nous avons présenté dans le **numéro 87 d'ELM** (presque 5 ans déjà) l'**amplificateur linéaire EN1636**, capable de fournir une puissance de **14-15 W** dans la gamme **FM 88-108 MHz**, nous avons reçu de nombreux mails, dans lesquels les lecteurs nous demandent de réaliser un nouvel **amplificateur linéaire**, ayant une **puissance** de sortie évidemment supérieure.

Beaucoup de lecteurs ne savent peut-être pas que le prix d'un transistor RF (**radiofréquence**) augmente de manière quasi exponentielle quand sa puissance croît !

Pour certains lecteurs ce n'est pas un problème mais, quant à nous, le facteur économique est important. Aussi avons-nous préféré suivre un autre chemin : réaliser le couplage de deux **amplificateurs linéaires EN1636** de **15 W chacun**. Il est ainsi possible d'obtenir en sortie une puissance de **30-32 W** au minimum à **50 W au maximum**.

Ce système, en plus d'être techniquement valable, est aussi **économiquement avantageux**, puisque notre amplificateur linéaire **EN1636** est à un **prix** vraiment très **modique**. Et cela vaut à plus forte raison pour tous ceux qui ont déjà



Avec deux petits circuits comme ceux-ci, constitués de deux selfs et quatre condensateurs, il est possible de réaliser le couplage de deux amplificateurs linéaires, de telle manière que la puissance en sortie soit égale à la somme de leurs puissances respectives.

acheté l'amplificateur linéaire FM **EN1636**, puisqu'ils pourront ainsi «**doubler**» la puissance de l'amplificateur dont ils disposent déjà, avec une dépense supplémentaire modique.

Pour réaliser le couplage des deux amplificateurs, on utilise de petits circuits, appelés «**LC Wilkinson splitters**». Ils sont constitués d'une poignée de **selfs** et de **condensateurs** et vous pourrez facilement **les construire vous-même**, en suivant nos indications.

Si vous pensez que réaliser le couplage de deux amplificateurs RF est quelque chose de compliqué et à la portée des seuls spécialistes de la RF (dotés d'un laboratoire non moins spécialisé), eh bien vous vous trompez ! La lecture de cet article vous fera prendre conscience que tout cela est très simple.

Nous allons vous apprendre comment calculer un **diviseur/combinateur** de puissance, quelles sont ses caractéristiques d'**atténuation**, de **séparation des canaux**, sa **réponse en fréquence** et nous vous expliquerons comment

fonctionnent ces petits mais intéressants circuits.

## Les «power splitters»

S'il vous est arrivé de visiter une station de **radio privée** et si à cette occasion vous avez pu jeter un coup d'œil à l'émetteur, vous aurez été étonnés de voir que pour obtenir le signal à envoyer à l'antenne émettrice on n'utilise pas un **unique amplificateur RF** de **puissance élevée**, mais plutôt un **ensemble** d'amplificateurs de **puissance intermédiaire**.

Ce fait, qui à première vue peut paraître insolite, découle d'une série de considérations : quand on a à amplifier un signal, il est bien avantageux d'utiliser, à la place d'un unique amplificateur de grande puissance, plusieurs amplificateurs de puissance **moindre**, reliés entre eux de telle manière que leurs puissances propres s'**ajoutent**.

Si on ne veut pas se tourner vers la solution des amplificateurs à **tubes**,

lesquels peuvent fournir des puissances de l'ordre de la **dizaine de kW**, mais si on préfère des amplificateurs à **transistors** ou à **MOSFET**, ce choix devient quasiment obligatoire, puisque actuellement il n'est pas possible de construire des dispositifs à semi-conducteurs capables de fournir des puissances supérieures à **250-300 W**. Sans compter qu'en outre, cet avantage n'étant pas des moindres, d'avoir à sa disposition plusieurs amplificateurs signifie avoir toujours, en cas d'**avarie** de l'un d'eux, la possibilité de continuer à émettre, même si c'est à un niveau de puissance légèrement inférieur.

Précisons tout de suite que lorsque nous parlons de couplage de deux amplificateurs nous n'entendons pas la simple mise en **parallèle** de leurs **entrées** et **sorties** respectives. Ce procédé serait erroné parce que, dans cette configuration, la **résistance d'entrée** et de **sortie** de chaque amplificateur **diminue** et nous n'obtiendrions pas le résultat voulu.

La manière correcte de coupler les deux amplificateurs est celle que

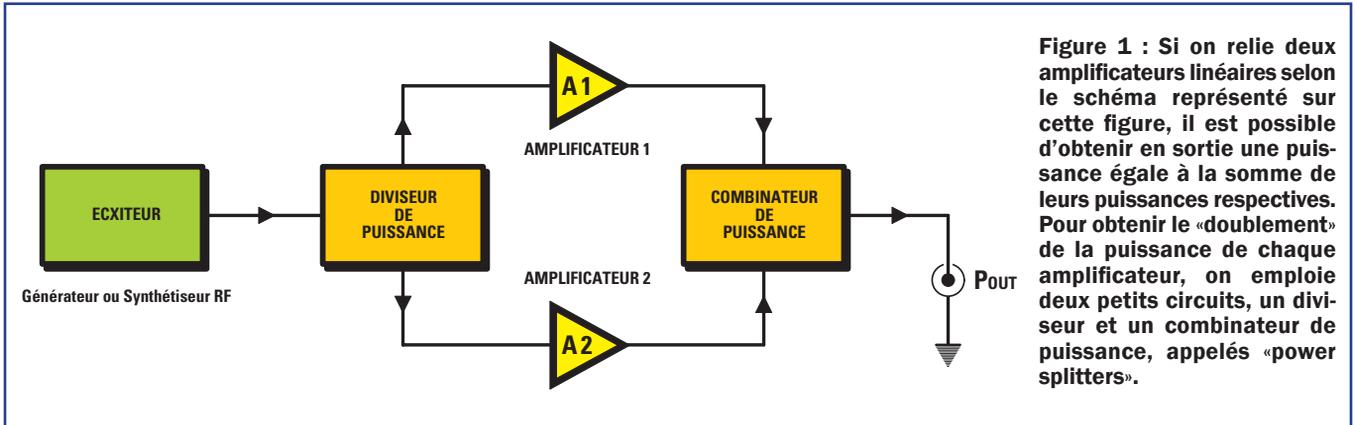
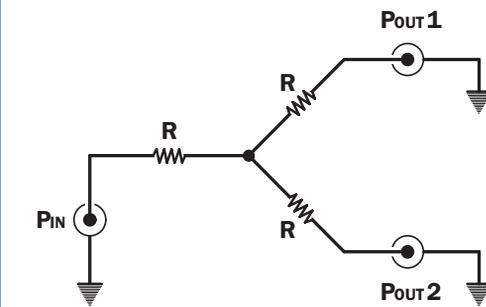
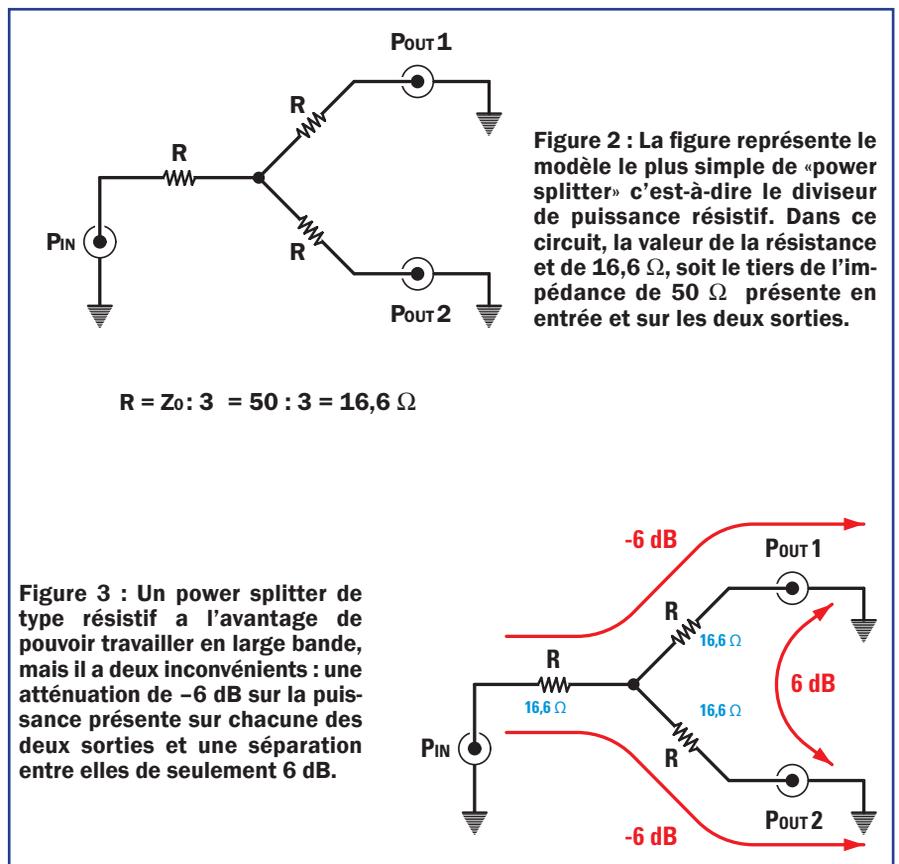


Figure 1 : Si on relie deux amplificateurs linéaires selon le schéma représenté sur cette figure, il est possible d'obtenir en sortie une puissance égale à la somme de leurs puissances respectives. Pour obtenir le «doublement» de la puissance de chaque amplificateur, on emploie deux petits circuits, un diviseur et un combinateur de puissance, appelés «power splitters».

donne la figure 1 : on utilise de petits circuits appelés «power splitters». Le terme «power splitter», provient comme d'habitude de l'Anglais et il désigne un **diviseur de puissance**. Le concept qui est à la base de ce système est très simple. Il s'agit de diviser le signal venant de l'**excitateur** (qu'on appelle également **générateur** ou **synthétiseur RF**) en **deux parties** égales, au moyen d'un circuit **diviseur**. On obtient ainsi deux signaux ayant chacun, une puissance égale à la **moitié** du signal de **départ**. Le circuit qui effectue cette fonction s'appelle un **diviseur**. Les deux signaux prélevés sur les sorties du diviseur, sont ensuite envoyés à l'entrée des **deux amplificateurs** que l'on veut **coupler**.

Après avoir été **amplifiés**, les deux signaux sont envoyés aux deux entrées d'un circuit **combinateur**, dont la fonction est de les recombinaer à nouveau : on obtient en sortie un signal dont la puissance est égale à la **somme des puissances** des **deux amplificateurs**. Ainsi, il est possible, en partant de deux amplificateurs d'une certaine puissance, de construire un amplificateur de **puissance double**. La condition indispensable pour que ce petit «truc» fonctionne est que le **diviseur** et le **combinateur** ne «dévorent» pas chemin faisant une trop grande part de la puissance en jeu dans la dissipant en pure perte.

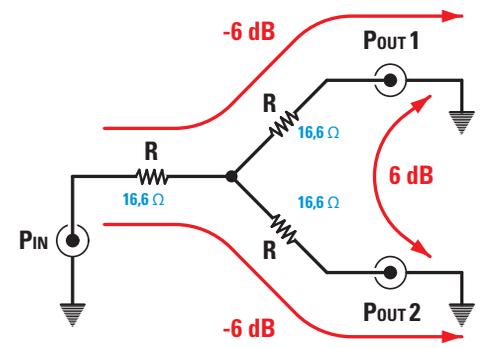
Il est intéressant de noter que, même s'ils ont un nom différent, le **diviseur** et le **combinateur** sont constitués du **même circuit**, qui est utilisé de manière symétrique. Tous deux peuvent également être considérés comme des **coupleurs** et désignés par ce mot.



$$R = Z_0 : 3 = 50 : 3 = 16,6 \Omega$$

Figure 2 : La figure représente le modèle le plus simple de «power splitter» c'est-à-dire le diviseur de puissance résistif. Dans ce circuit, la valeur de la résistance et de  $16,6 \Omega$ , soit le tiers de l'impédance de  $50 \Omega$  présente en entrée et sur les deux sorties.

Figure 3 : Un power splitter de type résistif a l'avantage de pouvoir travailler en large bande, mais il a deux inconvénients : une atténuation de  $-6 \text{ dB}$  sur la puissance présente sur chacune des deux sorties et une séparation entre elles de seulement  $6 \text{ dB}$ .



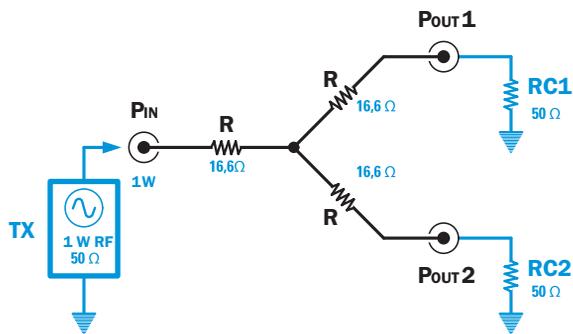
La figure 2 donne le schéma d'un **diviseur** de puissance simple réalisé au moyen de **trois résistances (R)** de mêmes valeurs.

Comme nous l'avons dit, la fonction du diviseur est celle de **répartir** sur ses deux sorties le signal présent en entrée et donc la **puissance Pin** disponible en entrée est divisée en deux parties égales sur les deux sorties **Pout1** et **Pout2**.

Par conséquent, si le diviseur était idéal, en appliquant en entrée une

puissance de **1 W** nous devrions nous attendre à retrouver sur les deux sorties une puissance de **0,5 W**.

De plus le diviseur doit jouer un autre rôle : en plus d'opérer une répartition efficace des puissances, il doit assurer une bonne **adaptation d'impédance** en entrée et en sortie. Pour que cela soit, dans le cas du diviseur résistif de la figure 2, pour calculer la valeur à attribuer à la **résistance R** composant le diviseur, on utilise la formule suivante :

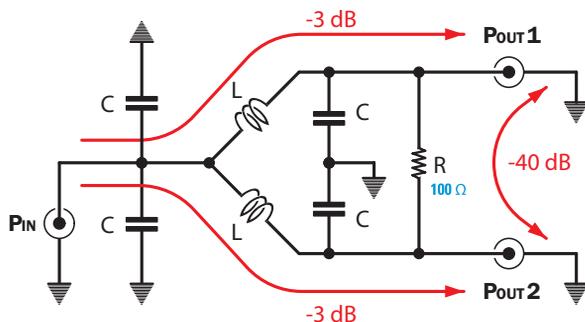
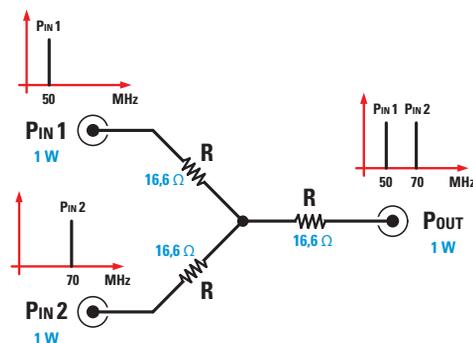


$$P_{OUT1} = P_{IN} - 6 \text{ dB} = P_{IN} : 4 = 0,25 \text{ W}$$

$$P_{OUT2} = P_{IN} - 6 \text{ dB} = P_{IN} : 4 = 0,25 \text{ W}$$

Figure 4 : Si on applique à l'entrée d'un power splitter résistif un signal de puissance égale à 1 W, on obtient sur chacune des sorties un signal de puissance égale à 0,25 W. Avec ce type de splitter cependant, la moitié de la puissance est dissipée en chaleur par les résistances qui le composent.

Figure 5 : Si on inverse les bornes d'entrée et de sortie du circuit, le diviseur se transforme en un combineur. L'exemple de la figure représente le circuit précédent utilisé comme combineur résistif. Si on applique à une entrée un signal à 50 MHz et à l'autre entrée un signal à 70 MHz, on obtient en sortie les deux signaux avec une puissance atténuée de 6 dB.



$$L (\mu\text{H}) = \frac{50}{4,44 \times F (\text{MHz})}$$

$$C (\text{pF}) = \frac{1000.000}{445 \times F (\text{MHz})}$$

Figure 6 : Pour palier les inconvénients des power splitters de type résistif on utilise un type de diviseur/combinateur différent appelé «LC Wilkinson splitter». Ce splitter est inducto-capacitif, il est fait de selfs et de condensateurs. La figure représente le circuit d'un Wilkinson splitter utilisé comme diviseur et à côté on donne les formules qui permettent de calculer la valeur d'inductance L en  $\mu\text{H}$  et de capacité C en pF en fonction de la fréquence de travail. En utilisant des composants réactifs, le Wilkinson splitter, à la différence du circuit résistif, opère à l'intérieur d'une bande plus restreinte de fréquence. Comme vous pouvez le noter, toutefois, les avantages de ce dispositif sont considérables : en effet, l'atténuation sur les deux canaux est de seulement -3 dB et la séparation entre les deux sorties est supérieure à -40 dB.

$$R = Z : 3$$

où :

**R** est la valeur de la **résistance** en  $\Omega$   
**Z** est la valeur de l'impédance de **sortie** de l'**exciteur** exprimée en  $\Omega$

**Exemple** : nous voulons réaliser un diviseur résistif comme celui de figure 2 à

relier à un exciteur dont l'impédance de sortie nominale est de **50**  $\Omega$ .

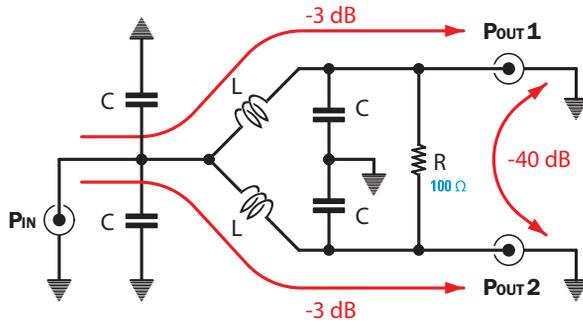
En utilisant la formule, nous obtenons :

$$R = 50 \Omega : 3 = 16,66 \Omega$$

Étant donné que cette valeur standard n'existe pas, on peut utiliser deux

résistances de **32**  $\Omega$  en parallèle. Une des caractéristiques de ce diviseur est qu'il peut travailler en «**large bande**», car il est constitué uniquement de résistances.

Il présente toutefois l'inconvénient de **dissiper** en chaleur une partie de la puissance appliquée en entrée, puissance qui



$$L (\mu\text{H}) = \frac{50}{4,44 \times 98} = 0,11 \mu\text{H}$$

$$C (\text{pF}) = \frac{1000.000}{445 \times 98} = 22,9 \text{ pF}$$

Figure 7 : Si nous voulons coupler deux amplificateurs linéaires dans la bande 88-108 MHz il faut calculer les composants du Wilkinson pour la fréquence centrale de la bande, c'est-à-dire 98 MHz. Dans ce cas les valeurs théoriques d'inductance et de la capacité calculées avec la formule sont respectivement de 0,11  $\mu\text{H}$  et de 22,9 pF. Pour le condensateur, la valeur standard la plus proche serait de 22 pF. En réalité nous choisissons une valeur de 18 pF pour tenir compte des inévitables capacités parasites.

Figure 8 : Si nous appliquons à l'entrée d'un Wilkinson splitter un signal à 98 MHz ayant une puissance de 1 W, nous obtenons sur les deux sorties du diviseur deux signaux ayant une puissance de 0,5 W chacun. Comme on le voit, moyennant de petites pertes dues aux composants, ce splitter est très proche d'un diviseur idéal, car il restitue sur les sorties la puissance appliquée en entrée pratiquement sans pertes.

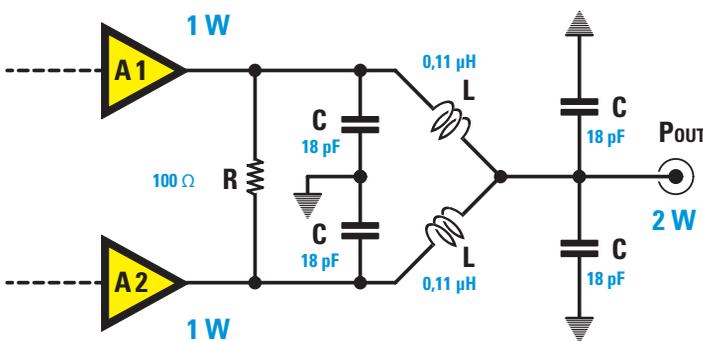
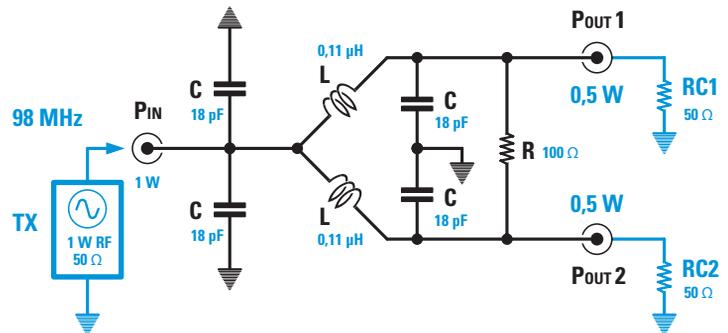


Figure 9 : Si on inverse les entrées et la sortie, le même circuit diviseur peut être utilisé comme combinateur. Dans l'exemple de cette figure, si on applique sur chaque entrée un signal d'une puissance de 1 W, on obtiendra en sortie un signal d'une puissance de 2 W, soit double.

n'est par conséquent pas transférée à la sortie et qui est purement et simplement perdue. La perte de puissance, appelée «**perte d'insertion**» d'un partiteur de ce type est de **-6 dB**, comme le montre la figure 3.

Si vous regardez l'exemple de la figure 4, vous pourrez facilement comprendre

comment se fait la **répartition** de la **puissance** à la sortie du **diviseur**.

À l'entrée du **diviseur** est relié un **excitateur** (il s'agit en d'autres termes d'un générateur RF) ayant une **impédance de sortie** de **50 Ω**. Il est capable de fournir un signal **Tx** de **puissance Pin** égale à **1 W** sur **50 Ω**.

Sur chacune des deux **sorties** du diviseur sont en outre montées deux **résistances RC1 et RC2** de **50 Ω** qui correspondent aux impédances de chaque charge.

L'impédance **Z** de l'excitateur étant égale à **50 Ω**, la valeur des **trois résistances R** qui composent le **diviseur**, calculée

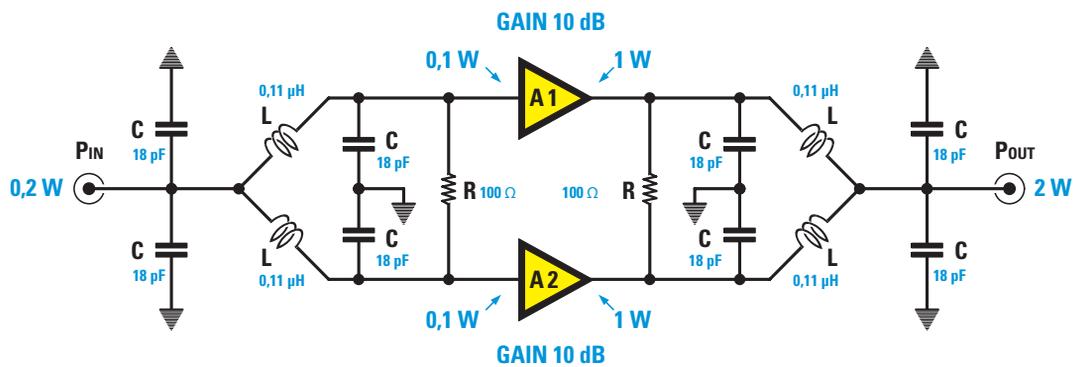


Figure 10 : Schéma électrique complet de notre système de couplage des deux amplificateurs linéaires au moyen d'un diviseur et d'un combinateur de Wilkinson. Comme vous pouvez le voir, il est possible avec ce procédé de fournir une puissance de sortie de 2 W à partir de deux amplificateurs de 1 W chacun, soit en fait un doublement de la puissance de chaque amplificateur. Il est intéressant de noter que le gain complexe du circuit (10 dB) reste toutefois identique à celui de chaque amplificateur. Le doublement de la puissance est obtenu en augmentant la puissance du signal d'entrée, qui passe de 0,1 W de l'amplificateur seul à 0,2 W, puissance pouvant maintenant être appliquée à l'entrée du diviseur.

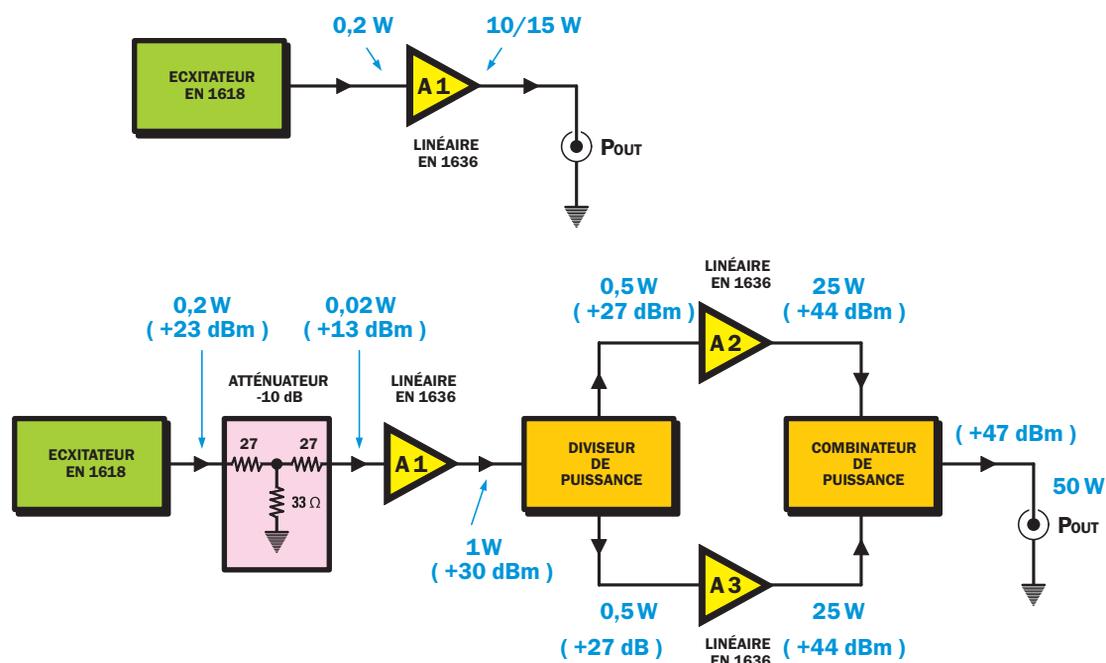


Figure 11 : La figure montre, en haut, le schéma d'utilisation d'un seul amplificateur linéaire EN1636. Dans ce cas on applique un signal à l'entrée de l'amplificateur de 0,2 W et on obtient à la sortie une puissance d'environ 15 W. La partie inférieure de la figure représente le schéma synoptique de couplage des deux amplificateurs linéaires EN1636 au moyen de deux «power splitters». Comme vous pouvez le voir, pour obtenir un signal suffisamment «fort» en entrée, il a fallu introduire un atténuateur résistif suivi d'un troisième étage amplificateur EN1636. Avec ce système il est possible de prélever en sortie une puissance de 50 W, soit plus du double de celle fournie par chaque amplificateur.

avec la formule précédente, devra être de **16,66 Ω**. Dans ces conditions, on démontre par le calcul que les deux puissances disponibles sur les sorties du diviseur **Pout1** et **Pout2** sont égales et chacune est de seulement **0,25 W**. Si l'envie vous prend de calculer l'impédance vue du générateur RF, vous vous apercevrez qu'elle est exactement de **50 Ω**.

Ce qui signifie que le diviseur que nous avons pris en exemple permet d'obtenir une **adaptation d'impédance** parfaite avec le générateur RF.

Mais en même temps, avec ce système, la **moyenne de la puissance** se perd «en route» (par effet Joule, mais ce n'est pas une consolation). En effet, la différence entre la puissance en **entrée (1 W)** et la

**somme** des deux puissances disponibles en **sortie (0,25W + 0,25W)** correspond bien à **0,5 W**, puissance qui est dissipée sous forme de **chaleur** par les **trois résistances** du diviseur. Il est de ce fait évident qu'au moment du montage du diviseur il faudra tenir compte non seulement de la **valeur ohmique** des trois résistances, mais aussi de la **puissance** dissipée par chacune d'elles.

Le tableau suivant donne les résultats que nous avons obtenus au cours des essais en laboratoire.

F (MHz)	Vcc	Icc	Pout	Atténuateur 2ème Harmonique
90	12 V	4,5 A	35 W	> - 60 dB
90	14 V	5,2 A	50 W	> - 60 dB
98	12 V	5 A	39 W	- 58 dB
98	14 V	6 A	>50 W	- 58 dB
104	12 V	4,2 A	25 W	- 58 dB
104	14 V	4,8 A	32 W	- 58 dB

Comme vous le savez, la valeur de l'**atténuation** d'un circuit peut être exprimée aussi en **dB**. Dans ce cas, une réduction de **puissance** de **1 W** à **0,25 W** est égale à 1/4, ce qui correspond à une atténuation de **-6 dB**, comme le montre la figure 3.

Comme nous l'avons dit précédemment, le circuit composant le **diviseur** est «réversible» et peut être utilisé à l'envers pour réaliser un **combinateur**. La figure 5 vous montre le même circuit à trois résistances, utilisé cette fois comme **combinateur**. Comme vous le voyez, il a suffi d'invertir entrée et sorties et l'affaire est faite.

Dans l'exemple représenté sur la figure, on applique sur les deux entrées du combinateur deux signaux, un à **50 MHz** et un autre à **70 MHz**, tous deux ayant une puissance de **1W**. En sortie on obtient **deux signaux** distincts, toujours à **50** et à **70 MHz**, dont la **puissance combinée** est égale à **1 W**. Comme vous le voyez, dans ce cas également, la différence entre la somme des deux puissances appliquées en **entrée (1W+1W)** et celle que l'on obtient en **sortie (1W)**, correspond à **1 W**, soit encore une fois à la **moitié** de la puissance appliquée.

Un autre paramètre important du diviseur, en dehors de l'atténuation, est celui de l'**isolation** qu'il est capable de garantir entre ses deux canaux. Comme le montre la figure 3 l'isolation entre les deux canaux de sortie de ce

circuit est égale à seulement **6 dB**, soit une valeur assez **faible**. Nous avons donc vu qu'il est possible de réaliser un **diviseur résistif**. Le mérite d'un diviseur de ce type, en plus du fait d'être très simple à construire, est qu'il permet de travailler en **large bande** et de présenter une **impédance constante**. Son défaut est d'**atténuer** la puissance sur chaque canal de **-6 dB** et de garantir une **séparation** entre les deux canaux de sortie de seulement **-6 dB**.

L'évaluation de ce diviseur est également applicable au **combinateur**. Par conséquent, si on utilisait ensemble ces deux circuits pour réaliser le couplage de deux amplificateurs, on obtiendrait à la sortie une puissance égale à **un quart** de celle d'entrée.

Ce sont ces considérations qui nous ont poussés à développer un autre type de circuit, qui puisse offrir un meilleur **rendement** de transfert de la puissance de sortie et en même temps une **séparation** des **canaux** plus efficace.

## Le «Wilkinson splitter»

C'est ainsi qu'a été conçu un diviseur/combinateur composé non plus seulement de **résistances**, mais de **selfs** et de **condensateurs**. Ce dispositif, appelé «**LC Wilkinson**», a la particularité d'avoir une «perte d'insertion» de **3 dB** seulement et

d'avoir une isolation entre les deux sorties pouvant arriver à **-40 dB**. Le seul inconvénient de ce diviseur/combinateur est que, étant constitué d'éléments **réactifs**, des **selfs** et des **condensateurs**, il n'est plus un dispositif à **large bande**, mais un circuit ayant sa **fréquence de travail** précise.

Cela toutefois ne représente pas une limite insurmontable, parce que ce type de splitter est capable de travailler correctement dans une largeur de bande du **+/- 20%** par rapport à sa **fréquence de travail centrale**, ce qui le rend largement utilisable dans la plupart des applications. La figure 6 représente le circuit d'un **diviseur/combinateur de Wilkinson**. Comme vous pouvez le voir, il s'agit d'un circuit très simple, formé de seulement **quatre condensateurs**, de **deux petites selfs** et d'une **résistance** de ballast (équilibrage des deux voies). Les valeurs des composants se calculent avec deux formules, simples elles aussi.

La **capacité** du condensateur (les condensateurs sont tous les quatre égaux) est calculée avec cette formule :

$$C = 1\,000.000 : (445 \times F)$$

où :

**C** est la **capacité** en **pF**

**F** est la **fréquence** de travail en **MHz**

La valeur des deux selfs, elles sont égales, est en revanche calculée ainsi :

$$L = 50 : (4,44 \times F)$$

où :

**L** est l'**inductance** en **µH**

**F** est la **fréquence** de travail en **MHz**

La **résistance R** sert pour rééquilibrer d'éventuelles petites différences de puissance de sortie et elle a une valeur fixe de **100 Ω**. Normalement cette résistance ne dissipe pas de puissance.

**Note** : ces formules sont valables pour des **impédances** d'entrée et de sortie de **50 Ω**.

**Exemple** : nous voulons construire un **diviseur/combinateur** travaillant à une fréquence de **98 MHz**.

Calculons d'abord la valeur de chacun des **quatre condensateurs**. Si on applique la formule on a :

$$C = 1\,000\,000 : (445 \times 98) = 22,93 \text{ pF}$$

**Note** : la valeur standard la plus proche est 22 pF. En réalité, pour tenir compte des inévitables capacités parasites, nous choisissons la valeur de **18 pF**.

La valeur de chacune des **deux selfs** sera, elle, de :

$$L = 50 : (4,44 \times 98) = 0,11 \text{ }\mu\text{H}$$

La résistance **R** sera de **100  $\Omega$  1 W**.

À la fin, le diviseur de notre exemple sera égal à celui de la figure 8.

Comme vous pouvez le voir la puissance qui est transférée en sortie par un diviseur de ce type à la **fréquence de travail** est pratiquement de **50%** de la puissance d'entrée, sur chaque canal. Le diviseur sert aussi de filtre **passé-bas** en atténuant les **harmoniques** supérieures.

Dans le cas du Wilkinson également, le même circuit peut devenir un **combinateur**, simplement en inversant **entrée** et **sorties**, comme le montre la figure 9 dans laquelle vous pouvez noter que les **deux sorties** du précédent **diviseur** sont devenues maintenant les **entrées** du **combinateur**, auxquelles sont reliées les sorties des **deux amplificateurs** de puissance.

Maintenant, pour compléter le circuit, il faut relier à l'entrée des deux amplificateurs **A1** et **A2** un circuit identique utilisé cette fois comme **diviseur**. Le schéma électrique est celui de la figure 10.

Comme vous pouvez le noter, il est possible avec ce système d'obtenir en sortie une **puissance plus que doublée** par rapport à celle de chaque amplificateur, même si le **gain** de puissance complexe reste exactement égal à celui de **chaque amplificateur**.

Dans l'exemple de la figure 10, en effet, chaque amplificateur gagne en puissance :

$$\text{gain} = 1 \text{ W} : 0,1 \text{ W} = 10 \text{ fois}$$

Le gain du système dans sa totalité est égal à :

$$\text{gain} = 2 \text{ W} : 0,2 \text{ W} = 10 \text{ fois}$$

soit un gain identique à celui de chaque amplificateur.

Vous vous demandez peut-être alors comment cela est possible... Sachant depuis Lavoisier que «rien ne se perd, rien ne se crée...», la plus grande part de la puissance disponible en sortie provient du fait qu'en couplant les deux amplificateurs, il est nécessaire aussi de **doubler la puissance** du signal en **entrée**.

Si vous regardez bien l'exemple de la figure 10 vous verrez en effet que pour faire travailler chacun des amplificateurs avec un signal en entrée de **0,1 W**, il faut appliquer à l'entrée du **diviseur** un signal de puissance **double**, soit **0,2 W**.

Ceux qui ont construit notre **excitateur FM** ou générateur RF, bref notre synthétiseur **EN1618** (publié dans la revue **ELM numéro 80**) et l'**amplificateur linéaire EN1636** (dans la revue **ELM numéro 87**), devront donc, pour en doubler la puissance, l'utiliser dans la configuration de la figure 11. Dans cette nouvelle configuration, on a prévu d'insérer un **atténuateur** ayant pour fonction de réduire de **10 dB**, soit de **1/10**, le signal provenant du **synthétiseur FM EN1618** et l'emploi d'un troisième **amplificateur linéaire EN1636**, fournissant en sortie une puissance égale à **+30 dBm**, ce qui correspond à **1 W**.

Le signal de sortie de l'amplificateur est envoyé au **diviseur** qui fournit en sortie deux signaux de **+ 27 dBm**, ce qui correspond à la **moitié** de la puissance du signal en entrée, soit **1/2 W**.

L'amplification suivante de la part de chacun des deux amplificateurs **EN1636**, fait que nous avons à la sortie du **combinateur** une puissance résultante de **+47 dBm**, égale à **50 W**, soit une puissance équivalant à **plus du double** de celle de chaque **amplificateur** !

Vous vous demanderez probablement si ce système est vraiment avantageux économiquement, puisqu'il nécessite d'utiliser trois amplificateurs linéaires. À cette objection nous répondons sans

hésiter par l'affirmative, étant donné le coût très modique de notre amplificateur linéaire **EN1636** et le coût ridicule de l'atténuateur et des deux **Wilkinson splitters**.

Les essais ont été effectués en alimentant notre amplificateur **EN1636** soit avec une tension de **12 V** soit avec une tension de **14 V** et en mesurant la valeur du courant **total Icc** consommé chaque fois par les **trois amplificateurs**. Comme on le voit, la puissance maximale est obtenue à la fréquence centrale de la bande FM, qui est de **98 MHz**, mais elle reste de toute façon plus que doublée même aux deux extrémités de la bande FM, à **90** et **108 MHz**. Il est intéressant de noter que l'utilisation des splitters, qui font office de **filtre passé-bas**, permet d'augmenter encore l'**atténuation** de la **deuxième harmonique**.

En conclusion, nous vous avons démontré qu'au lieu de construire un unique amplificateur de puissance élevée, il peut être avantageux de réaliser un couplage entre deux amplificateurs de puissance inférieure, en utilisant deux Wilkinson splitters. En cas d'**avarie** d'un des deux amplificateurs, vous aurez en plus la **possibilité** de continuer à **émettre**, même si vous le faites à un niveau de puissance inférieure.

Avant de passer aux conseils pour la réalisation pratique du splitter, nous voulons ajouter que ce dispositif peut être utilisé aussi avec d'autres applications. Comme **diviseur** : en effet, il peut être employé efficacement pour diviser un quelconque signal **RF**, comme par exemple le signal provenant d'une antenne est à diviser avant d'être réparti sur **deux récepteurs**.

**Attention** : comme toujours nous vous rappelons qu'il **est interdit** d'émettre sur la **bande FM**, à moins d'en avoir reçu (en France) l'**autorisation** par la Haute Autorité de l'Audiovisuel.

## La réalisation pratique

Le schéma électrique de ces circuits est tellement simple que leur montage est un jeu d'enfant.

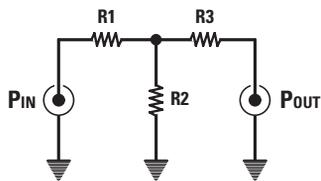


Figure 12a : Schéma électrique de l'atténuateur -10 dB EN1767.

### Liste des composants EN1767

- R1 ..... 27 1/2 W
- R2 ..... 33 1/2 W
- R3 ..... 27 1/2 W

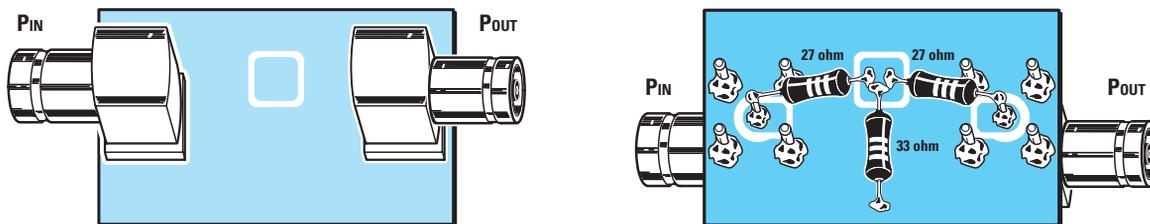


Figure 12b : Schéma d'implantation des composants de l'atténuateur -10 dB EN1767.

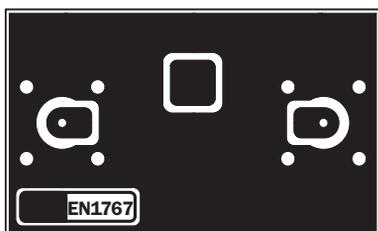


Figure 12c : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé de l'atténuateur -10 dB EN1767.



Figure 12d : Photos d'un des prototypes de la platine de l'atténuateur -10 dB EN1767.

Le seul point critique, auquel vous devrez prêter le plus d'attention est celui de la réalisation des selfs, mais si vous suivez bien nos indications vous ne rencontrerez aucun problème.

Pour réaliser le couplage des deux amplificateurs EN1636, vous devez préparer trois circuits, comme le montre la figure 11 et plus précisément :

- l'atténuateur d'entrée EN1767
- le diviseur/combinateur EN1768

Comme nous l'avons dit, le **combinateur** et le **diviseur** sont en réalité deux circuits **identiques**. Pour commencer, prenez le petit circuit imprimé **EN1767** sur lequel vous allez souder les deux **connecteurs BNC femelle** pour la liaison à l'**excitateur FM EN1618** d'un

côté et à l'**amplificateur EN1636** de l'autre (voir schéma de la figure 11).

Après avoir soudé les connecteurs, prenez les deux **résistances** de **27 Ω 1/2 W** et soudez-les entre la **pastille centrale** et le point chaud (central) des deux **BNC**. Prenez ensuite la **résistance** de **33 Ω 1/2 W** et soudez-la entre la **pastille centrale** et la **masse**, voir figure 12b.

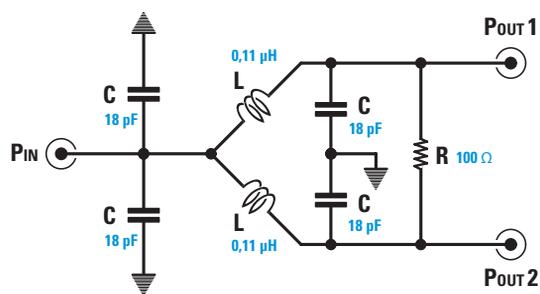


Figure 13a : Schéma électrique du diviseur/combinateur.

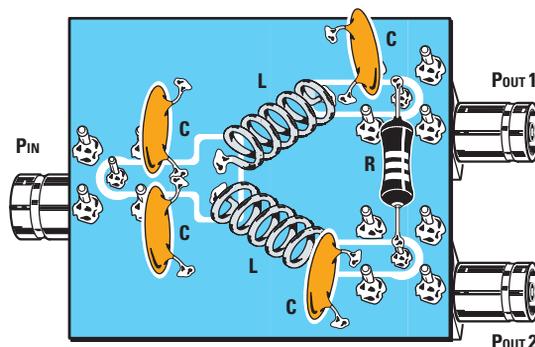
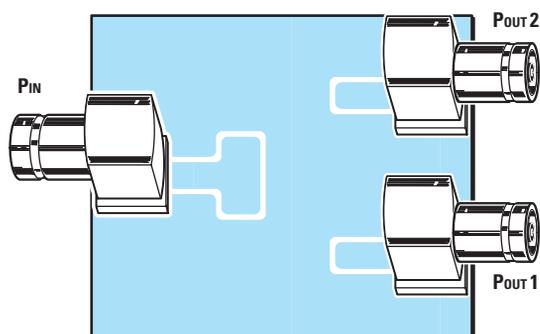


Figure 13b : Schémas d'implantation des composants du diviseur/combinateur.

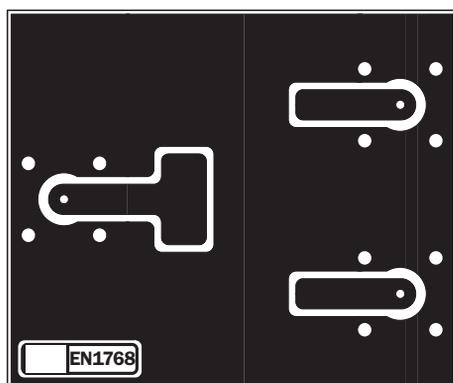


Figure 13c : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé du diviseur/combinateur.

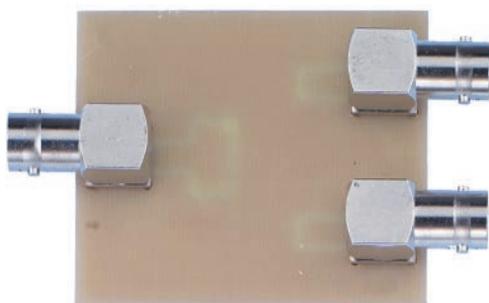


Figure 13d : Photos d'un des prototypes de la platine du diviseur/combinateur.

Faites attention, au cours du montage de ce circuit et des deux suivants, de ne pas faire de **soudures « froides »**, parce que dans ce cas votre circuit ne fonctionnerait pas normalement. S'agissant de circuits travaillant en **haute fréquence** et même en **VHF**, il est très important de maintenir les  **fils**  de tous les composants les  **plus courts**  possible.

Après avoir réalisé l'**atténuateur** c'est au tour des deux **Wilkinson splitters**. Comme ce sont deux circuits identiques, nous ne décrivons que le montage de l'un d'eux. Prenez le circuit imprimé **EN1768** qui va vous servir à réaliser le **diviseur/combinateur** et soudez dessus les **trois connecteurs BNC femelles**, comme le montre la figure 13b.

Ensuite réalisez les **deux petites selfs** de **0,11 µH** à l'aide du **fil argenté de 1 mm** présent dans le matériel disponible. Procurez-vous un **foret de 7 mm** de diamètre que vous utiliserez comme support provisoire pour bobiner les selfs. Avec le pouce, faites en sorte que le fil argenté bien tendu s'enroule sur la queue du foret : faites **6 spires** bien **écartées** mais pas trop, de telle

manière que la **longueur** du solénoïde fasse **14 mm** comme le montre la figure 14. Coupez la longueur de fil excédentaire à environ **7-8 mm** des deux côtés : vous en aurez besoin pour souder les selfs aux pastilles de cuivre du circuit imprimé. Ensuite, en maintenant toujours la self sur le foret, redressez les deux extrémités de chaque self avec des pinces plates. Enlevez enfin la self de la queue de foret et, toujours en vous aidant de la pince plate, rapprochez-la du circuit imprimé et soudez ses deux extrémités. Vous ferez de même avec l'autre self de cette platine et avec les deux autres selfs de l'autre platine.

**Note** : pensez que le fil argenté, à la différence du cuivre émaillé, a une surface **conductrice**. C'est très important car les spires ne doivent pas se toucher, d'où l'importance d'un bon écartement uniforme des spires, car un **court-circuit** entre une spire et une autre changerait la valeur d'inductance de la self.

Vous pouvez maintenant souder les **quatre condensateurs céramiques** pour **VHF** de **18 pF** dans les positions indiquées par la figure 13b : attention, **réduisez** bien au **minimum** la longueur de leurs **pattes** !

**Note** : à partir du calcul théorique la valeur de la capacité est de **22,9 pF**. La valeur standard la plus proche est de **22 pF**.

En réalité, en effectuant les essais pratiques en laboratoire, nous avons constaté que la valeur la plus appropriée pour ce condensateur est **18 pF**. Cela est dû à la présence des inévitables capacités parasites qui viennent s'ajouter à la capacité des condensateurs. Nous avons donc adopté pour le condensateur la valeur de **18 pF**. Soudez enfin sur les deux broches centrales des connecteurs **BNC** la **résistance** de **100 Ω 1 W**, là encore en réduisant au **minimum** la **longueur** des deux  **fils**. Le montage du circuit **diviseur** étant achevé, vous devrez répéter ces mêmes opérations pour réaliser le circuit **combineur** lequel, comme vous le savez, est identique. Une fois le montage des trois circuits terminé, effectuez les liaisons : pour cela vous devez utiliser du **câble coaxial** de **50 Ω**, avec deux connecteurs mâles **BNC** aux bouts.

Attention, les liaisons devront être les **plus courtes possible** et d'une longueur ne dépassant pas **30-40 cm**. En outre, pour éviter tout déséquilibre dû à une dissymétrie, il est **essentiel** que les **quatre câbles** reliant les **deux sorties** du **diviseur** et les **deux entrées** du **combineur** aient tous la **même longueur**.

## Les réglages

Avant d'utiliser les amplificateurs, vous devrez procéder à leur **réglage** individuel, comme indiqué dans la revue **ELM numéro 87** aux pages 47 et 48. Le procédé de réglage est fort simple et il a pour finalité d'obtenir le **maximum de puissance** en sortie. Pour effectuer le réglage de chaque amplificateur vous devrez procéder ainsi :

- reliez à la **BNC** de **sortie** de l'**amplificateur EN1636** les fils d'entrée de la **sonde de charge EN1637** que nous avons publiée dans la revue **ELM numéro 87** aux pages 47 et 48.

**Attention** : cette opération est à effectuer **avant** de relier l'amplificateur à l'alimentation, dans le cas contraire vous pourriez **endommager** le **MOSFET PD55015**. En outre, les liaisons entre la sortie et la charge devront là encore être les plus courtes possible.

L'idéal serait utiliser un adaptateur **BNC** à la place du câble coaxial. Pensez que l'amplificateur doit être relié à une alimentation de puissance adéquate, capable de fournir une tension comprise entre **12** et **15 V** avec un courant de sortie d'au moins **2-2,5 A**.

- ceci étant fait, reliez la sortie de la **sonde de charge** à un **multimètre** réglé sur la portée **50 Vcc** fond d'échelle.

Ce multimètre servira à déterminer la puissance de sortie, qui se calcule avec la formule :

$$P_{out} = (V_{dc})^2 : 100$$

où :

**P<sub>out</sub>** est la puissance en **W**  
**V<sub>dc</sub>** est la tension lue sur le multimètre

- maintenant, reliez la **BNC** d'**entrée** de l'**amplificateur EN1636** à la sortie de l'**exciteur EN1618** à travers un court morceau de câble coaxial. L'exciteur devra être à son tour alimenté et réglé sur la fréquence de travail.

- avec un petit tournevis, si possible en plastique, tournez très lentement l'axe du **condensateur ajustable C3** situé sur l'amplificateur **EN1636** jusqu'à ce que l'aiguille du **multimètre** ait atteint la valeur **maximale**.

**Note** : en tournant le **condensateur ajustable C3** vous obtiendrez une augmentation **très faible** de la tension en sortie.

- si maintenant vous tournez le **condensateur ajustable C13** situé sur l'amplificateur **EN1636**, vous verrez tout de suite que la tension monte vers des valeurs de l'ordre de **30-35 V**.

Plus haute sera la tension de sortie que vous obtiendrez et plus importante sera la puissance que vous pourrez prélever sur l'amplificateur. Pensez que durant le réglage, les résistances de sortie auront tendance à **surchauffer**. Dans ce cas, éteignez l'émetteur et attendez que la température revienne à une valeur normale avant de reprendre. Pendant cette phase, assurez-vous qu'aucune auto oscillation n'affecte l'amplificateur.

Quand vous **éteignez** l'**exciteur** (c'est-à-dire le générateur RF modulable en FM), la tension sur le multimètre doit redescendre à **zéro**.

## Comment construire ce montage ?

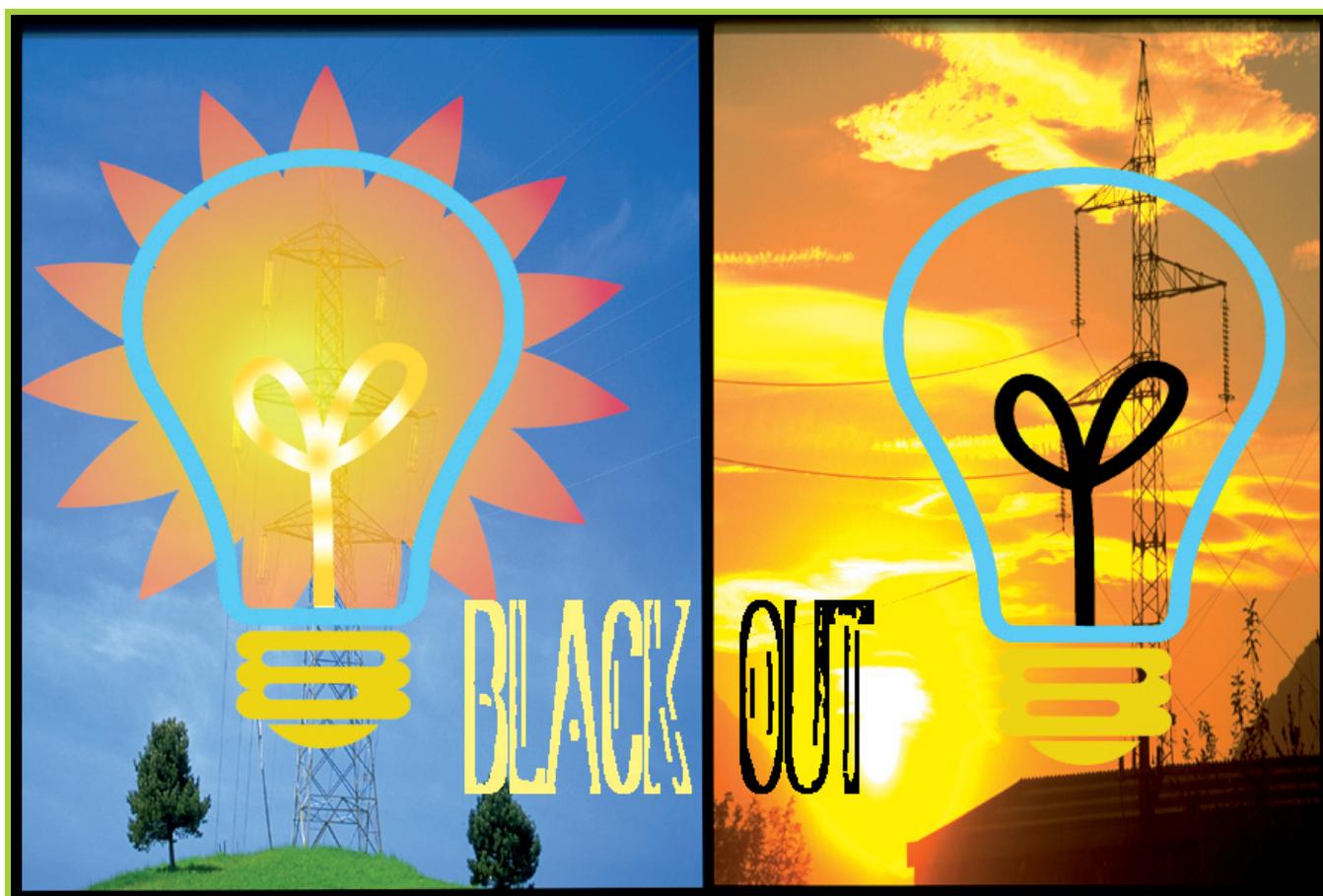
Tout le matériel nécessaire pour construire ce **doubleur de puissance RF EN1767-1768** est disponible chez certains de nos annonceurs.

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

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/115.zip> ◆

# Un automatisme pour faire face aux coupures de courant

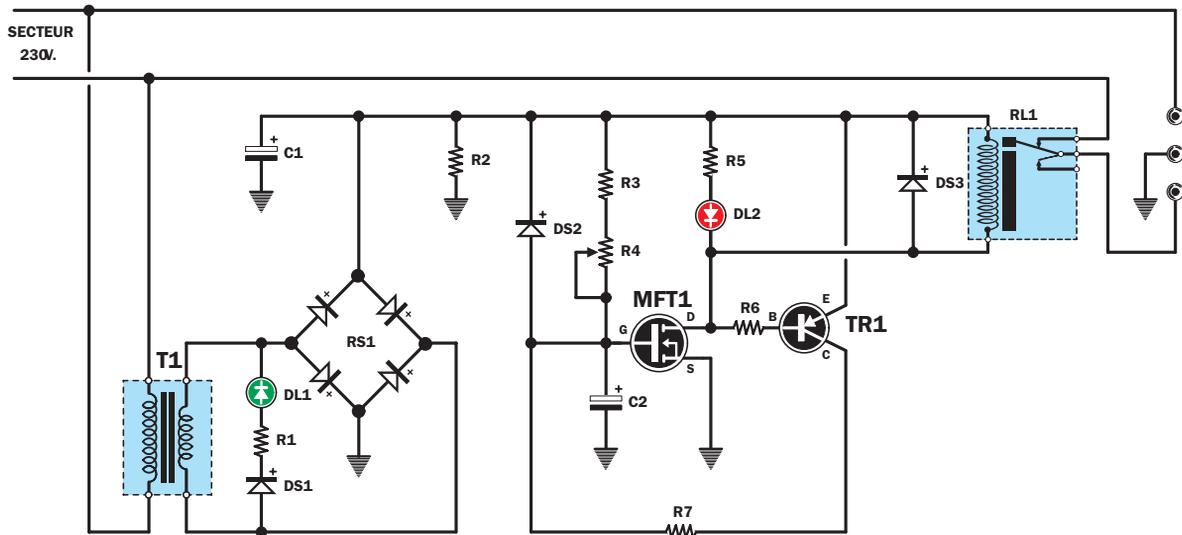
Après une coupure de courant, quand « la lumière revient » comme on disait, il arrive que le disjoncteur général « saute » à cause du pic d'intensité occasionné par tous les appareils se remettant à fonctionner en même temps ! Ce montage vous permet de rallumer automatiquement les appareils domestiques mais pas tous en même temps, afin d'éviter le désagrément du black-out à répétition.



**S**i au moment d'une coupure de courant nous sommes à la maison, s'il fait nuit nous nous précipitons pour prendre une lampe torche ou pour allumer des bougies et puis nous attendons plus ou moins patiemment qu'EDF rétablisse la « lumière ». Et c'est une chance d'être présent lorsqu'un tel événement (pas si rare !) se produit, parce que le congélateur, le réfrigérateur, l'aquarium, la centrale de repassage ou le sèche-cheveux, les (au moins) deux téléviseurs s'allument en même temps, et les plombs fondent !

Cela fait décidément beaucoup de puissance électrique pour une seule ligne, un seul abonnement et un seul disjoncteur d'arrivée !

Quand on pense qu'un usager « normal » souscrit un abonnement de 3 kW ... il a vraiment intérêt, s'il ne veut renoncer à ce que nous venons d'énumérer, à bien calculer comment ne pas se servir de tous les gros consommateurs en même temps. Il faut jongler, économie d'énergie oblige et économie tout court également car les abonnements plus puissants sont plus chers.



**Figure 1 : Schéma électrique de l'automatisme anti black-out EN1695. En agissant sur le trimmer R4, on peut régler les délais de retard à la mise sous tension des appareils domestiques auxquels le circuit est relié, entre un minimum de 5 s et un maximum de 50 s. La LED verte DL1 indique quand le circuit est alimenté et la LED rouge DL2 quand le relais est activé.**

### Liste des composants EN1695

R1.....1,2 k  
 R2.....4,7 k  
 R3.....100 k  
 R4.....1 M trimmer  
 R5.....2,2 k  
 R6.....3,3 k

R7.....10 k  
 C1.....1 000 µF électrolytique  
 C2.....100 µF électrolytique  
 DL1....LED verte  
 DL2....LED rouge  
 DS1....1N4150  
 DS2....1N4150

DS3....1N4150  
 RS1....pont redresseur 100 V 1 À  
 MFT1 .MOSFET NPN IRFZ44  
 TR1 ....PNP BC557  
 RL1.... 12 V 1 contact 5A/230VAC  
 T1 .....transformateur TN00.50  
 secondaire 9 V 50 mA

Note : toutes les résistances sont des 1/4 de W.

Après une coupure du secteur, quand enfin le courant revient et que tous les appareils à fonctionnement permanents ou semi permanents (l'aquarium, le congélateur, le frigo, le chauffe-eau électrique...) et ceux qui étaient activés (par exemple les téléviseurs, le sèche-cheveux...) vont se rallumer tous ensemble et produire ainsi un méga pic de consommation qui va faire «sauter» le disjoncteur (avec un peu de chance celui de la maison, sans chance celui qui est près du compteur au pied du poteau, parfois les deux).

Mais comment faire pour éviter cela ? Si nous sommes présents, on n'a qu'à éteindre les charges les moins importantes ou dont la consommation est la plus élevée. Mais si nous sommes absents quand la coupure de courant et son rétablissement ont lieu ou s'ils se produisent en pleine nuit quand nous sommes incapables de nous en apercevoir ?

### Notre réalisation

La solution, c'est notre **dispositif de retard** : un véritable «œuf de Colomb» qui rallume les appareils électriques domestiques l'un après l'autre (et non pas tous ensemble) à partir du moment où le courant revient après une coupure.

Notre automatisme retardateur (il en faudra un par appareil domestique à protéger, comme le montre la figure 5) provoque un **retard réglable** entre **5** et **50** secondes de la (re)mise sous tension de la charge à laquelle il est connecté.

Cela **empêche** que, tous les appareils domestiques étant **réalimentés tous en même temps**, le pic d'appel de

courant ne fasse sauter le disjoncteur et n'occasionne des cycles de coupure/réenclenchement à répétition. Voyons maintenant comment fonctionne notre automatisme anti black-out du point de vue électrique.

### Le schéma électrique

Pour suivre sans difficulté la description du fonctionnement de cet automatisme, référez-vous constamment au schéma électrique de la figure 1.

À la suite d'une coupure de courant, dès que la lumière revient, le circuit – lui aussi relié au secteur – reçoit son **alimentation continue** de l'ordre de **11 à 12 V non stabilisée** arrivant

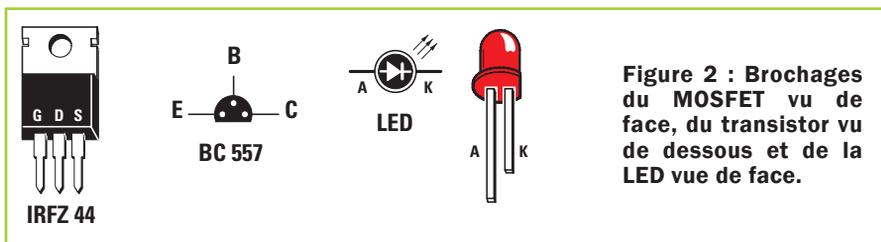


Figure 2 : Brochages du MOSFET vu de face, du transistor vu de dessous et de la LED vue de face.

du secondaire du transformateur **T1** à travers le pont redresseur **RS1** et avec le condensateur électrolytique de lissage **C1**.

Cette tension, à travers la résistance **R3** et le trimmer **R4**, charge le condensateur électrolytique **C2** qui développe à ses extrémités une tension «croissante» allant de **0 V** jusqu'à la valeur de l'alimentation. Le temps que cette tension à «allure exponentielle» met pour atteindre la valeur maximale est fonction du réglage du trimmer **R4**.

Cette même tension est appliquée également à la grille du MOSFET **MFT1**. Nous avons utilisé ce composant parce qu'il a une résistance d'entrée très élevée (presque infinie) et par conséquent, en ne prélevant aucun courant au condensateur **C2**, il ne modifie en aucune manière la tension à ses extrémités (un MOSFET est en effet un composant piloté en tension).

La LED **DL1** verte, directement alimentée par le secondaire du transformateur **T1**, signale en s'allumant que le circuit est alimenté par le secteur 230 V. La fonction de la LED **DL2** rouge, reliée au drain du MOSFET **MFT1** est, comme nous le verrons, d'indiquer en s'allumant que le relais est activé et donc que le temps de retard programmé par le réglage du trimmer **R4** est écoulé et que la charge est alimentée.

Nous avons choisi un relais à un contact supportant des charges jusqu'à **5 A** et donc il pourra couper et alimenter n'importe quelle charge d'une puissance n'excédant pas **1 kW**.

Quand la tension aux extrémités du condensateur **C2** atteint une valeur d'environ **4 V**, représentant la **valeur de seuil** de la tension de grille pour faire conduire le MOSFET **MFT1**, ses broches drain et source se comportent comme

un interrupteur fermé activant le relais **RL1** et allumant en même temps la LED de signalisation **DL2**. Bien sûr, en agissant sur le trimmer **R4**, il est possible de régler le délai de retard entre le retour du courant secteur et – quand la tension aux extrémités du condensateur **C2** atteint 4 V – le rallumage de l'appareil domestique.

En augmentant ce délai ou en le raccourcissant, on obtient la valeur de retard souhaitée.

Le transistor **TR1** a pour fonction d'obtenir une activation «plus décisive» du relais **RL1**. En effet, le MOSFET **MFT1** étant aussi un dispositif «linéaire», il a un comportement du type «résistance variable» pour un certain intervalle de la tension de polarisation de grille. Avant que le relais ne s'active définitivement, le transistor **TR1** «sent» l'augmentation du courant de drain du MOSFET **MFT1** qui précède l'activation du relais **RL1** et, en se mettant à conduire, il fait monter brusquement la tension aux extrémités du condensateur **C2** de 4 V à celle d'alimentation. Ainsi nous avons obtenu la disparition de toute incertitude au moment de l'activation.

La diode **DS3** a pour fonction de protéger le MOSFET **MFT1** des surtensions élevées qui se produisent quand le relais est désactivé (elles sont dues au phénomène inductif occasionné par l'enroulement du relais).

Les **temps de charge** du condensateur **C2** à travers la résistance **R3** et le trimmer **R4** sont liés à la «**constante de temps**» **RC** : c'est-à-dire le produit de la **capacité** par la **résistance** totale. Si on multiplie entre elles les valeurs de capacité exprimées en microfarad (**µF**) et de résistance exprimées en Mégohm (**M**), nous obtenons une valeur numérique exprimée en seconde (**s**), laquelle détermine le temps que met la tension

sur le condensateur pour atteindre 63% de la tension d'alimentation.

Pour nous ici les constantes de temps **minimale** et **maximale** en **seconde** sont :

$$\text{temps min en seconde} = R3 \times C2 \\ 0,1 \times 100 = 10 \text{ s}$$

$$\text{temps max en seconde} = \\ (R3 + R4) \times C2 = \\ (0,1 + 1) \times 100 = 110 \text{ s}$$

Prenons une tension d'alimentation de **11 V**, dans le premier cas après **10 s** la tension sur le condensateur aura une valeur égale à **63%** de **11 V** soit **6,93 V** ; dans le second cas nous retrouvons cette tension après **110 s**. Bien sûr, après les temps considérés la tension continue de grimper jusqu'à celle d'alimentation.

Dans notre circuit cependant la **tension de seuil** n'est pas égale à 63% de celle d'alimentation, mais plutôt à environ **4 V** : c'est pourquoi les temps raccourcissent par rapport à la constante de temps, parce que la tension aux extrémités du condensateur atteint 4 V avant par rapport à 6,93 V. Il en découle que les temps que l'on obtient avec notre trimmer sont compris entre (environ) **5** et **50 s**.

La diode **DS2** a pour rôle de décharger rapidement le condensateur **C2** en l'absence de la tension du secteur 230 V, de manière à permettre le lancement d'un nouveau cycle de charge quand le condensateur est complètement déchargé.

## La réalisation pratique

La figure 3a donne le schéma d'implantation des composants de l'automatisme anti black-out **EN1695** auquel vous référer pour la réalisation de cette platine : procurez-vous le circuit imprimé simple face **EN1695** ou réalisez-le à partir du dessin à l'échelle 1:1 de la figure 3b.

Tous les composants, y compris le petit transformateur d'alimentation, prennent place sur ce circuit imprimé : comme d'habitude, si vous vous le procurez

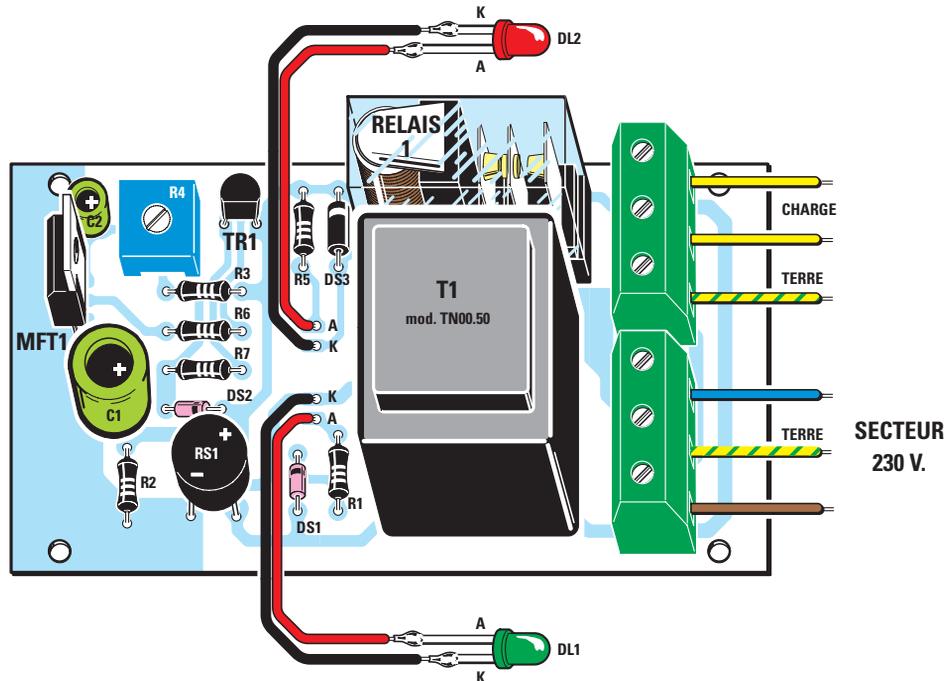


Figure 3a : Schéma d'implantation des composants de l'automatisme anti black-out EN1695. Les LED sont connectées seulement après les avoir montées sur le boîtier dans lequel vous installerez la platine.

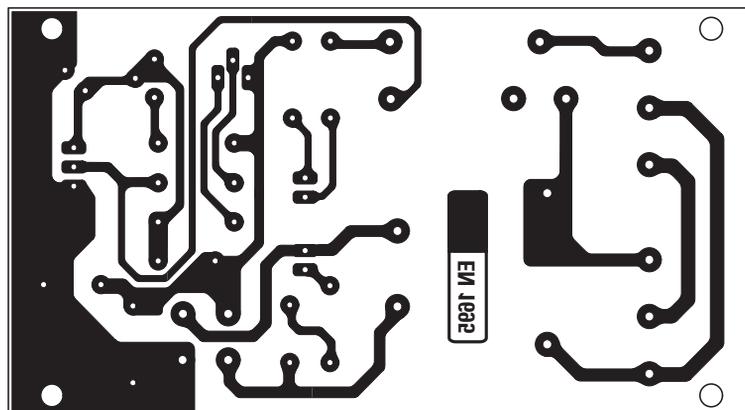


Figure 3b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de l'automatisme anti black-out EN1695.



Figure 4 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'automatisme anti black-out EN1695. La charge est à relier au bornier du haut et le cordon secteur à celui du bas.



**Figure 5 : Afin qu'après un black-out les charges soient alimentées l'une après l'autre, réglez les trimmers R4 de chaque circuit EN1695 pour des délais de retard différents à la mise sous tension. Chaque appareil ménager «puissant» (voir ceux représentés ici) doit être doté d'un circuit EN1695, à monter en série avec le cordon secteur de chacun.**

avec l'ensemble du matériel disponible, sa surface côté composants est sérigraphiée et le montage n'en sera que plus facile.

Pour réaliser la platine, commencez par les **résistances** en vérifiant bien pour chacune d'elles, avec la liste des composants, si vous avez bien inséré la bonne valeur pour cet emplacement. Bien sûr, n'oubliez pas de monter le trimmer **R4**.

Montez ensuite les deux **condensateurs électrolytiques** en respectant leur polarité : pour distinguer la patte positive de la patte négative, on a imprimé une série de signes - en correspondance de la patte **négative**.

Les **diodes au silicium** aussi sont polarisées. La bague blanche de **DS3 1N4007** (voir figure 3a) est à orienter vers le **haut** de la platine, alors que les bagues noires de **DS1** et **DS2 1N4150** sont à orienter vers le **haut (DS1)** et vers la **droite (DS2)**, comme le montre la figure 3a.

Insérez alors le **transistor PNP, méplat** orienté **vers le bas**. Quant au **MOSFET**, sa **semelle** métallique est à tourner **vers l'intérieur** de la platine. Ces deux derniers composants sont à souder

de manière à ce que la base de leurs boîtiers soit à une certaine distance de la surface du circuit imprimé, comme le montre la figure 3a.

Même remarque pour le **pont redresseur**, maintenez-le à une certaine hauteur par rapport à la surface, mais surtout orientez convenablement la patte + (dans le trou en haut à droite). Avant de monter le **transformateur** (vous ne pouvez le monter que dans le bon sens car ses broches sont disposées de manière dissymétriques), montez le **relais**.

En correspondance des points **A-K**, soudez deux picots auxquels vous relierez les deux **LED** et pour finir montez également les deux **borniers** à trois pôles auxquels vous connecterez la **charge** et le **cordon secteur**.

## L'installation dans le boîtier

Nous vous conseillons de protéger le circuit dans un boîtier plastique. Si vous n'en possédez pas un qui convient,

celui que l'on voit figure 6 est disponible auprès de certains de nos annonceurs. Vous n'aurez qu'à le percer.

Avant de mettre en place la platine, faites **deux trous** pour l'affleurement des **LED** et **deux autres** pour faire entrer le cordon **secteur** et sortir le câble allant alimenter la **charge**. Tenez bien compte de la disposition de l'automatisme auprès de l'appareil électrique domestique : peut-être est-il préférable, pour votre utilisation particulière, de faire les deux trous pour l'affleurement des LED directement sur le couvercle plutôt que sur un des côtés.

Une fois les deux supports de LED en place, fixez les LED à l'intérieur, puis reliez-les au circuit, sans confondre Anode et Cathode. Pour cela, prenez encore appui sur la figure 3a.

Au bornier qui se trouve en face du relais, reliez les fils du câble allant alimenter la charge. À l'autre bornier (celui qui est en face du transformateur), reliez le cordon secteur.

Terminez en fixant la platine au fond du boîtier plastique à l'aide de quatre vis autotaraudeuses et fermez le boîtier.

## Comment se servir de l'appareil

Tout d'abord vous devez vous demander combien d'appareils électriques domestiques alimentés en permanence par le secteur 230 V vous possédez. Supposons que vous en ayez quatre, vous devez vous procurer le matériel pour fabriquer quatre automatismes EN1695 (voir figure 5).

Chaque circuit est à régler, en actionnant le trimmer **R4**, pour un délai de retard différent. Par exemple, réglez-en un à 6 secondes, un autre à 8 secondes, un autre à 12 secondes et le dernier à 15 secondes.

Débranchez les appareils électriques domestiques de leur prise de courant et à chacun reliez un automatisme EN1695, que vous brancherez ensuite à la prise secteur 230 V. Ainsi, après une coupure de courant, vous serez sûrs que les charges s'alimenteront

l'une après l'autre et non pas toutes ensemble (plus de risque que le pic d'appel de courant ne fasse disjoncter l'installation électrique). Comme les composants sont surdimensionnés, vous pouvez laisser le circuit automatique de retard toujours branché.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet automatisme anti black-out EN1695 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/115.zip> ◆



Figure 6 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'automatisme anti black-out EN1695 montée dans son boîtier plastique spécifique.

## ÉMETTEUR 1,2 & 2,4 GHz



### EMETTEUR 1.2 & 2.4 GHz 20, 200 et 1000 mW

Alimentation : 13,6 VDC. 4 fréquences en 2,4 GHz : 2,4 - 2,427 - 2,454 - 2,481 GHz ou 8 fréquences en 1,2 GHz 20 mW : 1,112 - 1,139 - 1,193 - 1,220 - 1,247 - 1,264 - 1,300 GHz ou 4 fréquences en 1,2 GHz 1 W : 1,120 - 1,150 - 1,180 - 1,255 GHz. Sélection des fréquences : dip-switch. Stéréo : audio 1 et 2 (6,5 et 6,0 MHz). Livré sans alim ni antenne.

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

### VERSION 256 CANAUX

Ce petit kit se monte sur les émetteurs TX2.4G et TX1.2G et permet d'augmenter leur nombre de canaux à 256. Le pas est de 1 MHz et la sélection des canaux se fait par dip-switch. Fréquences de départ : 2,3 pour les versions TX2,4G et 1,2 pour les TX 1,2G Cette extension est vendue sans l'émetteur.

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

## RÉCEPTEUR 1,2 & 2,4 GHz



### RÉCEPTEUR 4 CANAUX 1,2 & 2,4 GHz

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

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

### VERSION 256 CANAUX

Ce petit kit se monte sur les récepteurs RX2.4G et RX1.2G et permet d'augmenter leur nombre de canaux à 256. Le pas est de 1 MHz et la sélection des canaux se fait par dip-switch. Fréquences de départ au choix : 2,3 pour les versions RX2,4G et 1,2 pour les RX 1,2G Cette extension est vendue sans l'émetteur.

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

## MODULES RX 2,4 GHz & MODULES TX 2,4 GHz



Module RX programmable en I2C-BUS entre 2 et 2,7 GHz ou 1.1 et 1.6 selon la version; alimentation 12 V.

RX24MOD.....	Module 2.4 G.....	30,00 €
--------------	-------------------	---------

Module TX d'environ 20 mW programmable en I2C-BUS entre 2 et 2,7 GHz ou 1.1 et 1.6 selon la version; alimentation 12 V.

TX24MOD.....	Module 2.4 G 20 mW.....	27,00 €
TX24MOD2.....	Module 2.4 G 200 mW.....	87,00 €



**COMELEC** CD 908 - 13720 BELCODENE Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95 [www.comelec.fr](http://www.comelec.fr)

Expéditions dans toute la France. Moins de 5 kg : Port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou carte bancaire. Bons administratifs acceptés. Le port est en supplément. De nombreux kits sont disponibles, envoyez votre adresse et cinq timbres, nous vous ferons parvenir notre catalogue général.

Photos non contractuelles. Prix exprimés en euro toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions. Promotion valable durant les mois de parution

Création COMELEC 03 / 2010

# Luminaire à LED en 230 V réglable par variateur

Nous vous présentons une alimentation à découpage permettant de piloter des LED avec la tension du secteur 230 V. Cette alimentation pourra en plus être reliée à des variateurs du commerce pour faire varier l'intensité lumineuse des LED.



La transformation opérée par l'évolution technologique dans le monde de l'éclairage est désormais éclatante pour tout le monde et on ne sait pas encore si à l'avenir nos maisons seront éclairées avec des LED ou au néon à basse consommation ou bien aux halogènes spéciaux à basse consommation ... peut-être cet éclairage sera-t-il entièrement fait de panneaux en technologie OLED. Une chose est de toute façon certaine, c'est dans le secteur des **LED** que l'évolution technologique semble pour le moment donner le plus de résultats ! Nous pouvons donc raisonnablement supposer que dans les prochaines années ce type d'éclairage dominera, peut-être en association avec d'autres types de sources lumineuses.

Nous avons déjà traité en profondeur le sujet de l'alimentation des LED dans l'article «**Des LED comme éclairage : une nouvelle étape**» publié dans le **numéro précédent (114)** de votre revue **ELM**. Nous y avons présenté un système d'éclairage en ligne de LED ou à spots, avec contrôle à distance par télécommande TV. Le circuit est alimenté directement en **230 V** ou bien par batterie **12 V** : il peut être utilisé comme éclairage de secours ou en camping-car.

Aujourd'hui nous abordons le thème : comment **piloter des LED** directement par le secteur sans avoir à utiliser un transformateur ou des composants gigantesques.

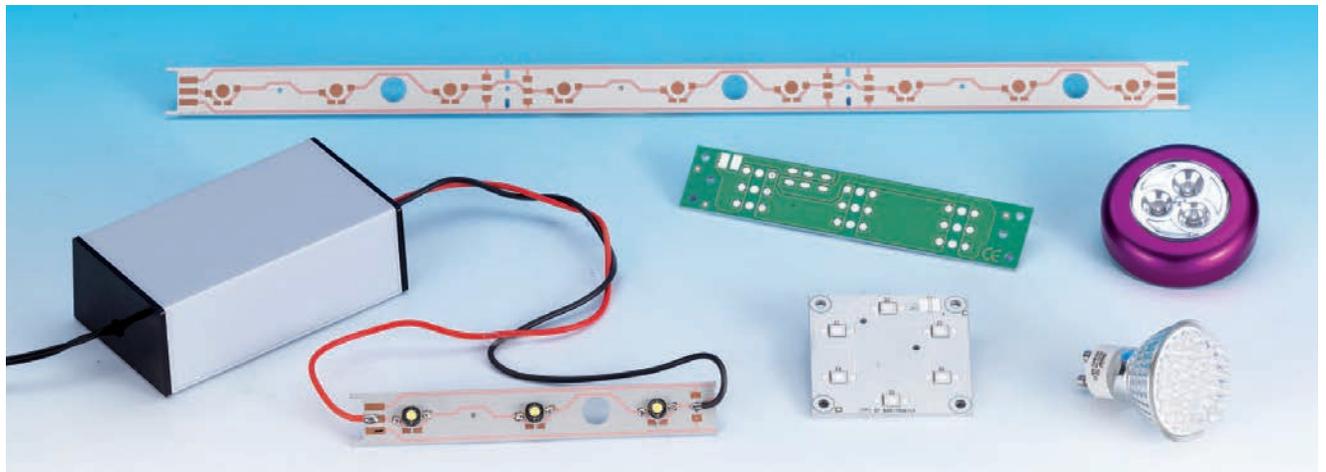


Figure 1 : Sur cette photo vous pouvez voir l'alimentation EN1769 montée et les trois types de circuits imprimés en aluminium avec les supports des LED. Vous pourrez les obtenir auprès de nos annonceurs pour réaliser différentes applications.

Nous avons utilisé le circuit intégré **SSL2101** : c'est une alimentation pilotant jusqu'à quatre LED de **1 W** directement par le secteur.

Ce circuit intégré peut être utilisé aussi pour contrôler la puissance lumineuse des LED en combinaison avec un **variateur** externe du commerce.

## Le circuit intégré SSL2101

Le **SSL2101** est un contrôleur produit par la société **NXP** pour les alimentations à découpage **Flyback**, composant spécifique pour alimenter des LED de puissance. Il utilise un contrôleur de fréquence pour faire varier la luminosité de la LED.

## Description des broches

### Broche 1 - 2 - 10 :

- **SBLEED**, **WBLEED** et **ISENSE** sont les broches qui contrôlent la **luminosité** des LED, même avec un variateur du commerce (ceux utilisés pour le réglage des ampoules normales à filament).

### Broche 3 :

- **Vcc** alimentation de **8,5 à 40 V**.

### Broche 6 :

- **BRIGHTNESS** contrôle la luminosité en modifiant la fréquence de l'oscillateur. Une fréquence faible réduit la luminosité et vice versa. Cette fréquence est définie par les valeurs **R** et **C** aux broches **8** et **7**.

### Broche 7 - 8 :

- **RC2** et **RC** définissent la fréquence de contrôle de la luminosité.

### Broche 9 :

- **PWMLIMIT** la tension sur cette broche modifie le rapport cyclique pour le réglage des tensions internes.

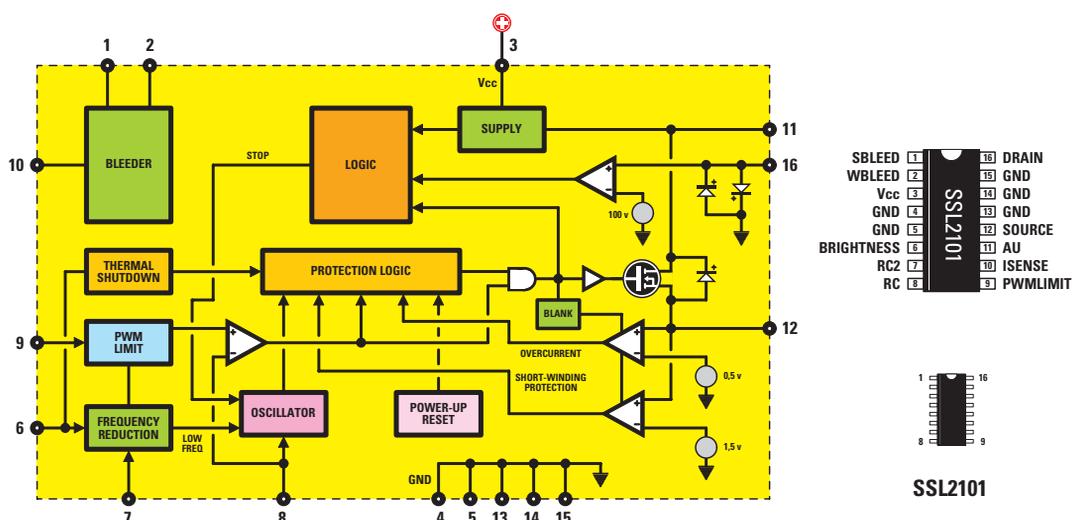


Figure 2 : A gauche, schéma synoptique interne du circuit intégré monté en CMS SSL2101 et, à droite, brochage du composant vu de dessus et repère-détrompeur en U vers le haut.

## Broche 11 :

- **AUX** entrée pour le contrôle de la tension dans l'enroulement auxiliaire (primaire **T1**).

## Broche 16 - 12 :

- **DRAIN** et **SOURCE** d'un MOSFET de puissance interne à la puce. Sert pour piloter directement **1** ou **2** LED ou bien pour fournir la puissance au primaire du transformateur d'impulsions, comme dans notre application.

## Broche 4 - 5 - 13 - 14 - 15 :

- Masse du circuit.

## Le schéma électrique

Le schéma électrique de ce circuit est donné figure 3. Comme vous pouvez le voir, la tension du secteur est redressée

par le pont **RS1** et lissée par le condensateur **C6**, la self **Z1** et le condensateur **C7** ont pour fonction de filtrer les éventuelles perturbations venant de l'oscillateur pour s'acheminer vers le secteur. La tension continue ainsi obtenue – de valeur égale à la valeur de crête de la tension du secteur, soit environ **330 V** – est appliquée sur le primaire (**broches 2-3**) du transformateur en ferrite **T1** à travers la patte «**drain**» (voir broche **16**) du MOSFET interne du circuit intégré

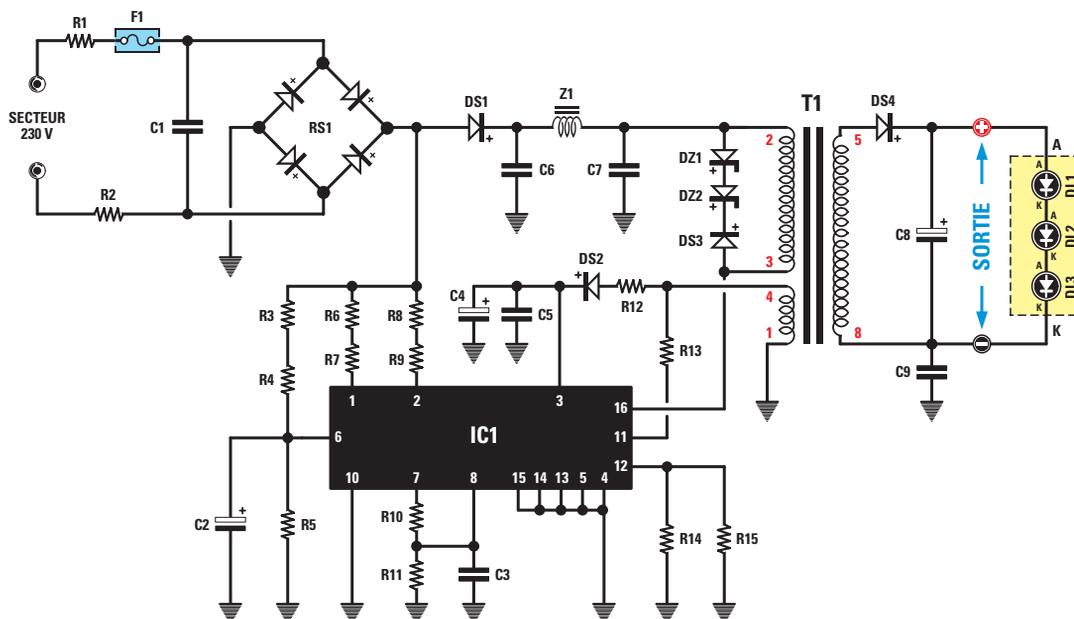


Figure 3 : Schéma électrique de l'alimentation 230 V réglable par variateur EN1769.

### Liste des composants EN1769

R1 ..... 47  
R2 ..... 47  
R3 ..... 470 k  
R4 ..... 1 M  
R5 ..... 15 k  
R6 ..... 2,2 k  
R7 ..... 2,2 k  
R8 ..... 220 k  
R9 ..... 100 k  
R10 ... 2,7 k  
R11 ... 100 k

R12 .. 10  
R13 .. 100 k  
R14 .. 6,8  
R15 .. 6,8  
C1 ..... 10 nF 630 V polyester  
C2 ..... 1 µF électrolytique  
C3 ..... 330 pF céramique  
C4 ..... 4,7 µF électrolytique  
C5 ..... 100 nF polyester  
C6 ..... 1 µF 630 V polyester  
C7 ..... 150 nF 400 V polyester  
C8 ..... 220 µF électrolytique  
C9 ..... 1 000 pF 3.000 V céramique  
Z1 ..... 2,2 mH

RS1 .. pont redresseur 1 000 V 1,5 A  
DS1 .. BYV36  
DS2 .. BYW100  
DS3 .. BYV36  
DS4 .. BYW100  
DZ1 .. zener 100 V 1 W  
DZ2 .. zener 100 V 1 W  
IC1 ..... CMS SSL2101  
DL1 ... LED de 1 W (=DL4.1)  
DL2 ... LED de 1 W (=DL4.1)  
DL3 ... LED de 1 W (=DL4.1)  
F1 ..... fusible auto réarmable  
145 mA  
T1 ..... transfo TM1769



LED

Figure 4 : À côté, vues de dessus et de dessous du brochage de la LED de 1 W CMS (code =DL4.1). Ayez soin de bien identifier les broches A et K caractérisées par des profils de découpes différents.

Figure 5 : Photo d'un des prototypes de la platine insérée à l'intérieur du boîtier.



SECTEUR 230 V.

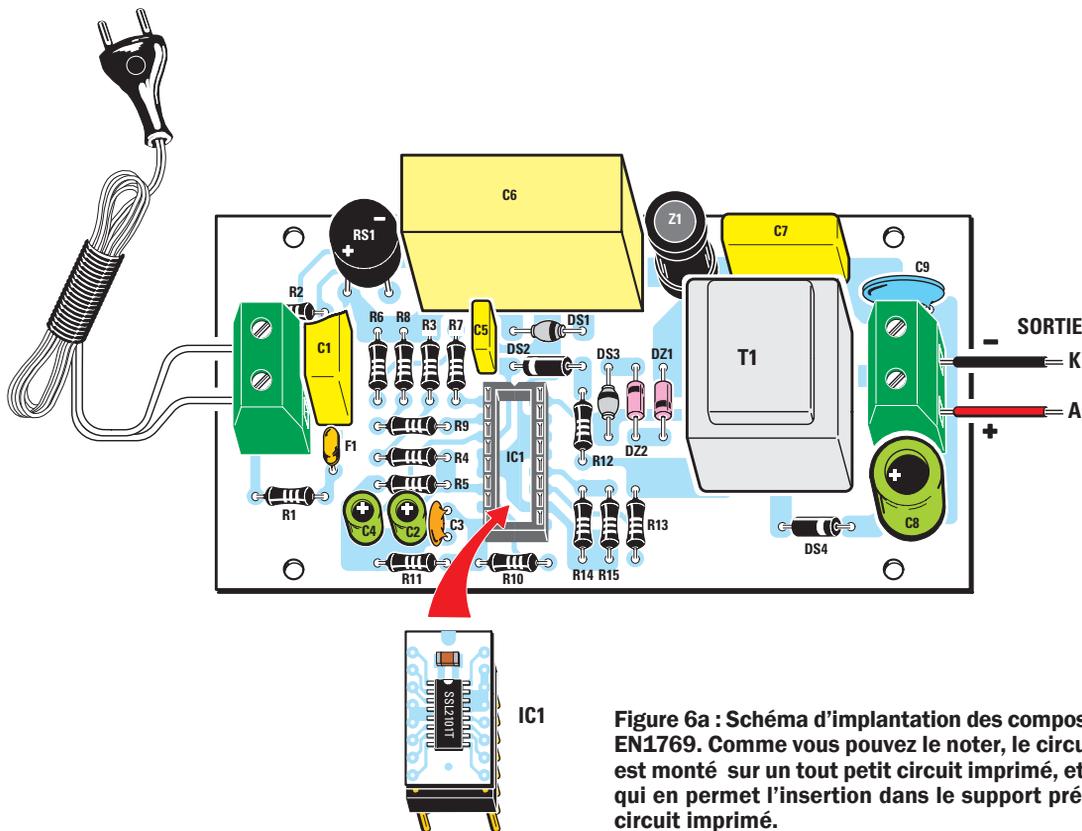


Figure 6a : Schéma d'implantation des composants de l'alimentation EN1769. Comme vous pouvez le noter, le circuit intégré IC1 en CMS est monté sur un tout petit circuit imprimé, et doté d'un connecteur qui en permet l'insertion dans le support précédemment soudé au circuit imprimé.

**SSL2101** lequel, convenablement piloté, pourra régler la puissance de sortie.

**Attention** : le circuit étant alimenté directement par le secteur, en raison des tensions élevées, nous vous recommandons d'éviter de manière absolue de toucher une quelconque partie du circuit, quand celui-ci est alimenté par le secteur.

Les deux diodes zener de **100 V** chacune (**DZ1-DZ2**), préservent le MOSFET interne du circuit intégré des tensions

élevées se développant quand il passe de la phase de conduction à celle d'ouverture.

L'alimentation du circuit intégré **IC1** se fait en régime, à travers la tension qui se forme par induction sur l'enroulement secondaire auxiliaire **1-4** : cette tension est engendrée par le fonctionnement de l'enroulement primaire correspondant aux broches **2-3** du transformateur.

L'oscillateur interne et les diverses logiques de contrôle modifient la fréquence

des signaux de commande de la **grille** du MOSFET interne, ce qui fait passer plus ou moins de courant à travers le **drain** et (voir schéma synoptique) la **source** qui est mise à la masse.

Le réseau constitué par les résistances **R3** à **R9** sert à déterminer les seuils de courant permettant d'utiliser les variateurs externes.

C'est dans ce contexte que l'on détermine le passage par **zéro** pour fournir au **triac** du variateur du commerce le

Figure 6b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'alimentation EN1769, côté soudures.

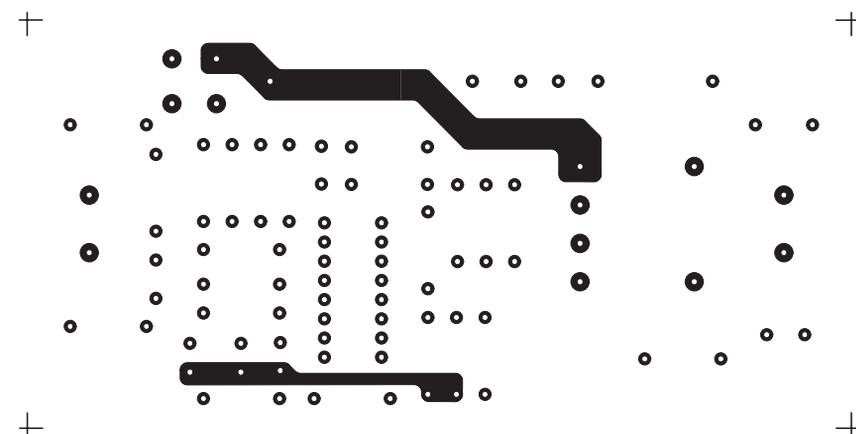
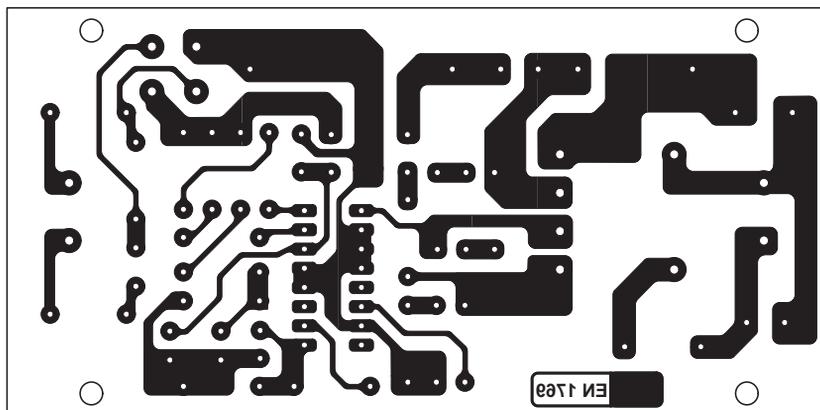
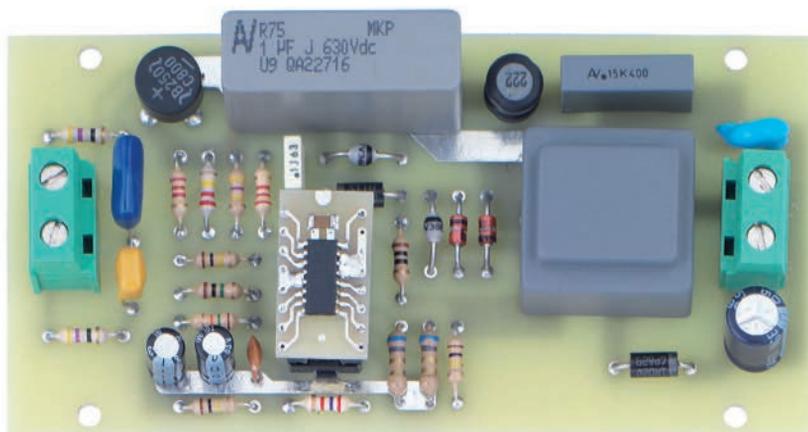


Figure 6b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'alimentation EN1769, côté composants.

Figure 7 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'alimentation EN1769.



courant de **seuil** suffisant pour piloter les LED, comme s'il s'agissait d'une ampoule normale et dans les temps prévus.

Le dimensionnement du réseau formé par **R10-R11** et **C3** détermine la fréquence de travail pour piloter la **grille** du MOSFET interne qui alimente le primaire du transformateur. Nous avons dimensionné le secondaire du transformateur de manière à pouvoir piloter un nombre de **3-4** LED montées en série.

La tension variable sur le secondaire du transformateur est redressée par la diode rapide **DS4** et lissée par **C8**.

Comme vous pouvez le voir, la puce **SSL2101** est en version **CMS** uniquement, mais afin de vous mettre à l'aise, nous l'avons transformée pratiquement en un **boîtier dual en ligne (DIL)** : vous pourrez ainsi l'utiliser comme un circuit intégré normal traversant.

Si vous rencontriez un problème ou une panne, vous n'auriez pas à remplacer

un composant CMS, opération toujours assez problématique !

Vous êtes nombreux à nous demander des conseils pour travailler en CMS dans votre laboratoire domestique.

Étant donné que pour souder les CMS vous devriez recourir à de coûteuses centrales de soudure et à des composants qui ont une durée de péremption (la pâte à souder doit être conservée au frigo), nous vous déconseillons de tenter d'accéder à cette technologie.

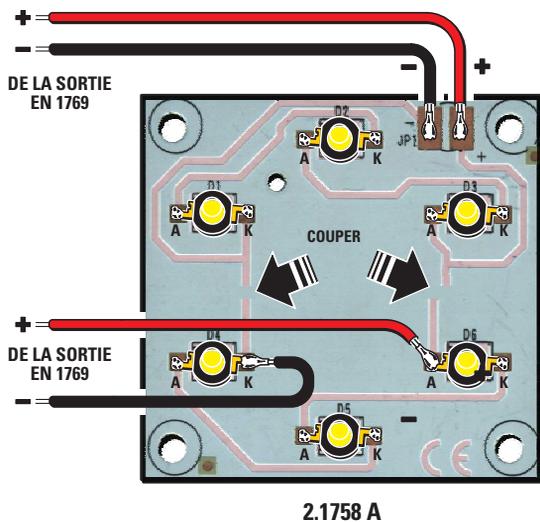


Figure 8 : Nous avons représenté ici les trois circuits imprimés servant de support aux LED que vous pourrez vous procurer pour réaliser vos applications d'éclairage. En haut, le support carré pour six LED, au dessous, le support de 36 cm de longueur pour trois groupes de trois LED (on n'a figuré qu'un seul des trois secteurs) et le support de 15 cm pour trois LED.

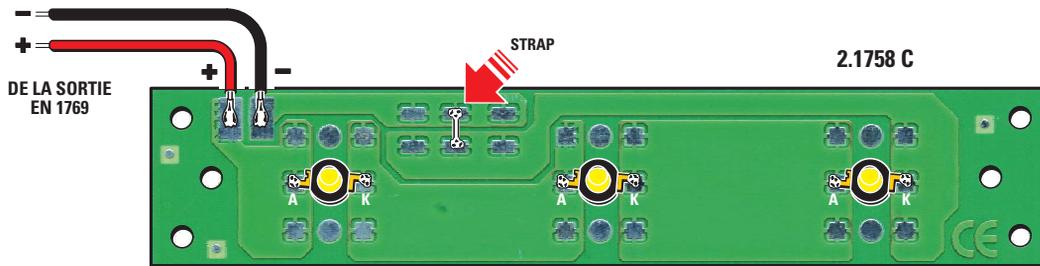
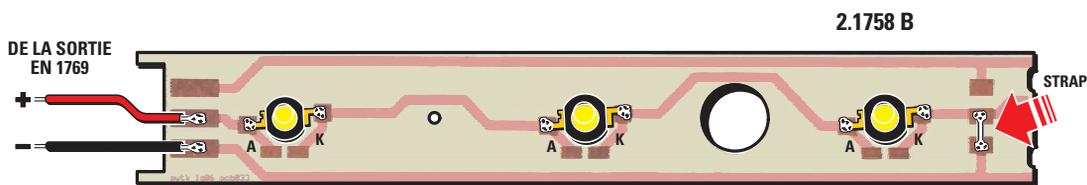


Figure 9 : Chaque groupe de trois LED peut être alimenté en reliant notre EN1769 aux fils +/- présents sur le circuit imprimé du support de LED choisi (voir Figure 8). Comme nous l'avons illustré dans ce dessin, chaque alimentation peut être pilotée par un variateur pour ampoules normales à incandescence, pour contrôler la luminosité ou par un interrupteur du secteur pour activer la fonction on/off.

Nous préférons vous aider à contourner l'obstacle (comme ici) afin que l'électronique reste pour vous un véritable divertissement.

N'hésitez pas à contacter les annonceurs présents dans la revue afin de vous procurer le circuit **SSL2101** déjà soudé sur son support au format DIL. Il suffit alors de l'insérer sur la platine.

## La réalisation pratique

Vous pouvez commencer la réalisation pratique de cette alimentation en vous référant au dessin de la figure 6a. Procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés **EN1769** ou réalisez-le

à partir des dessins à l'échelle 1:1 des figures 6b-1 et 2.

Une fois en possession du circuit imprimé, commencez à monter le **support** du circuit intégré **IC1** (monté sur une toute petite platine, ce qui en fait un composant traversant) et, après en avoir soudé avec soin toutes les **16** broches, insérez les **résistances**, en lisant

bien pour chacune sa valeur ohmique à l'aide des bagues de couleur.

Insérez ensuite les condensateurs **céramiques**, les **polyesters** et les **électrolytiques**. À propos de ces derniers, faites bien attention à la **polarité**, en vous souvenant que la patte la plus longue indique le pôle positif (à positionner comme le montre la figure 6a).

Montez ensuite les diodes **DS1-DS2-DS3-DS4** en orientant leurs bagues-repères comme le montre la figure 6 et les deux diodes zener **DZ1** et **DZ2** en orientant les leur respectivement vers le haut et vers le bas (voir figure 6). Vous pouvez maintenant souder le petit fusible **F1** placé sous le condensateur polyester **C1** et, en haut du circuit imprimé, le pont redresseur **RS1** et la self **Z1** de **2,2 mH** entre les condensateurs **C6** et **C7**.

Insérez ensuite le transformateur **T1** dans l'espace qui lui est réservé sur le circuit imprimé (voir figure 6a). Prenez maintenant dans le matériel disponible le circuit intégré **CMS SSL2101** lequel, comme vous pouvez le voir sur le dessin de la figure 6, est prémonté sur un tout petit circuit imprimé doté d'un connecteur qui en permet l'insertion dans le support précédemment soudé au circuit imprimé.

Arrivé à ce point, il ne vous reste qu'à souder, à gauche, le bornier servant à la liaison au secteur **230 V** et, à droite, celui pour la liaison externe au circuit imprimé du support des LED choisi (voir la figure 6).

Comme vous pouvez le voir en figure 5, nous avons adapté notre **alimentation à découpage** pour **LED** aux dimensions d'un boîtier standard pour tube au néon. La dernière opération à faire consiste à trouver sur ce dernier les deux trous pour la sortie des fils de liaison au secteur et aux LED.

## Comment l'utiliser

---

---

Vous pourrez utiliser notre montage pour rénover votre système d'éclairage vétuste à haute dépense énergétique.

Nous avons prévu différentes possibilités d'utilisation : nous vous proposons **trois** types de circuits imprimés spéciaux en aluminium, de trois formes différentes supportant la présence minimale de trois LED de **1 W** :

- un circuit imprimé de **36 cm** de longueur formé de **trois modules** (voir figure 8 en haut) que l'on peut fractionner de manière à trouver trois supports, chacun pour **trois LED** de **12 cm** de longueur ;

- un circuit imprimé carré qui simule la forme des spots (voir figure 8 au centre) et qui peut supporter jusqu'à six LED. Mais vous devez toujours en utiliser trois pour chaque alimentation.

- un circuit imprimé de forme rectangulaire de **15 cm** de longueur (voir figure 8 en bas), où vous pouvez insérer trois LED (souvenez-vous que chaque circuit de pilotage supporte trois LED de **1 W**, ce qui équivaut à une ampoule d'environ **25-30 W**).

Nous vous proposons un exemple d'utilisation du circuit imprimé **carré** avec six LED. Vous devez utiliser **deux alimentations**, une pour trois LED et une autre pour les trois autres LED.

Pour utiliser pleinement ce circuit imprimé, vous devez y faire une petite modification : couper deux pistes pour isoler les deux groupes de trois LED et souder les fils **rouge** et **noir** allant à la seconde alimentation (voir la figure 8 au centre).

Procurez-vous ensuite deux **variateurs** du commerce et montez-les en série avec chacune des deux alimentations, de manière à obtenir une ampoule de **60 W** virtuels au total, que vous pourrez gérer pour obtenir la luminosité désirée.

En effet, en réglant les deux **variateurs**, vous aurez une ampoule s'adaptant à chaque occasion : en effet, elle est capable de produire une lumière douce ambiante ou bien une lumière très intense.

À la place du **variateur** vous pouvez utiliser un interrupteur pour le secteur 230 V (voir la figure 9).

La même chose peut être réalisée avec les autres circuits imprimés que vous adapterez aux différentes formes d'ampoules en votre possession.

Avec trois alimentations vous pouvez utiliser le circuit imprimé de **36 cm** de longueur pour allumer les **trois groupes de trois LED** en séquence le long d'une ligne droite au lieu d'un système type spot.

Avec le circuit imprimé de **15 cm** de longueur vous pouvez utiliser trois LED.

Ce dernier circuit imprimé est conseillé pour les camping-cars ou pour réaliser des lampes ayant une forme rectangulaire comme pour les anciens halogènes.

**Note** : le circuit imprimé de 15 cm peut être utilisé aussi avec la lampe **EN1758** publiée dans le **numéro 114** d'**ELM** (pages 37 et suivantes) pour piloter jusqu'à six LED.

Si le boîtier du plafonnier ou de la lampe est en matériau isolant, installez le circuit à l'intérieur en utilisant pour la fixation du silicone ou des boulons (il existe en nylon). Si au contraire vous voulez placer le circuit, par exemple, sur une étagère de la cuisine pour éclairer la plaque de cuisson se trouvant au dessous : dans ce cas, ne pouvant recourir à une protection externe du circuit, vous pourrez utiliser le boîtier que nous proposons.

## Comment construire ce montage ?

---

---

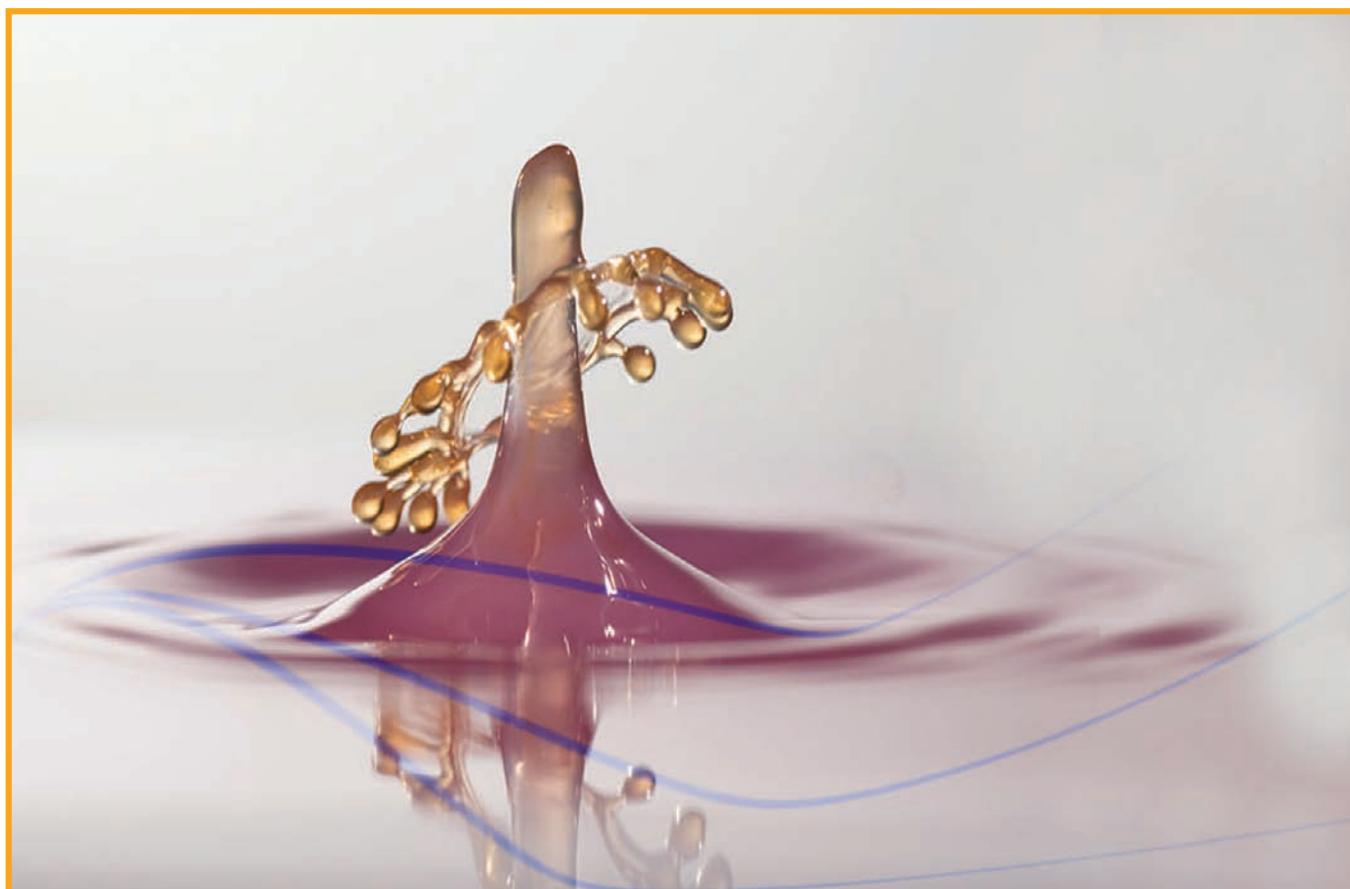
Tout le matériel nécessaire pour construire ce luminaire à LED réglable par variateur EN1769 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

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/115.zip> ◆

# Stroboscope à LED de puissance

Si l'on remplace l'encombrante et fragile lampe au xénon et son transformateur d'amorçage par une LED de puissance, on réalise cet intéressant stroboscope semi-professionnel.



L'utilisation des **LED** s'étend désormais aux domaines d'application les plus variés, de l'éclairage domestique aux feux de position des voitures en passant par le rétro éclairage des nouveaux téléviseurs et les ampoules bactéricides à **UVC** pour désinfecter l'eau ou les instruments chirurgicaux, etc.

C'est toutefois la disponibilité des LED à haute luminosité (c'est-à-dire de forte puissance et à haut rendement) qui a rendu possible la réalisation de ce **stroboscope** lequel, c'est bien connu, est un instrument permettant d'observer et d'étudier un objet «en mouvement», mouvement qui peut être rotatif ou oscillant, comme s'il était au repos, ainsi que d'en mesurer la vitesse.

Jusqu'à ces derniers temps cette fonction était obtenue en recourant à un tube au xénon (en forme barre, de U ou de boucle, avec ou sans pointe), comme ceux que l'on trouve dans les flashes des appareils photo. Pour leur allumage il fallait cependant une alimentation à haute tension et en plus leur durée de vie était limitée : tout cela occasionnait des coûts élevés.

Les LED de puissance se caractérisent par une grande vitesse d'allumage/extinction, par la possibilité de les alimenter en basse tension et – cerise sur le gâteau – elles ont une durée de vie supérieure à n'importe quel type d'ampoule. Elles se sont donc imposées tout de suite comme les composants les plus adaptés à ce type d'application.

Les **applications pratiques** du stroboscope sont multiples et nous n'en indiquerons que quelques unes. En mécanique cet instrument est utilisé pour effectuer des **tests de vérification** sur divers dispositifs.

Par exemple, pour évaluer la vitesse de rotation d'un ventilateur de refroidissement d'une CPU. Dans ce cas il faut orienter l'ampoule vers le ventilateur et faire varier lentement la fréquence des éclairs jusqu'à la voir arrêtée. En connaissant la fréquence des éclairs, il est possible de trouver la vitesse de rotation en tour par minute, en multipliant la valeur de la fréquence par 60.

Le stroboscope est utilisé également en **Hi-Fi** pour effectuer le contrôle et la mesure du nombre de tours des tables de lecture pour disques vinyles, lesquels ont assez récemment fait leur «come back» (retour) chez les jeunes et les audiophiles «branchés».

Dans ce cas le stroboscope sert à régler la vitesse du plateau exactement à 33 tours  $\frac{1}{4}$  : une vitesse précise est en effet nécessaire car elle modifie le «pitch» (le pas) d'écoute.

En outre, le stroboscope peut être utilisé à la place de la source lumineuse d'un microscope pour figer n'importe quel mouvement de bactéries ou de mycètes immergés dans un bouillon de culture ou encore simplement pour analyser



facilement les formes bactériennes présentes dans un échantillon.

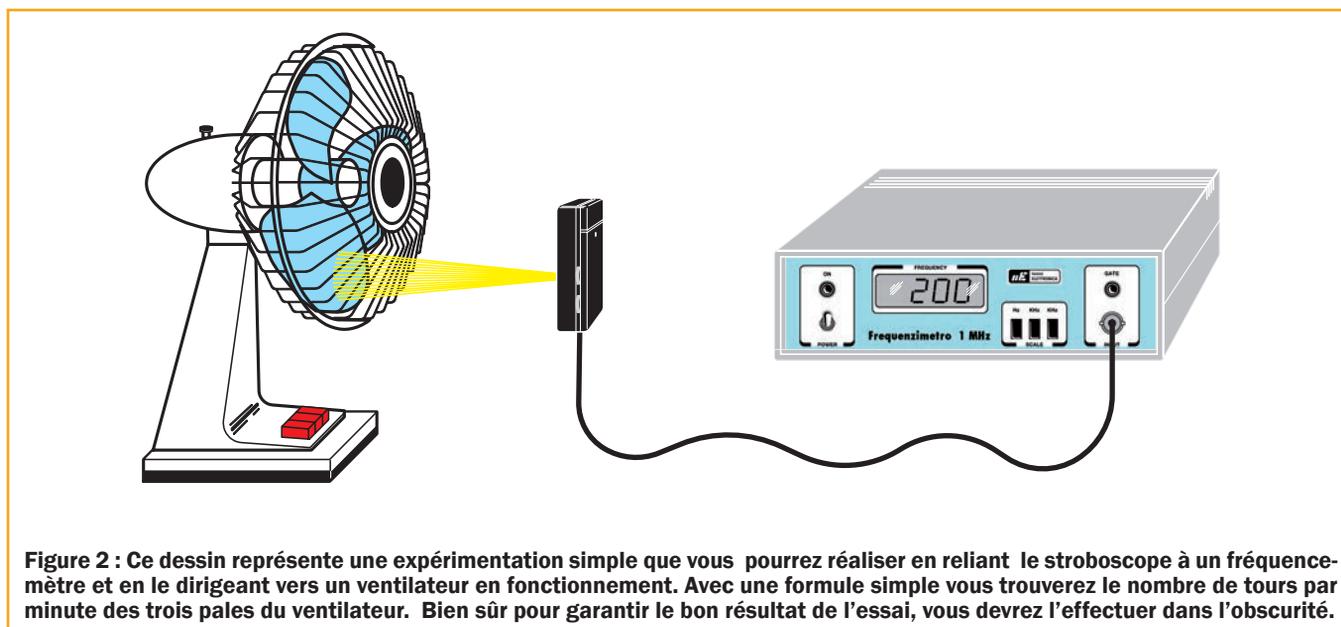
Naturellement le stroboscope a aussi une application pratique dans le domaine de la photo où il permet d'obtenir différentes images d'un objet en mouvement de manière à pouvoir en déterminer la position instantanée exacte (chronophotographie). L'exemple classique est celui d'une goutte d'eau photographiée pendant les phases de sa chute dans un verre.

Et ce n'est pas tout, l'utilisation de stroboscopes de grande puissance permet de créer des effets visuels dans les discothèques.

Mais prenons maintenant en considération une expérimentation que vous pourrez réaliser avec le stroboscope que vous allez monter. Appliquez ses éclairs à une roue ou à une hélice et vous pourrez savoir le nombre de tours qu'ils effectuent par minute en utilisant la formule suivante :

$$\text{RPM (Rotation Par Minute)} = (60 \times \text{Hz}) : \text{nombre de rayons ou de pales}$$

**Exemple :** si vous mesurez à la sortie de votre stroboscope une fréquence de **200 Hz** et disposez par exemple d'un ventilateur à **3** pales (voir figure 2), en appliquant la formule vous obtiendrez le nombre de tours par minute de l'hélice :



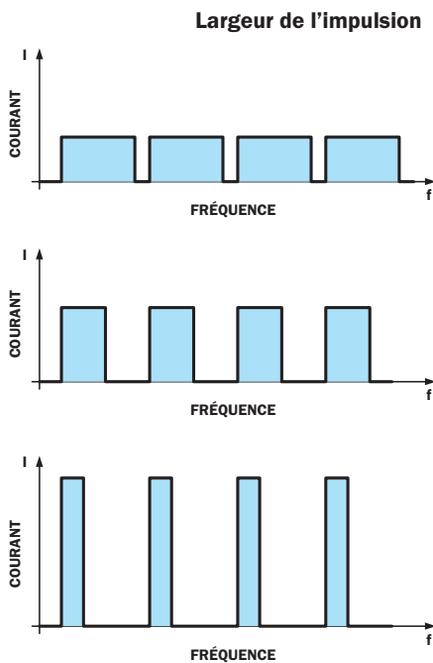


Figure 4 : Vues frontale et arrière du brochage de la LED de 1 W pour CMS (code = DL4.1). Vous voyez que les broches A et K sont identifiables grâce à leurs profils de découpe différents.

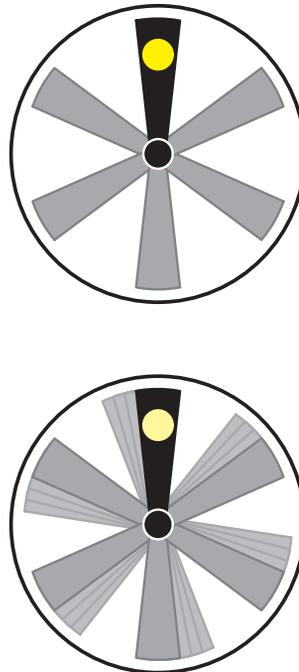


Figure 3 : Comme vous pouvez le déduire des trois graphes de gauche, le courant de la LED augmente si la largeur de l'impulsion diminue et vice versa et cela afin de compenser la perte normale de luminosité au fur et à mesure que l'impulsion devient plus étroite. La variation de la largeur de l'impulsion est nécessaire pour éliminer le fastidieux effet de «sillage» montré par l'image de droite, parce que l'objet à observer est illuminé seulement pendant un temps très bref.



(60 x 200) : 3 = 4 000 RPM (tours par minute)

N'oubliez pas que tout objet en mouvement a une fréquence à laquelle notre œil le voit immobile sous l'effet de la **persistance** de l'image sur la rétine.

**Note** : si vous voulez approfondir cette question, nous vous renvoyons à l'article **Mesureur de persistance rétinienne EN1764** que nous avons publié dans le numéro **114** d'ELM.

## Le schéma électrique

Pour produire les impulsions à fréquence variable qui serviront à piloter la LED à haute luminosité, nous avons utilisé le classique circuit intégré **NE555** (voir **IC1** figure 5).

Ce circuit intégré, conjointement avec un transistor **PNP** (voir **TR1**) nous servira

à obtenir, aux bornes du condensateur **C3**, une tension en **dents de scie** à fréquence variable entre **30 Hz** et **300 Hz** environ (variation obtenue en agissant sur le potentiomètre **R11**). L'amplitude constante de cette onde est comprise entre **+1,5 V** et **+3 V** environ.

Afin d'éviter que la réduction de la tension de la batterie, due au processus normal de décharge, ne modifie la fréquence produite, nous avons polarisé la broche **5** du circuit intégré **NE555** avec la tension constante de **3,3 V** produite grâce à la diode zener **DZ1**. Ainsi, même si la tension de la batterie se réduit à **8/7 V**, la fréquence produite restera presque constante.

Au moyen du pont diviseur de tension constitué par les résistances **R2**, **R4** et le potentiomètre **R3**, nous obtenons deux fonctions :

- la **variation** de la largeur de l'impulsion lumineuse qui dans un circuit stroboscopique est d'une importance vitale ;

- la **compensation** de la variation de luminosité de la LED quand le potentiomètre est réglé pour une impulsion très brève.

En effet, étant donné que la valeur moyenne du courant qui passe dans la diode est proportionnel au rapport cyclique de l'onde carrée pilotant la LED, sans aucune compensation nous obtiendrions la luminosité maximale quand la largeur de l'impulsion est maximale et la luminosité minimale quand la largeur est réglée à la valeur minimale.

Dans ce dernier cas, si l'on réduit sensiblement la valeur moyenne du courant dans la LED, nous la voyons faiblement allumée et le faisceau de lumière produit risque d'être insuffisant pour notre utilisation.

Au moyen du potentiomètre **R3**, nous pouvons modifier la tension sur l'entrée non inverseuse de l'opérationnel **IC2/B** monté en comparateur de tension pour obtenir la variation du rapport cyclique.

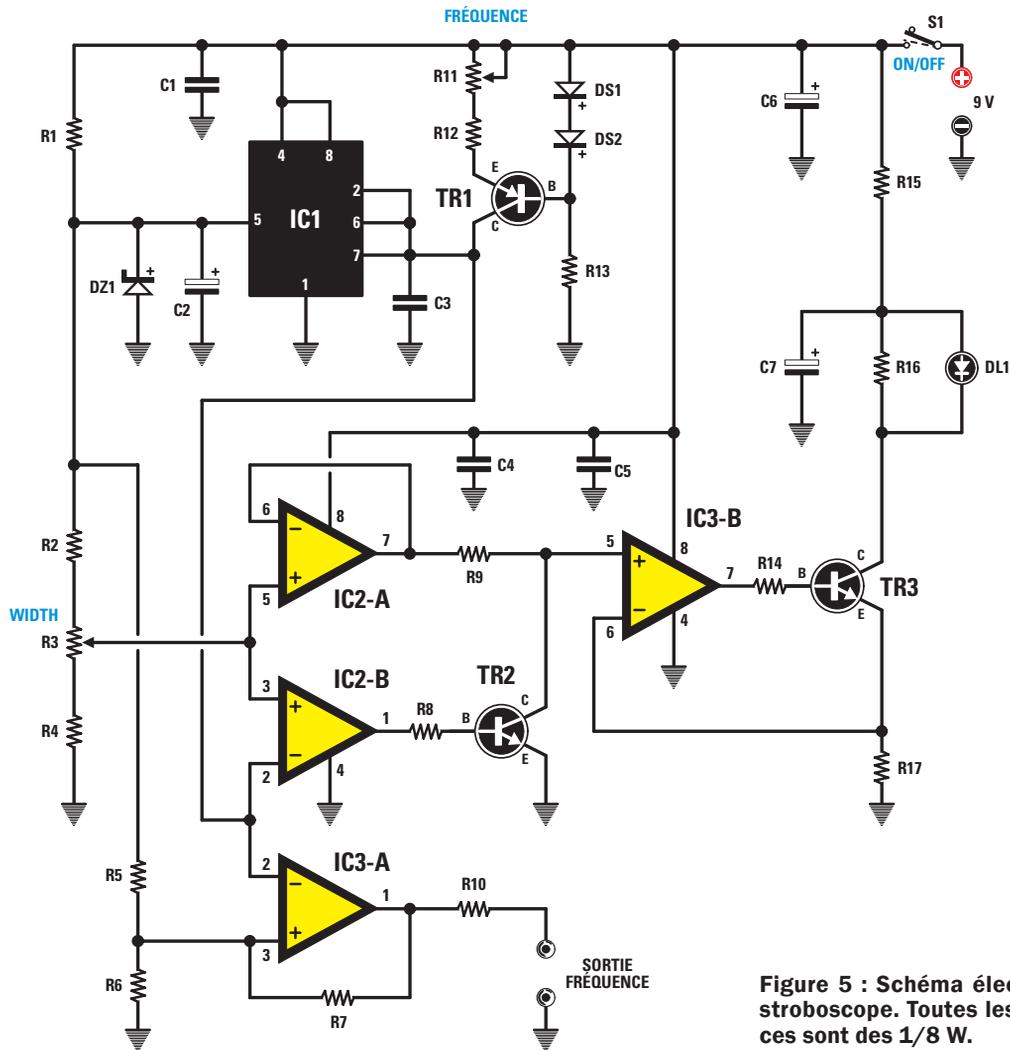


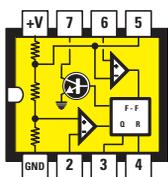
Figure 5 : Schéma électrique du stroboscope. Toutes les résistances sont des 1/8 W.

## Liste des composants EN1771

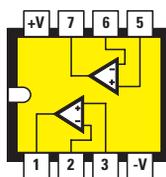
R1 ..... 1 k  
 R2 ..... 220 Ω  
 R3 ..... 10 k pot. lin.  
 R4 ..... 10 k  
 R5 ..... 47 k  
 R6 ..... 100 k  
 R7 ..... 1 M  
 R8 ..... 6,8 k  
 R9 ..... 1 k  
 R10 ... 1 k

R11 ... 47 k pot. lin.  
 R12 ... 4,7 k  
 R13 ... 10 k  
 R14 ... 1 k  
 R15 ... 33 Ω  
 R16 ... 1 k  
 R17 ... 10 Ω  
 C1 ..... 100 nF polyester  
 C2 ..... 10 µF électrolytique  
 C3 ..... 220 nF polyester  
 C4 ..... 100 nF polyester  
 C5 ..... 100 nF polyester  
 C6 ..... 10 µF électrolytique

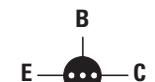
C7 ..... 1 000 µF électrolytique  
 DS1 ... 1N4150  
 DS2 ... 1N4150  
 DZ1 ... zener 3,3 V ½ W  
 DL1 ... LED 1 W (=DL4.1)  
 TR1 ... PNP BC557  
 TR2 ... NPN BC547  
 TR3 ... NPN ZTX653  
 IC1 ... NE555  
 IC2 ... LM358  
 IC3 ... LM358  
 S1 ..... interrupteur sur R11



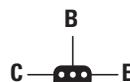
NE 555



LM 358



BC 547 - BC 557



ZTX 653

Figure 6 : Brochages vus de dessus et repères-détrompeurs en U vers la gauche des circuits intégrés NE555 et LM358 ; ceux des transistors BC547,BC557 et ZTX653 sont vus de dessous.

Figure 7a : Schéma d'implantation des composants du stroboscope. On voit en bas la prise pour la liaison à la pile de 9 V.

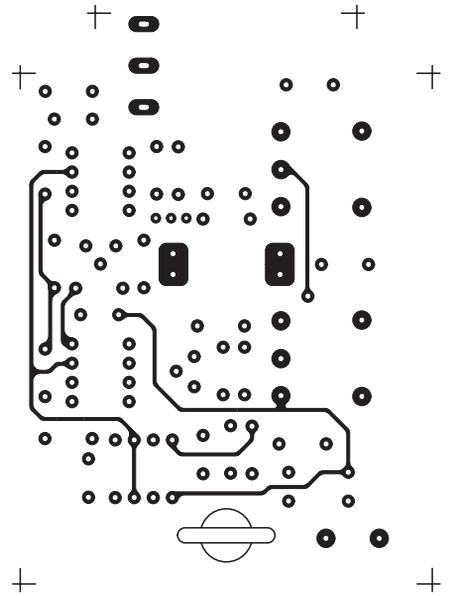
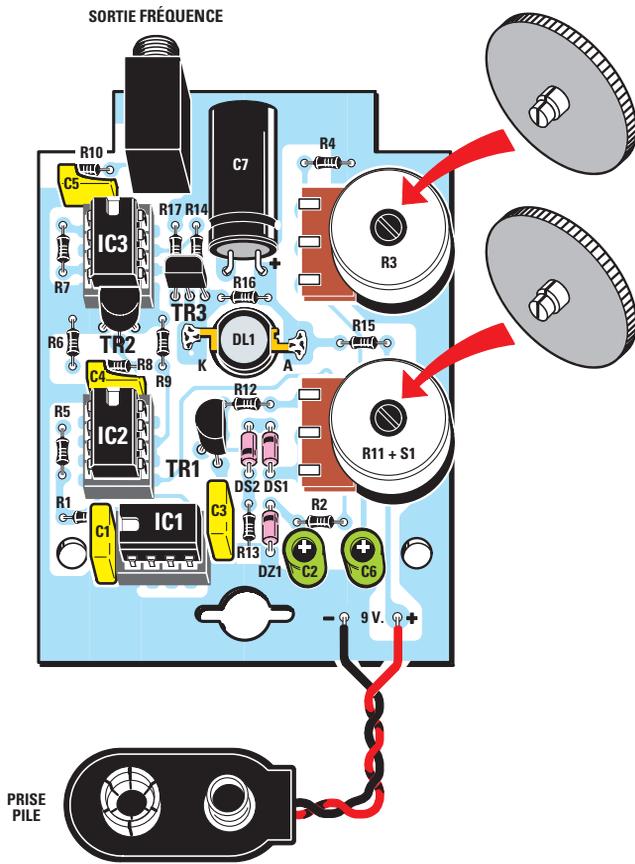


Figure 7b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du stroboscope, côté composants.

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

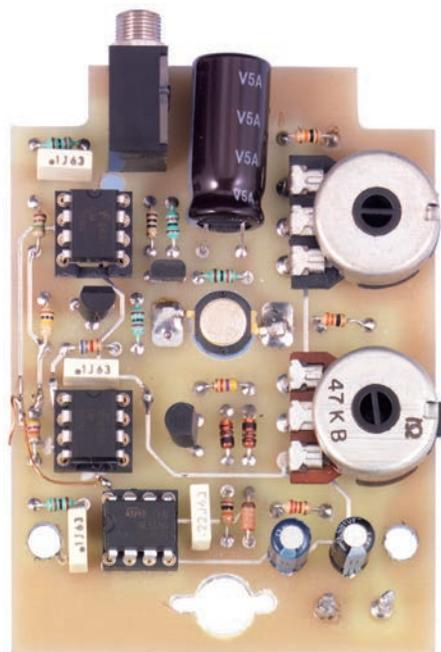
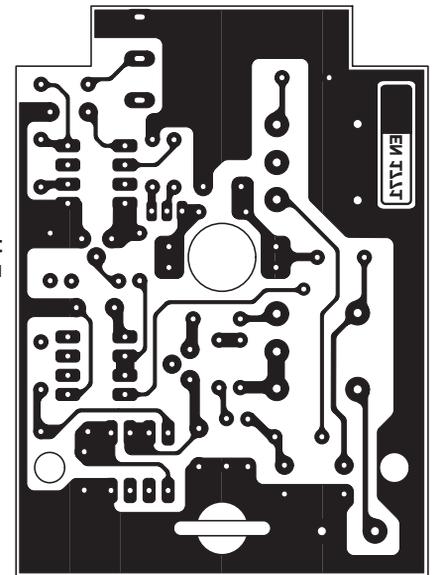


Figure 8 : Photo d'un des prototypes de la platine du stroboscope. En tant que prototype, ce circuit imprimé n'a pas encore reçu l'impression sérigraphique ni le vernis de protection, ces derniers n'étant présents que sur les circuits imprimés de produc-



Figure 9 : La platine une fois montée est fixée à l'intérieur du boîtier plastique. Vous voyez à gauche le logement destiné à recevoir la pile de 9 V.

De plus, par l'intermédiaire du buffer **IC2/A**, nous pouvons aussi modifier automatiquement la tension présente sur la **broche 5** de l'opérationnel **IC3/B** lequel, à travers le transistor **NPN TR2**, sera «modulé» par le signal carré produit par le comparateur **IC2/B**.

Par ce moyen nous obtenons même avec les valeurs minimales de rapport cyclique un courant pour la LED de puissance, suffisant pour produire une bonne luminosité.

L'étage composé de l'amplificateur opérationnel **IC3/B** joue le rôle de générateur de courant alimentant la LED.

À ce propos précisons qu'il a fallu utiliser un autre transistor (voir **TR3**) car le courant consommé par **IC3/B** est insuffisant pour obtenir l'allumage de la LED de puissance.

Enfin, l'opérationnel **IC3/A** est utilisé comme trigger de Schmitt pour obtenir un signal parfaitement carré : signal carré qui nous sera bien utile pour piloter un éventuel fréquencemètre extérieur pour la mesure exacte de la fréquence de clignotement. Il sera ainsi possible de trouver la vitesse en tours/minute d'un élément en rotation comme, par exemple, l'arbre d'un moteur.

Si on couple avec le circuit du stroboscope notre fréquencemètre **EN1543**, on obtient un système complet pouvant effectuer tous les essais et vérifications possibles. Mais d'autres fréquencemètres sont capables de visualiser la fréquence : le **EN5048** du Cours «AEPZ» et le **EN1190**.

La consommation de courant, variable en fonction de la fréquence et de la largeur de l'impulsion, à une valeur maximale d'environ **100 mA**, ce qui garantit une bonne autonomie de la pile utilisée.

## Quelques conseils d'utilisation

En utilisant une caméra numérique avec notre stroboscope, il est possible

de filmer en mode «macro» les phases de la chute d'une goutte de liquide. Essayez d'abord avec un liquide à haute densité parce que cela est plus facile à gérer. Dans ce cas la fréquence à utiliser sera plus basse.

Si vous vous servez d'un appareil photo argentique (avec pellicule), une fois la fréquence exacte trouvée, vous pourrez figer aussi les mouvements des petits insectes.

## La réalisation pratique

La réalisation pratique de ce stroboscope à LED ne présente aucune difficulté particulière. Vous pouvez commencer le montage en vous référant au dessin de la figure 7a. Procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés **EN1771** ou réalisez-le à partir des dessins à l'échelle 1:1 des figures 7b-1 et 2.

Une fois en possession du circuit imprimé, commencez à monter les **supports** des circuits intégrés **IC1-2 et 3**. Insérez ensuite les **résistances**, en lisant bien pour chacune sa valeur ohmique à l'aide des bagues de couleur.

Poursuivez avec les condensateurs **polyesters**, puis ce sera au tour des deux condensateurs **électrolytiques C2 et C6**, ils se trouvent en bas à droite.

Attention leurs pattes de polarité **positive** (les plus longues) vont dans les trous du haut marqués du signe **+**. Le gros condensateur électrolytique **C7**, en haut, est monté couché et il faut donc replier ses pattes en **L** (voir figure 7a).

Vous pouvez maintenant insérer les trois **transistors TR1-TR2-TR3** en orientant bien leurs méplats repère-détrompeurs comme le montre la figure 7a et les deux **diodes** au **silicium DS1-DS2**, en orientant respectivement vers le bas et vers le haut leurs bandes noires.

Continuez en soudant la diode zener **DZ1**, en orientant sa bande repère-détrompeur vers la diode **DS1** (voir figure 7a). Insérez alors, à droite du circuit imprimé, le **potentiomètre** de réglage

de la **fréquence**, il comporte son **interrupteur** de **M/A** (voir **R11+S1**). Montez aussi le **potentiomètre** de réglage de la **durée** de l'**impulsion** (voir **R3**).

Soudez maintenant au centre du circuit imprimé la LED **DL1**, en faisant sortir sa lentille par la face opposée du circuit imprimé par rapport à la face où vous montez les composants.

Montez en haut la **prise jack** femelle pour la sortie fréquence et en bas à droite les fils de liaison à la **prise de pile**.

Terminez le montage en enfonçant délicatement dans leurs supports les circuits intégrés **IC1-IC2-IC3**, en orientant bien leurs repères-détrompeurs en U comme indiqué sur le dessin de la figure 7a.

Il ne vous reste qu'à insérer la platine dans son boîtier plastique en utilisant les axes plastiques montant de la demi coque inférieure.

Clipsez sur les axes des potentiomètres **R3 et R11** les deux boutons à disque et, comme vous le voyez, ils se positionnent correctement pour qu'on puisse les actionner de l'extérieur.

De même, si vous regardez le boîtier de face, vous voyez que la lentille de la LED se positionne bien en face du trou pratiqué à cet effet.

Avant de fermer le boîtier, vous devez mettre en place, au moyen de la prise, une pile de **9 V** indispensable pour l'alimentation du circuit.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce stroboscope à LED EN1771 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/115.zip> ◆

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



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

**ER295.....Ensemble complet .....159 € \***

## ENREGISTREUR VIDÉO AVEC CAMÉRA INCORPORÉE ET MÉMOIRE 1 GB



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

**ENR1Gb.....Destockage..... 220 € \***

**COMelec** CD 908 - 13720 BELCODENE

**www.comelec.fr**

Tél.: 04 42 70 63 90

Fax: 04 42 70 63 95

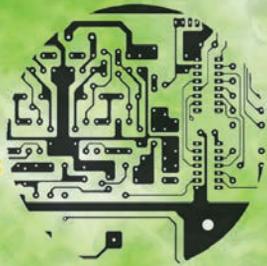
\* Offre valable durant les mois de parution, jusqu'à épuisement du stock disponible.

# SERILEC

E.MAIL : SERILEC2@WANADOO.FR

**SPÉCIALISATION:**

**PROTOTYPE  
PETITES ET MOYENNES SERIES**



**RÉALISATION:**



**CIRCUITS SIMPLE FACE  
CIRCUITS DOUBLE FACE  
CIRCUITS MULTICOUCHES DE 3 à 6**

**FINITION SELECTIVE  
TEST À SONDE**

TÉL. : 04.42.24.39.52 FAX : 04.42.24.47.55

**70 RUE LOUIS ARMAND  
13795 AIX EN PROVENCE CEDEX**

Lycée Professionnel & Technologique  
**ÉCOLE MODÈLE D'ÉLECTRONIQUE**

# EME

**Bac Pro. SEN en 3 ans  
(Systèmes Electroniques Numériques)**



**Bac STI  
(Option Électronique)**

**BTS SE  
(Systèmes Électroniques)**

233, Bd de saint Marcel 13396 MARSEILLE Cedex 11  
Tél.: 04 91 44 65 37- Fax: 04 91 89 23 82

**WWW.eme-enseignement.fr**

# ABONNEZ-VOUS

**OUI,** Je m'abonne à **ELECTRONIQUE** A PARTIR DU N° 116 ou supérieur

E0115

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

A PARTIR DU N° 116 ou supérieur



N°

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

Recherches schéma pour TV Mitsubishi Réf. CT-29BFST pour réparation. Paiement des frais M. Cougnaud Tél. : 06 15 80 81 65 heures repas.

Vends : 2 décades d'inductances 111mH à 0,1mH // 1,11H à 0,001H ; 2 décades de capa : 1,11 ?F à 0,01 ?F // 1,111 ?F à 100 picoF atténuateur symétrique de 111 décibel à 0,1 décibel anciens tubes cathodiques d'oscilloscope DG 10/6-5CP7A neuf-OE411PAV. Brochages et caractéristique sur place département 87 M. Brethenoux Jean-Marie tél. : 05 55 38 13 15

Achète contrôleur de transistor EN1421 Comelec, Testeur de CMOS et TTL EN 1109 Comelec et Revue Radio-Plan + Qmètre + Dipmètre ( HEATHKIT) ou autre. M. Braudel rue du parc 53350 St Michel de la Roë

Achète recherche appareil même en panne, Président Jackson 200 canaux ou 240 canaux faire offre Tél. : 06.83.63.28.11 M. Schneider Y. 4 rue de Freland 67100 Strasbourg

Achètes numéros Electronique et loisirs magazine 4, 26, 42 à 45, 58, 73, 75, 85, 87 à 92 Prix 102 € les 17 numéros soit 6 € chacun. Port 5 kg : 10,60 € M. Braudel rue du parc 53350 St Michel de la ROë.

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

### INDEX DES ANNONCEURS

COMELEC Kits du mois .....	2
COMELEC Mesure .....	36
PCB POOL - Réalisation de prototypes .....	55
DVD JMJ .....	64
COMELEC .....	95
SERILEC .....	96
EME .....	96
JMJ - CD .....	99
COMELEC Santé .....	100

## ANNONCEZ-VOUS !

**VOTRE ANNONCE POUR SEULEMENT 2 TIMBRES\* à 0,57 € !**

LIGNES	TEXTE : 30 CARACTÈRES PAR LIGNE. VEUILLEZ RÉDIGER VOTRE PA EN MAJUSCULES. LAISSEZ UN BLANC ENTRE LES MOTS.
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

\*Particuliers : 2 timbres à 0,57 € - Professionnels : La grille : 90,00 € 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 2025 • 13720 LA BOUILLADISSE**

**Directeur de Publication**  
**Rédacteur en chef**  
J-M MOSCATI  
redaction@electronique-magazine.com

**Direction - Administration**  
JMJ éditions  
B.P. 20025  
13720 LA BOUILLADISSE  
Tél. : 0820 820 534

**Secrétariat - Abonnements**  
**Petites-annonces - Ventes**  
A la revue

**Vente au numéro**  
A la revue

**Publicité**  
A la revue

**Maquette - Illustration**  
**Composition - Photogravure**  
JMJ éditions sarl

**Impression**  
Print Courtaige  
25 Bd Bouès  
13003 Marseille

**Distribution**  
NMPP

**Hot Line Technique**  
**0820 820 534 \***  
du lundi au vendredi de 16 h à 18 h

**Web**  
www.electronique-magazine.com

**e-mail**  
info@electronique-magazine.com

\* prix d'un appel local

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

EST RÉALISÉ  
EN COLLABORATION AVEC :

**ELECTRONICA**  
NUOVA  
**Electronica In**

**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

### IMPORTANT

Reproduction, totale ou partielle, par tous moyens et sur tous supports, y compris l'internet, interdite sans accord écrit de l'Editeur. Toute utilisation des articles de ce magazine à des fins de notice ou à des fins commerciales est soumise à autorisation écrite de l'Editeur. Toute utilisation non autorisée fera l'objet de poursuites. Les opinions exprimées ainsi que les articles n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas obligatoirement l'opinion de la rédaction. L'Editeur décline toute responsabilité quant à la teneur des annonces de publicités insérées dans le magazine et des transactions qui en découlent. L'Editeur se réserve le droit de refuser les annonces et publicités sans avoir à justifier ce refus. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés ne sont communiqués qu'aux services internes de la société, ainsi qu'aux organismes liés contractuellement pour le routage. Les informations peuvent faire l'objet d'un droit d'accès et de rectification dans le cadre légal.



**Au sommaire :** Oscilloscope et analyseur de spectre pour PC de 10 Hz à 20 kHz - Compteur Geiger multifonction professionnel pour mesurer trois types de rayonnement (alpha, bêta et gamma) Ethylomètre pour alcooltest - Gaussmètre pour multimètre. Convertisseur 12/24 Vcc / 230 Vca 50 Hz avec une puissance de sortie de 150 ou 300 W - Préamplificateur stéréo RIAA à modules JOP - Nos lecteurs ont du génie! - Etage final de puissance BF à NPN- Diviseur par 2 à 10 - Capacimètre pour multimètre. Microphone HF en bande FM - Traceur de signal - Oscillateur à pont de Wien avec une photorésistance - Clé électronique. Etc...

**Au sommaire :** Générateur DDS UHF bande 1,15-1,4/2,3-2,8 GHz - Oscilloscope et analyseur de spectre pour PC 2ème partie le logiciel Visual Analyser, utilisation de l'appareil - Luxmètre à UV (en W) et lumière visible (en lux) - Compteur Geiger multifonction professionnel 2ème 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 FM - Interphone avec sonnerie - Un thermostat pour ventilateur - Un oscillateur audio - Un générateur d'harmoniques - etc...

**Au sommaire :** MINILAB: Première partie: 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 sonne quand on allume une lumière - Un relais activé par l'obscurité mais insensible aux éclairages lumineux. - Un relais activé par la lumière piloté par un thyristor. - Interrupteur crépusculaire piloté par un triac. - Interrupteur crépusculaire La mesure des câbles coaxiaux à l'oscilloscope - Cours: leçon 49 réalisation d'un mesureur TDR de câbles coaxiaux - Etc...

**Au sommaire :** MINILAB: apprendre l'électronique en se divertissant 2ème partie: La pratique des compteurs (Pour étudier facilement l'électronique) - La mesure du facteur Q d'un circuit L/C Réalisation d'un Q-mètre - Pointeur de parabole pour satellite - Calcul de la résistance de chute pour LED - Un distorseur PLL pour guitare à module JOP «un joyau pour l'audiophile» - Un conductimètre professionnel - Un récepteur FM 87,5-108 MHz - Nouvelle version de la magnétothérapie BF à 100 gauss - Nouvel éthylomètre ultra sensible pour alcooltest. Nos lecteurs ont du génie! - Mesurez facilement la puissance de vos enceintes acoustiques - Etc...

**Au sommaire :** MINILAB: 3ème partie: construction d'un générateur sinusoidal Interface AUDIO USB - Un audiomètre médical, vous désirez surveiller votre audition ou celle de vos enfants, appareil facile à réaliser que vous pourrez utiliser également comme oscillateur BF. La résonance série et parallèle d'un quartz. Un jeu de lumières animées par les sons. Filtre paramétrique à module JOP. Testeur de réflexes - Afficheur modulaire à 64 caractères - Rétrospective des montages de Noël - Feu virtuel EN1477 - Simulateur d'aube et crépuscule EN1493 - Enregistreur de voix compact EN1524 - Clignotant à LED bleues - Reproducteur de sons sur EPROM 27256 EN1571 - Etc...

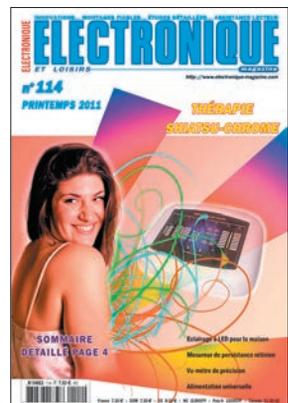
7,50 €

7,50 €

7,50 €

7,50 €

7,50 €



**Au sommaire :** Contrôle de température pour aquarium à cellules de PELTIER - Plein feu sur les LED - MINILAB: stop au larcin et autres incursions - Mesurer sans erreur une tension alternative - Adaptateur fréquencemètre pour multimètre - Purificateur d'air électronique à ionisation négative - Soigner l'acouphène 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 - Contrôle de tonalité à un amplificateur opérationnel. Trois préamplificateurs à FET et transistor. Testeur de niveaux logiques pour circuit intégré TTL - Clignotant à quatre LED - Mesurer le niveau d'un réservoir d'azote liquide - Oscillateur à ondes carrées. Etc...

**Au sommaire :** Interphone à un seul circuit intégré - Mesurer la distorsion d'un amplificateur avec un PC - Compteur heures-minutes-secondes, ce compteur de temps ou «timer» offre le choix de compter seulement les secondes ou bien les minutes MINILAB: mesure d'une sinusoïde à l'oscilloscope, 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 Deux oscillateurs MAV11 jusqu'à 1 GHz dont un modulé en FM - Mémoire pour le générateur DDS Indicateur lumineux à 12 LED - Eclairage à LED pour vélo - VCO simple à double monostable - Qu'est-ce que l'impédance et comment la mesurer. Etc...

**Au sommaire :** Amplificateur Hi-Fi stéréo de 200 W à très faible distorsion 0,008% ...imaginez maintenant votre musique jouée avec dynamique et pureté par notre amplificateur. Atténuateur 0,1 MHz à 1 GHz de 1 à -60 dB - Générateur BF de 950 à 1 200 Hz - Impédancemètre dermatologique - Détecteur électronique de points d'acupuncture - Impédancemètre USB - Barrière à rayons infrarouges - Trois LED pour une thérapie photodynamique - Détecteur BF pour dermatologie - Atténuateur 0,1 MHz à 1 GHz de 1 à -60 dB - Détecteur électronique de points d'acupuncture

**Au sommaire :** Détecteur de trois types de champs polluants «électriques, magnétiques et électromagnétiques» Porte-clé sonore pour MINILAB, réalisation et fonctionnement. Avec la commande «Capture» nous explorerons ensemble les signaux électroniques, et nous vous montrerons comment visualiser sur votre oscilloscope des signaux d'une durée de quelques millièmes de secondes. Capteur infrarouge à réflexion, utile dans de nombreuses applications: contrôle de présence, un interrupteur de proximité etc. Carte USB pour cinq applications et plus Plicomètre USB pour mesurer la graisse corporelle - Clôture électrique pour protéger les jardins et les élevages. - Microphone actif pour améliorer l'audition - Qu'est-ce que la TNT? - Nos lecteurs ont du génie. Etc...

**Au sommaire :** Appareil pour la thérapie SHIATSU-CHROME agissant sur ces points par massage, il est possible de restaurer l'équilibre énergétique de l'organisme et de soulager les douleurs et les tensions - Des LED comme éclairage pour créer dans votre maison des effets de lumières enchanteurs - Une alimentation à tout faire avec transformateurs de récupération ayant un secondaire compris entre 13 et 24 V. Vu-mètre de précision avec échelle linéaire en dB -Vu-mètre de précision avec échelle linéaire en dB -Mesureur de fréquence de la persistance rétinienne pour effectuer des tests très utiles pour mieux connaître l'état de votre vue - Coussinet diffuseur pour la magnétothérapie, vous aurez la possibilité de soigner des zones plus étendues du corps BF. Etc...

7,50 €

7,50 €

7,50 €

7,50 €

7,50 €

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

# CD-ROM ENTIÈREMENT IMPRIMABLE

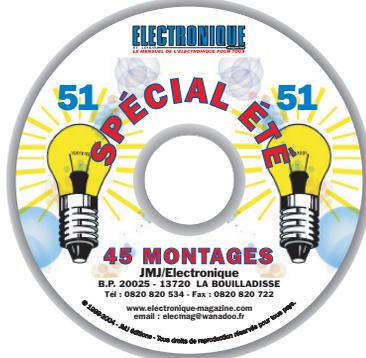
LISEZ ET IMPRIMEZ VOTRE REVUE SUR VOTRE ORDINATEUR PC OU MACINTOSH

**50 € Les 3 CD du Cours d'Électronique en Partant de Zéro**



**SOMMAIRE INTERACTIF**

**ENTIÈREMENT IMPRIMABLE**

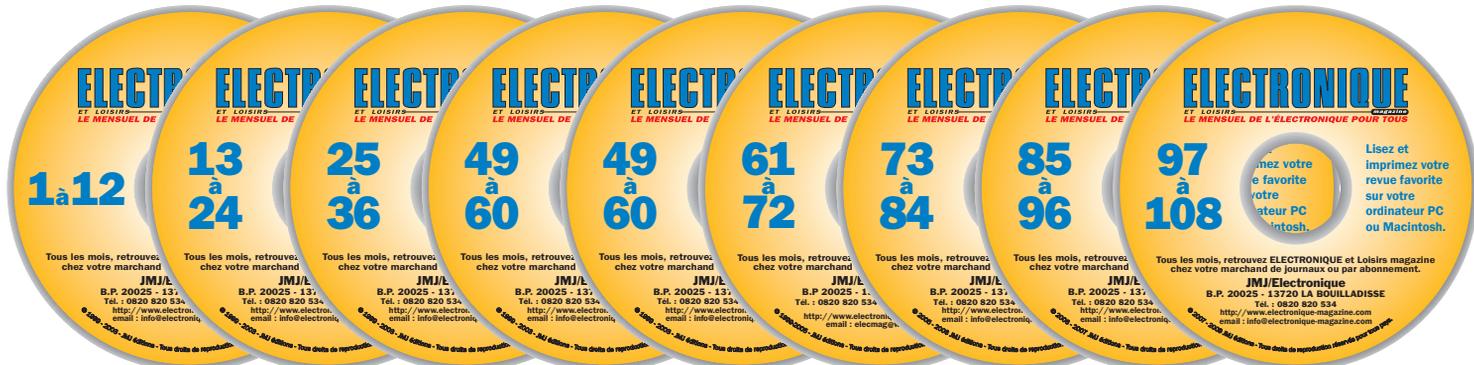
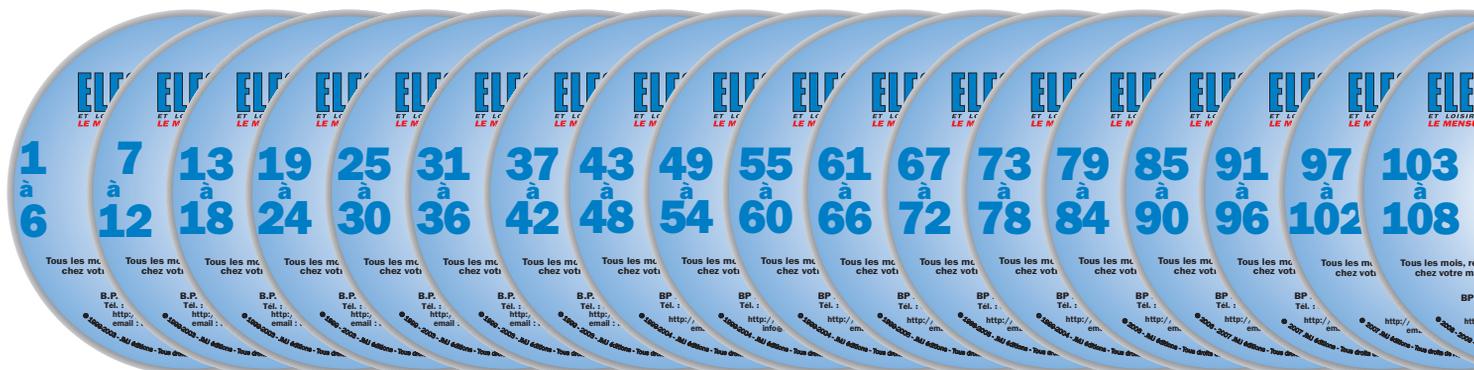


**5.50 € LE CD**



**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.)**

# SANTÉ PUBLIQUE CONTRÔLEZ VOTRE ENVIRONNEMENT

## RADIOACTIVITÉ : COMPTEUR GEIGER MULTIFONCTION PROFESSIONNEL

Depuis Tchernobyl – 1986 vingt-deux ans déjà ! – on est devenu très méfiant à l'égard des substances radioactives et de la radioactivité en général. Ce tout nouveau compteur Geiger multifonction professionnel vous permet de contrôler la radioactivité de l'air, même sur de longues périodes ; de plus il peut évaluer les trois types de rayonnement (alpha, bêta et gamma). Toutes les données recueillies sont mémorisées dans une SD-Card de 1 Go : avec un PC vous pourrez visualiser l'évolution du niveau de radioactivité ambiante. **Caractéristiques techniques générales:** - Alimentation : 6 V (5 batt. rechargeables AA de 1,2 V ou alimentation externe) - Consommation SD désinsérée, bip et rétro-éclairage activés : environ 130mA - Consommation sans le rétro-éclairage : 33 mA - Consommation en veille : 11 mA - Consommation avec la SD insérée supplément d'environ 2 mA. **Caractéristiques techniques du capteur LND712:** - Mesure les radiations : alpha, bêta et gamma - Gaz de remplissage : Ne + halogènes - Gamme de sensibilité Co60 (cps/mR/h) : 18 - Gamme de sensibilité Cs137 (cps/mR/h) : 16 - Comptage de background : maximum 10 cpm - Minimum dead time : 90 µs - Tension d'alimentation : 500 Vdc - Température de travail : -40 à +75 °C - Dimensions : diamètre 9,1 mm x longueur 38,1 mm.

EN1710KM1..Version montée prêt à l'utilisation ( sans MOX1710 sans KM 1711)	
avec son tube SMB20 - SE2.40 pour ondes Beta-gamma.....	345,00 €
EN1710KM2..Version montée prêt à l'utilisation ( sans MOX1710 sans KM 1711)	
avec son tube LND712 - SE2.45 pour ondes Alfa-Beta-Gamma.....	375,00 €
MK60 Valise de transport (en option).....	21,00 €
MOX1710 Valise de transport (en option).....	16,80 €
MK60 Valise de transport (en option).....	21,00 €



## MESUREUR DE POLLUTION DES ONDES...



ou comment mesurer la pollution électromagnétique. Cet appareil mesure l'intensité des champs électromagnétiques HF, rayonnés par les émetteurs FM, les relais de télévision et autres relais téléphoniques. Gamme de mesure: de 1MHz à 3 GHz. Résolution: 0.1 V/m. Alimentation :9V

EN1435 Kit avec boîtier .....	126,90 €
EN1435K ... Kit version montée .....	178,50 €

## DÉTECTEUR DE CHAMPS ÉLECTRIQUES MAGNÉTIQUES ET ÉLECTROMAGNÉTIQUES

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



- Le capteur pour champs électriques est constitué d'un morceau de circuit imprimé de forme rectangulaire, lequel sert en même temps de panneau de fermeture (face avant) du boîtier
- Le capteur pour champs magnétiques est constitué de trois selfs placés sur les trois axes spatiaux X, Y, Z, de manière à «recueillir» le plus de champ possible sans avoir à tourner l'appareil
- Le capteur pour radiofréquence (HF) est constitué simplement d'un bout de fil conducteur de 9 cm de long. Un microampèremètre analogique, doté de différentes échelles, visualise les valeurs des trois types de champs, ainsi que l'état de la pile. Sélection du type de champ par commutateur. Alimentation par pile de 9V.

EN1757 ..... Kit Détecteur de champs sans boîtier .....	56,25 €
MO1757 ..... Boîtier du EN 1757 avec face sérigraphiée	24,70€
EN1757KM Kit complet version monté avec boîtier ..	113,40 €

## 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 les stations service, les cinémas et, plus généralement, dans tous les services privés ou publics où se trouvent des dispositifs ou des personnes sensibles aux perturbations radioélectriques. On peut, grâce à ce détecteur, vérifier que le panneau affichant "Portables interdits" ou "Eteignez vos portables" est bien respecté.

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

## RADIOACTIVITÉ : COMPTEUR GEIGER ÉCONOMIQUE PUISSANT ET PERFORMANT



Cet appareil va vous permettre de mesurer le taux de radioactivité (ondes Bêta et Gamma) présent dans l'air, les aliments, l'eau, etc. Gamme de mesure: de 0.001 à 0.35 mR/h. Le kit est livré complet avec son boîtier sérigraphié. Alimentation par pile de 9 V.

EN1407 Kit compteur Geiger .....	153,80 €
EN1407KM Kit version montée .....	215,30 €

## MESUREUR DE CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Cet appareil va vous permettre de mesurer les champs électromagnétiques BF des faisceaux hertziens, des émetteurs radios ou TV, des lignes électriques à haute tension ou encore des appareils électroménagers. Gamme de mesure: de 0 à 200 µT (microtesla). Le kit est livré complet avec son boîtier sérigraphié. Alimentation par pile de 9 V.



EN1310 . Kit champs-mètre .....	87,35 €
TM1310. Bobine pour étalonnage .....	9,00 €
EN1310KM Version monté .....	122,30 €

# COMELEC

## CD 908 - 13720 BELCODENE

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