

n° 116

AUTOMNE 2011

**RÉCEPTEUR NUMÉRIQUE
DRM**

■ ITesla

■ Minilab

■ Sirène anti agression

■ Alarme multifonction

■ Variateur 230VAC à MOSFET

**SOMMAIRE DÉTAILLÉ
PAGE 4**

N° 116 SEPTEMBRE 2011

M 04662 - 116 - F: 7,50 € - RD



LES KITS DU MOIS...LES KITS DU MOIS

MINILAB OU APPRENDRE L'ÉLECTRONIQUE EN SE DIVERTISSANT

VERSION AVANCÉE



VERSION JUNIOR



Pour étudier facilement l'électronique, il ne suffit pas d'apprendre les formules dont dépendent les circuits mais il est indispensable de pouvoir construire ces derniers et d'en expérimenter le fonctionnement. Ce kit est un mini laboratoire d'électronique - oh vous verrez tout de suite qu'il n'a de mini que le nom et cette «accroche» n'a pas d'autre but que d'éviter de vous effrayer - destiné aux petits ou aux grands commençants (jeunes et moins jeunes mais désirent 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 €

ALARME ANTI INONDATION



Ce kit permet de détecter avec la plus grande efficacité la présence d'eau au moyen de deux disques piézoélectriques positionnés sur le sol. Dès que le système de détection capte une présence d'eau, un buzzer retentit pour signaler l'incident. Un relais peut être utilisé, par exemple,

pour renforcer l'alarme avec une sirène, un feu clignotant, ou bien pour activer un éventuel système d'appel téléphonique, en mesure d'envoyer un SMS d'avertissement.

- Alimentation : 12 VDC - Pouvoir de coupure maximal : 1 A

EN1784 Kit Alarme anti inondation complet avec boîtier..... 33,00 €
EN1784KM. Kit Alarme anti inondation version monté 46,20 €

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 €
EN1695KM. Kit complet version monté avec coffret 45,10 €

COMELEC

CD 908 - 13720 BELGODENE

Tél. : 04 42 70 63 90

Fax : 04 42 70 63 95

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

RÉCEPTEUR DRM

Ce kit est un nouveau récepteur en technologie DDS qui peut s'accorder sur toutes les stations radio en AM et en apprécier la haute qualité audio de celles en DRM. Grâce à sa couverture continue de 500 kHz à 30 MHz et sa connexion à l'entrée audio d'un PC, la démodulation est assurée par le programme Dream installé sur le PC.



*Caractéristiques techniques:

Alimentation 230 VAC - Gamme de fréquences : de 500 kHz à 30 MHz
Réception optimisée pour les signaux modulés en : AM, FM, CW, USB, LSB
Possibilité de travailler en VFO et comme générateur sinusoïdal de 1 Hz à 120 MHz - Accord par codeur rotatif - Affichage LCD de la fréquence
Témoin de défaut d'antenne.

Le prix du kit comprend les : LX1778 - LX1778B - LX1779 - le KM1644,
Le boîtier MO1778 - Le CDR 1778 (Software)

EN1778..... Kit récepteur DRM complet avec boîtier..... 419,00 €
EN1778KM Kit complet version monté 588,00 €

SIRÈNE ANTI AGRESSION



Ce kit est conçu pour contribuer à la sécurité personnelle. Dès que l'on tire un coup sec sur la boucle de câble, une sirène retentit pendant qu'un flash hyper puissant clignote.

Alimentation : 2 piles LR03 AAA (non fournies) - Sirène : 110 dB

EN1772..... Kit Sirène anti agression complet avec boîtier 88,05 €
EN1772KM.Kit Sirène anti agression complet version monté ...123,30 €

ITESLA

Ce kit est un dispositif qui pilote avec un signal audio de basse fréquence un circuit oscillateur à MOSFET relié à une bobine de Tesla. Le résultat est une reproduction sonore du signal audio de la bande des aiguës (attention il ne permet pas la reproduction des basses).

*Caractéristiques techniques :

Alimentation 230 VAC
Réglage de l'amplitude par potentiomètre
Deux versions disponibles :

Version réduite EN1776 comprenant :
(le EN1776, le coffret MO1776, le TR.Toroid. 190W)

Version complet EN1776C comprenant :
(le EN1776, le coffret MO1776, le TR.Toroid. 190W, L'alimentation variable EN1692/5, avec deux dissipateurs.)

EN1776..... Kit Version réduite ITESLA avec boîtier..... 229,45 €
EN1776KM Kit Version réduite ITESLA monté avec boîtier..... 321,20 €
EN1776C.... Kit complet ITESLA avec boîtier..... 296,52 €
EN1776CKM.....Kit complet version monté..... 415,12 €

ALARME MULTIFONCTION

Ce kit est une alarme multifonction dotée de 3 entrées particulières :
1 entrée audio microphone (pour surveiller un enfant dans sa chambre par exemple)



1 entrée audio BF (pour un signal audio provenant d'un PC par exemple)
1 entrée téléphonique (lorsque le téléphone sonne et que l'on se trouve dans le jardin par exemple)

Si on applique un signal sur l'une de ces 3 entrées un relais est activé et peut commander une signalisation visuelle ou un buzzer.

EN1781..... Kit Alarme multifonction complet avec boîtier 63,00 €
EN1781KM Kit complet version monté sans l'alimentation 88,20 €
KM03.001 . Bloc alimentation (en option) 12,60 €

VARIATEUR 230 VAC À MOSFET



Ce kit est un variateur de tension secteur 230 V dont on peut contrôler la charge alimentée par une tension d'entrée de 0 à 5 V. La particularité de ce montage est d'être réalisé sans triac et sans thyristor et donc à l'abri de tout types de parasites.

*Caractéristiques techniques:

Alimentation : 230 V AC
Tension de commande : 0 à 5 V
Puissance maximale : 500 W
Type de charge : capacitive et résistive
L'alimentation universelle non inclus dans ce KIT

EN1785..... Kit Variateur 230 VAC à MOSFET avec boîtier..... 72,80 €
EN1785KM.Kit Variateur complet version monté..... 101,90 €

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 boîtier59,25 €
EN1775KM Kit complet version monté 86,15 €

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

www.comelec.fr

Récepteur DRM..... 05 s'affranchir des frontières pour l'écoute radio



Grâce au nouveau récepteur en technologie DDS vous pourrez vous accorder sur toutes les stations radio en AM et apprécier la haute qualité audio de celles en DRM pour vivre à la première personne l'émotion de recevoir des stations lointaines et d'écouter les voix parlant des langues exotiques.

MINILAB : Lumières psychédéliques à LED 33 Seconde partie la version 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. La première partie concernait tout le monde, Juniors ou Avancés, car on va y procéder à l'étude et à la réalisation. Cette seconde partie dédiée à version Avancée utilise un nouvel instrument présent à l'intérieur de l'oscilloscope pour PC : il s'agit du générateur BF et nous allons découvrir comment il fonctionne.

Variateur 230 VAC à MOSFET 43



En faisant varier la tension d'entrée de ce variateur de 0 à 5 V vous pourrez contrôler une charge alimentée par le secteur 230 V. La particularité de ce montage est d'être réalisé sans triac et sans thyristor.

iTESLA..... 52



La note aiguë d'une soprano, le chant d'un rossignol ou la totalité d'un morceau de musique peuvent être reproduits fidèlement par un événement soudain et apparemment incontrôlable, comme une décharge électrique ? Même si cela peut vous sembler impossible, quand vous essaieriez l'iTesla que nous vous présentons dans cet article, vous vous rendrez compte à quel point ce phénomène magique est réel.

Signalisation d'alarme multifonction..... 68



Cet automatisme simple se prête à de multiples exigences : en effet, si on applique un signal sur une des trois entrées, microphonique, BF ou téléphonique, un relais est activé : ce relais peut être relié, en fonction des applications, à des dispositifs acoustiques ou visuels permettant de générer et de visualiser des alarmes.

Sirène-flash anti agression.....74



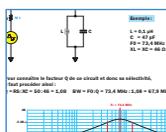
Ce dispositif a été conçu pour contribuer à la sécurité personnelle – la notre et celle de nos proches – et dans certains cas il pourrait se révéler un véritable «sauveur». On tire d'un coup sec la boucle de câble – qui ressemble fort à une dragonne d'APN – et une sirène fait retentir son vacarme assourdissant, pendant qu'un flash hyper puissant clignote. Tous ces signaux risquent bien de décourager l'agresseur qui s'éloignera à toutes jambes !

Alarme anti inondation capacitive 81



Une fuite d'eau peut rapidement se transformer en une petite catastrophe domestique, et être à l'origine de graves dommages, surtout si elle se produit la nuit. Avec cette alarme anti inondation que nous vous proposons de construire, vous serez immédiatement avertis dès qu'une présence d'eau sur le sol sera détectée.

Facteur Q : quelques éclaircissements..... 88



Dans cette Leçon d'approfondissement, nous désirons revenir sur ce fameux facteur Q : nous examinerons le Quality Factor des composants électroniques – condensateurs et selfs – et celui des circuits résonants.

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

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

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>

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

Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 6 Septembre 2011
Crédits Photos : Corel, Futura, Nuova, JMJ

Récepteur DRM

s'affranchir des frontières

pour l'écoute radio

Grâce au nouveau récepteur en technologie DDS vous pourrez vous accorder sur toutes les stations radio en AM et apprécier la haute qualité audio de celles en DRM pour vivre à la première personne l'émotion de recevoir des stations lointaines et d'écouter les voix parlant des langues exotiques.



La fascination de la radio est indémodable, il suffit de repenser aux nombreuses nuits blanches passées à capter, avec la vieille radio du grand père, une émission sur les bandes tropicales ou au rêve éveillé de posséder un récepteur multibande, qu'on a enfin réussi à se faire offrir pour son anniversaire ... dans la version en kit de montage.

La radio relie depuis des dizaines d'années les coins les plus reculés de la planète : pensez seulement à l'aventure du dirigeable Italia, quand un faible SOS capté par un radioamateur russe sauva les membres de l'expédition polaire.

Les mille histoires que la radio a racontées et racontera, en passant par la seconde guerre mondiale avec les transmissions des sous-marins codifiées avec Enigma, Radio Londres, les martiens d'Orson Wells ... ont conditionné de manière tangible notre culture et nos habitudes au quotidien.

Plus récemment, dans un monde où tout se numérise, même la radiophonie a fait le grand saut, en créant le système **DRM**, acronyme de «**D**igital **R**adio **M**ondiale». Votre revue, **ELECTRONIQUE & Loisir Magazine**, qui au fil des ans a présenté des récepteurs de tous types, ne pouvait manquer ce rendez-vous ... au demeurant sollicitée par ses fidèles lecteurs.

Comme nous l'écrivions dans un de nos anciens articles, «proposer à nos techniciens de concevoir un récepteur pour les ondes courtes est comme demander le schéma pour allumer une ampoule avec un interrupteur...», comme prévu, l'idée a suscité un certain bouillonnement dans notre laboratoire.

Après bien des essais et des échanges serrés entre les techniciens, le nouveau **récepteur HF EN1778** à couverture continue de **500 kHz à 30 MHz** à relier à l'entrée **audio** du **PC** a enfin vu le jour ! La démodulation est assurée par le programme **Dream** installé sur le **PC**.

Il suffit d'assembler le matériel disponible et de le brancher pour ressentir la vive émotion de l'écoute : d'autant que, grâce au **DDS**, l'unique réglage à effectuer est celui du contraste de l'afficheur.

La triple conversion rend optimale la sélectivité et la réjection de la fréquence image. Elle permet en outre une réception optimisée des signaux modulés en : **AM, FM, CW, USB, LSB** et bien sûr des signaux **DRM**. Aucun enchevêtrement de fils volants ou d'improbables antennes ; nous avons même pensé à une petite antenne

active **EN1777** (que nous présentons dans ce même numéro) : elle garantit une très bonne réception lorsque l'espace manque.

Le module **DDS EN1778** peut travailler de manière autonome comme **VFO** et comme générateur sinusoïdal de **1 Hz à 120 MHz** : un vrai «chocolat belge» pour qui prend son pied au milieu des récepteurs et des émetteurs.

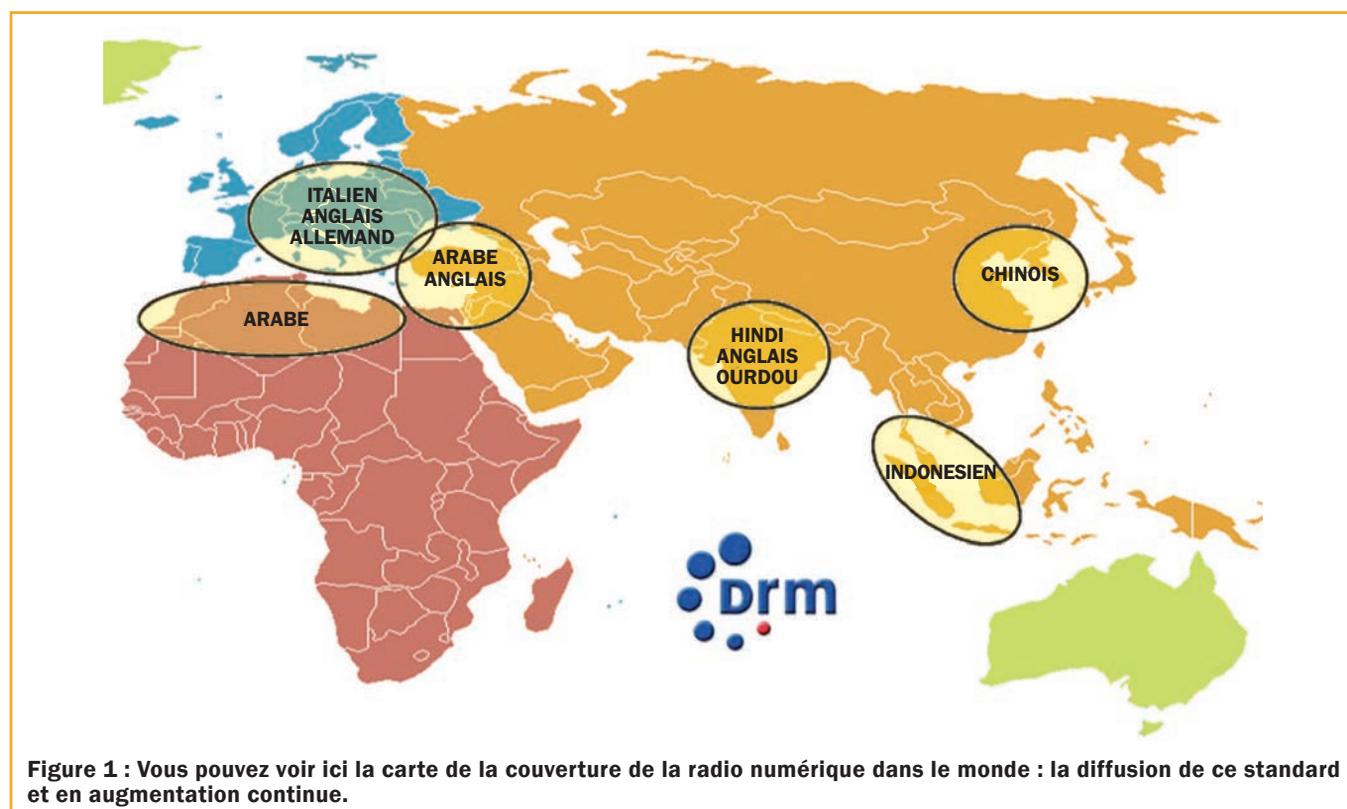
Qu'est-ce que le système DRM

Vu la nécessité de passer au numérique, les principaux constructeurs d'appareils et les stations commerciales se sont réunies en congrès et ont «accouché» d'un nouveau standard nommé **DRM** (acronyme pour **Digital Radio Mondiale**). **DRM** est en fait est un **standard** libre pour transmettre en mode numérique sur les **ondes courtes et moyennes** en modulation **QUAM**.

L'aspect fondamental à souligner est qu'il s'agit d'un standard ouvert (non propriétaire) et cela en a favorisé la diffusion.

Pour notre part, nous nous sommes occupés de la couverture des ondes courtes (et moyennes) et il s'appelle le **DRM30**, voici ses avantages :

- il peut couvrir de grandes aires géographiques, mais aussi des zones rurales et locales et concentrées ;
- on peut l'utiliser à faible puissance pour des services locaux ;
- ce système peut travailler en même temps avec d'autres systèmes numériques (et analogiques) ;
- il est résistant face aux phénomènes du fading et des interférences ;
- très faible bruit par rapport au système analogique ;
- qualité audio semblable à la **FM** stéréo ;
- support de données texte **HTML** et photos ;
- support multilinguistique ;
- facile à implémenter en utilisant les infrastructures existantes ;



– technologie verte qui économise les consommations énergétiques des transmissions de **40-50%** ;

– certification **ETSI** en attente de certification **ITU**. En bref, sachez que lorsque dans le cours de l'article nous parlerons d'ondes courtes en utilisant l'acronyme **OC**, nous ferons également allusion aux ondes moyennes. Le **DRM** utilise des technologies semblables à celles développées pour le **DAB** et pour la télévision numérique terrestre (**DVB-T**). Le développement des circuits intégrés s'en trouve facilité.

À Paris en 1996, le **consortium DRM** <http://www.drm.org> a été fondé : son rôle est de fixer les standards techniques et favoriser la diffusion du système. Il s'agit fondamentalement d'une société «**no profit**» (sans but lucratif) qui a défini les caractéristiques du système de transmission. Son travail consiste à promouvoir le système auprès des organismes régulateurs (par exemple les Ministères des Postes et des Télécommunications... dans les pays où le «dégraisage» ne les a pas supprimés), les radios, les constructeurs de récepteurs et d'infrastructures radio. Les membres du consortium sont multiples : radios, organismes régulateurs (on l'a dit), constructeurs de stations émettrices et de récepteurs, producteurs de silicium et instituts de recherche.

Comment fonctionne le DRM

Le **DRM** utilise un type de modulation appelé **COFDM** (**C**oded **O**rthogonal **F**requency **D**ivision **M**ultiplex), une technique qui répartit le signal numérique sur diverses porteuses à l'intérieur du canal de transmission. Le nombre des porteuses varie en fonction de la bande destinée au canal.

Dans le **DRM** on a prévu le support de trois systèmes de codification (au choix de l'opérateur) :

– **MPEG4 AAC** (**A**dvanced **A**udio **C**oding) + **SBR** (**S**pectral **B**andwidth **E**xtension) pour avoir un signal audio de haute qualité ;

– **MPEG4 CELP** (**A**dvanced **A**udio **C**oding) pour un signal audio de qualité sans signal musical ;

– **HVXC** (**H**armonic **V**ector **E**xitation) adapté au parlé à faible «bit-rate» (taux de transfert).

Outre l'audio, le **DRM** permet de recevoir également des **contenus graphiques** et **textuels** qui sont visualisés par les logiciels de réception.

Qui émet

Il y a aujourd'hui des dizaines de stations qui utilisent le standard **DRM** comme vous pouvez le voir dans le **Tableau 1** en dernière page de l'article où, pour des raisons d'espace, nous avons indiqué seulement quelques stations. Pour mémoire, voici les stations importantes historiquement présentes sur la bande des ondes courtes (dont certaines sont les fondatrices du consortium DRM) : Deutsche Welle, Radio France International, Radio Canada International, BBC WorldWide, Voice of Russia et Radio Vatican. Naturellement on y trouve aussi d'autres stations : RTL, Raiway et Radio Maria.

Le schéma électrique

Après de nombreux tests effectués sur divers prototypes de récepteurs réalisés par nous dans notre laboratoire, nous avons choisi le schéma que nous vous présentons ici (voir figure 2). C'est celui d'un récepteur «**superhétérodyne**» à triple conversion de fréquence, qui a donné pendant les essais de réception les meilleurs résultats par comparaison avec les autres types. En outre, un de nos ambitieux objectifs de montage a consisté à ne pas avoir besoin de réglage : en effet, tout le monde ne dispose pas de l'outillage nécessaire pour l'effectuer (un générateur **RF**, un fréquencemètre et un oscilloscope).

Les seuls deux trimmers présents dans le circuit sont utilisés, l'un pour **régler** le contraste de l'afficheur **LCD** et l'autre

pour **doser** le signal de sortie à appliquer ensuite à l'entrée de la platine audio du **PC**, opérations ne nécessitant l'emploi d'aucun instrument.

La bande de réception est comprise entre **0,5 MHz** et **30 MHz** en couverture continue et les modes de réception, grâce au programme **DREAM**, comprennent pratiquement tous ceux utilisés pour démoduler les signaux en **AM, FM, CW, USB, LSB** et **DRM**.

Dans ce même numéro, nous vous présentons en outre le montage d'une petite **antenne active EN1777** capable d'alimenter (en HF, bien sûr) parfaitement ce récepteur DRM. Tout le monde, en effet, n'a pas la chance (et l'espace) de pouvoir installer de longues antennes adaptées à la réception de cette bande, en particulier les lecteurs résidant en immeuble. Même si une antenne «**rac-courcie**» ne donne évidemment pas les mêmes résultats qu'une antenne résonante ayant une longueur égale à $\frac{1}{4}$ d'**onde**, nous pouvons vous assurer que nous avons obtenu de très bons résultats d'écoute avec à peine plus d'un mètre de longueur de fil, en couvrant la totalité de la bande de réception.

Le véritable «œuf de Colomb» a été d'utiliser comme «**oscillateur local**» (étage présent dans tous les récepteurs superhétérodynes) un générateur **DDS** qui garantit d'excellentes prestations et là encore sans nécessiter aucun réglage. Il s'agit de notre module **EN1644** disponible tout monté en **CMS** (voir figures 17-18) et déjà utilisé pour le «**Générateur BF-VHF** avec le circuit intégré **DDS**» **EN1645** (voir numéros 87 et 88 de votre revue **ELM**) et le «**Générateur DDS de 2,3 à 2,8 GHz**» **EN1700** (voir numéro 106 de votre revue **ELM**).

Le dispositif utilisé est l'**AD9951** fabriqué par **Analog Devices**. Le sigle **DDS** signifie **D**irect **D**igital **S**ynthesizer : il s'agit de la technologie pour générer numériquement une onde sinusoïdale de fréquence allant jusqu'à plusieurs centaines de **MHz**. Les avantages du DDS par rapport à une réalisation classique (transistor, FET, self, etc.) sont multiples : on peut en effet atteindre des résolutions de **fractions de Hz** et obtenir un fonctionnement silencieux exempt de toute microphonicité.

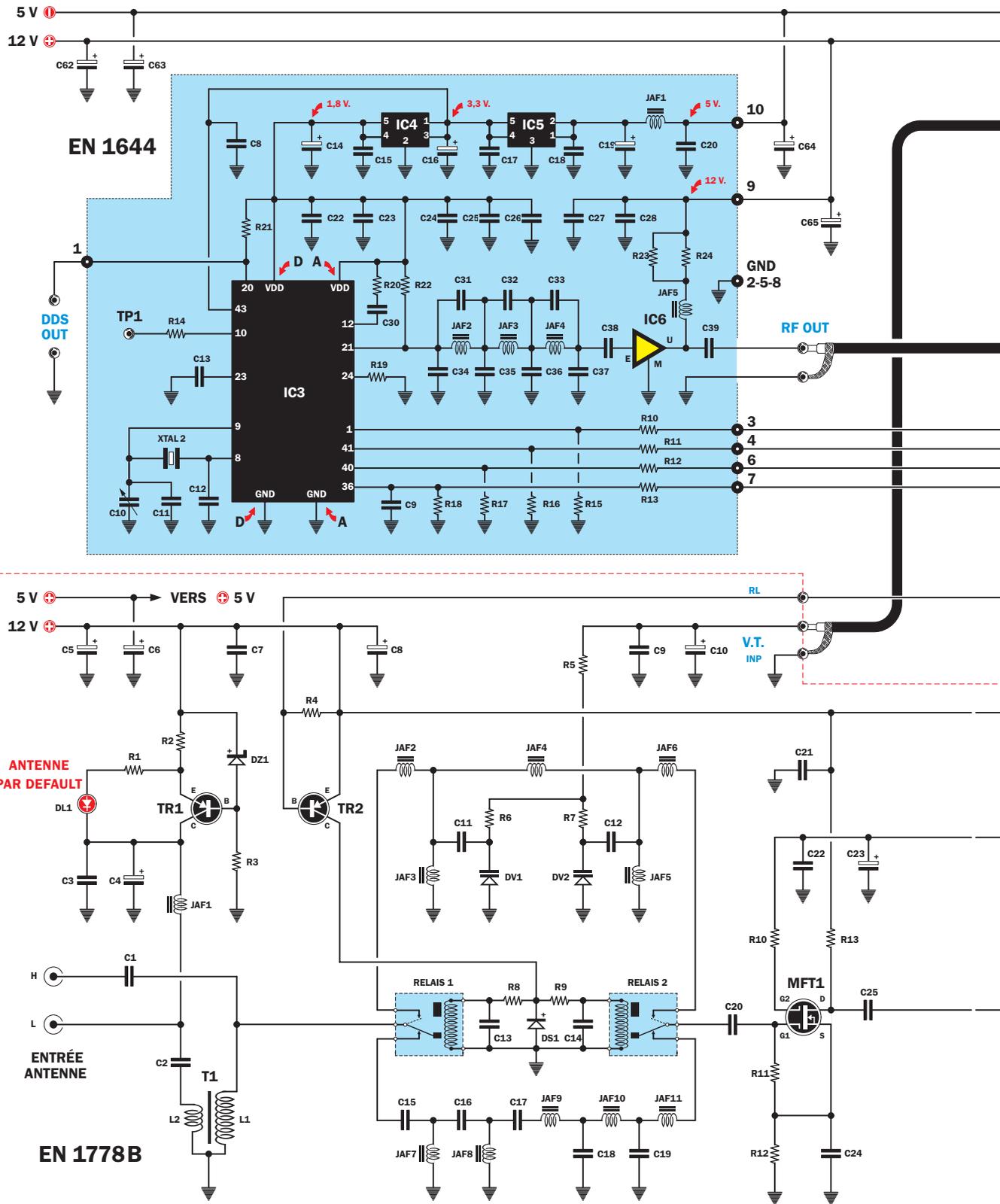
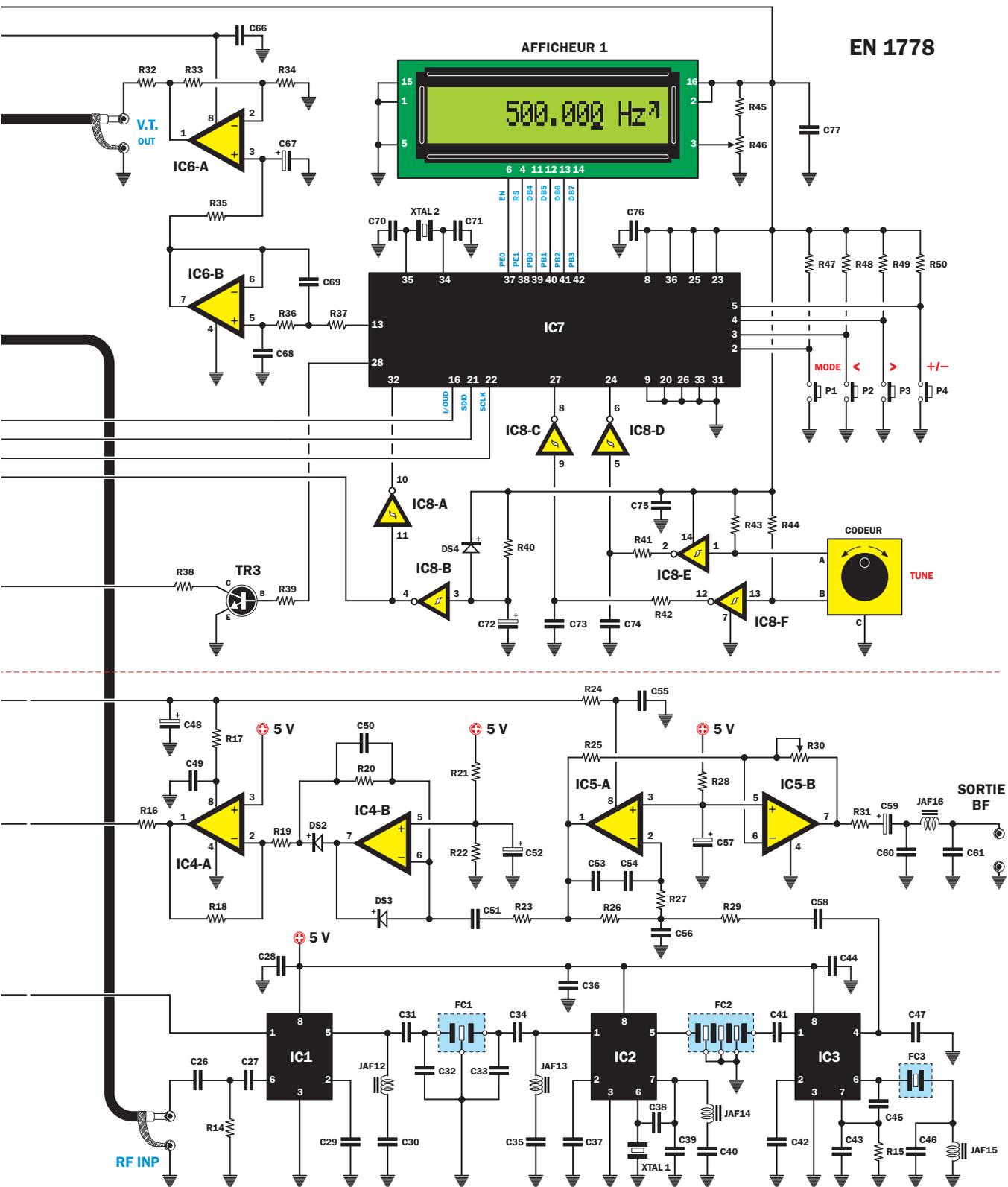


Figure 2 : Schéma électrique du récepteur DRM. La partie sur fond bleu est le module DDS : il est disponible en platine CMS toute montée.



Liste des composants EN1778 - EN1778B

R1 1 k
 R2 27 Ω
 R3 3,3 k
 R4 10 k
 R5 10 k
 R6 10 k
 R7 10 k
 R8 100 Ω
 R9 100 Ω
 R10 .. 10 Ω
 R11 .. 1 k
 R12 .. 220 Ω
 R13 .. 1 k
 R14 .. 56 Ω
 R15 .. 3,3 k
 R16 .. 10 k
 R17 ... 100 Ω
 R18 .. 2,2 M
 R19 .. 470 k
 R20 .. 100 k
 R21 .. 4,7 k
 R22 .. 10 k
 R23 .. 2,2 k
 R24 ... 100 Ω
 R25 .. 1 k
 R26 .. 10 k
 R27 ... 10 k
 R28 .. 10 k
 R29 .. 10 k
 R30 .. 10 k trimmer
 R31 ... 100 Ω
 *R32.. 2,2 k
 *R33.. 100 k
 *R34.. 100 k
 *R35.. 47 k
 *R36.. 100 k
 *R37.. 100 k
 *R38.. 10 k
 *R39.. 3,3 k
 *R40.. 1 M
 *R41.. 4,7 k
 *R42.. 4,7 k
 *R43.. 10 k
 *R44.. 10 k
 *R45.. 15 k
 *R46.. 10 k trimmer
 *R47.. 10 k
 *R48.. 10 k
 *R49.. 10 k
 *R50.. 10 k

C1 10 nF céramique
 C2 10 nF céramique
 C3 100 nF céramique
 C4 47 µF électrolytique
 C5 100 µF électrolytique
 C6 100 µF électrolytique
 C7 100 nF polyester
 C8 10 µF électrolytique
 C9 100 nF céramique

C10 ... 10 µF électrolytique
 C11 ... 100 nF céramique
 C12 .. 100 nF céramique
 C13 ... 100 nF céramique
 C14 ... 100 nF céramique
 C15 ... 270 pF céramique
 C16 ... 150 pF céramique
 C17 ... 270 pF céramique
 C18 ... 33 pF céramique
 C19 ... 33 pF céramique
 C20 .. 10 nF céramique
 C21 ... 100 nF céramique
 C22 .. 100 nF polyester
 C23 .. 10 µF électrolytique
 C24 ... 100 nF céramique
 C25 .. 10 nF céramique
 C26 .. 10 nF céramique
 C27 ... 10 nF céramique
 C28 .. 100 nF polyester
 C29 .. 10 nF céramique
 C30 .. 10 nF céramique
 C31 ... 47 pF céramique
 C32 .. 47 pF céramique
 C33 .. 47 pF céramique
 C34 .. 47 pF céramique
 C35 .. 10 nF céramique
 C36 .. 100 nF polyester
 C37 ... 10 nF céramique
 C38 .. 22 pF céramique
 C39 .. 47 pF céramique
 C40 .. 10 nF céramique
 C41 ... 100 nF céramique
 C42 .. 10 nF céramique
 C43 .. 2,2 nF polyester
 C44 .. 100 nF polyester
 C45 .. 1,5 nF polyester
 C46 .. 68 pF céramique
 C47 ... 2,2 nF polyester
 C48 .. 10 µF électrolytique
 C49 .. 100 nF polyester
 C50 .. 1 µF polyester
 C51 ... 1 µF polyester
 C52 .. 10 µF électrolytique
 C53 .. 1 nF polyester
 C54 .. 1 nF polyester
 C55 .. 100 nF polyester
 C56 .. 2,2 nF polyester
 C57 ... 10 µF électrolytique
 C58 .. 100 nF céramique
 C59 .. 10 µF électrolytique
 C60 .. 1 nF polyester
 C61 ... 1 nF polyester
 *C62.. 100 µF électrolytique
 *C63.. 100 µF électrolytique
 *C64.. 10 µF électrolytique
 *C65.. 10 µF électrolytique
 *C66.. 100 nF polyester
 *C67.. 10 µF électrolytique
 *C68.. 220 nF polyester
 *C69.. 220 nF polyester
 *C70.. 15 pF céramique
 *C71.. 15 pF céramique
 *C72.. 1 µF électrolytique

*C73.. 100 nF polyester
 *C74.. 100 nF polyester
 *C75.. 100 nF polyester
 *C76.. 100 nF polyester
 *C77.. 100 nF polyester

FC1 ... filtre cer. 10,7 MHz
 FC2 ... filtre cer. 455 KHz
 FC3 ... réson. cer. 500 KHz
 XTAL1 quartz 10,245 MHz
 *XTAL2.. quartz 8 MHz

*Codeur.. metc. 12 impulsions
 (SE8.5)

JAF1 .. 330 µH
 JAF2 .. 8,2 µH
 JAF3 .. 1 µH
 JAF4 .. 4,7 µH
 JAF5 .. 1 µH
 JAF6 .. 8,2 µH
 JAF7 .. 220 µH
 JAF8 .. 220 µH
 JAF9 .. 27 µH
 JAF10 47 µH
 JAF11 27 µH
 JAF12 8,2 µH
 JAF13 8,2 µH
 JAF14 10 µH
 JAF15 220 µH
 JAF16 100 µH
 DS1 .. 1N4150
 DS2 .. 1N4150
 DS3 .. 1N4150
 *DS4.. 1N4150
 DZ1 .. zener 3,3 V ½ W
 DV1 ... varicap BB509 ou
 35Z.W79
 DV2 ... varicap BB509 ou
 35Z.W79

*DL1.. LED
 *AFFICH 1.. CMC.116L01
 TR1 ... PNP BD140
 TR2 ... PNP BC557
 *TR3.. NPN BC547
 MFT1 MOSFET BF964 ou BF966
 IC1 NE602
 IC2 NE602
 IC3 NE602
 IC4 TL082
 IC5 NE5532
 *IC6 .. LM358
 *IC7.. CPU EP1778
 *IC8 .. HC/Mos 74HC14
 T1 voir texte
 RELAIS 1 relais 12 V 1 c.
 RELAIS 2 relais 12 V 1 c.
 *P1 ... poussoir
 [...]
 *P4 ... poussoir

Note : tous les composants assortis d'un astérisque (*) sont montés sur la platine EN1778.

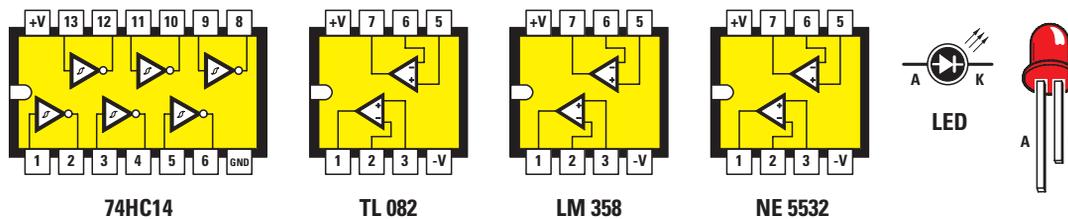


Figure 3 : Brochage des circuits intégrés 74HC14, TL082, LM358, NE5532 vus de dessus et avec le repère-détrompeur en U tourné vers la gauche. À droite, brochage de la LED.

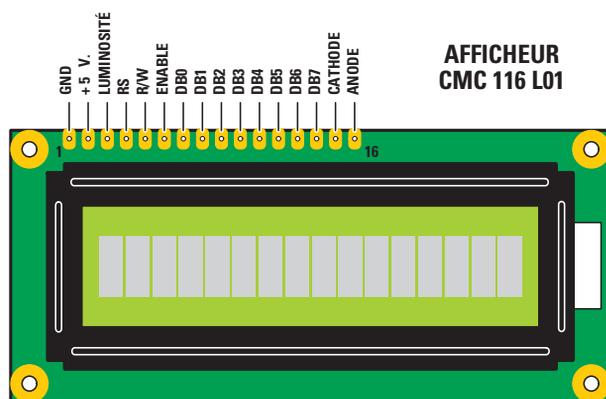


Figure 4 : La figure montre le brochage de l'afficheur LCD CMC116L01 utilisé dans la réalisation du montage.

En effet, on n'a pas ici de self bobinée pouvant «osciller» et produire un ronflement. En outre, le bruit de phase généré est bas par rapport à celui des classiques PLL.

Ce paramètre est important car il peut dégrader la qualité des signaux modulés en «phase» comme c'est le cas avec les signaux **DRM**. Il y a toutefois des inconvénients secondaires comme la production de signaux «indésirables» dus à la nature «numérique» du signal engendré.

Cependant, avec l'adoption d'un filtre passe-bas convenablement calculé et d'autres précautions, comme celle de limiter la fréquence maximale de sortie à environ **1/2** par rapport à celle de l'horloge de référence, ces «inconvénients» peuvent être ignorés.

Même si dans notre récepteur le module **DDS EN1644** est utilisé pour générer une fréquence maximale de **40,7 MHz** (valeur donnée par la fréquence maximale de réception de 30 MHz ajoutée à la valeur de la première moyenne

fréquence de 10,7 MHz), il peut générer une onde sinusoïdale ayant une fréquence maximale jusqu'à **120 MHz**.

Nous avons pensé mettre à profit cette caractéristique de manière à rendre notre circuit plus adaptable pour d'autres applications (par exemple, comme **VFO** pour d'autres récepteurs avec différentes valeurs de moyenne fréquence ou comme simple générateur jusqu'à **120 MHz**), en n'en limitant pas la fréquence maximale à **40,7 MHz**.

De ce fait, comme nous l'expliquerons plus loin, on peut tout préparer pour le rendre fonctionnel jusqu'à **120 MHz**, en ménageant en plus la possibilité de programmer n'importe quelle valeur de moyenne fréquence à ajouter/soustraire à la fréquence de sortie.

Nous avons en outre doté le récepteur d'une syntonie (accord) à «codeur rotatif», système qui est beaucoup plus commode que d'entrer la fréquence au moyen d'un clavier numérique, ce qui rend l'ensemble véritablement «professionnel».

La triple conversion de fréquence

Nous l'avons déjà évoquée et maintenant nous approfondissons le sujet : la première valeur de conversion est égale à **10,7 MHz**, la deuxième est à **455 kHz** et la troisième et dernière valeur est égale à **12 kHz**, pouvant comme un signal de basse fréquence être relié à l'entrée de la platine audio du **PC**, entrée qui peut accepter normalement des signaux jusqu'à une fréquence maximale de **18/20 kHz**.

En fait l'ordinateur, à travers la platine audio à laquelle on va appliquer le signal fourni par notre récepteur, s'occupera de la «**démodulation**» des signaux. Dans les récepteurs «normaux» cela est réalisé par un étage interne dédié.

C'est pourquoi le signal de sortie de notre récepteur ne peut être appliqué à un amplificateur basse fréquence pour piloter un haut-parleur, en effet dans ce cas on n'entendrait aucune station radio car

il manquerait la «**démodulation**», c'est-à-dire l'opération servant à extraire les «**informations**» d'une porteuse radio.

Le signal capté par l'antenne, qui peut être notre antenne active ou bien une autre adaptée à la gamme couverte, développe à ses extrémités une très faible tension de quelques **µV** d'amplitude. Cette tension est ensuite appliquée, pour y être amplifiée, aux étages suivants du récepteur.

Vous voyez que notre récepteur dispose de deux entrées «**BNC**» antenne, une sera appliquée au câble de descente venant d'une antenne à **basse impédance** de sortie (**50 Ω** typique) et l'autre à des antennes à **haute impédance** comme, par exemple, les antennes «**filaires**», c'est-à-dire des antennes simplement constituées de fils conducteurs de longueurs adaptées aux fréquences que l'on souhaite recevoir.

Par l'intermédiaire du transformateur à large bande **T1** bobiné sur un noyau torique, nous obtenons la transformation d'impédance convenable en mettant à profit son rapport entre nombre de spires. Le primaire (celui à basse impédance) est composé de seulement **5 spires** et c'est à lui qu'on applique le signal venant de l'antenne à basse impédance. Le secondaire dispose lui de **22 spires** et c'est à lui qu'on applique le signal venant de l'antenne à haute impédance. Le carré du rapport entre spires est égal au **rapport** des impédances et, si l'entrée à basse impédance a une valeur de **50 Ω**, ils deviennent sur l'entrée à haute impédance :

$$\text{rapport d'impédance} = (\text{rapport spire})^2$$

$$\text{rapport impédance} = (22 : 5)^2 = 19,36$$

que nous pouvons arrondir à **20**. Et donc les **50 Ω** deviennent :

$$\text{entrée haute impédance} = 20 \times 50 = 1 \text{ k}\Omega$$

Par conséquent avec les deux entrées nous pouvons «**recueillir**» le maximum de signal en fonction de l'antenne utilisée sans grande perte.

L'entrée à basse impédance prévoit l'alimentation de l'antenne active au moyen du même câble coaxial que celui utilisé pour la descente du signal, tension qui sera appliquée à travers le transistor **TR1** utilisé comme régulateur de courant. Ce dernier intervient en limitant le courant à une valeur de sécurité, au cas où un court-circuit se produirait sur le câble coaxial. Cette condition sera signalée par l'allumage de la LED **DL1 (Antenne par Défaut)**, normalement cette LED restera éteinte.

L'antenne active doit être appliquée exclusivement sur cette entrée (basse

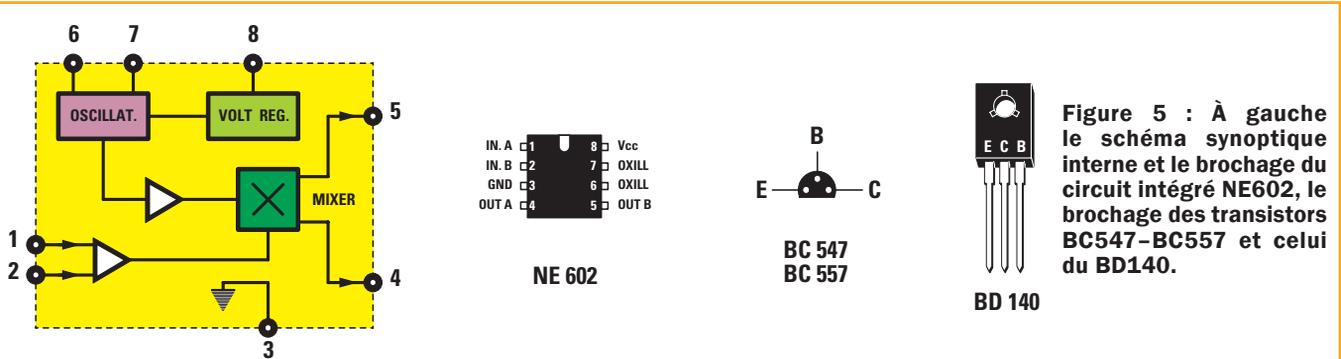


Figure 6 : À gauche le brochage de l'Eprom EP1778 vue de dessus et avec le repère-détrompeur en U tourné vers la gauche.

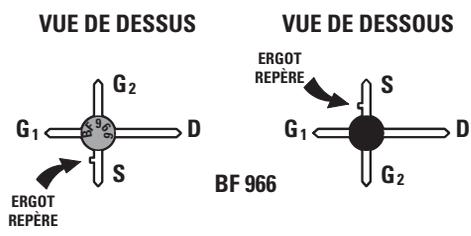


Figure 7 : Brochage vu de dessus et de dessous du MOSFET BF966.

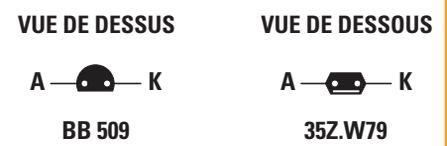


Figure 8 : Brochage vu de dessus et de dessous de la diode varicap BB509 et de son équivalent 35Z.W79.

impédance), car elle est adaptée pour cette utilisation. D'ailleurs, l'entrée à haute impédance ne prévoit pas d'alimentation pour l'antenne car le condensateur de blocage **C1** ne la permet pas et l'antenne active reliée à cette entrée ne serait pas alimentée et aucun signal ne serait capté.

La self **JAF1** a pour rôle de laisser passer seulement la tension continue égale à environ **12 V** pour l'antenne active et de bloquer le signal **RF** reçu, de manière à ne pas pouvoir être «**court-circuité**» vers la masse par la présence des condensateurs **C3** et **C4** et qu'il puisse continuer vers l'étage suivant sans subir d'atténuation.

Le signal reçu est alors appliqué à un relais, lequel, en fonction de la fréquence syntonisée, le transfère à un des deux filtres d'entrée. Cette commutation se fait de manière automatique et transparente et elle est gérée par le microcontrôleur **IC7**. Donc aucune commutation manuelle n'est à faire.

La fréquence de «**coupure entre filtres**» (fréquence pour laquelle on passe d'un filtre à l'autre) est de **6,4 MHz**, c'est pourquoi jusqu'à cette valeur c'est le filtre passe-bande de **0,5 MHz–6,4 MHz** constitué des composants **C15–C16–C17–C18–C19** et des selfs **JAF7–JAF8–JAF9–JAF10–JAF11** qui est utilisé, alors que pour fréquences supérieures c'est le filtre accordable sur **6,4 MHz–30MHz** constitué des composants **JAF2–JAF3–JAF4–JAF5–JAF6** et des diodes varicap **DV1** et **DV2** qui le sera.

Vous remarquerez qu'en réalité il y a deux **relais** : un utilisé pour l'**entrée** (**Relais 1**) et qui commute l'antenne sur un des deux filtres, l'autre (**Relais 2**) pour la **sortie** et dont les contacts sont utilisés pour commuter l'étage amplificateur **RF**. Les deux sont pilotés en même temps, les deux bobines sont reliées en parallèle à travers les deux résistances **R8** et **R9**.

Nous avons recouru à des relais **Omron** bien adaptés à la **RF**, car avec des relais normaux on n'obtient pas toujours des résultats satisfaisants à des fréquences supérieures à quelques **MHz**, ce qui ne garantit pas l'isolation nécessaire et introduit des pertes importantes. Les bobines des deux relais sont contrôlées

par le transistor **TR2** piloté à son tour par le transistor **TR3**, dont la base est reliée à la **broche 28** du microcontrôleur par l'intermédiaire de la résistance **R39**.

Le filtre passe-bande **0,5 MHz–6,4 MHz** est composé en réalité de deux filtres montés en cascade : un **passe-haut** constitué des composants **C15, C16, C17, JAF7, JAF8** avec fréquence de coupure de **0,5 MHz** et un **passe-bas** constitué des composants **JAF9, JAF10, JAF11, C18, C19** avec fréquence de coupure de **6,4 MHz** et l'union des deux crée le filtre unique (voir figure 2). Le filtre pour la bande de **6,4 MHz à 30 MHz** est constitué en réalité de deux circuits résonnants parallèles couplés inductivement par l'intermédiaire de **JAF2, JAF4, JAF6**.

La capacité de syntonie (accord) est obtenue par deux diodes varicap **DV1–DV2**, polarisées par une tension continue de valeur proportionnelle à la fréquence d'accord, obtenue grâce à un circuit **PWM** à **1 000 Hz** géré par le microcontrôleur **IC7**. Nous obtenons ainsi l'accord parfait du filtre présélecteur en fonction de la fréquence visualisée sur l'afficheur. La variation correspondante de tension est obtenue grâce à la variation du **rapport cyclique** d'une onde carrée générée à l'intérieur du microcontrôleur. Par exemple, si l'onde carrée a un **rapport cyclique** de **50%** nous obtenons une tension continue sur les varicaps de **5 V**, si le **rapport cyclique** a une valeur de **75%** nous obtenons une tension continue de **7,5 V** et ainsi de suite pour les autres valeurs de **rapport cyclique**.

L'opérationnel **IC6/B** est un filtre passe-bas transformant les variations de **rapport cyclique** en variations de tension continues et ayant une fréquence de coupure très inférieure à la fréquence de travail de **1 kHz** du **PWM**. Cela permet d'exploiter pleinement le travail de filtrage et produit en sortie une tension continue à faible ondulation résiduelle («**ripple**»), ensuite complètement éliminée par l'action intégratrice des composants **R35** et **C67**.

L'amplificateur opérationnel suivant **IC6/A**, est un simple amplificateur **x2** car, le microcontrôleur étant alimenté avec seulement **5 V**, il ne peut produire des tensions supérieures à cette valeur. La tension ainsi générée n'a pas une

allure linéaire avec la fréquence : cela signifie que si, par exemple, nous sommes accordés sur **15 MHz**, la tension fournie sera égale à **4 V** ; à **30 MHz** la tension fournie n'aura pas une valeur de **8 V** car la courbe de fréquence de syntonie/tension de syntonie est elle-même **non linéaire**. C'est pourquoi il a été nécessaire d'insérer à l'intérieur du microcontrôleur un algorithme adéquat pour corriger cette allure non linéaire.

Les deux filtres d'entrée du récepteur ont le rôle d'atténuer les signaux interférents non désirés et hors gamme pouvant compromettre le bon fonctionnement du récepteur. À travers le condensateur **C20**, le signal capté par l'antenne est appliqué sur la broche **G1** de l'étage suivant, lequel est un préamplificateur **RF** construit avec un MOSFET «**dual gate**» (bigrille) **BF966** (voir **MFT1**). Le gain obtenu par cet étage est égal à environ **20 dB** en puissance avec un faible bruit et une grande dynamique, autant de caractéristiques importantes pour un récepteur. En effet, les signaux radio présents sur la gamme sont très différents en ce qui concerne les amplitudes.

Grâce à la présence de la grille **G2** il est possible de faire varier le gain de cet étage de manière à obtenir une **plus grande dynamique** du récepteur. La dynamique exprime la capacité du récepteur à gérer en même temps les signaux forts et les signaux faibles arrivant par l'antenne, sans que dans le premier cas il y ait des problèmes d'«**intermodulation**» et dans le second cas de sensibilité insuffisante.

En faisant varier la tension continue sur la grille **G2** il est donc possible de modifier le gain de cet étage de **30 dB**, en l'adaptant en fonction du signal reçu : réduire le gain si le signal reçu est fort et l'augmenter si le signal est faible. Nous avons ainsi réalisé le fameux **AGC Automatic Gain Control** ou **CAG Contrôle Automatique de Gain**. Cette tension continue de contrôle est obtenue grâce à la rectification du signal de sortie par l'opérationnel **IC4/B** et à l'amplification suivante par le second opérationnel **IC4/A** du **TL082**.

Un réseau de filtrage **R16/C23** introduit un retard dans l'action de l'**AGC**, ce qui est utile pour éviter une intervention

immédiate de l'étage, qui rendrait le tout instable. Le signal d'antenne ainsi amplifié est prélevé par le **Drain** du **MFT1** appliqué, à travers le condensateur **C25**, sur l'entrée du premier étage convertisseur de fréquence **IC1**, un **NE602**, mélangeur capable de travailler jusqu'à **500 MHz**.

Cet étage dispose de deux entrées symétriques, mais dans notre cas nous n'en utiliserons qu'une seule : précisément celle correspondant à la **broche 1**, l'autre entrée correspondant à la **broche 2** est mise à la masse à travers le condensateur **C29**.

Pour exploiter la fonction de **Mélangeur RF**, le circuit intégré **IC1** a besoin d'un autre signal **RF**, celui de l'«**oscillateur local**» : grâce au phénomène du «**battement de fréquence**», ce signal servira à convertir en fréquence le signal reçu par l'antenne sur la valeur fixe de **10,7 MHz** égale à la valeur de la première moyenne fréquence.

Dans notre récepteur, la fréquence de l'oscillateur local est supérieure à la fréquence reçue, par exemple si le récepteur est accordé sur la fréquence de **5 MHz**, l'oscillateur local a une fréquence de :

$$5 \text{ MHz} + 10,7 \text{ MHz} = 15,7 \text{ MHz}$$

À la sortie **broche 5** du mélangeur on aura divers «**produits**» dus principalement à la somme et à la différence entre les deux fréquences, en effet :

$$5 \text{ MHz} + 15,7 \text{ MHz} = 20,7 \text{ MHz}$$

ou bien :

$$15,7 \text{ MHz} - 5 \text{ MHz} = 10,7 \text{ MHz}$$

Toujours en prenant comme exemple un signal d'entrée à **5 MHz**.

Entre les deux, l'unique signal pouvant continuer vers les étages suivants est celui qui est égal à la différence entre les deux, soit celui à **10,7 MHz**.

Ce signal est en effet celui qui correspond à la fréquence centrale du filtre céramique **FC1**, qu'il laisse passer sans atténuation, alors qu'il bloque tous les autres signaux ayant une fréquence

différente et cela contribue à conférer une certaine sélectivité à notre récepteur. En pratique il arrive que, lorsqu'une quelconque station a été syntonisée, indépendamment de sa fréquence, elle soit convertie sur une autre valeur de fréquence fixe, dite **moyenne fréquence**, dans notre récepteur elle a une valeur de **10,7 MHz**.

Le module EN1644

Comme nous l'avons déjà dit, l'étage oscillateur local est composé du module **EN1644** (voir figure 2), dont nous allons brièvement expliquer le fonctionnement. Le circuit intégré **IC3** est le **DDS AD9951**, dont les dimensions physiques sont véritablement réduites : seulement **9 mm** de côté pour **48 broches** de connexions. C'est pourquoi nous avons été obligés de réaliser un module en technologie **CMS**, car il est normalement très difficile de réussir à souder, avec les moyens dont dispose l'amateur, le circuit intégré sur un circuit imprimé.

Pour le fonctionnement de l'étage, la présence d'un signal de **Clock** (d'horloge) de référence, stable en fréquence, est requise : elle est obtenue ici avec un quartz **XTAL2** de **13 421 773 MHz** monté entre les broches **8** et **9** de **IC3** et d'un étage multiplicateur de fréquence **x20** présent à l'intérieur du circuit intégré. La fréquence finale obtenue est égale à :

$$13\,421\,773 \text{ MHz} \times 20 = 268\,435\,460 \text{ MHz}$$

et c'est là la valeur de la fréquence de référence avec laquelle le **DDS** travaille pour produire numériquement le signal sinusoïdal de sortie.

Puisque l'**AD9951** dispose d'une résolution interne de **32 bits**, il est possible de déterminer avec cette valeur et avec la valeur de la fréquence de l'horloge de référence, la **résolution maximale** que nous pouvons obtenir : elle est équivalente à la différence minimale de fréquence produites. La valeur décimale maximale exprimable avec **32 bits** est égale à :

$$2^n = 4\,294\,967\,296$$

où l'exposant **n = 32** (nombre de bits) et la résolution maximale que l'on peut obtenir est égale à :

fréquence de référence : 2ⁿ soit :

$$268\,435\,460 : 4\,294\,967\,296 = 0,0625 \text{ Hz}$$

Nous pourrions donc générer un signal sinusoïdal avec une résolution de fréquence de seulement **0,0625 Hz**, soit par exemple produire une fréquence de **10 MHz** exactement et la valeur proche suivante supérieure serait de :

$$10\,000\,000 + 0,0625 = 10\,000\,000,0625 \text{ Hz}$$

Dans notre cas une résolution aussi poussée ne sert à rien et donc nous l'avons réduite à une valeur de **±1 Hz**.

Le circuit intégré **DDS** est géré par le microcontrôleur **IC7** auquel on a confié le rôle de «dialoguer» avec lui en échangeant des données, transférées en mode série, grâce aux liaisons entre les **broches 16-21-22** et les **broches 3-4-6** du module **EN1644**.

La broche **7** du module est l'entrée de **Reset** laquelle au moment de l'allumage est mise au niveau logique bas pour un bref instant puis se porte au **niveau logique 1**. Le circuit intégré **DDS** est ainsi préparé pour un fonctionnement correct et il est capable d'accepter les informations envoyées par le microcontrôleur.

Les deux régulateurs de tension **IC4** et **IC5** fournissent les valeurs d'alimentation nécessaires au circuit intégré **DDS** respectivement **1,8 V** et **3,3 V**. Le filtre passe-bas composé des condensateurs **C31-C32-C33-C34-C35-C36-C37** et des selfs **JAF2-JAF3-JAF4** élimine les signaux indésirables de fréquence supérieure à **120 MHz** et l'amplificateur **IC6**, un **MAV11**, porte le niveau de sortie à environ **+10 dBm**, niveau optimal pour piloter l'étage **mélangeur IC1**. Le module a besoin de deux tensions d'alimentation, l'une de **5 V** doit être connectée à la broche **10** et l'autre de **12 V** – utilisée exclusivement par l'amplificateur **IC6** – doit être connectée à la broche **9** : ces deux tensions proviennent de l'étage d'alimentation.

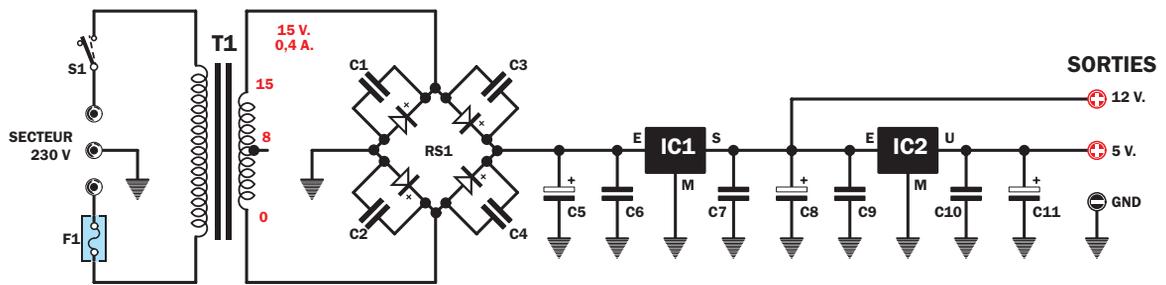


Figure 9 : Schéma électrique de l'étage d'alimentation fournissant les tensions stabilisées de 12 et 5 V. À droite, brochage des deux circuits intégrés régulateurs L7812 et L7805 vus de face.

Liste des composants EN1779

- C1 10 nF céramique
- C2 10 nF céramique
- C3 10 nF céramique
- C4 10 nF céramique
- C5 1 000 µF électrolytique/25V
- C6 100 nF polyester
- C7 100 nF polyester
- C8 100 µF électrolytique

- C9 100 nF polyester
- C10 ... 100 nF polyester
- C11 ... 100 µF électrolytique
- IC1 L7812
- IC2 L7805
- RS1 .. pont redress. 100 V 1 A
- T1 transfo 6 W (T006.02) sec. 8-15 V 0,4 A
- F1 fusible 1 A
- S1 interrupteur



L 7812



L 7805

Nous avons prévu également une sortie, appelée **DDS OUT** (voir figure 2), correspondant à la **broche 1** du module **DDS EN1644**. Cette sortie peut être mise à profit dans le cas où vous souhaiteriez utiliser le générateur pour des fréquences inférieures à **100 kHz** : en effet, la sortie correspondant à l'amplificateur **IC6** ne permet pas d'obtenir des signaux de fréquences inférieures à cette valeur. Cette sortie «directe» du **DDS** permet d'obtenir un signal sinusoïdal à des fréquences allant de **1 Hz** à **120 MHz** maximum et d'une amplitude égale à environ **0,5 Vpp** (à vide).

Après cette brève description de l'étage générateur oscillateur local **DDS** revenons à l'étage **mélangeur IC1** (voir figure 2).

Les composants **JAF12** et **C31-C32** forment un réseau adaptateur d'impédance afin de coupler le mieux possible le filtre céramique **FC1**, d'une impédance d'environ **300 Ω**, aux **1 500 Ω** environ de l'impédance de sortie du mélangeur.

Le signal est alors appliqué à un **étage mélangeur IC2** analogue (un autre **NE602**) à travers un réseau adaptateur d'impédance identique, mais composé

cette fois de **C33-C34** et **JAF13**, pour y être converti en une autre valeur plus basse de conversion. Cette fois le signal d'entrée à **10,7 MHz** sera converti à **455 kHz**. Le quartz **XTAL1** monté entre la broche **6** et la masse du circuit intégré **IC2** produit la fréquence de battement fixe et stable de **10,245 MHz** qui, en «battant» (se combinant) avec la fréquence d'entrée de **10,7 MHz** produit à la sortie sur la broche **5** un troisième signal égal à la différence entre les deux, soit :

$$10,7 \text{ MHz} - 10,245 \text{ MHz} = 0,455 \text{ MHz}$$

Le filtre céramique **FC2** à bande étroite nettoie ce signal et empêche que les signaux de fréquences différentes ne puissent atteindre l'étage suivant. Notez que dans ce cas, à la différence de l'étage précédent (avec filtre **FC1**), aucun réseau adaptateur d'impédance n'est présent : c'est parce que le filtre à **0,455 MHz** a déjà une valeur d'impédance de **1,5 k** s'adaptant parfaitement à l'impédance de sortie du mélangeur suivant **IC2** et à l'impédance d'entrée du mélangeur suivant **IC3** (aucune perte par désadaptation dans ce cas). Nous avons maintenant obtenu la conversion à une valeur de fréquence inférieure et

le filtrage du signal capté par l'antenne, mais nous ne pouvons encore l'appliquer à l'entrée audio de la carte son du **PC** car la valeur de fréquence est encore trop haute : il est donc indispensable de pratiquer une autre conversion de fréquence. Un troisième mélangeur **NE602 IC3**, égal aux précédents, effectue cette dernière conversion au moyen du résonateur céramique **FC3** de **0,500 MHz** lequel, grâce aux composants **C46** et **JAF15**, réduit sa fréquence d'oscillation à une valeur d'environ **467 kHz**. Cette valeur, en «battant» (se combinant) avec le **455 kHz** produit par la conversion précédente, produit enfin le **12 kHz** requis pour entrer, sous forme de signal basse fréquence, dans la platine audio du **PC** : ce signal sera présent sur la broche **4** de **IC3**.

De toute façon, avant d'être appliqué à l'entrée audio du **PC**, le signal sera encore filtré par l'opérationnel **IC5/A** et amplifié par l'opérationnel **IC5/B**. Le trimmer **R30**, en modifiant le gain de cet étage, nous servira à doser le bon niveau d'amplitude pour la platine audio du **PC**, un simple filtre en π (π) composé des condensateurs **C60-C61** et de la self **JAF16**, qui élimine d'éventuels signaux de perturbation haute fréquence pouvant se trouver sur la prise d'entrée audio du **PC**.

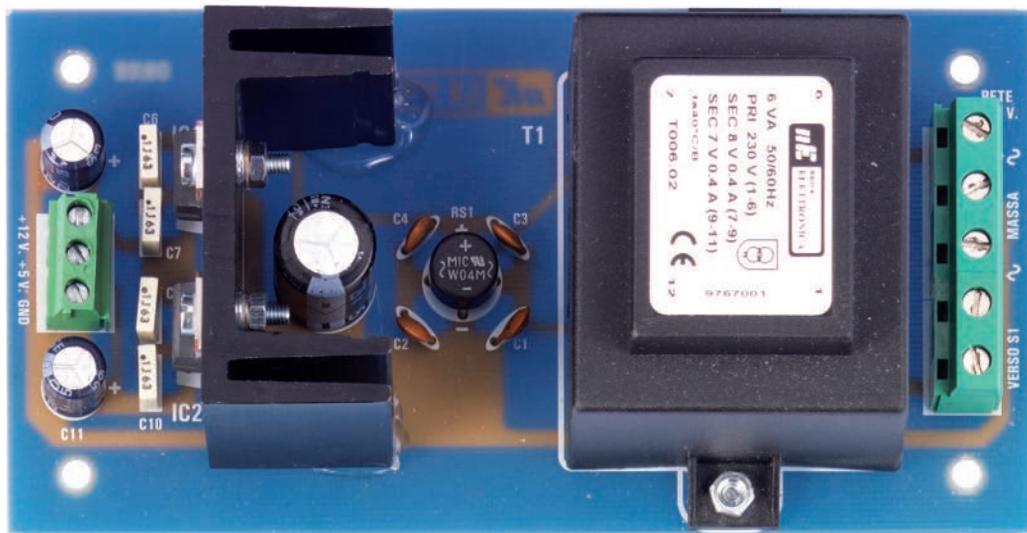


Figure 10a : En haut photo d'un des prototypes de la platine de l'étage d'alimentation EN1779 et en bas son schéma d'implantation des composants. Notez le câblage de l'interrupteur S1 et de la prise secteur 230 V, ainsi que les alimentations pour les deux circuits EN1778 et EN1778B.

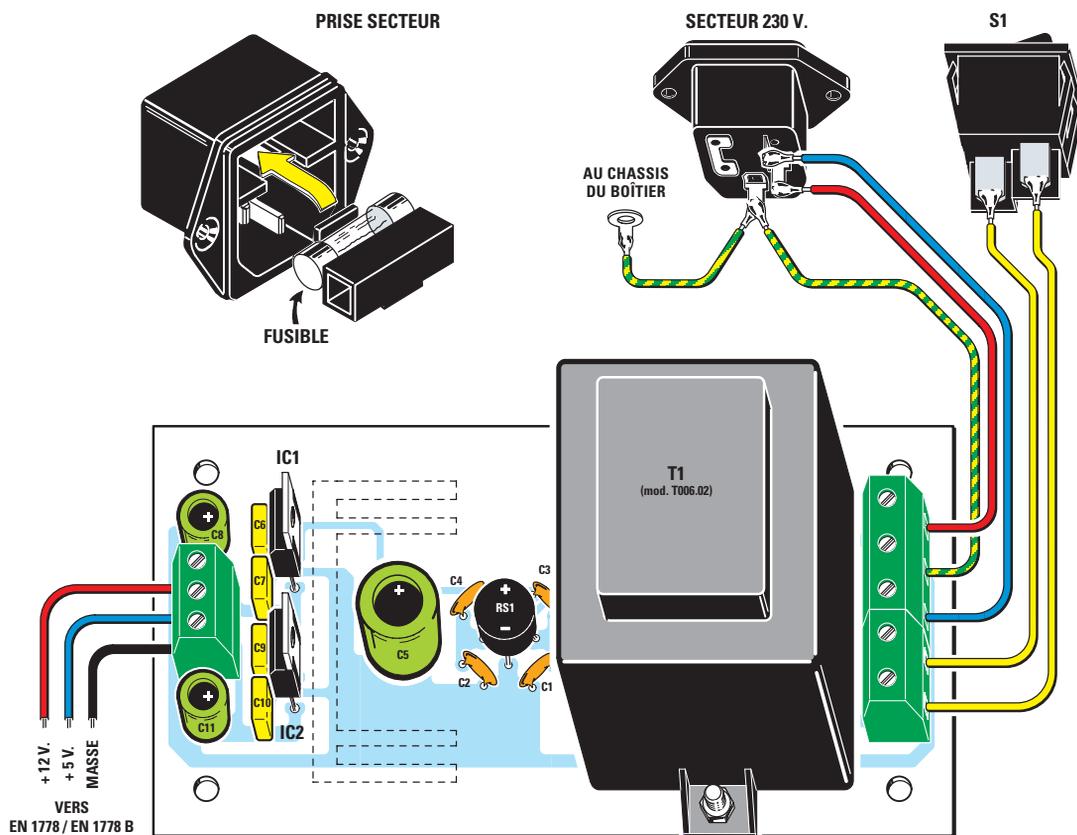


Figure 10b : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé de l'étage d'alimentation EN1779.

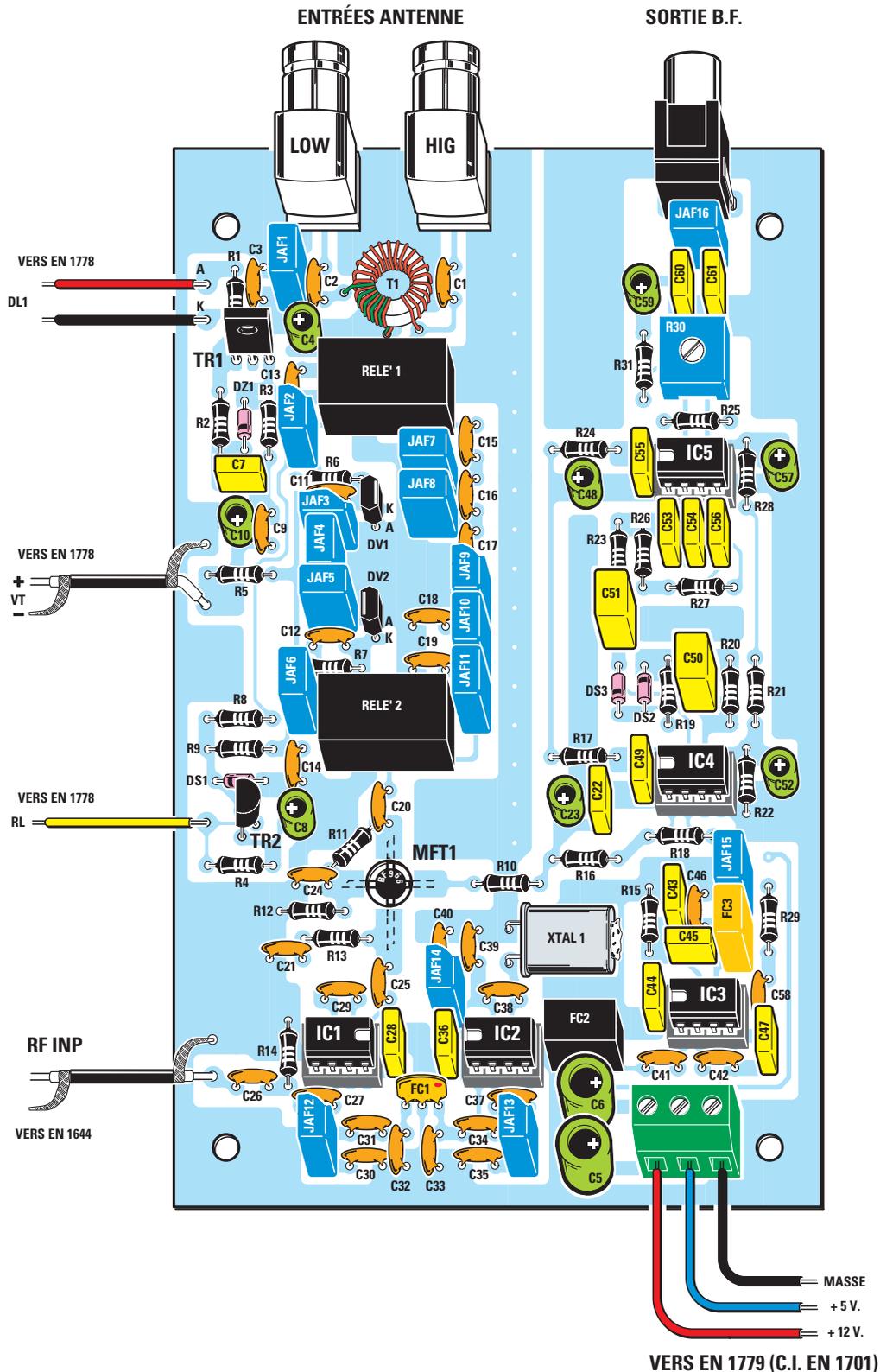


Figure 11a : Schéma d'implantation des composants de l'étage de base EN1778B avec les connecteurs d'antenne et de sortie et les liaisons aux autres platines. Comme nous l'avons expliqué dans l'article, le MOSFET MFT1 est à monter côté cuivre du circuit imprimé.

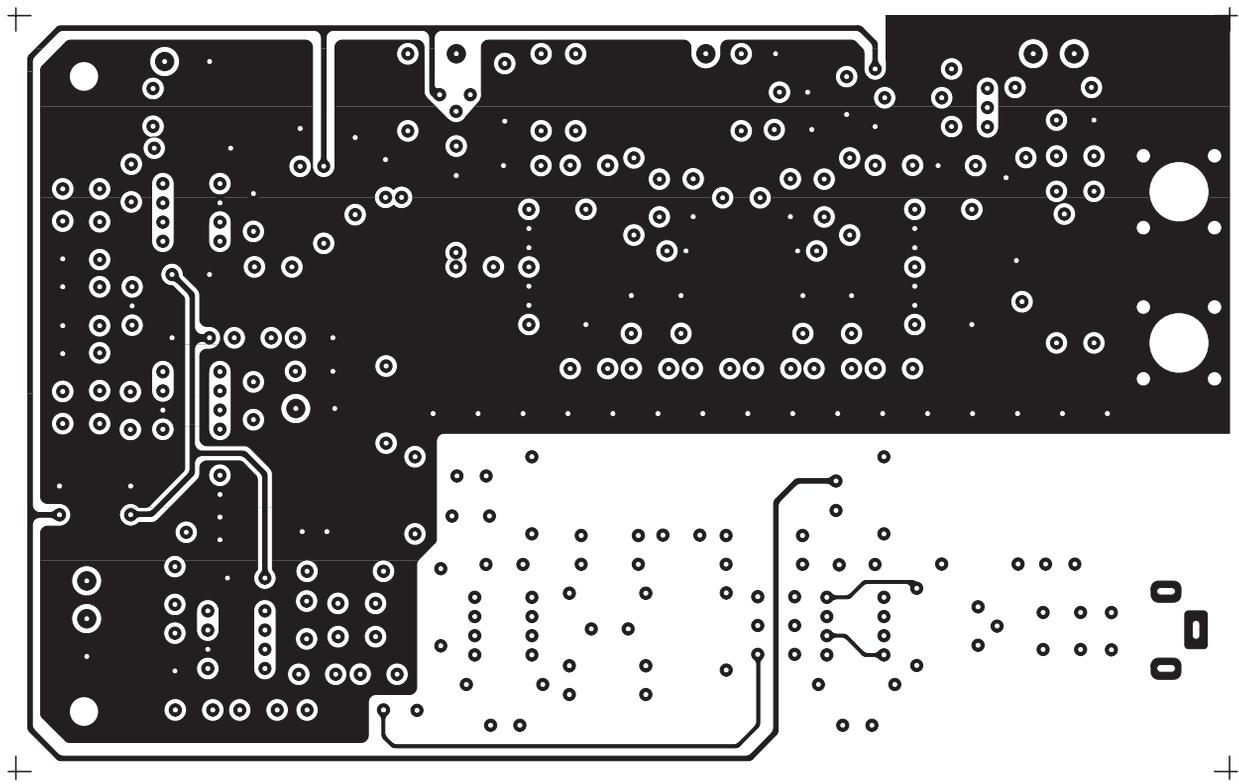


Figure 11b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'étage de base EN1778B, côté composants.

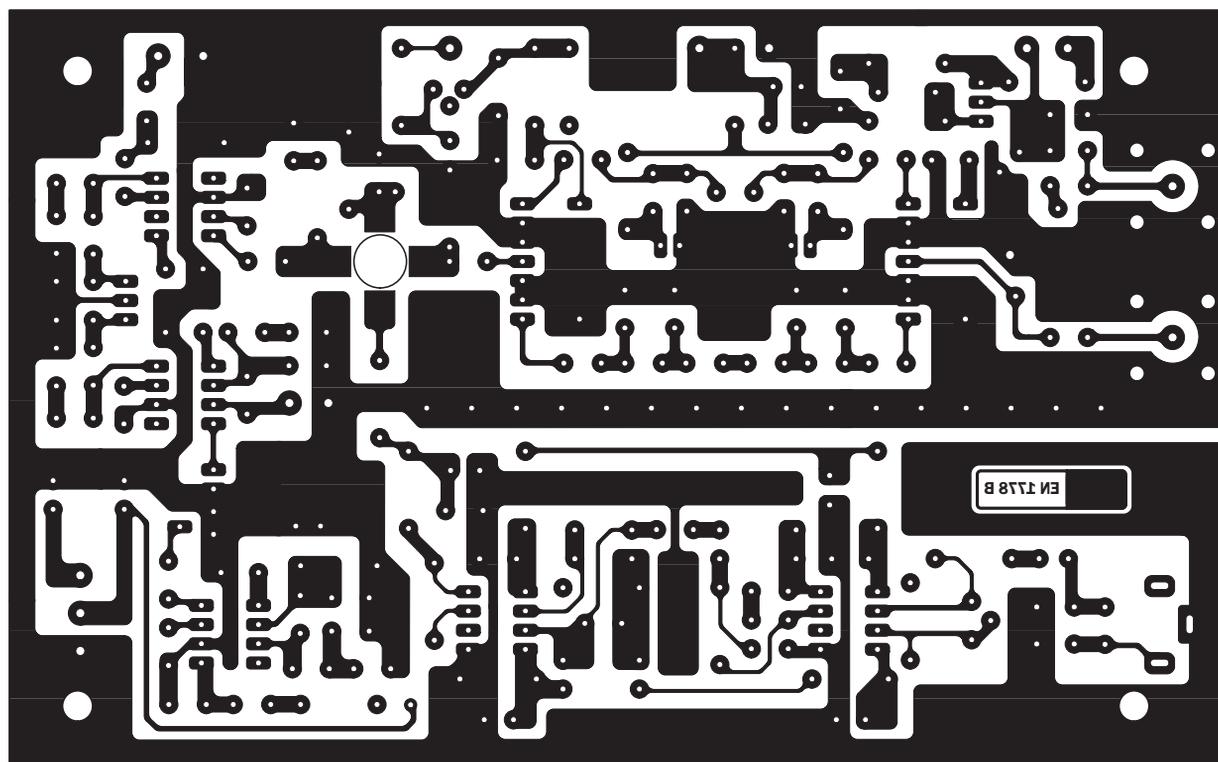


Figure 11b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'étage de base EN1778B, côté soudures.

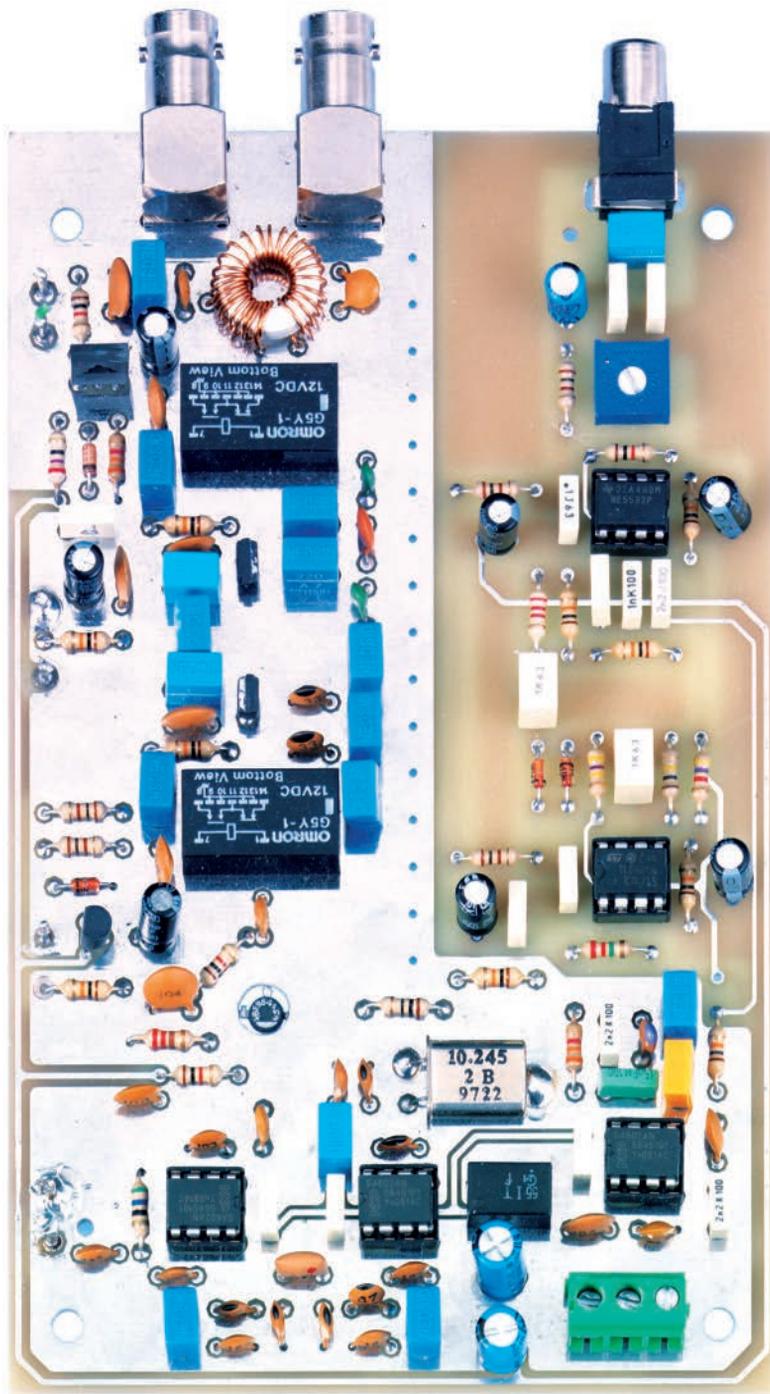


Figure 12 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'étage de base EN1778B.

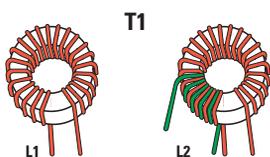


Figure 13 : Pour réaliser le transformateur T1 vous devez fabriquer L1 en bobinant 22 spires de fil émaillé à distribuer sur la totalité de la circonférence du noyau de ferrite et L2 en bobinant 5 spires.

À partir de cet étage on obtient aussi la tension d'**AGC** (de **CAG**) servant à modifier automatiquement le gain de l'étage préamplificateur d'entrée par l'intermédiaire de la tension appliquée sur la grille **G2** du FET bigrille («dual gate») **MFT1**.

Le microcontrôleur **IC7**, un **ST72C334J4**, fabriqué par **ST Microelectronics**, gère toutes les fonctions du récepteur, c'est-à-dire l'afficheur **LCD** et le module **EN1644**, en lui envoyant les données série nécessaires pour produire la fréquence adéquate de oscillateur local, le **codeur** rotatif, l'**incrément/décément** de la syntonie, l'étage **PWM** qui produit, pour les fréquences supérieures à **6,4 MHz**, la tension d'accord pour les varicaps du filtre d'entrée en fonction de la fréquence syntonisée, les **touches** pour les fonctions et la **sortie** commandant les relais pour le changement de filtre d'entrée.

Bien sûr, pour faire tout cela, nous avons développé un **programme** résident spécial dans la mémoire flash du microcontrôleur : il sera exécuté chaque fois que nous alimenterons le récepteur. Les signaux fournis par le **codeur** rotatif, avant d'être appliqués sur les **broches 24 et 27** d'entrée du microcontrôleur **IC7**, sont «**nettoyées**» et les fronts rendus plus raides par les portes **NOT à trigger** de **Schmitt** contenues dans le circuit intégré **HC/MOS 74HC14 IC8**. Les deux portes restantes sont utilisées pour produire les signaux de **Reset** utiles au microcontrôleur et au générateur **DDS** pour partir d'une condition non aléatoire après la mise sous tension du récepteur. Le quartz **XTAL2** fournit au microcontrôleur le signal d'**horloge** déterminant les temps d'exécution du programme résident.

L'étage d'alimentation EN1779

Le récepteur a besoin de deux tensions continues et stabilisées pour son fonctionnement, l'une de **5 V** et l'autre de **12 V**. Elles sont fournies par l'étage d'alimentation **EN1779** (voir figure 9). Le transformateur **T1** réduit à **15 V** alternatifs la tension du **secteur 230 V**. Le pont redresseur **RS1** a pour rôle, conjointement avec le condensateur de lissage

C5, de transformer la tension alternative du secondaire du transformateur en tension continue.

La stabilisation des tensions utiles au récepteur est produite par les deux régulateurs **IC1** et **IC2**, respectivement un **7812** et un **7805** et, comme on le devine facilement, le premier fournit la tension de **12 V** et le second celle de **5 V**. Les condensateurs restants montés sur le circuit ont pour rôle de filtrer encore les tensions de sortie, pour une alimentation vraiment exempte de parasites.

La réalisation pratique

La réalisation pratique de ce montage comprend le montage de l'étage de **base EN1778B** (voir figure 11a), le montage de l'étage **CPU, poussoirs** et **afficheur EN1778** (voir figure 14a) et celui de l'étage de **alimentation EN1779** (voir figure 10a).

La platine de base EN1778B

Commençons la description par l'étage de **base** : nous suggérons de monter avant tout les **résistances**, ce sont toutes des $\frac{1}{4}$ **W**, ensuite les **supports** des circuits intégrés. Insérez ensuite le trimmer **R30** et poursuivez avec les condensateurs, tous les **céramiques** dont le boîtier est en forme de disque, tous les **polyesters** au boîtier de forme parallélépipédique et les électrolytiques au boîtier de forme cylindrique. À propos de ces derniers, nous vous rappelons que, comme ce sont des composants polarisés, ils doivent être orientés comme le montre la figure 11a. Cela est facilité par la présence sur leur boîtier d'un - signalant la patte négative.

Vous pouvez maintenant monter le quartz de **10,245 MHz** (voir **XTAL1** figure 11a), en ayant soin de replier ses pattes en **L** de manière à le monter horizontalement et à souder son extrémité sur une piste de masse du circuit imprimé.

Poursuivez avec la soudure des diodes varicaps **DV1** et **DV2**. Sur leur boîtier, en haut, se trouve une ligne de référence blanche située du côté où est imprimé le sigle du composant : comme le montre

la figure 11a cette ligne doit être orientée respectivement vers la droite et vers la gauche et ainsi la patte **K** (Cathode) se trouvera positionnée vers le haut dans le cas de **DV1** et vers le bas dans le cas de **DV2**. Si vous ne les insérez pas de manière correcte, la syntonie du circuit ne pourra pas fonctionner.

Soudez maintenant dans les positions prévues les **selfs JAF1 à JAF16** (voir figure 11a) et poursuivez avec les **diodes au silicium (DS1-DS2-DS3)**, à propos desquelles nous vous recommandons de les positionner de telle manière que leur bande de référence noire présente sur leur boîtier soit orientée comme le montre la figure 11a.

Prélevez maintenant dans le matériel disponible les deux petits transistors **TR1** et **TR2** reconnaissables à ce que leurs boîtiers sont de formes différentes. Soudez **TR1** en haut à gauche, à proximité du condensateur électrolytique **C4** et **TR2** plus vers le bas, à côté du condensateur électrolytique **C8**, en orientant vers la gauche la partie plate de son boîtier. Vous pouvez maintenant monter les trois **filtres FC** : **FC1** a un boîtier ovale, un point rouge de référence et possède **trois** pattes, **FC2** a un boîtier parallélépipédique et possède **cinq** pattes et **FC3** est assez semblable aux selfs, mais il est reconnaissable à la couleur différente de son boîtier (voir figure 11a).

Insérez ensuite dans la position indiquée le **RELAIS 1** et le **RELAIS 2** et attachez-vous à la réalisation du petit transformateur **T1** en suivant les indications de la figure 13. Pour cela vous trouverez dans le matériel disponible un petit **noyau de ferrite** et un morceau de fil émaillé. En prenant une extrémité du fil, commencez à bobiner **22 spires** en les espaçant de manière à couvrir la totalité de la circonférence du noyau. Après quoi, en faisant le parcours en marche arrière, bobinez **cinq spires** encore. Soudez ensuite sur les pastilles les trois extrémités de fil ainsi obtenues.

Vous pouvez maintenant conclure cette phase du montage en insérant dans leurs supports tous les circuits intégrés de **IC1 à IC5**, sans omettre d'orienter leurs repère-détrompeurs en U comme le montre la figure 11a.

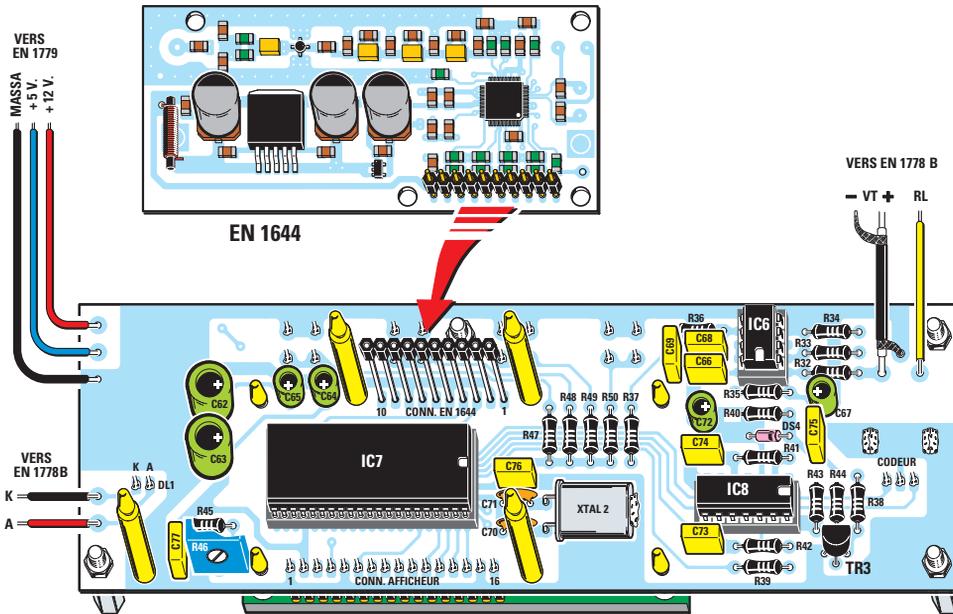


Figure 14a : Schéma d'implantation des composants de l'étage CPU, poussoirs et afficheur EN1778. La flèche indique le sens d'insertion dans ce circuit imprimé de la platine CMS EN1644 (disponible toute montée).

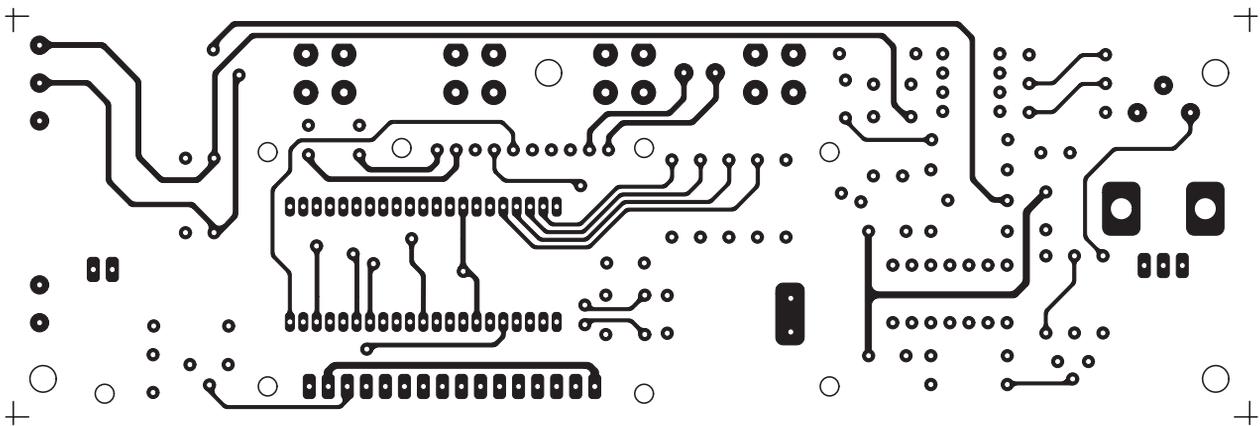


Figure 14b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'étage CPU, poussoirs et afficheur EN1778, côté composants.

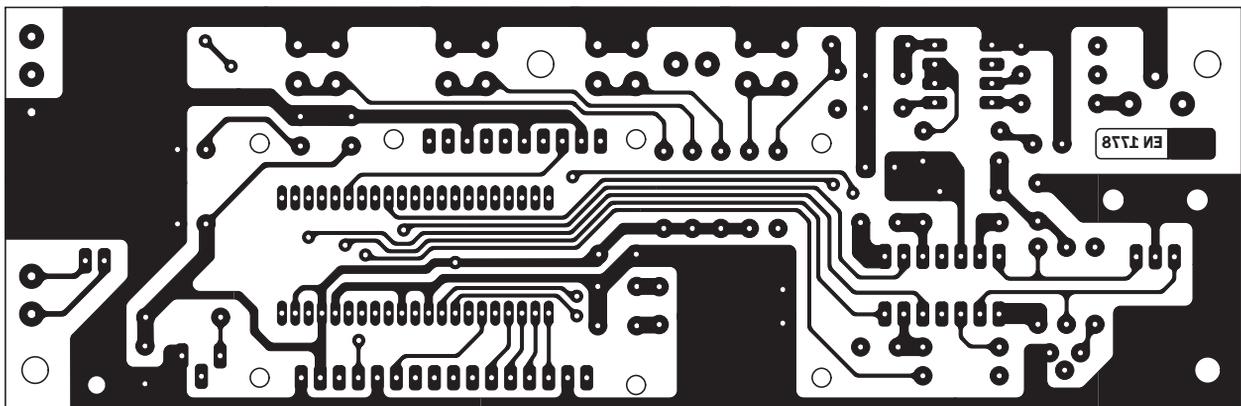


Figure 14b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'étage CPU, poussoirs et afficheur EN1778, côté soudures.

Figure 15 : Pour faciliter le montage, ce dessin donne la séquence d'insertion de la platine CMS EN1644 dans la platine EN1778.

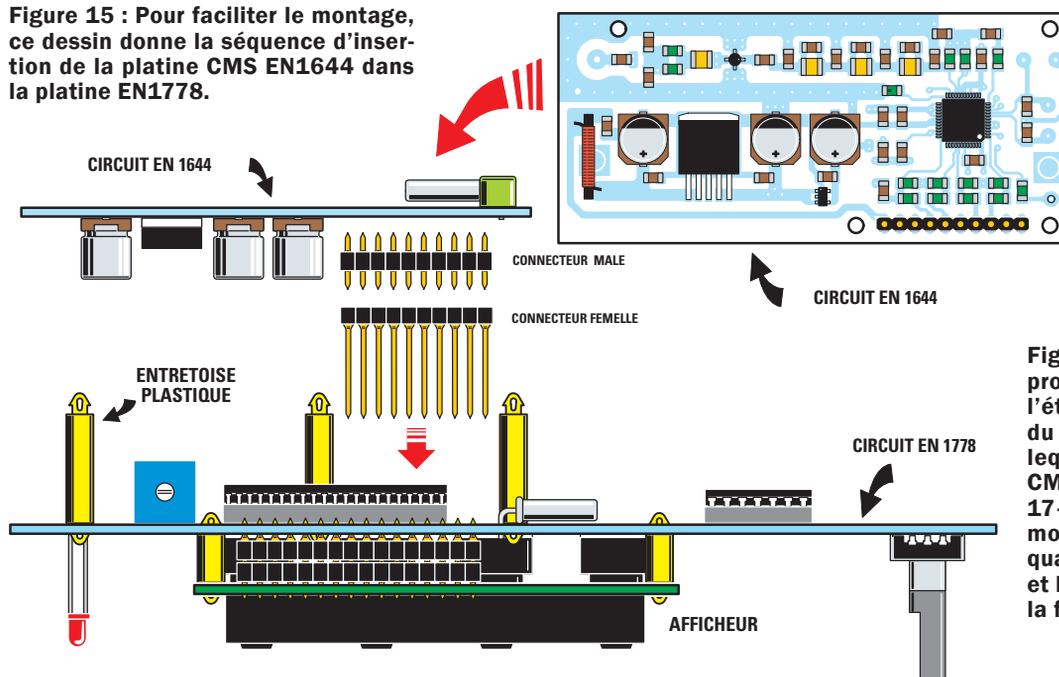


Figure 16 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'étage CPU EN1778 vue du côté composants sur lequel on monte la platine CMS EN1644 (voir figures 17-18). Côté soudures on monte l'afficheur LCD, les quatre poussoirs, le bouton et la LED comme le montre la figure 21.

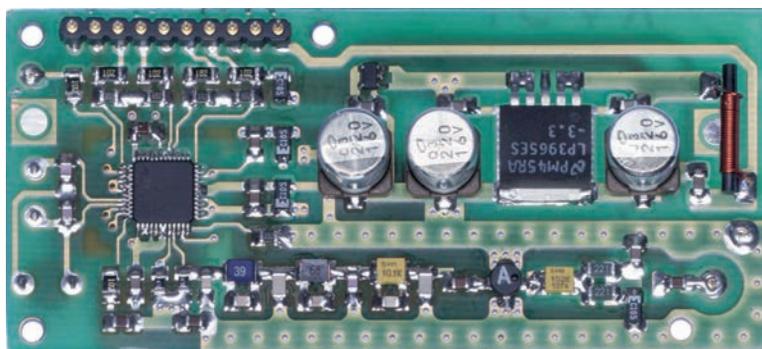
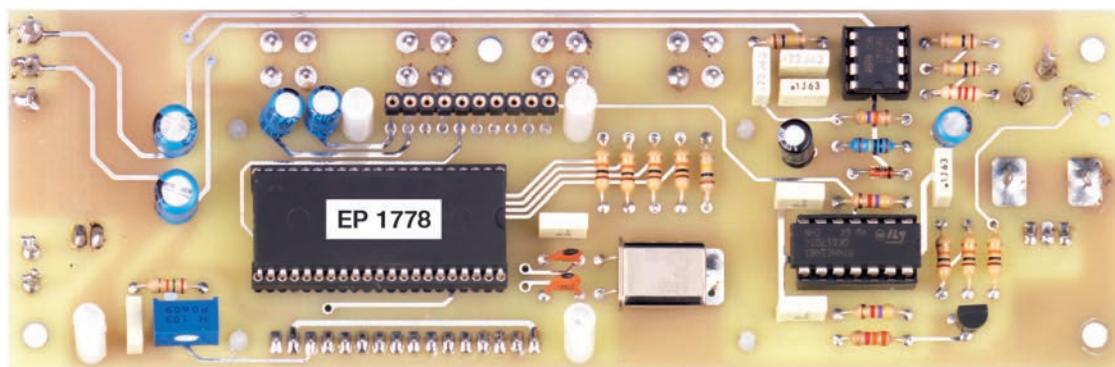
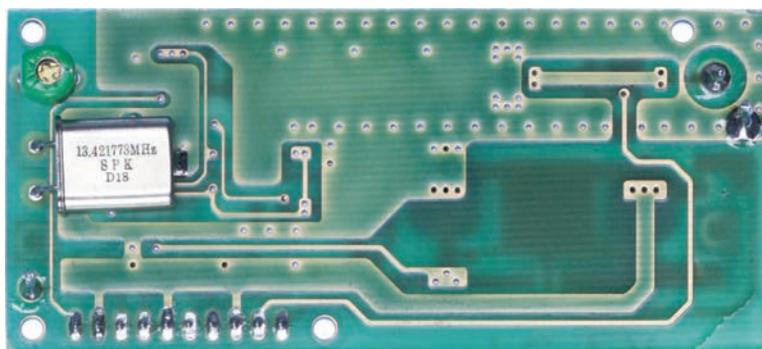


Figure 17 : La platine CMS EN1644, module disponible tout monté et testé, est vue ici du côté composants.

Figure 18 : La platine module EN1644 est vue ici du côté opposé où est monté le quartz de 13 421 773 Hz.



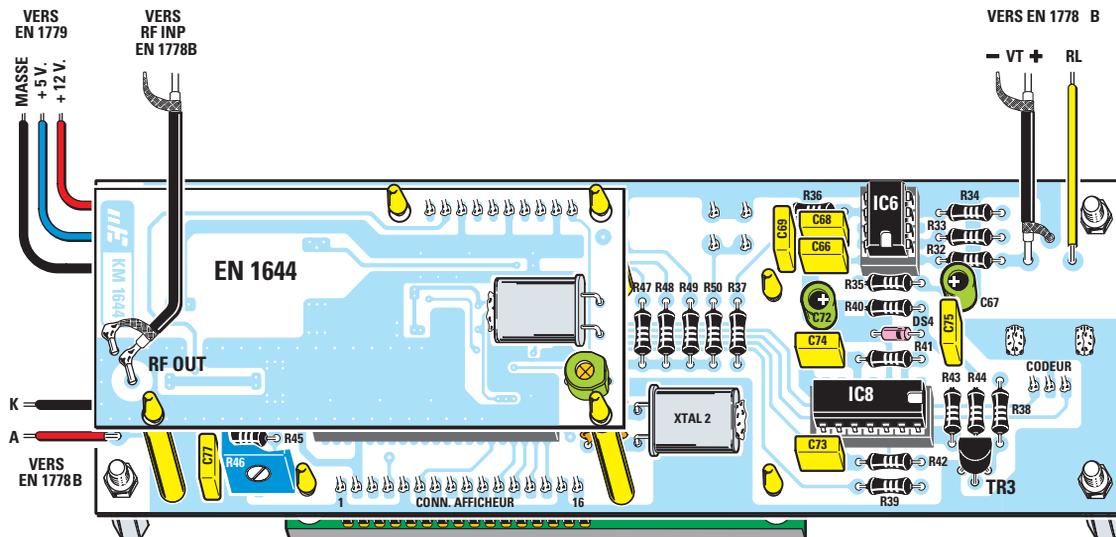


Figure 19 : Ce dessin représente la platine CPU, poussoirs, afficheur EN1778, vue du côté sur lequel on insère la platine module CMS EN1644. Comme vous le voyez, la sortie de ce module, marquée RF OUT, est à relier au moyen d'un morceau de câble blindé à la platine de base EN1778B en face de l'indication RF INP.

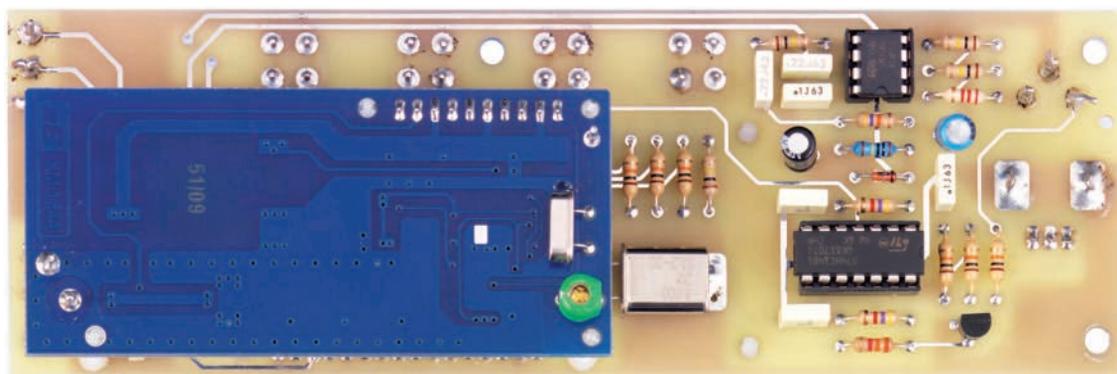


Figure 20 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'étage EN1778. Si vous suivez scrupuleusement les indications contenues dans l'article et observez les photos et les dessins avec attention, vous ne rencontrerez aucune difficulté particulière pour mener à bien la réalisation du montage.

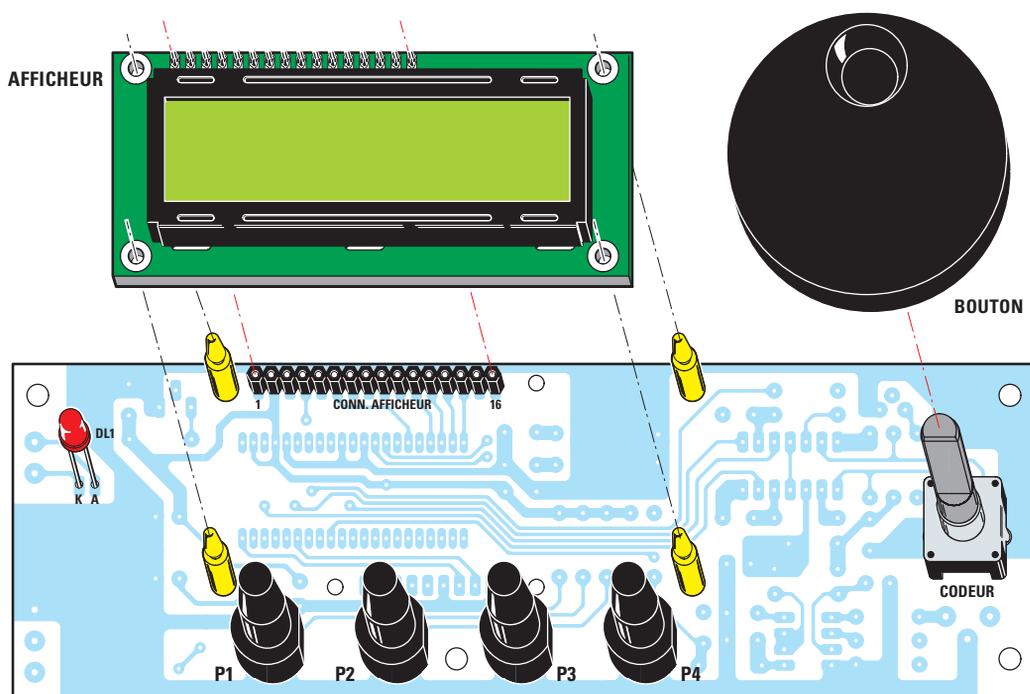


Figure 21 : La platine EN1778 est représentée ici du côté où sont montés l'afficheur LCD, les poussoirs, le bouton et la LED.

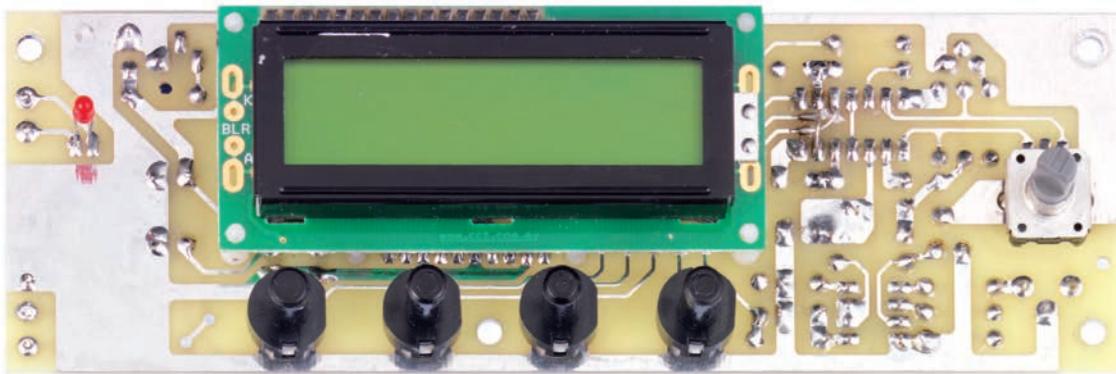


Figure 22 : Photo d'un des prototypes de la platine EN1778 après fixation de l'afficheur LCD et des quelques autres composants destinés à ce côté de la platine.

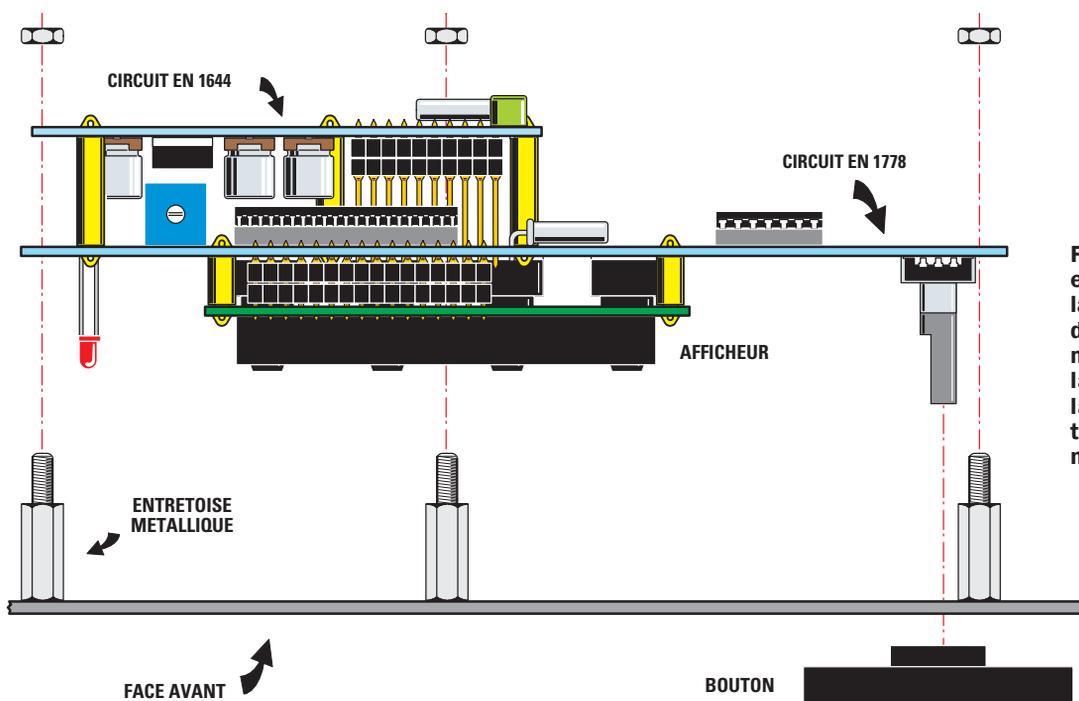


Figure 23 : Ce dessin et le suivant montrent la séquence de fixation du « bloc » constitué du module EN1644 et de la platine EN1778 sur la face avant du boîtier destiné à contenir notre récepteur.

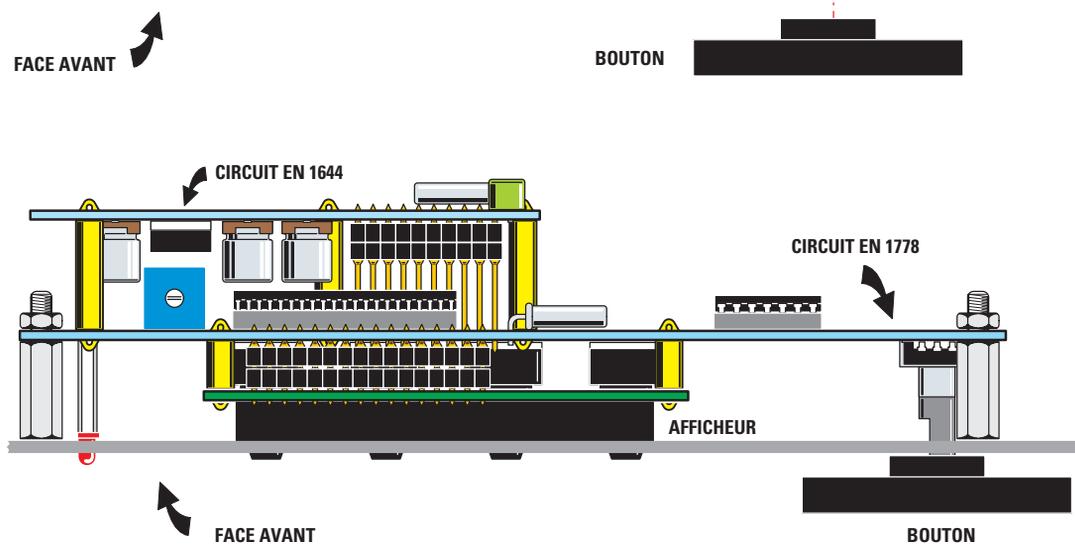


Figure 24 : Ce dessin montre par la tranche l'empilement des platines module EN1644 et EN1778 avec la face avant du boîtier.

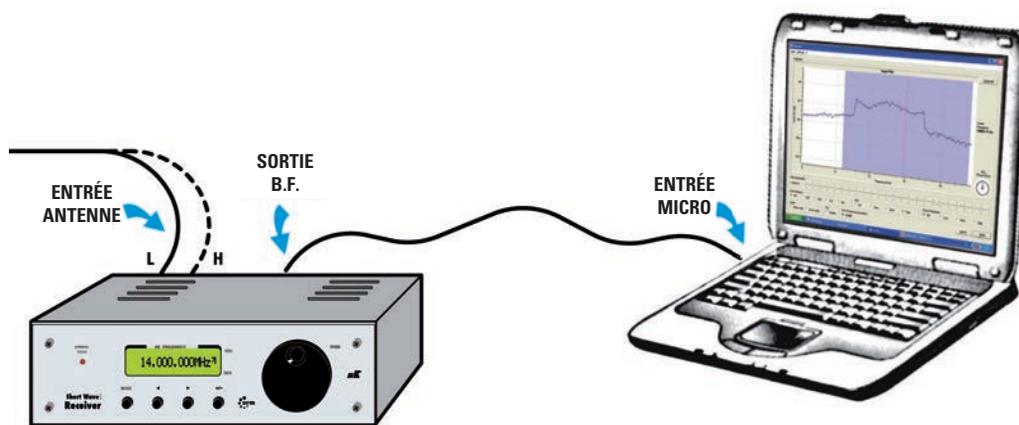


Figure 25 : Une fois essayé, le récepteur est relié à l'entrée Low de l'antenne si vous utilisez l'antenne EN1777 - présentée dans ce même numéro d'ELM - et la sortie BF à l'entrée microphonique du PC.

Figure 26 : Photo d'un des prototypes de notre récepteur inséré à l'intérieur du boîtier. Comme vous pouvez le voir, du panneau arrière du boîtier sortent les deux prises BNC pour l'entrée antenne et la prise de sortie BF, reliées à la platine de base EN1778B, ainsi que la prise secteur 230 V et l'interrupteur S1 reliés pour leur part à la platine d'alimentation EN1779.

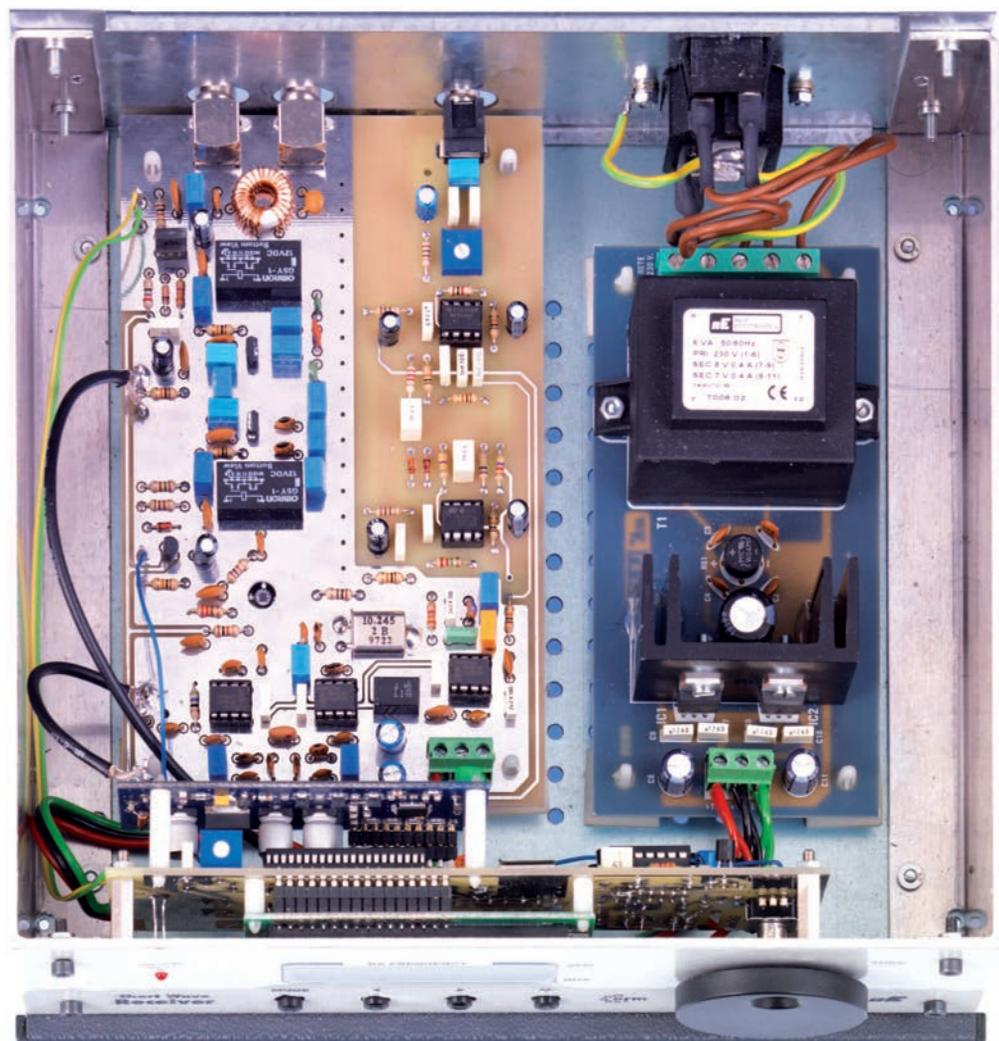
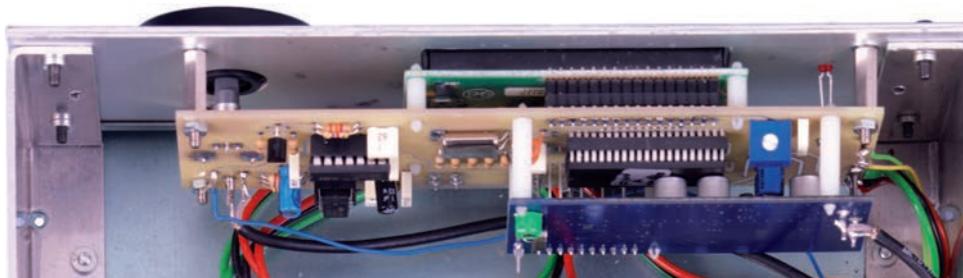


Figure 27 : Vue rapprochée de la face avant derrière laquelle on a monté le bloc formé de la platine CPU, poussoirs, afficheur et de la platine module CMS EN1644.



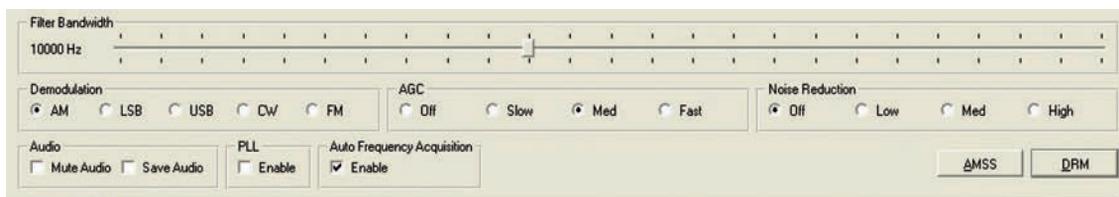


Figure 28 : Voici le menu principal du programme Dream décrit en détail dans l'article. De gauche à droite vous pouvez voir les cinq sous-menus Demodulation, AGC, Noise Reduction, Audio, PLL et Auto Frequency Acquisition.

Retournez alors le circuit imprimé et posez le **MOSFET MFT1** sur le côté cuivre, de telle manière que le côté de son boîtier sur lequel est imprimé son sigle soit positionné en face du trou et que le sigle, orienté vers C20, soit visible du côté composants. Soudez ensuite ses **quatre** pattes en croix (voir figure 11a).

Vous pouvez maintenant terminer le montage de cet étage en soudant en haut les deux **connecteurs BNC** pour l'**entrée antenne** et la **prise de sortie BF**, en bas le **bornier à trois pôles** pour la connexion au circuit d'**alimentation EN1779** et, à gauche, les **picots** nécessaires pour effectuer le **câblage** avec les autres circuits au moment du montage dans le boîtier (lire à ce propos le paragraphe concerné ci-après).

La platine CPU, poussoirs et afficheur EN1778

Vous pouvez maintenant procéder au montage de l'étage **CPU, poussoirs et afficheur EN1778** (voir figures 14a-21). Les composants de cet étage sont ceux marqués d'un astérisque dans la liste des composants.

Comme d'habitude, nous vous conseillons de commencer par monter les supports des circuits intégrés **IC6-IC7** et **IC8** et de poursuivre par la soudure de toutes les résistances. Soudez ensuite les condensateurs **polyesters**, les **céramiques** et enfin les **électrolytiques**, à propos desquels nous vous recommandons de respecter la polarité des pattes. N'oubliez pas que la patte la plus longue correspond à la polarité positive (+).

Insérez ensuite en bas à droite le petit transistor **TR3**, en orientant son méplat vers le haut et soudez ses trois pattes.

Prélevez maintenant dans le matériel disponible le quartz de **8 MHz XTAL2**, repliez en **L** ses deux pattes de manière à pouvoir le coucher à la surface du circuit imprimé et soudez son extrémité sur la piste de masse comme le montre la figure 14a.

Vous pouvez alors insérer dans leurs supports les trois circuits intégrés **IC6-IC7-IC8**, en orientant leurs repère-détrompeurs en U comme le montre la figure 14a.

Vous pouvez conclure cette phase du montage en installant sur ce circuit imprimé la platine module **CMS EN1644** (disponible toute montée et essayée). Avant de le faire, nous vous conseillons d'insérer le connecteur mâle à **16** broches présent sur la platine **EN1644** dans le connecteur femelle, puis enfoncez la platine module **CMS** dans les entretoises plastiques préparées sur la platine **EN1778** de manière à déterminer la bonne longueur des pattes. Vérifiez que le connecteur mâle est bien enfoncé à fond dans la partie femelle.

Vous pouvez alors procéder à la soudure des broches du connecteur femelle, qui restera bloqué sur la platine quand vous séparerez les deux circuits pour effectuer la soudure de ce côté du connecteur de l'afficheur.

En suivant les indications des figures 14a-15 vous pourrez souder sur le circuit imprimé tous les **picots**, qui vont vous servir à effectuer les connexions de la platine de base et du module **EN1644** avec les autres circuits constituant le montage. Retournez maintenant le circuit imprimé pour effectuer le montage des composants destinés au côté cuivre (voir figure 21).

Commencez par souder à gauche la LED **DL1**, en faisant en sorte que sa patte de cathode (**K**) soit orientée vers la gauche. À droite soudez le **codeur** sur lequel vous monterez ensuite le bouton.

Montez ensuite les quatre poussoirs **P1-P2-P3-P4** constitués d'une base et d'un capuchon. Nous vous recommandons d'orienter convenablement les bases des poussoirs de telle façon que leur méplat se trouve vers la droite (voir figure 21). Ensuite prenez l'afficheur **LCD** et soudez dans la position prévue le connecteur mâle. Approchez l'afficheur du circuit imprimé de manière à ce que les entretoises entrent dans les quatre trous pratiqués dans les quatre coins. Insérez dans le connecteur mâle à **16** broches le connecteur femelle, puis insérez les broches de ce dernier dans le circuit imprimé. Pour pouvoir effectuer la soudure de ces broches du côté opposé, comme nous vous l'avons déjà dit, vous devez maintenant détacher la platine module **EN1644** de la platine **EN1778**.

Après avoir effectué cette opération, vous pouvez enfin procéder à l'assemblage définitif de ces deux platines entre elles. L'ensemble ainsi obtenu, formé de la platine **EN1778** avec son afficheur et du module **EN1644** sera assemblé sur la **face avant** en aluminium du boîtier. La séquence dans sa totalité est illustrée par les figures 23-24.

La platine d'alimentation EN1779

Maintenant il ne vous reste plus qu'à monter l'étage d'**alimentation EN1779** (voir figure 10). Prenez le circuit imprimé correspondant et commencez

par souder le pont redresseur **RS1** au boîtier de forme cylindrique : sa patte positive **+** est à orienter vers le haut. Poursuivez en montant tous les condensateurs polyester, céramiques et électrolytiques, en ayant soin, dans le cas de ces derniers, de bien positionner leurs pattes positives comme le montre la figure 10.

Insérez ensuite dans le circuit imprimé les deux circuits intégrés **IC1-IC2**, en orientant vers la droite le côté métallique de leur boîtier comme le montre la figure 10 et le transformateur **T1**.

Vous pouvez alors monter, à gauche, le bornier prévu pour la connexion avec le circuit **EN1778B** et, à droite, celui servant à la liaison à l'interrupteur **S1** et au connecteur secteur 230 V. Comme le montre la figure 10a, à l'intérieur de socle se trouve logé le fusible de **1 A**.

Le montage des trois circuits étant alors achevé, vous pouvez vous occuper de leur installation dans le boîtier et des interconnexions entre elles et les face avant/panneau arrière. Étant donné que les nombreux dessins et photos suffisent amplement à vous guider vers le succès complet de la réalisation, nous vous y renvoyons.

Les essais

Nous sommes maintenant prêts pour les essais du récepteur. La première chose à faire est de contrôler que les alimentations sont bien connectées correctement et avec la bonne polarité aux platines **EN1778** et **EN1778B**.

Vous pouvez dans ce cas allumer l'appareil : l'afficheur s'illumine et visualise la fréquence de **0,5 MHz** comme sur la figure 38.

Réglez alors le contraste de l'afficheur avec le trimmer **R46**. Cela fait, vous pouvez relier le récepteur à l'entrée audio du PC et lancer le programme **Dream**. Il ne vous reste ensuite qu'à régler le trimmer **R30** qui définit l'amplitude du signal à l'entrée de la platine audio, de telle manière que la base du spectre se positionne aux alentours de **-80 dB**.

Ce n'est là qu'un ordre d'idée pour des platines audio (cartes son) à **41 kHz** et bien sûr elle sera optimisée pour la meilleure réception.

L'utilisation du programme DREAM

La sortie de notre récepteur est reliée au moyen d'un câble **BF** (que vous devrez vous procurer) à l'entrée de la platine audio du **PC** (lequel effectue la démodulation) et on utilise avec l'ordinateur le **programme Dream** (contenu dans le **CDR1778**).

Insérez le CD dans le lecteur et copiez le dossier **Dream** sur le disque dur. Ouvrez le dossier et cliquez sur le programme **Dream** comme le montre la figure 29 et le programme démarre. Étant donné que le programme n'a besoin d'aucune installation, vous pouvez créer un raccourci sur le Bureau.

Une fois le programme lancé, l'écran de la figure 30 apparaît. En cliquant sur le menu Settings (voir figure 31) et, ensuite, sur **AManalog**, l'écran de la figure 32 apparaît. Le programme montre le spectre des signaux radio convertis (voir figure 33). Dans la barre en bas de l'écran, se trouve le menu du programme Dream divisé en cinq sous menus (voir figure 28) que nous décrivons ici brièvement.

Filter Bandwidth

Ce filtre réglable avec le curseur sert à éliminer l'interférence des signaux adjacents : la largeur de bande est visualisée sur l'analyseur de spectre.

Demodulation

- **AM** démodulation des signaux en modulation d'amplitude ;
- **LSB Lower Side Band** démodulation de la bande inférieure de la **SSB** ;
- **USB Upper Side Band** démodulation de la bande supérieure de la **SSB** ;
- **CW Continuos Wave** démodulation des émissions en télégraphie ;
- **FM Frequency Modulation** démodulation de la modulation de fréquence à bande étroite.

AGC Automatic Gain Control

Au cas où la puissance du signal subirait de fortes variations, l'**AGC** les lisserait. Les commandes disponibles sont les suivants :

- **OFF** éteint ;
- **Slow** intervention lente ;
- **Med** intervention lente ;
- **Fast** intervention rapide.

Noise Reduction

La réduction du bruit est faite avec un algorithme mathématique avec des niveaux d'intervention sélectionnables. Le bon compromis entre signal et bruit est obtenu en essayant les différents niveaux d'intervention :

- **OFF** éteint ;
- **Low** intervention basse ;
- **Med** intervention moyenne ;
- **High** intervention forte.

Audio

- **Mute Audio** désactive l'audio ;
- **Save Audio** sauvegarde le signal reçu sur fichier au format **PCM** ;

PLL

Verrouille la porteuse de référence d'horloge de la platine audio en réduisant l'erreur d'accord à quelques **Hz**. Le verrouillage est visualisé sur le petit instrument à droite appelé **PLL Phase Offset**.

Auto Frequency Aquisition

Quand on sélectionne cette option en cliquant sur l'analyseur de spectre, on acquiert le signal avec la plus grande puissance à proximité du curseur (rouge pointillé, voir figure 32).

L'utilisation du programme est extrêmement simple. Lorsqu'on modifie la syntonie (l'accord) sur le récepteur, le spectre montre les diverses stations présentes.

En cliquant avec la touche gauche de la souris sur la ligne rouge pointillée visible figure 33, on déplace le curseur sur le signal à démoduler ; dans ce cas, comme on le voit sur la figure, le signal est en **AM** (avec les bandes latérales typiques).

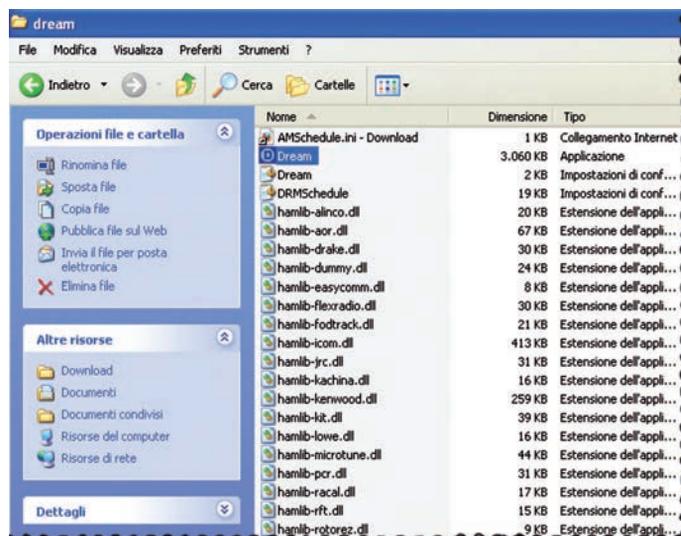


Figure 29 : Voici le dossier du programme après qu'on l'ait copié du CD dans le disque dur. On a mis en évidence le programme Dream que vous devrez lancer.

Figure 30 : Au lancement du programme apparaît le premier écran et la recherche d'une station DRM commence automatiquement.

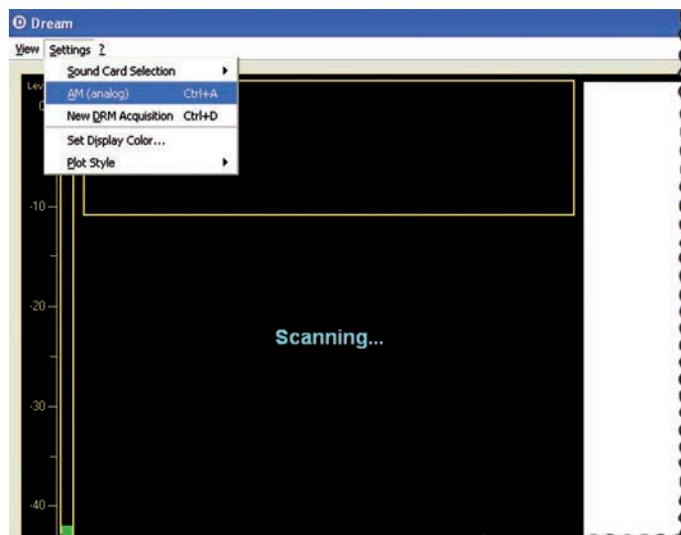
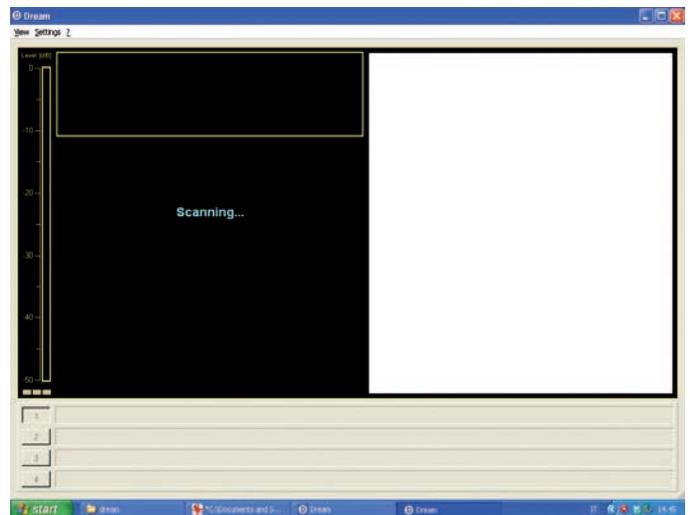


Figure 31 : Dans le menu Settings sélectionnez AM analog et le programme Dream montre le spectre des stations reçues (voir figure 32).

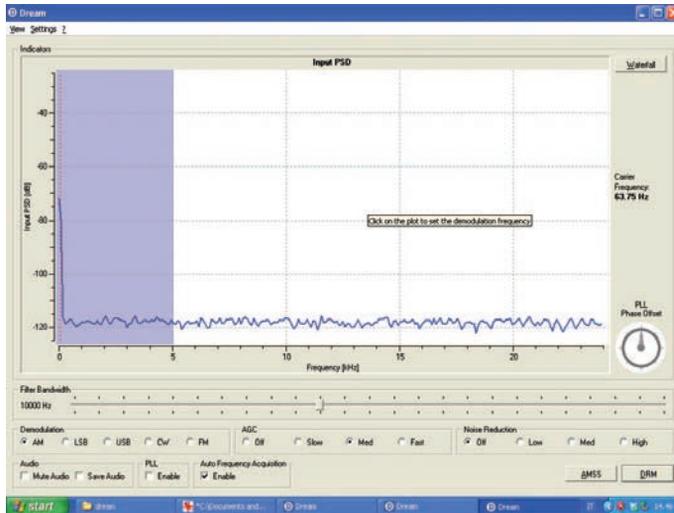


Figure 32 : Bien sûr, comme aucun signal n'est appliqué à l'entrée de la platine audio, le spectre apparaît plat. Au centre de l'écran on voit le pointeur de la souris qui sert à régler l'accord/la syntonie (ligne pointillée rouge).

Figure 33 : Le programme est ici syntonisé sur une station modulée en AM. En bleu on a mis en évidence la largeur du filtre optimisée pour recevoir correctement la station.

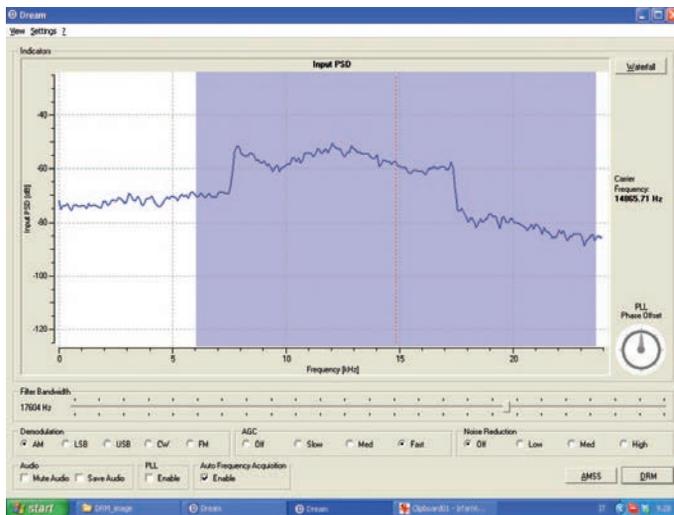
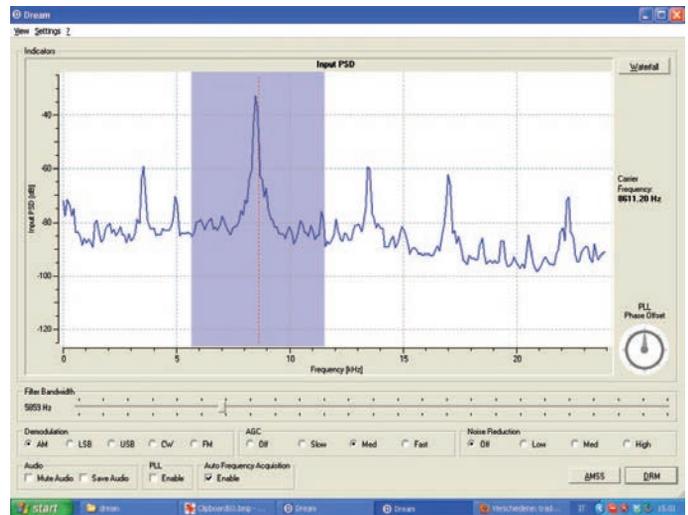


Figure 34 : Voici un signal DRM reconnaissable à sa forme en «tête de chat». Notez la largeur de la bande occupée par rapport à un signal modulé en AM.

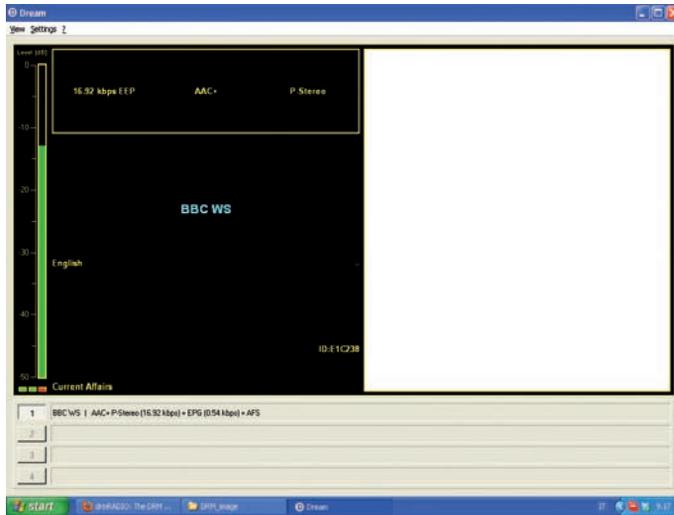


Figure 35 : Voici l'une des nombreuses stations que nous avons reçues. Notez les informations relatives à la réception de la BBC-WS en DRM.

Figure 36 : La fonction du programme Evaluation Wiew montre le spectre de la station reçue et sur le menu de gauche on peut voir une série de fonctions utiles pour les usagers les plus dégourdis. On a une commande Flip qui pourrait être utilisée dans le cas où la platine audio inverserait la phase.

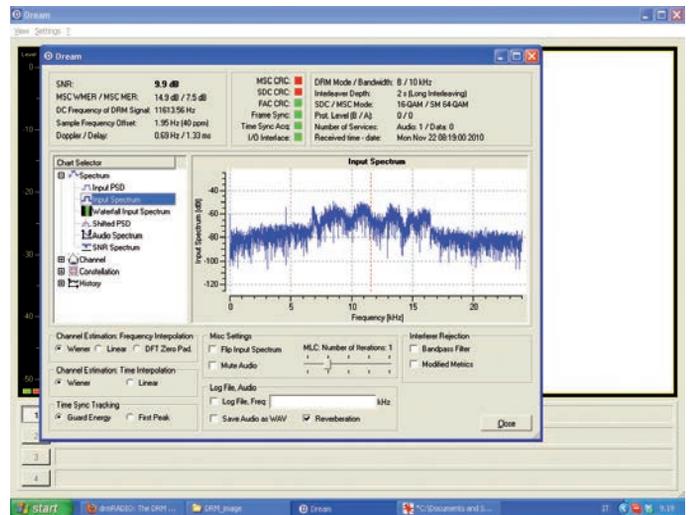
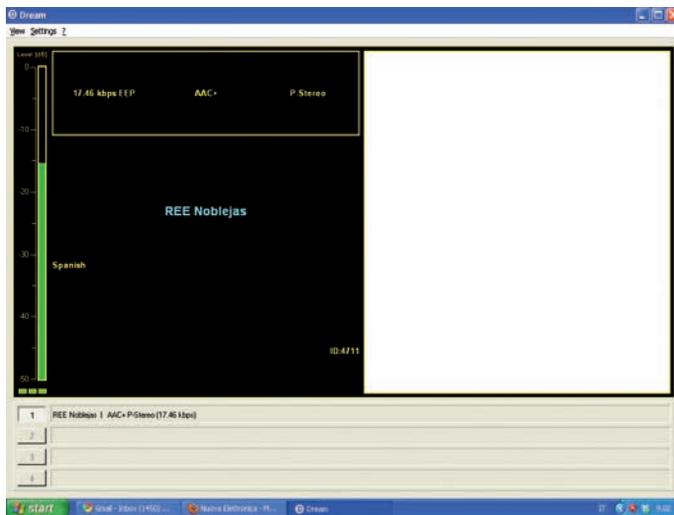


Figure 37 : Une des stations que nous avons reçues lors des essais REE. Il s'agit d'une station Portoricaine couvrant avec son signal la totalité de l'Amérique Latine.



Une fois la station syntonisée, on choisit le type de démodulation et on optimise la **largeur** du filtre et la **réduction** du bruit.

Une fois un signal **DRM** trouvé, comme le montre la figure 34, ce qui est reconnaissable à la forme typique du spectre «à tête de chat», cliquez sur la touche **DRM** : le programme se met en modalité **acquisition** et, après un bref instant, on **écoute** la station.

Nous avons expliqué les fonctions les plus communes du programme **Dream**. Il en existe d'autres que vous aurez le plaisir de découvrir par vous-mêmes ; parmi ceux-ci il en est un plutôt intéressant, qui est l'**Evaluation Dialog** et que vous pouvez trouver dans le menu **Wiev** (voir figure 36). La figure représente le spectre d'une station émettrice : les «aficionados» de la réception numérique pourront visualiser bien d'autres informations.

Dans le cas où la réception d'un signal **DRM** n'aboutit pas, il peut être nécessaire d'agir sur la commande **Flip** (voir figure 36) pour inverser la phase du signal en entrée.

Dans les figures 35–37 vous pouvez voir les écrans relatifs aux stations **BBC WS** et **REE** reçues avec beaucoup d'autres au cours de nos essais.

L'utilisation du récepteur

La face avant du récepteur est assez «propre» (esthétique en fait) comme vous pouvez le voir sur la photo de première page : quelques commandes disposées de gauche à droite dans l'ordre suivant :

- **LED rouge «Antenne par Défaut»** s'allume quand il y a un court-circuit à l'entrée de l'antenne autoalimentée ;
- **LCD** indique les fréquences de syntonie et les modes de fonctionnement ;
- **Mode** sélectionne le fonctionnement ;
- **< déplacement à gauche**
- **> déplacement à droite**
- **+/-** paramétrage de la moyenne fréquence négative en modalité **DDS** ;

– **Tune*** incrémente (augmente) la fréquence dans le sens horaire et la décrémente (diminue) dans le sens anti horaire avec le codeur.

* **Tune en anglais signifie Accord ou Syntonie.**

Le paramétrage du récepteur

À la première mise sous tension, le récepteur se positionne sur la fréquence de **500 kHz** (soit au début de la bande de réception) comme le montre la figure 38 :

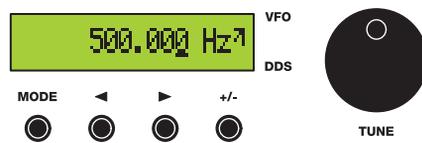


FIG. 38

Pour modifier la fréquence on agit sur les touches **<** et **>** en choisissant le chiffre qui apparaît souligné et on change la valeur avec le codeur comme le montrent les figures 39–40 :

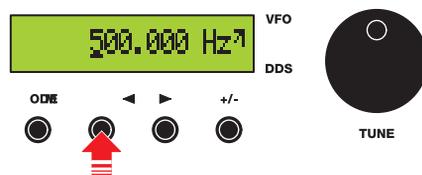


FIG. 39

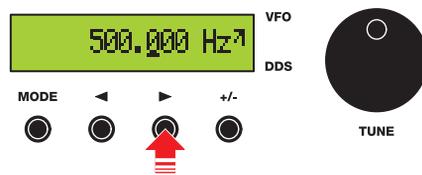


FIG. 40

Quand on presse la touche **Mode** la valeur de moyenne fréquence apparaît, elle devrait être déjà mémorisée à **10,700 MHz** comme le montre la figure 41 :

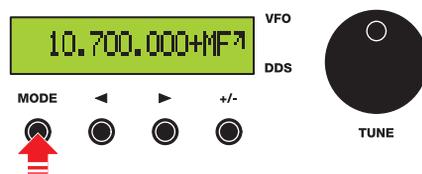


FIG. 41

Attention : prenez en compte le fait que si vous modifiez la **MF** le programme ne vérifiera pas que sa valeur correspond à **10,7 MHz**, dans ce cas le récepteur ne fonctionnera pas correctement.

Une fois ce paramétrage terminé, pressez le poussoir **Mode** : la **MF** est mémorisée et la fréquence d'accord reparaît. En utilisant les modalités vues précédemment, commençons à explorer la bande des ondes courtes. En faisant défiler la fréquence, vous verrez apparaître les stations présentes sur l'analyseur de spectre du programme **Dream**.

Le fonctionnement du générateur DDS

Comme nous l'avons déjà dit en introduction, les circuits **EN1778 + EN1778B** peuvent être utilisés comme générateur **DDS** indépendant de **1 Hz** à **120 MHz** utilisable comme **générateur sinusoïdal** ou **VFO**. La sélection de cette modalité se fait en allumant l'appareil touche **mode** pressée et relâchée au bout de quelques secondes.

Sur l'afficheur apparaît la modalité actuellement paramétrée et, quand on presse la touche **mode**, apparaissent alternativement **DRM Radio** ou bien **DDS Generator** : sélectionnez la fonctionnalité qui vous intéresse et éteignez le récepteur. La modalité ainsi choisie reste mémorisée et vous pourrez paramétrer la **MF** et la fréquence qui vous intéresse.

Les modalités de fonctionnement restent très semblables à celles du **Générateur BF-VHF EN1645** publié dans les numéros **87** et **88** de la revue **ELM** : seule change la modalité d'introduction de la fréquence qui maintenant est faite avec le codeur (dans le **EN1645** avec le clavier). L'amplificateur de sortie du **DDS** peut travailler jusqu'à une fréquence minimale de **100 kHz** : si vous devez utiliser des fréquences inférieures, connectez-vous à une autre sortie **DDS Out** (sur le circuit imprimé nous avons prévu deux pastilles à cet effet).

Tableau 1 – Quelques stations que l'on peut recevoir en DRM

UTC	Emissions Quotidiennes	Fréquence KHz	Beam	Couverture	Puissance KW	Station	Langue	Pays
0000-0200	Oui	9630	340	Amérique Centrale	30	REE	Espagnol	Costa Rica
0000-2400	Oui	25740	ND	Rwanda	0,08	Radio Rwanda	Plusieurs	Rwanda
0000-2400	Oui	15896	ND	Erlangen	0,1	biteXpress	Allemand	Allemagne
0000-2400	Oui	999	ND	Paris	8	DRM test	Français	France
0000-2400	Oui	855	ND	Berlin	10	DRadio Wissen	Allemand	Allemagne
0000-2400	Oui	909	ND	Nuremberg	0,1	biteXpress	Allemand	Allemagne
0000-2400	Oui	26010	ND	Italie	0,1	Radio aria	Italien	Italia
0000-2400	Oui	26060	ND	Rome	0,2	Raiway Roma	Italien	Cité du Vatican
0000-2400	Oui	1359	ND	Espagne	100	RNE	Espagnol	Espagne
0000-2400	Oui	711	ND	Allemagne	2	SWR cont.ra	Allemand	Allemagne
0200-0258	Oui	15205	45	Sud - Est asiatique	90	BBC_DW	Anglais	Sri Lanka
0200-0400	Oui	15735	213	Asie	90	VoR	Russe	Russie

Sur cette sortie il faut mettre un buffer/ filtre passe-bas, réalisé par exemple avec un opérationnel.

Conclusion

Si avec cet article nous avons réussi à susciter la curiosité de nos lecteurs en leur permettant de redécouvrir ou découvrir, en fonction de la génération à laquelle ils appartiennent, le monde de l'écoute radio, nous serons pleinement satisfaits d'avoir atteint notre objectif. Nous sommes conscients du fait que notre proposition est probablement à contre courant par rapport à la «tyrannie» du Web dominant (ce Web dominant qui n'est peut-être que l'autre nom de la «mode» au sens cette fois de «suivismisme moutonnier») et que ce que nous vous invitons à faire est une sorte de «retour aux sources»...

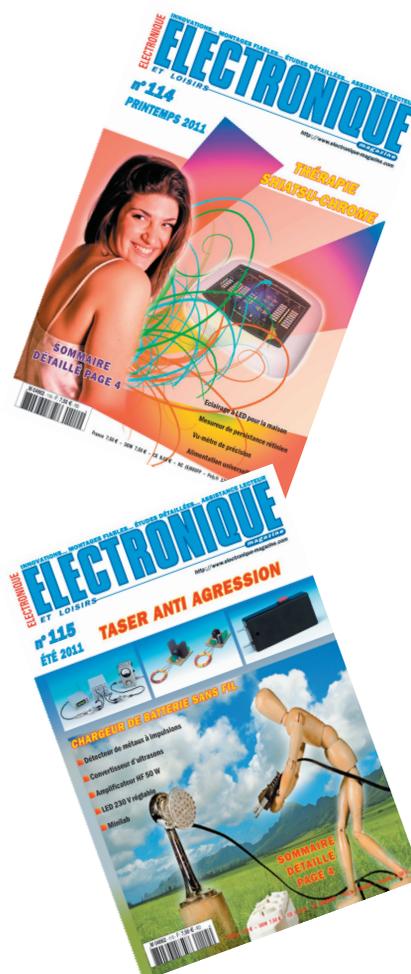
Recevoir en OC un signal avec la même qualité qu'en FM stéréo et très peu de bruit, est de toute façon un beau saut qualitatif par rapport au passé. En plus, le nombre des stations DRM augmente

chaque jour et, pour avoir davantage d'informations, le programme Dream permet d'introduire la liste mise à jour avec les fréquences et les horaires. On peut en outre écouter les systèmes de modulation traditionnels : on n'a que l'embaras du choix, cela nous pouvons vous l'assurer.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce **RX-DRM EN1778-1779** (ainsi que le circuit imprimé de la platine **EN1701** et le module CMS **EN1644** évoqués dans l'article) est disponible chez certains de nos annonceurs. Le CDROM **CDR1778** contenant le programme Dream est disponible avec le matériel). Voir les publicités dans la revue.

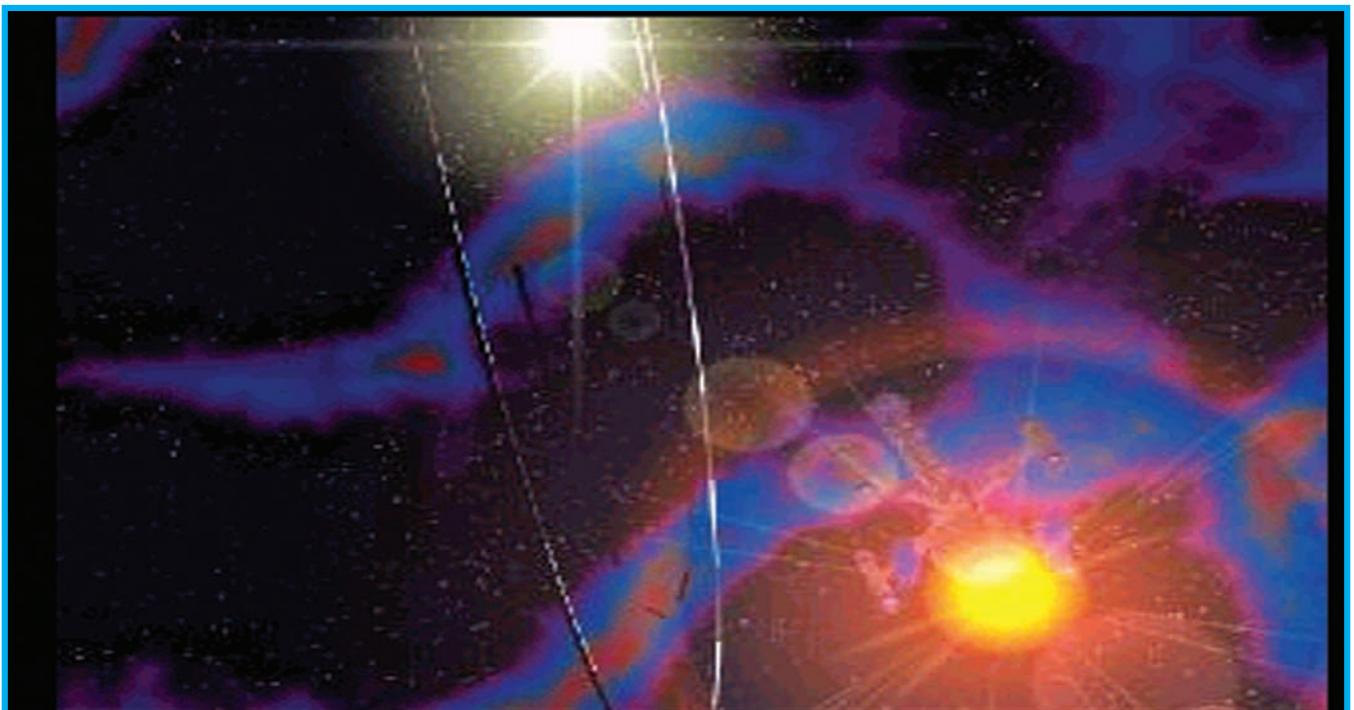
Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après:
<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/116.zip>



Lumières psychédéliquiques à LED

(Seconde partie, la version Avancée)

Grâce aux effets magiques produits par les lumières intermittentes colorées, les «lumières psychédéliquiques» évoquent la musique de notre temps. La première partie vous a proposé un montage miniature dédié à ces lumières psychédéliquiques sur la plaque d'essais du Minilab.



La première partie a concerné tout le monde. Les heureux possesseurs de la version Avancée vont maintenant pouvoir se servir d'un nouvel instrument présent à l'intérieur de l'oscilloscope pour PC : il s'agit du générateur BF. C'est à cette occasion que nous allons découvrir comment il fonctionne.

Observons le fonctionnement des lumières psychédéliquiques avec l'oscilloscope pour PC

Le circuit des lumières psychédéliquiques que vous avez construit nous offre une magnifique opportunité pour expliquer le fonctionnement d'un nouvel appareil de laboratoire qui fait partie de votre **oscilloscope pour PC** : le **générateur BF**. Souvenez-vous du générateur de signaux sinusoïdaux que vous avez construit dans le **numéro 115** d'ELM ?

Ce générateur produit des signaux à **ondes sinusoïdales** à une fréquence fixe d'environ **1 590 Hz**. Le générateur **BF** du **VA** (version avancée) non seulement produit des **ondes sinusoïdales** à fréquence variable de **1 Hz** à **20 kHz**, mais il est encore capable de générer diverses formes d'onde, comme l'**onde carrée**, l'**onde triangulaire**, etc.

Pour comprendre comment fonctionne le circuit des lumières psychédéliquiques, nous utiliserons le générateur **BF** du **VA** afin de **simuler** l'arrivée d'**ondes sonores** de différentes fréquences et nous nous amuserons à observer comment elles sont sélectionnées par les **filtres** du circuit de manière à allumer les trois différentes LED. Notre expérimentation consiste à remplacer le microphone présent sur la plaque d'essais par le **générateur BF (Basse Fréquence)** présent dans le logiciel **VA**. Une fois le microphone remplacé par le générateur, nous allons **injecter** dans le circuit une série d'**ondes sinusoïdales** de **différentes fréquences** qui simulent le signal électrique produit dans le **microphone** par les **ondes sonores** présentes dans le morceau de musique.

Nous pourrions ainsi voir comment se comportent les **trois** différents **filtres** du circuit quand la fréquence des ondes sinusoïdales présentes sur leur entrée varie et comment elles sont triées à la sortie.

Avant de passer à l'exécution de l'expérimentation, vous devez comme d'habitude effectuer l'**installation** du **logiciel VA** sur votre **PC** et la **calibration** de l'**oscilloscope** (voir pour cela les revues ELM numéros **106** pages 23 à 47 et **111** pages 43 et 44). Configurez en outre les différentes fenêtres du **VA** comme indiqué dans la revue ELM numéro **111** pages 45 à 47.

Avant de poursuivre l'expérimentation, il serait bien de vous familiariser avec le générateur BF et de voir comment fonctionnent les commandes.

Comme vous pouvez le voir dans la fenêtre, on a deux sections identiques reportant les commandes des deux générateurs BF. Nous n'utiliserons que la section **supérieure**, soit celle du **générateur Left (A)**. Avant de commencer à utiliser le générateur, décrivons les commandes nécessaires au fonctionnement.

Juste sous l'indication **Left (A) channel** vous voyez une barre graduée dotée d'un curseur permettant de paramétrer la **fréquence de travail** du générateur BF. Si vous poussez les curseurs tout à **gauche** vous verrez apparaître dans la fenêtre de dessous le nombre **1**. Cela signifie que vous avez paramétré une fréquence de travail de **1 Hz**.

Si par exemple nous décidons de faire travailler le générateur à **1 kHz**, il suffira de cliquer avec la touche gauche de la souris dans la petite case blanche et d'écrire à l'intérieur la valeur désirée, soit **1 000**, comme indiqué dans la figure.

Si l'on désire apporter une petite correction autour de la valeur paramétrée, par exemple porter la fréquence de la valeur **1 000 Hz** à **999 Hz** il suffit de cliquer sur les deux **flèches** situées à côté de la petite case blanche.

Pour les mesures à effectuer sur les lumières psychédéliques, nous utiliserons la fonction **Sine**, soit celle correspondant à l'**onde sinusoïdale**.

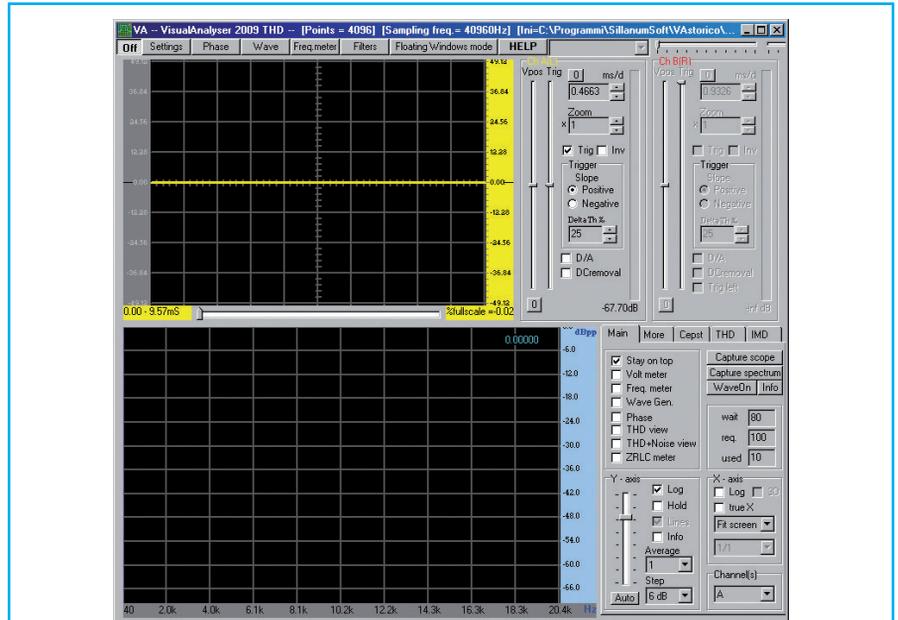


Figure 29 : Partons comme toujours de la fenêtre principale du VA, que cette figure montre.

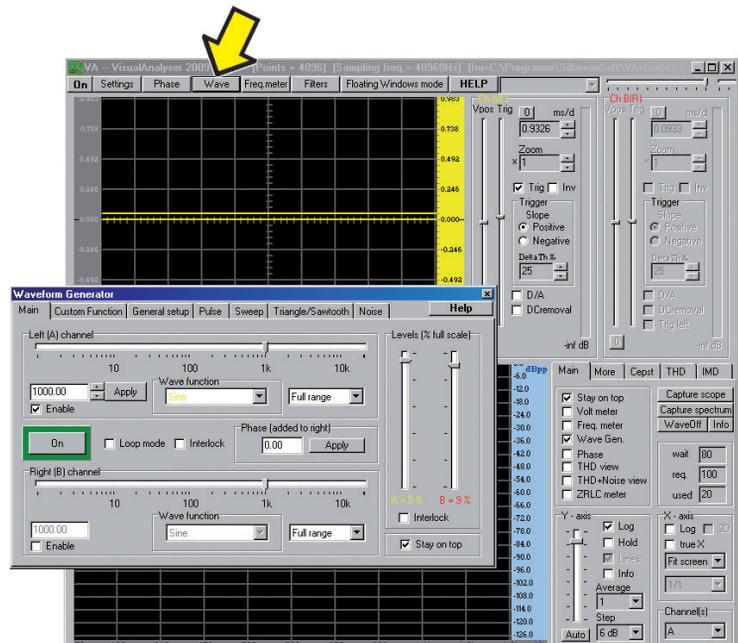


Figure 30 : Si vous cliquez maintenant sur l'option Wave vous verrez s'ouvrir cette fenêtre.

Cliquez donc sur la flèche située à côté de la case **Wave function** et sélectionnez à l'intérieur de la case qui s'ouvre la fonction **Sine**. Pour le moment nous nous contenterons de connaître la fonction de ce curseur. Au cours des mesures nous verrons ensuite comment le régler.

Si vous avez la curiosité de bien regarder l'onde sinusoïdale à **1 kHz** produite par le générateur, vous n'avez qu'à cliquer avec la touche gauche de la souris sur la touche **ON**.

Vous verrez que sur la touche la mention **OFF** apparaît et la bande qui l'entoure

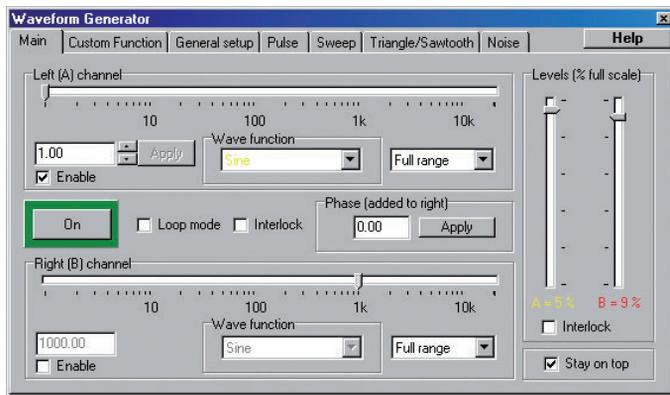


Figure 31 : Vous devez savoir qu'à l'intérieur du VA se trouvent deux générateurs BF distincts, l'un est désigné comme Left (A) channel et l'autre comme Right (B) channel. Ces indications viennent du fait que les générateurs peuvent être utilisés pour tester les deux canaux Left et Right d'un amplificateur audio.

Figure 32 : Si en revanche vous poussez les curseurs tout à droite, vous verrez apparaître dans la fenêtre la valeur 20480,00. Cela signifie que vous avez activé le générateur à une fréquence de 20 480 Hz.

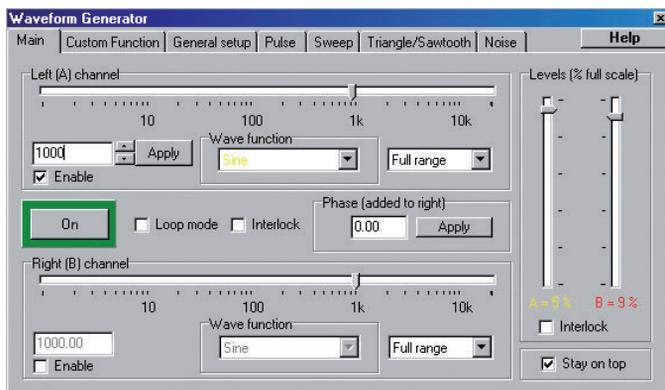
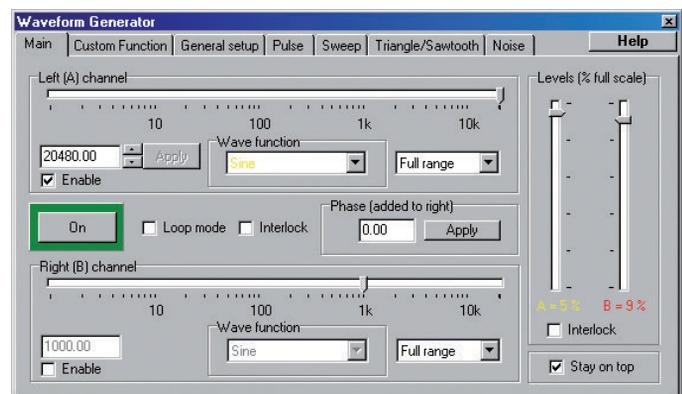
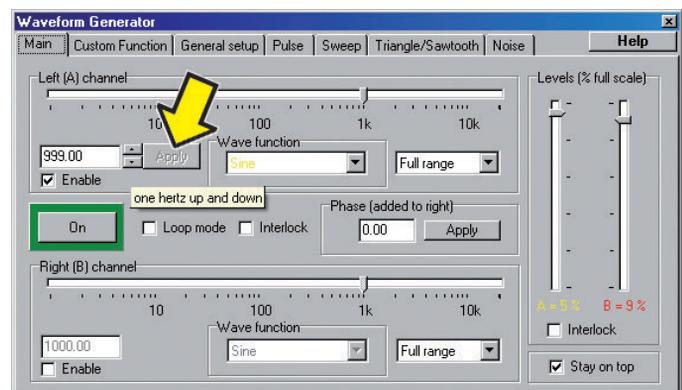


Figure 33 : Si vous désirez paramétrer une valeur de fréquence précise, il peut s'avérer difficile de le faire avec le curseur horizontal. Dans ce cas il est beaucoup plus commode d'écrire directement la valeur de fréquence désirée dans la petite case blanche située au dessous.

Figure 34 : Ensuite, pour valider le choix, cliquez avec la touche gauche de la souris sur le poussoir Apply. La valeur paramétrée est alors réécrite suivie du point décimal et de 2 zéros à titre de confirmation et d'acceptation de la valeur.



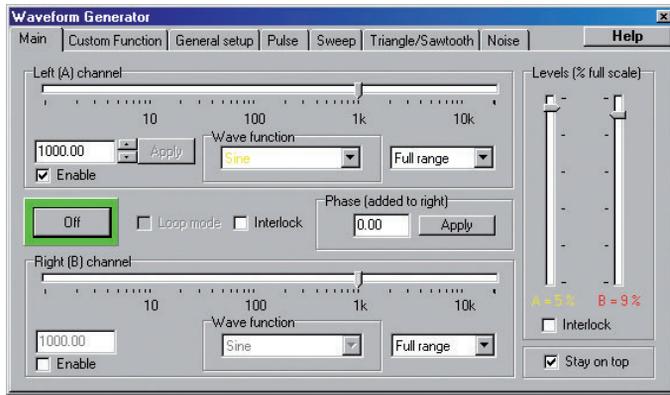


Figure 35 : Si nous continuons la description des commandes du générateur BF, nous rencontrons la petite case Wave function. En activant cette fonction il est possible de sélectionner la forme d'onde produite par le générateur, soit le type d'onde sinusoïdale, carrée, triangulaire et autres formes d'onde encore.

Figure 36 : Après avoir sélectionné la forme d'onde produite par le générateur, cliquez sur la case blanche immédiatement adjacente et vous verrez s'ouvrir une série d'options comme indiqué dans la figure suivante :

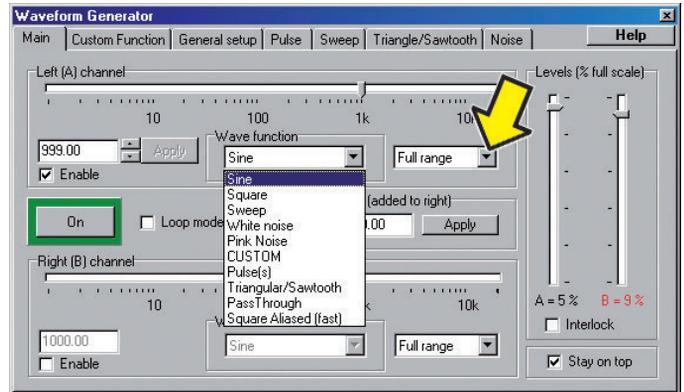


Figure 37 : Sélectionnez l'option Full range, correspondant à l'excursion totale du générateur, soit de la valeur 1 Hz jusqu'à 20 480 Hz. Si maintenant vous vous déplacez vers la droite de la fenêtre, vous verrez deux curseurs verticaux, désignés par Levels (% full scale). Le curseur de gauche est celui du canal A, alors que le curseur de droite est celui du canal B. Nous avons dit que nous utiliserons le générateur BF du canal A, donc nous ne réglerons que le curseur de gauche. Le curseur Levels correspond au boutons réglant l'amplitude du signal produit par le générateur, soit dans notre cas l'amplitude de l'onde sinusoïdale.

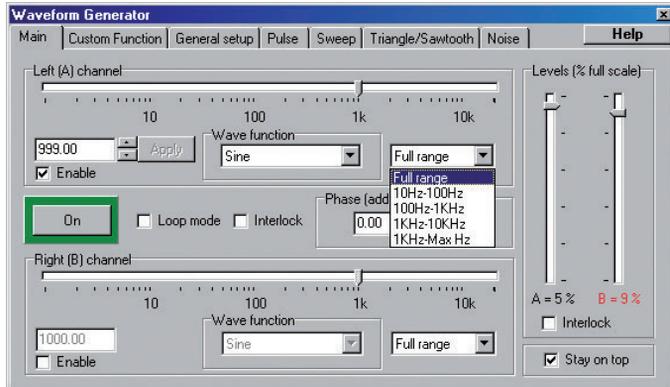
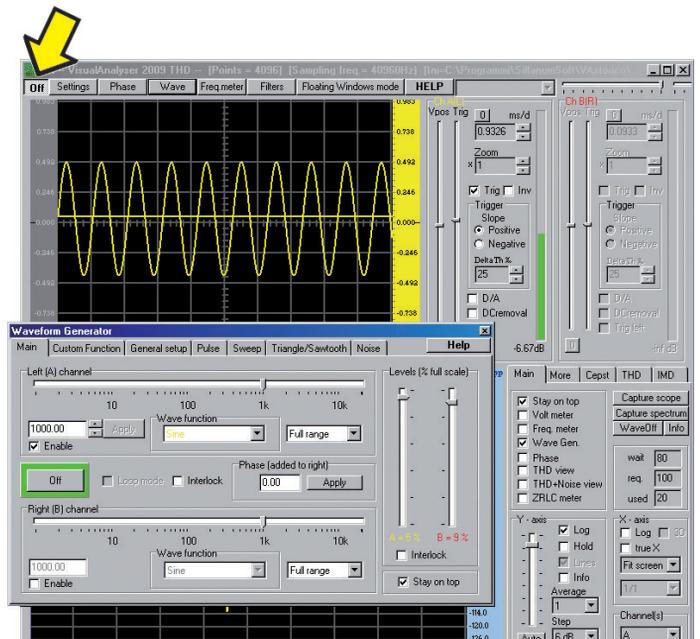


Figure 38 : Toutefois sur l'écran de l'oscilloscope la forme d'onde produite par le générateur n'apparaît pas encore, parce qu'il faut activer l'oscilloscope en cliquant sur la touche ON située en haut à gauche sur la barre des options. L'apparition de la mention OFF, indique que l'oscilloscope a été activé : à l'écran vous pouvez observer maintenant l'onde sinusoïdale produite par le générateur BF, comme visible sur la figure.



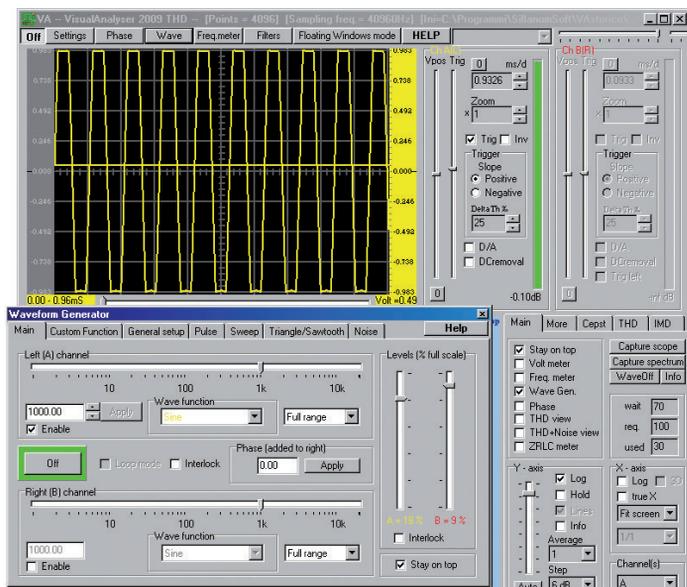


Figure 39 : Si le curseur du Levels était mal réglé, l'onde apparaissant à l'écran, au lieu d'être parfaitement sinusoïdale, pourrait être distordue, comme le montre la figure.

Figure 40 : Dans ce cas il suffira de réduire le niveau du signal de sortie du générateur, en déplaçant le curseur du Levels vers le haut, comme l'indique la figure, afin de restaurer la forme d'onde correcte du générateur.

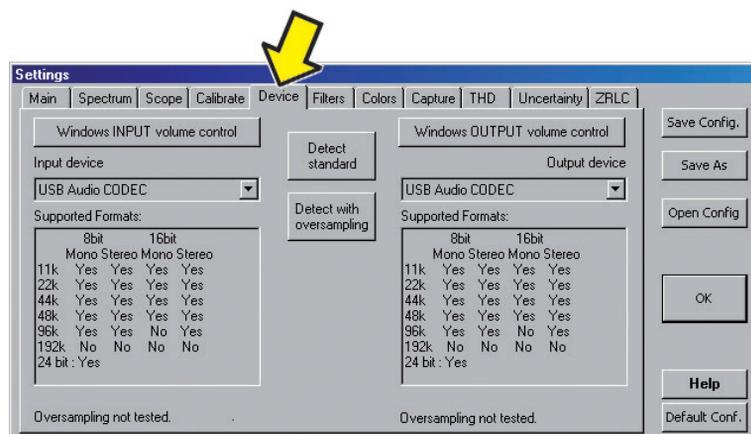
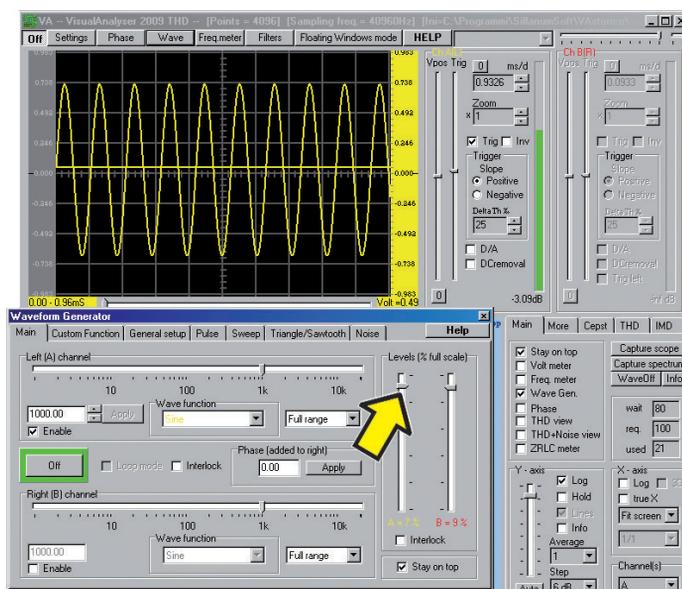


Figure 41 : Cliquez sur la touche Windows OUTPUT volume control. La fenêtre de la figure suivante s'ouvre.

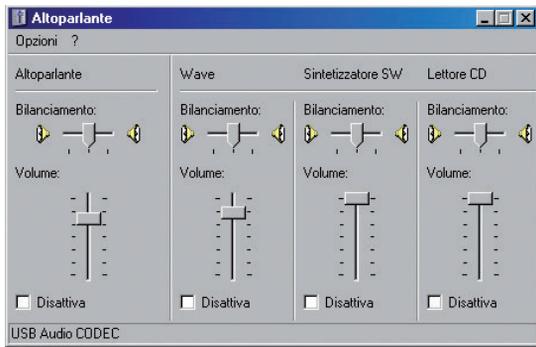


Figure 42 : Maintenant vous devez agir sur le curseur vertical, situé à gauche dans la fenêtre, celui attaché à la section Haut-parleur. Abaissez le curseur d'environ deux traits, comme l'indique la figure. Vérifiez maintenant que la sensibilité du réglage Levels du générateur BF est modifiée.

Figure 43 : Vous vous apercevrez que maintenant le réglage de l'amplitude de l'onde à l'écran est plus aisé parce que vous avez à votre disposition une plus grande course du curseur Levels.

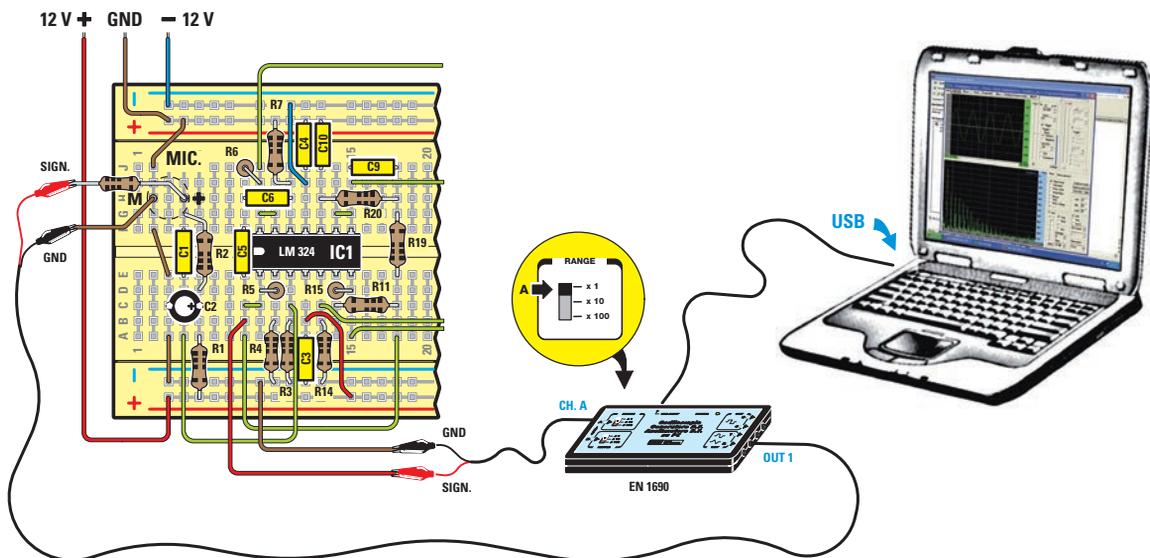
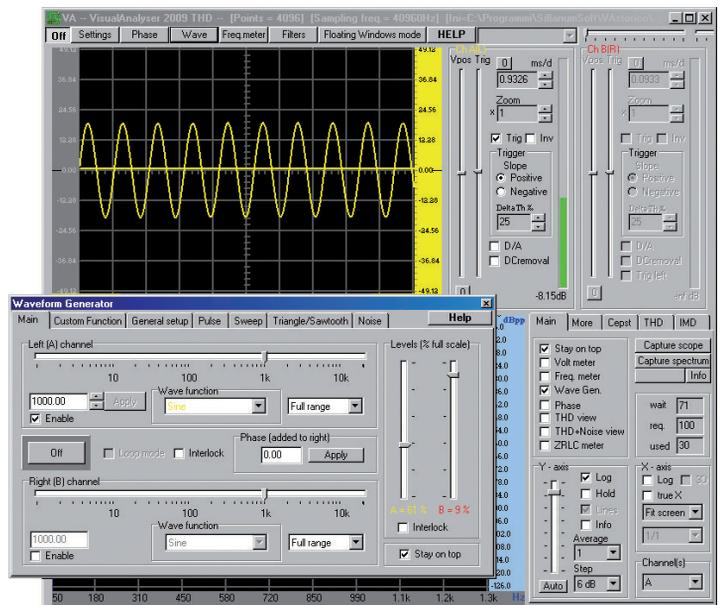


Figure 44 : Pour cela vous devrez tout d'abord extraire le microphone de la plaque d'essais. Quand cela est fait, prenez un morceau de fil et dénudez les deux extrémités.

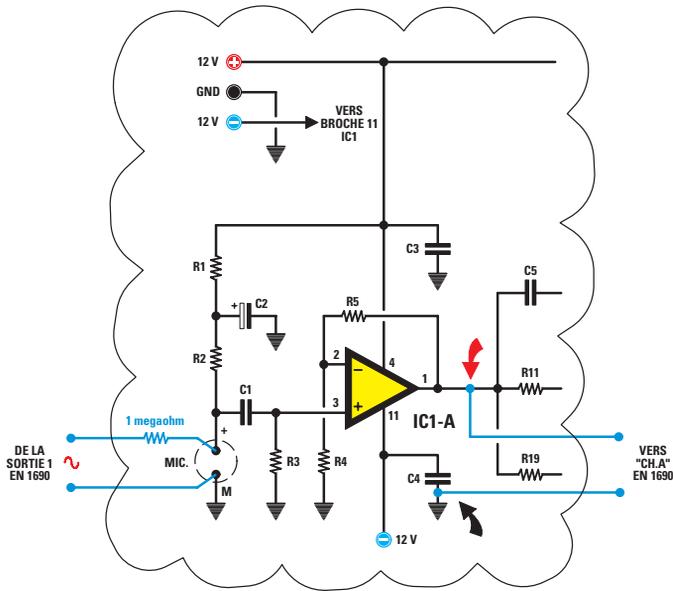


Figure 45 : A côté nous avons indiqué par des flèches le point sur lequel vous prélèverez le signal à observer avec votre oscilloscope. Sur le côté gauche est indiquée la liaison à la platine EN1690, liaison réalisée au moyen de la résistance de 1 M.

Figure 46 : Si vous voulez vous pouvez mesurer l'amplitude en V de l'onde sinusoïdale et pour cela il suffira de cliquer avec la touche gauche de la souris sur une des crêtes supérieures et ensuite traînez avec la souris jusqu'à faire coïncider la ligne horizontale qui s'ouvre avec une des crêtes inférieures de la sinusoïde.

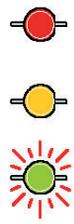
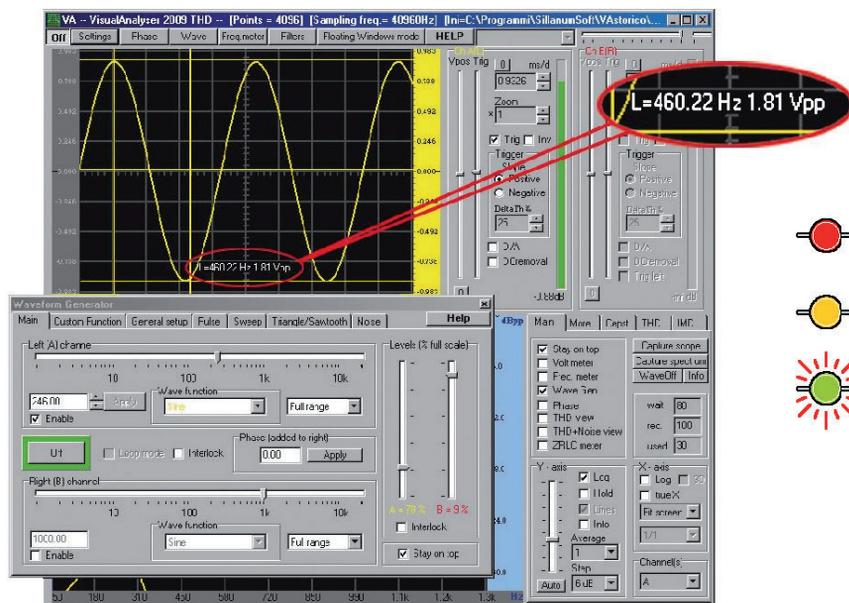
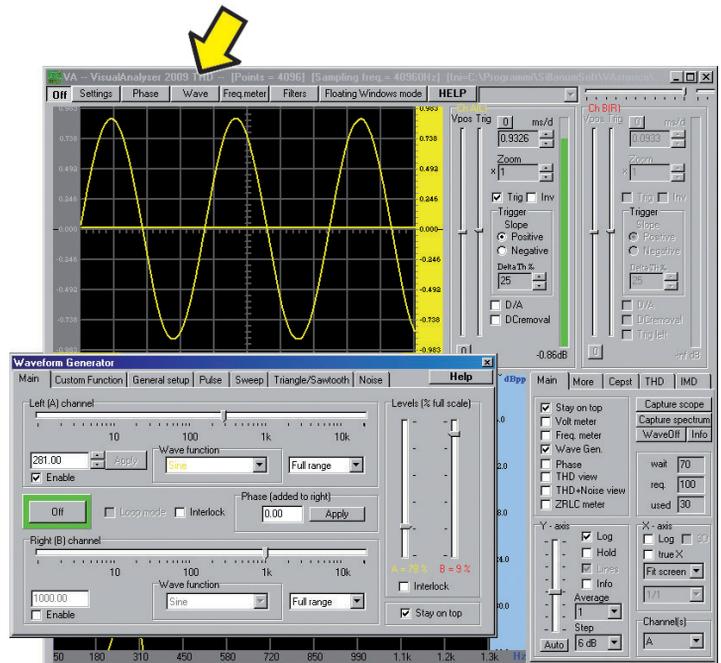


Figure 47 : Si vous regardez maintenant le circuit des lumières psychédéliques vous verrez que la LED verte est allumée.

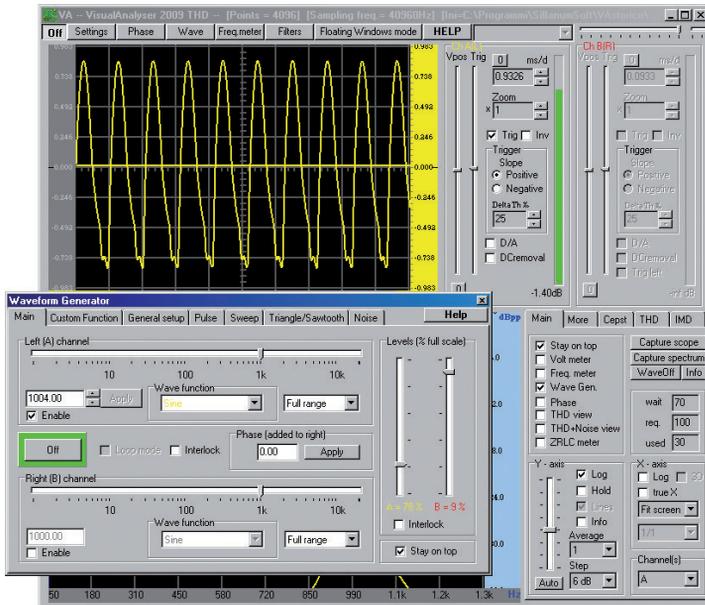


Figure 48 : Cela signifie que le signal produit par le générateur est trop fort. Réduisez l'amplitude de l'onde sinusoïdale en agissant sur le curseur Levels et vous verrez que la forme d'onde à l'écran redevient normale.

Figure 49 : Après avoir réglé l'amplitude du signal, déplacez lentement le curseur Left (A) encore vers la droite, donc en augmentant encore la fréquence produite par le générateur.

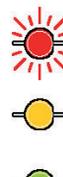
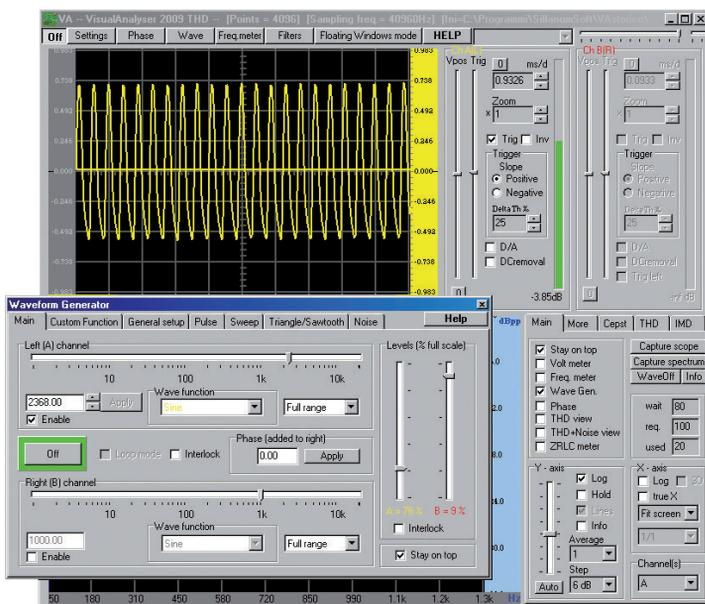
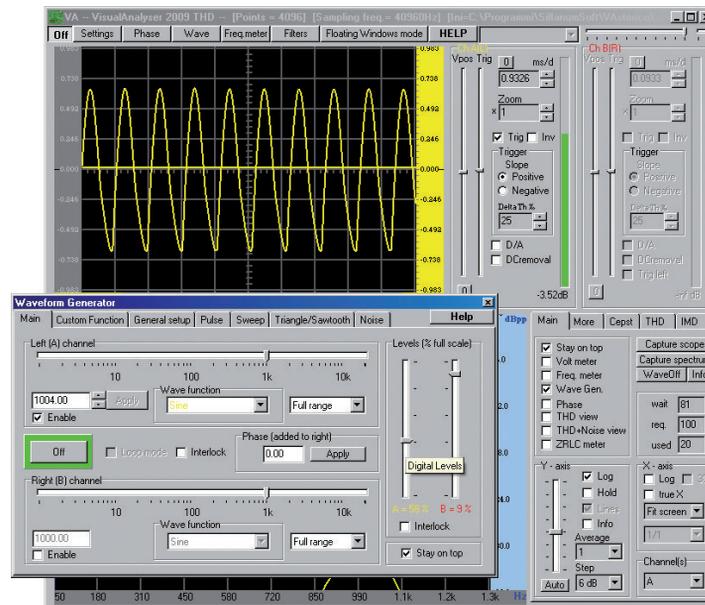


Figure 50 : À un certain point, quand on dépasse une fréquence d'environ 2 kHz, vous verrez que la luminosité de la LED jaune commence à baisser, cela indique que nous avons dépassé la fréquence de coupure supérieure du filtre passe-bande, qui commence à atténuer, alors que la LED rouge commence à s'allumer, parce que le filtre passe-haut entre en action.

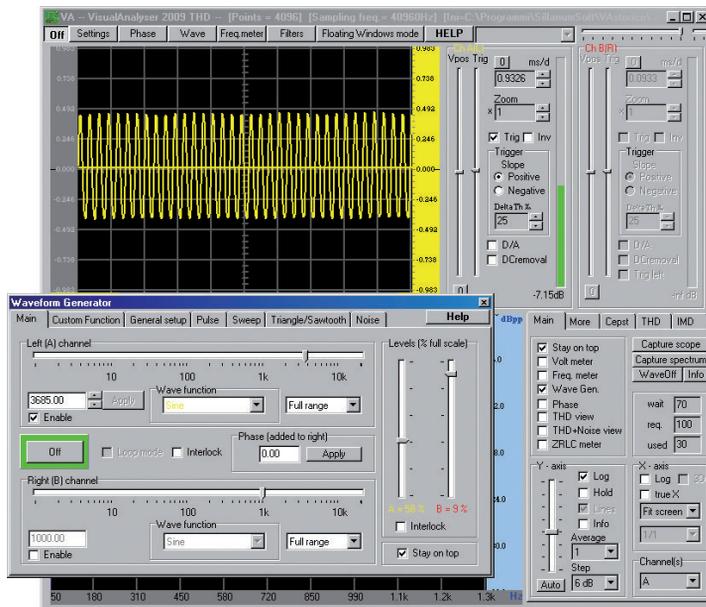
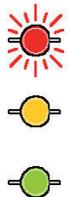
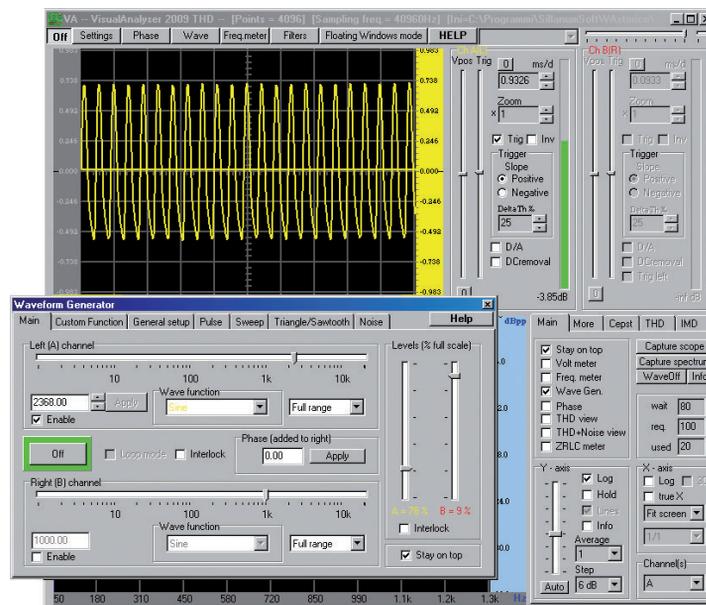


Figure 51 : Si on augmente encore la fréquence, on voit que l'amplitude du signal se réduit légèrement et par conséquent la luminosité de la LED rouge se réduit également.

Figure 52 : Si maintenant, en partant de cette valeur, vous faites glisser lentement le curseur Left (A) vers la gauche, vous verrez que lorsque la fréquence diminue la lumière passe successivement de la LED rouge des aiguës, à la LED jaune des médiums et enfin à la LED verte des basses, cela montre que les filtres des vos lumières psychédéliquies fonctionnent parfaitement.



se colore et commence à clignoter de manière intermittente, afin d'indiquer que le **générateur BF** a été activé.

Il se peut aussi que le curseur Levels soit trop sensible et qu'en le déplaçant même de très peu par rapport à sa position initiale la forme d'onde à l'écran augmente trop, ce qui provoquerait la distorsion de l'onde. Dans ce cas il est possible d'agir sur la commande de volume située sur la fonction **Mixer** de Windows : elle est située en série avec le curseur de **Levels** du générateur BF.

En réduisant le volume du **Mixer** il est donc possible de rendre plus facile le réglage du **Levels**.

Pour ce faire vous devrez procéder comme suit. Dans la barre des options, située en haut sur la fenêtre principale du VA, sélectionnez l'option **Settings**.

Sur la fenêtre qui s'ouvre tout de suite après cliquez sur l'option **Device**. La fenêtre ci-dessus s'ouvre.

Après avoir vu quelles sont les commandes du générateur BF, nous pouvons commencer les mesures afin de voir comment fonctionne notre circuit de lumières psychédéliquies.

La première chose à faire est de relier le circuit des lumières psychédéliquies à la **platine EN1690**.

Ensuite insérez une extrémité du fil que vous venez de dénuder dans le trou dans lequel se trouvait la patte de **masse** du **microphone**, comme l'indique la figure. Prélevez dans le matériel disponible la résistance de **1 M**, reconnaissable à ses bagues de couleurs :

marron-noir-vert-or

Insérez un des fils de la résistance sur la plaque d'essais dans le trou où se trouvait précédemment la patte **positive** du microphone, comme visible sur la figure.

Prenez le câble **cod. RG1.103** doté d'un **connecteur BF mâle** et d'une paire de **pincettes crocodiles rouge et noir**.

Insérez le **connecteur BF mâle** dans la **prise BF** désignée **OUT 1** de la platine **EN1690** et ensuite reliez la paire de **pincres crocodiles** comme suit :

- la **pince crocodile noir** est à relier au fil que vous avez précédemment relié à la place de la patte de **masse** du microphone, comme l'indique la figure ;
- la **pince crocodile rouge** en revanche est à relier au fil restant de la résistance de **1 M** comme l'indique la figure.

Prélevez alors deux morceaux de fil et insérez-les un dans la ligne bleue de la plaque d'essais correspondant au **GND** et l'autre dans le trou correspondant à la **broche 1** du circuit intégré **IC1**, comme le montre la figure.

Prenez le second câble **cod. RG1.102** ayant d'un côté un **connecteur BNC** et de l'autre une paire de **pincres crocodiles, rouge et noir**.

Insérez le **connecteur BNC mâle** du câble sur le **connecteur BNC femelle** présent sur l'**entrée CHA** de cette même platine **EN1690**.

Reliez ensuite les deux **pincres crocodiles** du câble de cette manière :

- la **pince crocodile noir** est à relier au morceau de fil relié à la ligne **GND** ;
- la **pince crocodile rouge** est à relier à l'autre fil que vous avez précédemment relié à la **broche 1** de **IC1**.

À la fin la plaque d'essais sera reliée à la platine **EN1690** comme indiqué par la figure. Mettez l'atténuateur du **CHA** sur la position **x1**.

Reliez comme toujours la platine **EN1690** à la prise **USB** du votre PC, en utilisant le câble **USB**.

Enfin vous devrez relier la plaque d'essais à l'alimentation du Minilab comme l'indique la figure 17. Réglez les boutons du Minilab comme l'indique la figure 17 et allumez le Minilab puis réglez la tension de l'alimentation jusqu'à obtenir **+24 V** en suivant les instructions visibles figure 18.

A ce moment lancez le **logiciel VA** jusqu'à obtenir à l'écran du PC l'image principale.

Sélectionnez sur la barre située en haut l'option **Wave**, en cliquant dessus avec la touche gauche de la souris et vous verrez apparaître la fenêtre du **Générateur BF**. Sélectionnez ensuite une fréquence comprise entre **200 Hz** et **300 Hz**. Réglez maintenant l'**amplitude** de l'onde sinusoïdale produite par le **générateur BF** au moyen du curseur **Level A**, de manière à ce que l'onde entière occupe environ **7 carreaux** de l'écran, de crête à crête.

Vous lirez directement à l'écran l'amplitude de l'onde de crête à crête : dans le cas de notre exemple elle est de **1,81 V** (voir figure suivante).

Cela se justifie : en effet nous avons dit que toutes les fréquences comprises entre **1** et **400 Hz**, soit les **basses**, doivent allumer la LED **verte**.

Pour observer le fonctionnement du filtre, déplacez le curseur horizontal **Left (A)** réglant la fréquence du générateur, lentement vers la gauche. Dans ce cas vous **réduisez** progressivement la fréquence du générateur jusqu'à **1 Hz**.

Vous verrez que la LED reste allumée, comme prévu.

Cela démontre que le filtre passe-bas travaille correctement en laissant passer toutes les fréquences inférieures à **400 Hz**.

Déplacez maintenant lentement ce curseur vers le sens opposé, soit vers la droite, donc en **augmentant** la fréquence de l'onde sinusoïdale produite par le générateur.

Vous vous apercevez que la LED verte reste allumée mais qu'à un certain moment son intensité lumineuse commence graduellement à faiblir, alors que la LED **jaune** commence à s'allumer comme prévu, signalant par là la présence des **médiums**.

Cela indique que pour les valeurs de fréquence supérieures à la fréquence de coupure de **400 Hz** le filtre **passe-bas** commence à **atténuer**, alors qu'en même temps le filtre **passe-bande** entre en fonction.

Si vous regardez bien la forme de l'onde sinusoïdale apparaissant à l'écran, il se

peut que vous la trouviez, comme le montre la figure ci-dessous, **distordue**. Contrôlez que la LED **jaune** reste bien allumée, ce qui indique que le filtre passe-bande fonctionne correctement.

Ce phénomène n'est pas dû à une atténuation inattendue du filtre passe-haut, mais simplement à une réduction de l'amplitude du signal produit par le **générateur BF**. Augmentez donc l'amplitude du signal en agissant encore sur le curseur **Levels** du générateur et vous verrez à nouveau s'intensifier la luminosité de la LED. En déplaçant le curseur **Left (A)** toujours vers la droite, vous vous apercevrez qu'à un certain moment la lumière de la LED rouge s'atténue. C'est la fréquence maximale pouvant être détectée par le circuit des lumières psychédéliques.



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

10.000 pages d'électronique 800 montages

Logiciel Adobe Acrobat Reader inclus

249€ 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

Clé USB de 2 Go offerte pour l'achat de ce DVD

Frais de port inclus pour la France

Autres pays (nous consulter).

JMJ Editions B.P. 20025

13720 LA BOUILLADISSE

Tél. : 0820 820 534

du lundi au vendredi de 9h à 12h

www.electronique-magazine.com

EN 1785

Variateur 230 VAC à MOSFET

En faisant varier la tension d'entrée de ce variateur de 0 à 5 V vous pourrez contrôler une charge alimentée par le secteur 230 V. La particularité de ce montage est d'être réalisé sans triac et sans thyristor.



Le plus simple est le «**Variateur à triac**» **EN5020** (voir **Cours AEPZ**), réalisé avec le système **triac-diac** et réseau de déphasage en entrée (ce réseau est utilisé pour contrôler le courant de gâchette). Les limites de ce montage viennent de ce que le contrôle de la sinusoïde n'y est pas parfait. En effet, le contrôle de la charge est plus développé vers les courants les plus forts et cela détermine des «trous» de contrôle vers le bas : avec un moteur cela se manifeste sous forme de mouvement hésitant et aléatoire.

Une autre méthode pour contrôler une charge secteur consiste à utiliser un **thyristor** c'est-à-dire une **diode contrôlée**. Un exemple de ce type de variateur est le «**Variateur électronique de vitesse pour moteur**» **EN1703** que nous avons présenté dans le **numéro 107** de la revue **ELM**. Dans le cas de ce montage, le contrôle du **thyristor** est plus fin,

parce qu'il est géré seulement pendant une demi-onde et cela se traduit par un meilleur contrôle de la puissance, fort utile, par exemple, quand on utilise une perceuse à faible nombre de tours.

Naturellement, dans ce cas aussi on monte un réseau de déphasage (formé d'un condensateur et d'une résistance), lequel fournit la tension à la gâchette du **thyristor** avec retard à l'allumage et à l'extinction de la conduction.

Comme vous le voyez, dans les deux cas nous avons pris en considération comme charges des ampoules ou de petits moteurs et nous nous sommes risqués au contrôle direct d'un transformateur comme exemple de charge inductive pure. Avec une charge inductive le contrôle doit se faire au moyen d'impulsions très fortes vers la gâchette, afin d'obtenir toujours en temps réel le contrôle de la sinusoïde.



Figure 1 : Voici notre nouveau variateur une fois la platine installée dans son boîtier plastique spécifique.

Un autre montage intéressant de variateur est le «**Variateur pour charges inductives**» **EN1539** présenté dans le **numéro 48** de la revue **ELM** : il est en mesure de piloter même les transformateurs réducteurs de tension.

C'est le cas, par exemple, avec les ampoules halogène en **24 V** alternatif, situées dans les étagères des cuisines ou bien dans des lampadaires spéciaux sur rail utilisant des transformateurs de **220 V à 24 V**.

Dans les cas que nous avons considérés jusqu'ici, on utilisait un **triac** ou un **thyristor** : tous deux se sont révélés pleinement adéquats pour l'usage qu'on attendait d'eux.

Aujourd'hui, en nous servant de la technologie des **MOSFET**, il est toutefois possible d'améliorer énormément le contrôle du secteur sur des charges en alternatif de type résistif et capacitif.

Cette technologie nous met en plus à l'abri de tout type de parasites, alors qu'avec les **triacs** et les **thyristors** il était nécessaire de recourir à des selfs antiparasites.

Les seules limites du montage concernent la puissance consommée par la charge : elle ne doit pas dépasser **500 W**.

Le schéma électrique

Nous avons divisé le circuit en trois gros blocs :

1 - Le premier bloc est constitué du pont **RS1** et du photocoupleur **OC1**. Le secteur **230 V**, par l'intermédiaire du pont, pilote la LED du photocoupleur **OC1** à **100 Hz** ce qui permet de manière très sûre, c'est-à-dire sans connexion physique, de transmettre ce signal sous forme d'impulsions lumineuses au phototransistor, lequel les reconvertis en un signal électrique et les envoie à la série de portes **IC1/A-IC1/B-IC1/C**.

2 - Le second bloc est composé du circuit intégré **IC1**, des transistors **TR1-TR2** et de **IC2**. Dans ce bloc se produit le «miracle», permettant de contrôler parfaitement le signal sinusoïdal. **IC1/A**, **C1** et **R2** déterminent la constante de temps très brève qui intercepte le point **0** (voir le graphique des temporisations de la figure 4). **IC1/B** avec **C2** et **R3** déterminent la constante de temps entre un pic et l'autre (**1 ms**). **IC1-C** inverse le signal et, en pilotant la base de **TR2**, décharge **C4** lequel, à son tour, provoque un court-circuit entre le collecteur et l'émetteur de **TR2**.

Par conséquent **TR1**, étant un transistor **PNP**, fournit un courant constant

au condensateur **C4**, ce qui produit une rampe de tension synchronisée avec la fréquence du secteur. **IC2/A** achemine le signal à l'entrée négative de **IC2/B**, qui n'est rien d'autre qu'un comparateur entre la tension paramétrée à l'aide du potentiomètre et le signal arrivant effectivement.

À la sortie de **IC2/B** on produit un signal carré dont le rapport cyclique varie et on le transmet au photocoupleur **OC2**.

3 - Le troisième bloc du schéma électrique est formé par le circuit intégré **IC1/D**, le photocoupleur **OC2**, les MOSFET **MFT1**, **MFT2** et le pont redresseur **RS2**. Le signal à la sortie du comparateur **IC2/B**, utilisant les trois portes restées libres du circuit intégré **74HC14**, est amplifié en courant pour piloter la LED intérieure du photocoupleur **OC2**.

Le signal, sous forme d'impulsions lumineuses, est converti en tension par le phototransistor interne.

Le phototransistor de **OC2** pilote les deux MOSFET **MFT1** et **MFT2** avec une tension qui sera déphasée par rapport à l'entrée. Pour restaurer la forme d'onde résultante après notre régulation, nous avons inséré un pont **RS2** inversé (voir figure 3 le pont **RS1** de gauche et le pont **RS2** de droite).

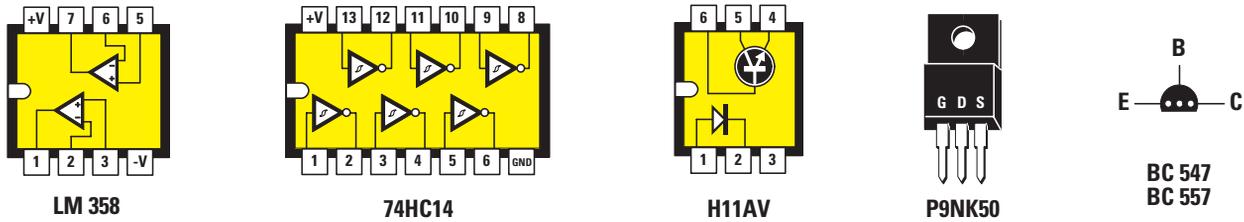


Figure 2 : Brochages des circuits intégrés vus de dessus et brochages des transistors vus de face et de dessous.

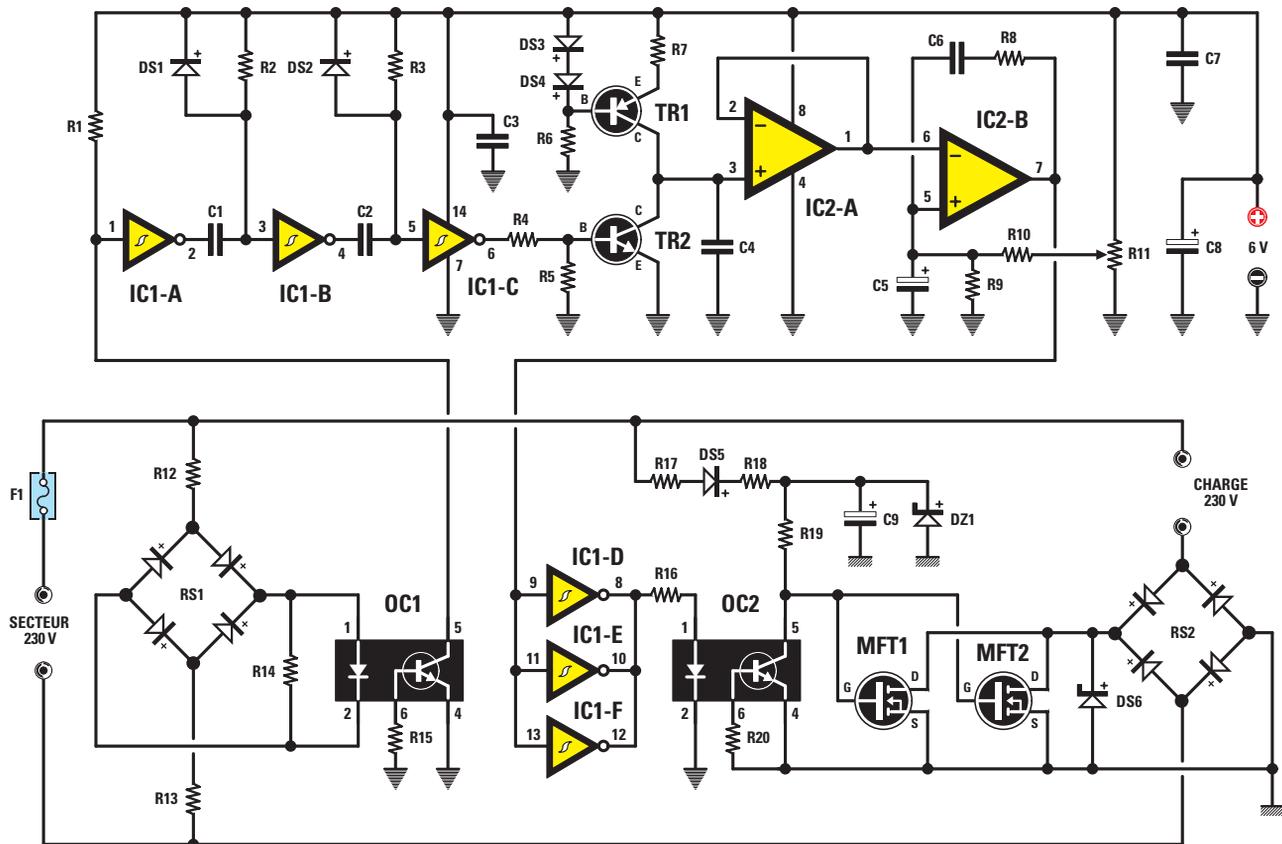


Figure 3 : Schéma électrique du variateur à MOSFET EN1785.

Liste des composants EN1785

R1 10 k
 R2 10 k
 R3 10 k
 R4 4,7 k
 R5 10 k
 R6 10 k
 R7 47 k
 R8 100 Ω
 R9 10 k
 R10 ... 10 k
 R11 ... 10 k pot. lin.
 R12 ... 22 k 1 W
 R13 ... 22 k 1 W
 R14 ... 2,2 k

R15 ... 1 M
 R16 ... 470 Ω
 R17 ... 22 k 1 W
 R18 ... 22 k 1 W
 R19 ... 10 k
 R20 ... 1 M

 C1 47 nF polyester
 C2 10 nF polyester
 C3 100 nF polyester
 C4 47 nF polyester
 C5 4,7 µF électrolytique
 C6 47 nF polyester
 C7 100 nF polyester
 C8 100 µF électrolytique
 C9 100 µF électrolytique
 RS1 ... pont redresseur 100 V 1 A

RS2 ... pont redresseur 400 V 6 A
 DS1 ... 1N4150
 [...]
 DS4 ... 1N4150
 DS5 ... 1N4007
 DS6 ... diode supresseur
 BZW04P376
 DZ1 ... zener 12 V 1/2 W
 TR1 ... PNP BC557
 TR2 ... NPN BC547
 MFT1 MOSFET P9NK50
 MFT2 MOSFET P9NK50
 OC1 ... photocoupleur H11AV
 OC2 ... photocoupleur H11AV
 IC1 ... HC/MOS 74HC14
 IC2 ... LM358
 F1 fusible 1 A

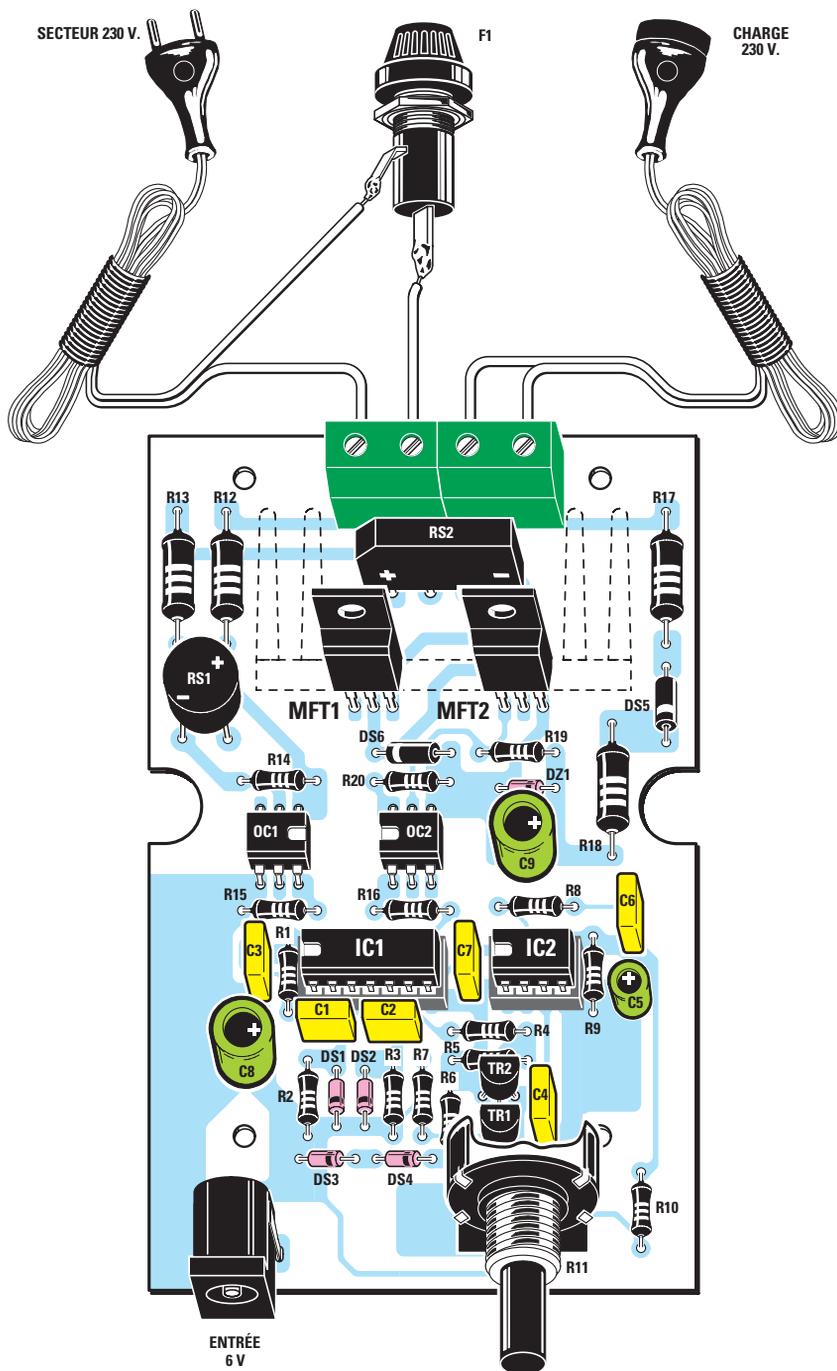
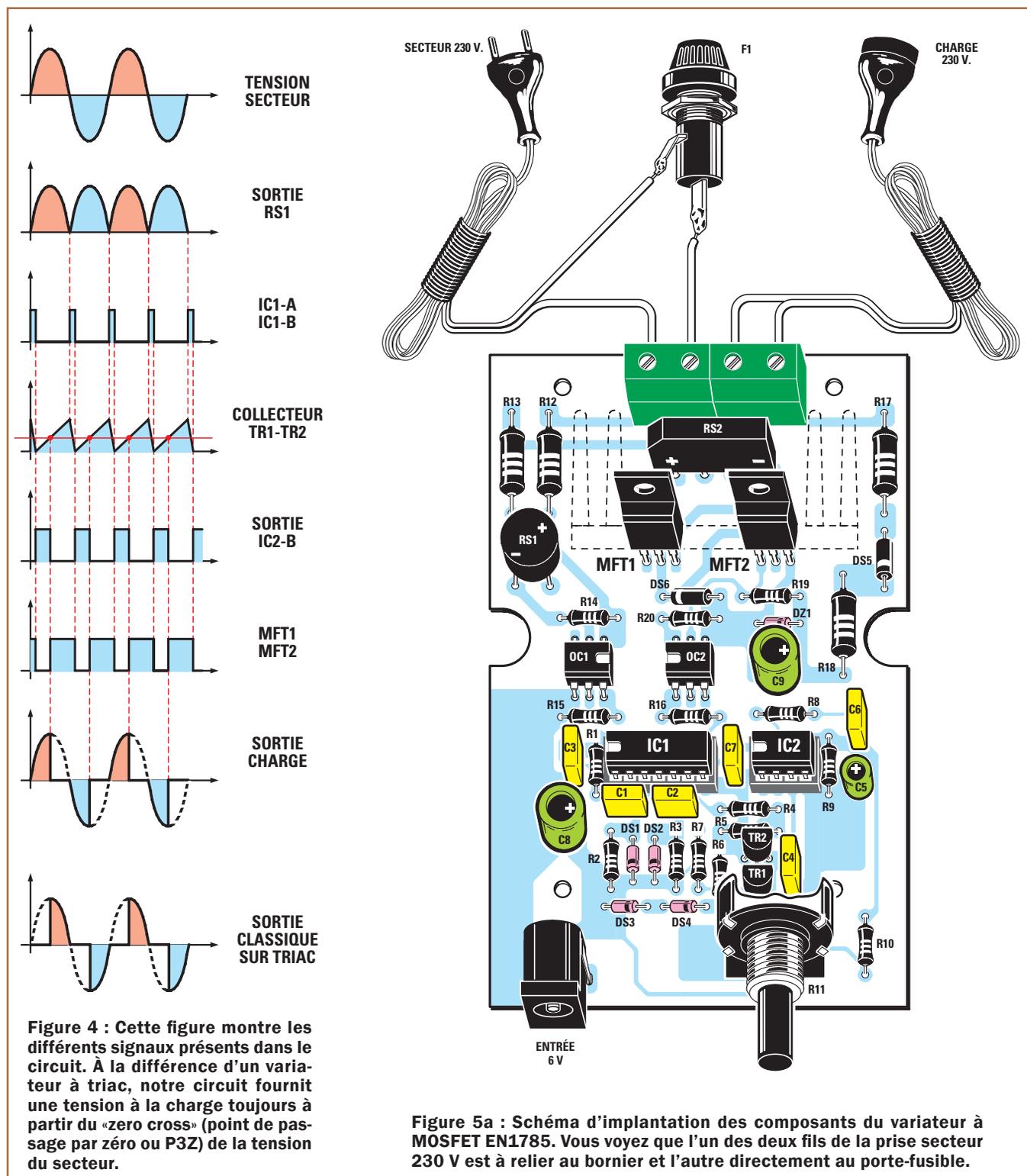


Figure 5a : Schéma d'implantation des composants du variateur à MOSFET EN1785. Vous voyez que l'un des deux fils de la prise secteur 230 V est à relier au bornier et l'autre directement au porte-fusible.

Autres particularités du circuit

L'alimentation du circuit du «bloc 2» en basse tension peut être obtenue au moyen d'une **alimentation 5 V**. Vous pouvez utiliser notre **KM03.001** (déjà

présentée dans le **numéro 114** de la revue **ELM** comme alimentation pour notre Shiatsu Chrome **EN1760-1761**) : elle est en mesure de fournir une tension réglable entre **1,5 V** et **12 V**. Dans le cas présent, paramétrez la tension à **6 V** (voir figure 6). Les composants **R17**, **DS5**, **R18**, **C9** et **DZ1** permettent de prélever sur le secteur **230 V** la tension de

12 V à fournir au photocouleur et aux transistors MOSFET.

Comme vous le voyez en regardant le schéma électrique de la figure 3, les deux photocoupleurs isolent parfaitement (de manière «galvanique» soit sans contact direct) la partie en basse tension de la partie secteur 230 V.

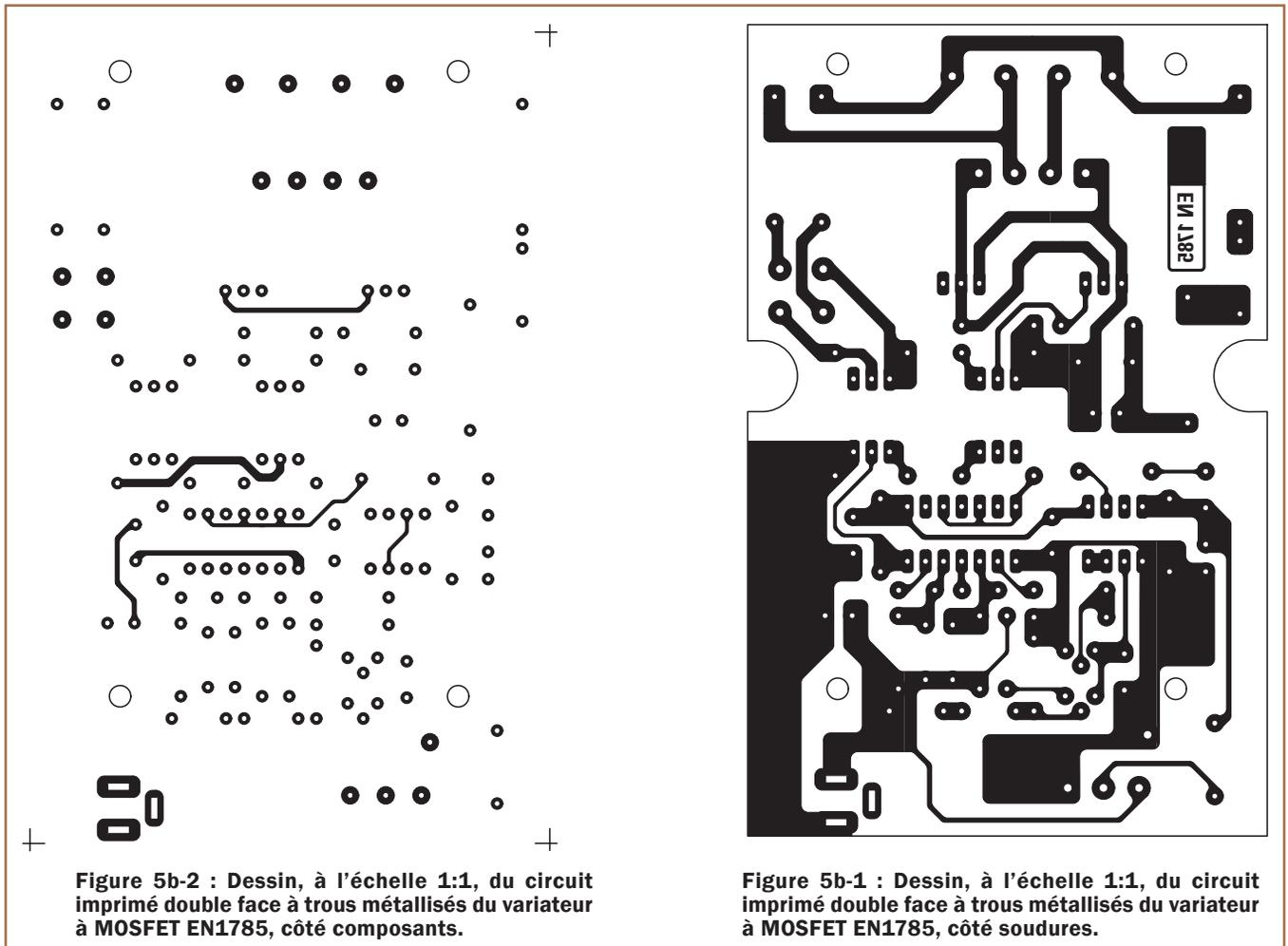


Figure 5b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du variateur à MOSFET EN1785, côté composants.

Figure 5b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du variateur à MOSFET EN1785, côté soudures.

La réalisation pratique

Pour effectuer le montage du circuit nous vous conseillons de faire référence au dessin de la figure 5a, dans lequel sont précisément indiquées les positions de tous les composants nécessaires à sa réalisation.

Procurez-vous tout d'abord le circuit imprimé double face à trous métallisés ou bien réalisez-le à partir des dessins à l'échelle 1:1 des figures 5b-1 et 2.

Quand vous avez ce circuit imprimé **EN1785** devant vous, insérez d'abord les deux supports des deux circuits intégrés **IC1-IC2** – repère-détrompeurs en U orientés vers la gauche – puis soudez toutes leurs broches.

Poursuivez avec toutes les résistances, après avoir «lu» leurs valeurs sur les bagues colorées.

Notez que les résistances de **1 W** **R12-R13-R17-R18** sont facilement reconnaissables car elles sont de dimensions supérieures.

Soudez maintenant dans les positions indiquées les diodes au silicium **DS1-DS2** en orientant vers le bas leurs bagues repères noires et **DS3-DS4** en orientant les leurs vers la droite.

Continuez avec les deux diodes **DS5-DS6** qui sont légèrement plus grandes, en orientant respectivement vers le bas et vers la gauche leurs bagues repères blanches.

Soudez ensuite, sous la résistance **R19**, la petite diode zener de **12 V 1/2 W**, en orientant vers la droite sa bague repère noire.

Insérez alors les condensateurs **polyesters** : leur capacité est imprimée sur leur boîtier et elle est exprimée en **nF** ou en **µF**, c'est pourquoi une valeur de :

47 nF est indiquée **47n**
10 nF est indiquée **10n**
100 nF est indiquée **.1**

Les lettres **J-K-M** que vous trouvez après chaque nombre servent seulement pour indiquer la **tolérance**.

Poursuivez avec les deux condensateurs électrolytiques **C8-C9** en orientant vers la droite le signe **+** présent sur leur boîtier ; puis **C5** en orientant cette fois le **+** vers le haut (voir figure 5a).

Insérez les deux photocoupleurs **OC1** et **OC2** dans le circuit imprimé de telle manière que les repères-détrompeurs en U se «regardent» l'un l'autre (voir figure 5a).

Montez maintenant les deux ponts redresseurs **RS1** et **RS2**, le premier a une forme cylindrique et le second une forme parallélépipédique : orientez le côté marqué du signe **+** comme indiqué sur le dessin de la figure 5a.

Figure 6 : Afin d'éviter d'endommager irrémédiablement le circuit, avant de l'alimenter, sélectionnez la tension de sortie adéquate en tournant le commutateur rotatif jusqu'à la valeur de 6 V, comme le montre la figure. Vous devrez en outre sélectionner la polarité de la fiche jack requise, elle est marquée 5.5 x 2.1. La fiche jack doit être insérée dans le sens indiqué sur la figure, de telle manière que le positif soit relié au contact central de la fiche jack et le négatif au contact extérieur.

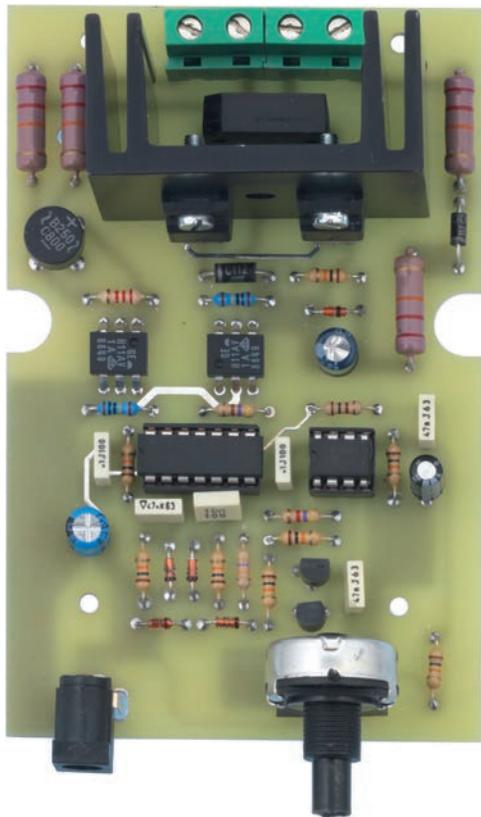
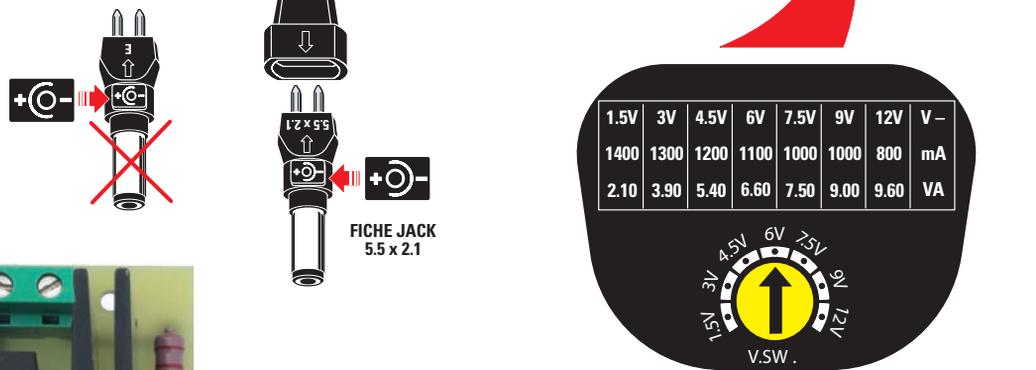


Figure 7 : Photo d'un des prototypes utilisés pour effectuer les tests et les vérifications techniques en laboratoire.

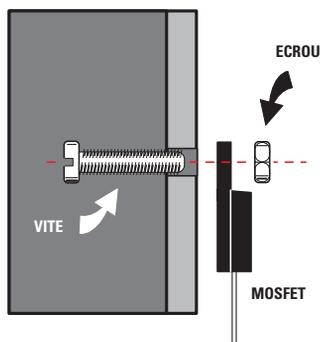


Figure 8 : À gauche, la séquence de fixation des MOSFET MFT1 et MFT2 sur le dissipateur et à droite l'indication de la longueur de l'axe du potentiomètre R11.

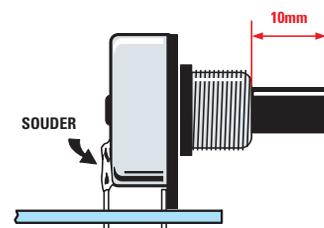
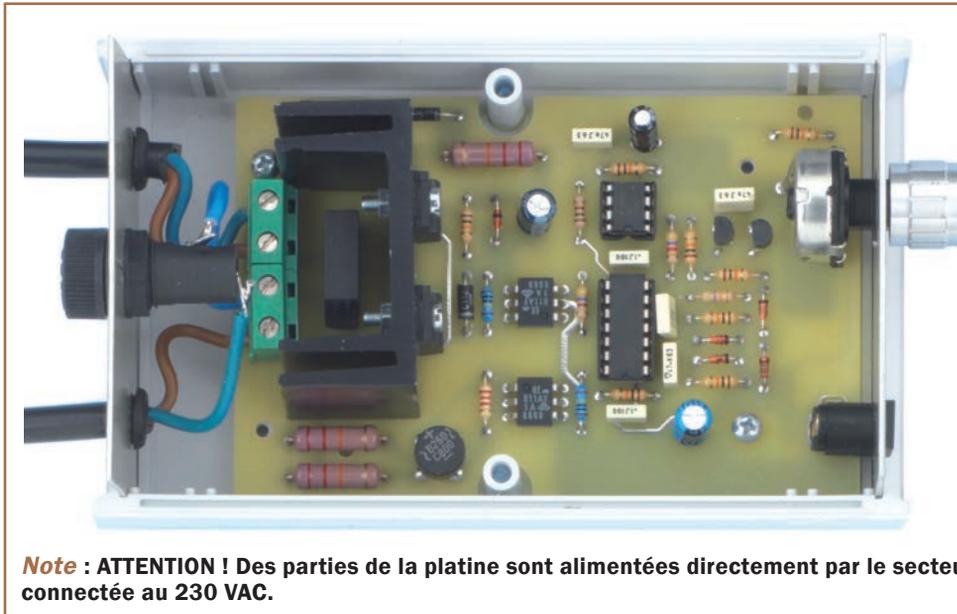


Figure 9 : Photo d'un des prototypes de la platine installée dans le boîtier spécifiquement réalisé et disponible avec sa face avant et son panneau arrière déjà percés.



Note : ATTENTION ! Des parties de la platine sont alimentées directement par le secteur, ne la touchez pas quand elle est connectée au 230 VAC.

Au tour maintenant des petits transistors **TR1** et **TR2**, que vous devez positionner en bas du circuit imprimé : leurs méplats sont orientés vers le haut.

Avant d'insérer les deux MOSFET **MFT1-MFT2**, vous devrez plaquer leurs semelles métalliques sur le dissipateur que nous avons représenté en pointillés sur le dessin de la figure 5a : fixez-les au dissipateur au moyen des deux petits boulons.

Pour faciliter cette opération, nous avons illustré toute la séquence de fixation sur le dessin de la figure 8.

Vous pouvez maintenant insérer dans leurs supports les deux circuits intégrés **IC1** et **IC2**, en orientant vers la gauche leurs repère-détrompeurs en **U**.

Il ne vous reste qu'à monter les composants externes, soit la **prise d'alimentation 6 V** et le **potentiomètre linéaire R11** : ensuite vous les insèrerez dans les trous pratiqués dans la face avant du boîtier.

Montez les deux borniers à l'arrière : ils permettent la connexion au secteur **230 V** et à la charge **230 V**.

Ainsi s'achève le montage du circuit et il ne vous reste qu'à l'installer dans son boîtier spécifique : fixez la platine sur la base (fond horizontal du boîtier) avec les quatre petites vis.

Les essais et la fermeture du boîtier

Pour effectuer l'essai de la platine, reliez **provisoirement** le câble secteur et celui de la charge aux deux borniers.

À ce propos, notez que dans le matériel disponible on a un seul câble, que vous devrez couper en deux parties égales pour en tirer le morceau destiné au secteur et celui destiné à la charge. Câblez le porte-fusible. Reliez à la prise de la charge une lampe de chevet à ampoule à filament de **50-60 W** de puissance et à l'entrée **6 V** l'alimentation **KM03.011**.

Si vous n'avez commis aucune erreur au cours du montage, en tournant le potentiomètre **R11** vous verrez l'intensité lumineuse de la lampe **varier** de manière absolument **régulière**, sans aucun clignotement typique des triacs ou des thyristors quand ils travaillent sur les valeurs de tensions minimales.

Après avoir vérifié le fonctionnement du circuit, vous pouvez maintenant terminer le montage dans le boîtier. Faites passer les fils de liaison à la charge et au secteur à travers les passe-fils en caoutchouc garnissant les deux trous du panneau arrière et fixez-les de manière définitive aux borniers à vis. Insérez la face avant dans les guides latéraux et faites sortir des deux

trous la prise d'alimentation et l'axe du potentiomètre lequel, comme le montre la figure 8, doit être coupé à la longueur de **10 mm**. Vous pouvez alors fermer le boîtier avec le couvercle et fixer ce dernier avec les vis. Préparez-vous à effectuer l'application à laquelle vous avez destiné le circuit.

Caractéristiques techniques

Tension : **230 V**

Puissance maximale : **500 W**

Type de charge : **capacitive** et **résistive**

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce **variateur à MOSFET EN1785** 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/116.zip> ◆

LABORATOIRE &

FRÉQUENCÈMÈTRE PROGRAMMABLE



Ce fréquencesmètre programmable est en mesure de soustraire ou d'additionner 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 €

FRÉQUENCÈMÈTRE ANALOGIQUE



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

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

FRÉQUENCÈMÈTRE 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).

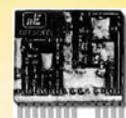
EN1169..... Kit complet avec boîtier 29,00 €
EN1169KM Kit complet version montée... 39,00 €

VFO PROGRAMMABLE DE 20MHZ à 1,2GHZ



Ce VFO est un véritable petit émetteur 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 1 200MHz en 8 modules.

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



MODULES CMS

Modules CMS pour le EN1234/K, livrés montés.

EN1235-1.. Module 20 à 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 000Hz, 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 43,25 €
EN1484KM Kit complet version montée... 64,80 €

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 sinusoidaux. Alimentation: 9 à 12 Vdc.

EN5031..... Kit générateur de signaux triangulaires avec coffret..... 32,00 €
EN5031KM Kit complet version montée... 52,00 €
EN5032..... Kit générateur de signaux sinusoidaux avec coffret..... 45,00 €
EN5032KM Kit complet version montée... 68,00 €
EN5004..... Kit alimentation de laboratoire 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 10Hz 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 92,80 €
EN1337KM Kit complet version montée... 129,90 €

TABLE DE VÉRITÉ ÉLECTRONIQUE



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

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



TESTEUR 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 POUR THYRISTOR ET TRIAC



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

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

INDUCTANCÈMÈTRE 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 SELFÈMÈTRE 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 fréquencesmètre numérique, on pourra lire la fréquence produite. Connaissant cette fréquence, il est immédiatement possible de calculer la valeur de la self en µH ou en mH. Ce petit "selfmètre HF" 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 sélectionnable 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 / 50Hz. - 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 135,50 €
EN1340KM Kit complet version montée... 189,70 €



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 69,30 €
EN5033KM Kit complet version montée... 97,00 €

UN CONVERTISSEUR DE 20 à 200 MHZ POUR OSCILLOSCOPE



Si vous possédez un oscilloscope ordinaire avec une 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 €

CARTE USB POUR 1000 APPLICATIONS ET PLUS...



Cette carte USB pour ordinateur peut être utilisée dans diverses applications et divers domaines,

électromédicales, domestiques, laboratoire, etc... Elle transforme n'importe quel PC en instrument de mesure: il suffit de changer de capteur et de logiciel pour changer d'appareil de mesure! Elle est programmable en tous types de langages: C, Java, Visual Basic6. Elle nous a permis de réaliser un pliomètre ou mesureur de graisse corporelle, un conductimètre professionnel, un gaussmètre, un mesureur d'UV-A et UV-B et un thermomètre wireless à thermocouple. Logiciel fourni compatible Windows XP et Vista. Les sources sont libres de droit, l'interface est livrée montée.

EN1734 . Kit carte USB 1000 applications ... avec son CDR 110,60 €

OSCILLOSCOPE + ANALYSEUR DE SPECTRE + FRÉQUENCÈMÈTRE + VOLTMÈTRE + GÉNÉRATEUR BF



Posséder un oscilloscope et un analyseur de spectre est le rêve de tout amateur d'électronique ... mais cela

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

EN1690 . Kit complet avec coffret (hors filtre et calibrateur ni cables) 135,60 €
EN1691 . Kit circuit calibrateur sans boîtier. 23,70 €

EN1691B Kit filtre basse bande.... 16,80 €
RG10.05 . Cordon BNC/BNC 50 cm (en option) 6,30 €

RG10.102 Cordon BNC/crocodiles (en option) 4,90 €
EN1690KM Kit EN1690 complet version monté 189,85 €

EN1691KM Kit version monté sans boîtier 33,20 €
EN1691BKM Kit version monté sans boîtier... 25,20 €

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

MESURES DIVERSES

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 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 tracés 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 €

TESTEUR POUR LE CONTRÔLE DES BOBINAGES



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

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

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 €

FRÉQUENCEMÈTRE À 9 CHIFFRES LCD 55 MHz



Ce fréquences-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 €

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 dépanner 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 €

IMPÉDANCEMÈTRE USB



NOUVEAU

Ce kit impédancemètre USB permet de mesurer l'impédance des inductances, des capacités, des transformateurs audio, de haut-parleurs et d'une vaste gamme d'autres composants électroniques. En plus de la valeur absolue de l'impédance en ohm, cet appareil calcule automatiquement les valeurs des composants réactives et résistives, le déphasage et le circuit équivalent série et parallèle. Valeurs minimales et maximales de la mesure à une fréquence de 1000 Hz en 5 calibres - Inductances 1 microHenry à 100 Henry - Capacité 10 picofarad à 1000 microfarads - Résistance 0,1 ohm à 10 mégohms - Alimentation par le port USB.

- EN1746 . Kit impédancemètre USB sans boîtier ni CD-ROM..... 71,40 €
- MO1746. Boîtier du EN1746 25,20 €
- CDR1746 Logiciel pour piloteur l'impédancemètre..... 14,70 €
- EN1746KM. ... Kit version monté avec boîtier et CDR 155,82 €

ÉTHYLOMÈTRE POUR ALCOTEST OU « BOIRE OU CONDUIRE »



Depuis peu le taux d'alcoolémie (en gramme d'alcool/litre de sang) autorisé sur 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: DL1 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 €
- KM1693 Kit version montée 63,00 €

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 "Éteignez vos portables" est bien respecté.

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

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 €

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: 1 Hz à 100 kHz. 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 €

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 €

INDUCTANCÉMÈTRE 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.

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

iPOD, iPHONE, iPAD ... iTESLA

La note aiguë d'une soprano, le chant d'un rossignol ou la totalité d'un morceau de musique peuvent-ils être reproduit fidèlement par un événement soudain et apparemment incontrôlable, comme une décharge électrique ? Même si cela peut vous sembler impossible, quand vous essaierez l'iTesla que nous vous présentons dans cet article, vous vous rendrez compte à quel point ce phénomène magique est réel.



Quand, il y a quelques temps, nos concepteurs nous ont demandé de jeter un coup d'œil à une nouvelle application très curieuse à laquelle ils travaillaient, en entrant dans le laboratoire, nous fûmes accueillis par le fort **gazouillis** d'un **rossignol**. Le son qui remplissait la pièce à ce moment était tellement limpide que nous avons failli chercher près de nous le gracieux animal qui avait dû naître dans un recoin du local ! Et pourtant, sur le banc de travail face à nous, il n'y avait rien d'autre qu'une rangée d'appareils, ceux que l'on trouve habituellement dans les laboratoires d'électronique ...

plus un générateur de Tesla, lequel lançait dans les airs une série ininterrompue d'étincelles fluorescentes.

Nous avons demandé en vain aux techniciens de nous expliquer cette diablerie. C'est seulement après s'être pas mal amusés à nos dépens que nos collègues se sont enfin décidés à «vider leur sac», nous confessant une chose qui à première vue nous a paru proprement incroyable : le son si agréable que nous écoutions ne sortait pas d'un **haut-parleur**, comme nous le pensions, mais du **générateur** de



Figure 1 : Photo du générateur de Tesla que vous pourrez relier à n'importe quelle source audio.

Tesla que nous avons en face de nous, ou mieux, pour être précis, de ses **étincelles** multicolores.

Devant notre incrédulité, ils nous ont ensuite expliqué le principe de fonctionnement de cet extraordinaire dispositif, consistant à piloter avec un **signal audio** de basse fréquence un circuit **oscillateur** à **MOSFET**, relié à une **bobine*** de **Tesla**. L'oscillateur est réalisé de manière à faire entrer le solénoïde en **résonance** à une fréquence très élevée, en conjuguant l'**inductance** et la **capacité parasite** de son enroulement. On arrive ainsi à produire aux bornes de la bobine une tension de **dizaines de milliers de V**, laquelle crée une forte ionisation de l'air, ce qui envoie une **décharge électrique continue** entre sa pointe à haute tension et l'air environnant.

Si, à ce moment, on envoie un **signal audio** sur les **grilles** des **MOSFET** de l'oscillateur, il se produit dans la bobine du générateur une variation du courant qui la traverse, dont la valeur dépend de l'**amplitude** du signal.

Ainsi l'**intensité** de la **décharge électrique** produite par l'enroulement se modifie d'un instant à l'autre, en «**suivant**»

fidèlement l'allure du **signal BF** appliqué en entrée. Le résultat est une **reproduction sonore** du signal audio de la **bande des aigus**, car la nature même du système ne permet pas la reproduction des basses. Dans ce cas, au lieu d'utiliser le cône d'un haut-parleur pour produire les ondes sonores, on met à profit la variation continue d'intensité de la décharge électrique.

Il est inutile de dire qu'au terme de la démonstration nous étions si stupéfaits devant cet instrument que nous n'avons aucunement douté qu'il déclencherait la même curiosité et le même étonnement chez nos lecteurs que ceux que nous éprouvions.

C'est ainsi que prit forme le projet de montage de l'**iTesla** que cet article vous propose : il n'est certes pas le fruit de notre invention, non, il prend sa source dans une ingénieuse découverte âgée d'un siècle, le fameux «**singing arc**» ou «**arc chantant**». Après avoir réalisé notre **iTesla** nous vous suggérons de l'essayer dans un coin obscur de la maison : ainsi les frétilantes **étincelles** qui se ramifient dans l'air en partant de la pointe de la self (voir figure 1) vous paraîtront encore plus spectaculaires.

Si ensuite vous souhaitez ajouter à l'installation votre touche d'originalité, reliez l'**entrée BF** du Tesla à un **tuner FM** ou **une radio** ou bien au **lecteur CD** ou si vous préférez à un **iPod**. Vos amis en seront littéralement abasourdis ! Vous leur ferez écouter un morceau de leur musique préférée sur un Tesla et ils auront du mal à croire que ces sons se propagent dans l'air sans haut-parleur et uniquement par les étincelles que votre étrange création génère.

* Selon le registre du discours on parle indifféremment de bobine, bobinage, enroulement, self, solénoïde ... voire inductance, mais ce dernier terme prête à confusion et par lui nous préférons toujours désigner la grandeur physique et non le composant matériel (nous faisons de même pour capacité et condensateur).

Une découverte curieuse

Avant l'invention de l'ampoule à incandescence par Thomas Edison, l'Angleterre adopte, dès la seconde moitié du XIXe siècle, pour l'éclairage public des rues, la **lampe à arc**.

Même si cette dernière constitue un net progrès par rapport au vieil éclairage à **gaz**, puisqu'elle produit une lumière **très blanche** et **très intense**, la lampe à arc comporte des défauts : le premier est que les deux électrodes en carbone, à cause de leur consommation rapide, doivent être **rapprochées** continuellement. L'autre défaut est que pendant son fonctionnement, la lampe à arc donne lieu à un continu et fastidieux **ronflement**. Pour pallier ce dernier inconvénient, les autorités chargent en **1899** le physicien anglais **William Duddell** (1er Juillet 1872 – 4 Novembre 1917) d'étudier le problème. Duddell se consacre alors à une attentive observation de l'arc photovoltaïque et, pour en bien comprendre le fonctionnement, commence par appliquer aux deux électrodes de carbone un **voltage** continu, de valeur **contrôlée** et progressivement croissant.

Le savant s'aperçoit ainsi que le ronflement de la lampe ne vient pas de l'intense décharge électrique produite par l'arc, mais qu'elle dérive uniquement de ce que la tension appliquée aux électrodes **n'est pas constante**. Toute fluctuation du voltage, en effet, produit des variations de l'**intensité** du courant traversant les électrodes : cela modifie l'intensité de la **décharge électrique** produite par l'arc et donne lieu à la formation des **ondes sonores** responsables du pénible **ronflement**.

En approfondissant l'étude de ce phénomène, Duddell fait ensuite une autre découverte curieuse. Il s'aperçoit que les ondes sonores produites par l'arc photovoltaïque ne constituent pas un événement **chaotique**, comme on pouvait le croire à première vue, mais que le son obtenu pouvait être modifié en **amplitude** et en **fréquence**, à condition de contrôler avec précision le courant traversant les électrodes. En fait, il s'aperçut que si l'on appliquait aux électrodes une tension modulée d'une certaine manière, l'ampoule à arc littéralement «**chantait**». C'est ainsi que Duddell inventa l'«**arc chantant**». Ce dispositif, relié à un **clavier**, put produire de véritables **notes de musique**, d'amplitude et de fréquence déterminées, tout à fait comme un vrai instrument de musique. Cette invention préfigure celle des **instruments électroniques** modernes.

Les lampes électriques à arc

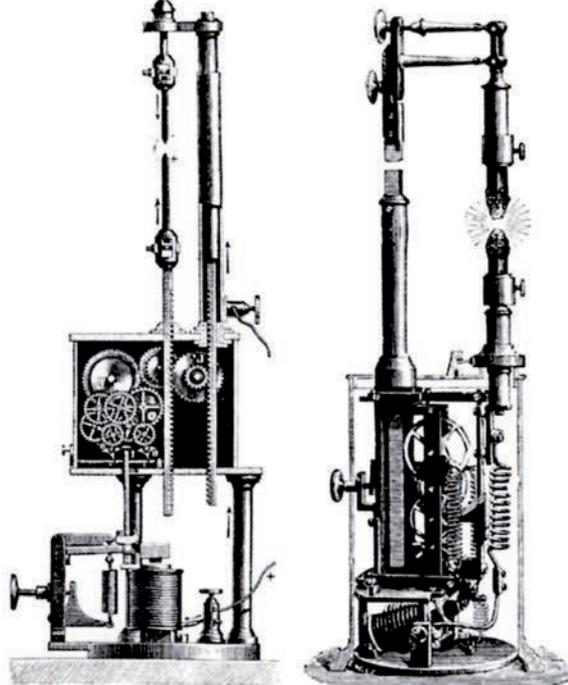


Figure 2 : La figure représente deux des premiers prototypes de lampe à arc autoréglable, celle de Foucault et Dubosq, à gauche et celle de Serrin à droite. La lampe à arc apportait une nette amélioration dans le domaine de l'éclairage public mais elle comportait, en plus d'une consommation rapide des électrodes, un fastidieux ronflement pendant le fonctionnement. Ce fut justement en cherchant à éliminer ce dernier inconvénient que William Duddell découvrit, en 1899, qu'en appliquant aux électrodes une tension correctement modulée il était possible de reproduire, avec une stupéfiante fidélité, les notes d'un morceau de musique.

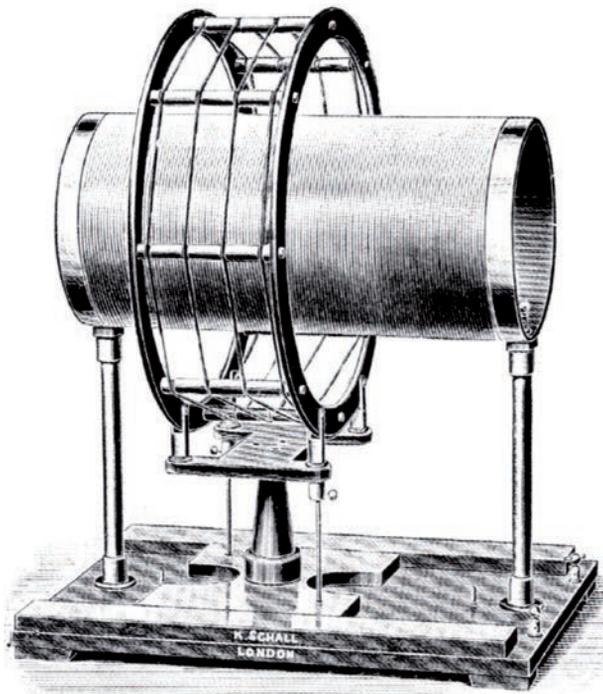


Figure 3 : Voici comment était l'un des premiers modèles de bobine de Tesla. La particularité de ce dispositif est due au fait que la haute tension générée sur l'enroulement secondaire n'est pas produite par le simple entre spires du primaire et spires du secondaire, comme dans un banal transformateur. La bobine de Tesla se comporte plutôt comme une antenne résonante, dans laquelle la tension aux extrémités prend sa valeur maximale quand la longueur de l'antenne correspond au 1/4 de la longueur d'onde de sa fréquence de travail.

Quand Duddell présenta son invention à l'**Institut d'Ingénierie Électrique de Londres**, ses collègues en furent ébahis : il fit jouer en même temps un même motif musical à plusieurs lampes à arc reliées entre elles et placées dans différents édifices. Malgré cette extraordinaire exhibition, l'invention qui, comme une moderne «**filodiffusion**», aurait pu diffuser la musique dans les rues de Londres en utilisant le réseau déjà existant de l'éclairage public, fut inexplicablement mise de côté par son génial inventeur lequel, probablement, n'y vit pas d'utilité pratique. Aussi le projet de l'arc chantant, qui aurait pu changer l'histoire de la reproduction sonore, resta abandonné au fond d'un tiroir pendant plus d'un demi-siècle.

Il faut attendre le début des **années 60** pour que certains constructeurs de haut-parleurs décident d'utiliser l'arc chantant pour construire un nouveau type de **tweeter**, c'est-à-dire un haut-parleur destiné à la reproduction des **sons aigus**.

Le «**plasma tweeter**» voit ainsi le jour : c'est un transducteur acoustique très innovant qui, à la place de la membrane pilotée par un électroaimant, met en œuvre pour la production des ondes sonores une **décharge électrique**.

On parle de **plasma** par analogie avec ce qui se passe dans les éclairs : la décharge électrique produit un surréchauffement très rapide de l'air qu'elle traverse et le transforme en **plasma**, c'est-à-dire en un gaz fortement **ionisé**. Ce phénomène détermine une soudaine expansion de la colonne de l'air qui entoure l'étincelle et une **onde de choc** se produit : cette onde est perceptible par notre oreille comme n'importe quel **son**. Comme le plasma produit par la décharge et l'air environnant ont des densités différentes, un **front** de séparation nette se crée entre eux.

Si on module l'intensité du courant électrique traversant la décharge, il est possible d'amplifier ou de réduire le front air-plasma, ce qui module également les ondes de pression qui en dérivent, c'est-à-dire le **son**. Un des avantages de ce type de reproduction sonore est que le son, diffusé dans toutes les directions, produit pour l'auditeur un effet «**enveloppant**» particulier.

N'ayant plus à dépendre de l'inertie des parties en mouvement, ce tweeter présente en outre une **réponse très rapide** en même temps qu'un rendement optimal pour la restitution des sons aigus. Nous précisons «sons aigus», parce que les limites du plasma tweeter font que sa **fréquence de travail inférieure** comme la **pression sonore** produite, dépendent fortement des **dimensions** de la décharge, laquelle pour des raisons évidentes ne peut être trop ample. Pour ce motif, ce transducteur ne peut être utilisé dans la reproduction des **médiums** ni a fortiori dans celle des **basses**.

Un autre inconvénient du plasma tweeter vient de ce que la décharge électrique, ionisant l'air, transforme l'oxygène en **ozone** (O₃), un gaz à l'odeur caractéristique et à effet **irritant**. C'est pourquoi une utilisation prolongée est déconseillée : elle peut être **nocive** pour la santé. Le «**plasma tweeter**» fit grand tapage à l'époque où il est sorti. Toutefois les constructeurs disposés à le fabriquer ne furent pas nombreux : parmi les plus connus nous avons **Acapella**, **Ionovac** et **Magnat**. C'est sans doute à cause du fait qu'à l'époque les composants «**solid state**» dont nous disposons aujourd'hui n'étaient pas encore disponibles, ce qui rendait le montage du circuit de pilotage de ce dispositif plutôt coûteux.

Au cours des ans, des experts et des passionnés audiophiles se sont souvent intéressés à sa construction, enthousiasmés par la qualité de la reproduction sonore obtenue : elle se caractérise par la présence des aiguës, bien sûr, lesquelles peuvent arriver facilement à des fréquences quasi «**ultra-soniques**» de **22 kHz** et au-delà.

Le schéma électrique

Le circuit que nous vous présentons peut être utilisé de deux manières différentes : pour produire d'**amples décharges électriques** qui se propagent à partir de la pointe à haute tension de la bobine dans l'air environnant, ce qui crée des effets lumineux particuliers, comme avec une classique **bobine de Tesla**, ou bien pour la

reproduction de sons au moyen de la modulation avec un **signal audio** de la décharge électrique.

Pour réaliser ces fonctions on utilise un **mini transformateur de Tesla**. Vous pouvez penser que réaliser un **mini transformateur de Tesla** est plus facile par rapport à la classique **bobine** de grandes dimensions. En réalité il n'en est rien car, la bobine de Tesla étant «**résonante**», quand on en réduit les dimensions on obtient inévitablement une **augmentation** de sa **fréquence de résonance**.

L'augmentation de la fréquence de résonance comporte bien des difficultés de réalisation en ce qui concerne le **circuit de pilotage** : on passe facilement de quelques **centaines de KHz** (voir notre précédent montage **EN1292**) à **quelques MHz**. La bobine nécessaire à la réalisation de ce montage est composée d'environ **1 400** spires bobinées sur un tube en plastique, de **25 mm** de diamètre, comme on en utilise dans les installations électriques. Sa **fréquence de résonance** est égale à environ **1,5 MHz**. Il n'est donc pas pensable d'utiliser un **pilote à onde carrée** pour piloter un ou deux MOSFET de puissance comme nous l'avons fait dans notre circuit précédent **EN1292**.

La **capacité de grille** des MOSFET, d'une valeur de quelques nF, ne permet pas en effet d'utiliser les pilotes normalement utilisés pour le pilotage des MOSFET à une fréquence inférieure.

C'est pourquoi nous avons choisi un **circuit auto-oscillant**, lequel simplifie nettement le schéma, avec un rendement inférieur par rapport à celui d'un hypothétique circuit à pilote, mais en éliminant du même coup un fastidieux inconvénient : la **réduction** de l'**intensité** de l'**étincelle** qui se produit chaque fois que l'on s'**approche** de l'enroulement. Ce phénomène est dû à la présence de la capacité parasite qui modifie, en la **réduisant**, la **fréquence de résonance** de la bobine. Elle est présente sur tous les **circuits Tesla «pilotes»**, à moins que l'on n'utilise des procédés particuliers comme les circuits de **feedback**. Notre circuit oscillateur sera par conséquent capable d'**adapter automatiquement** la **fréquence**, de manière à avoir toujours

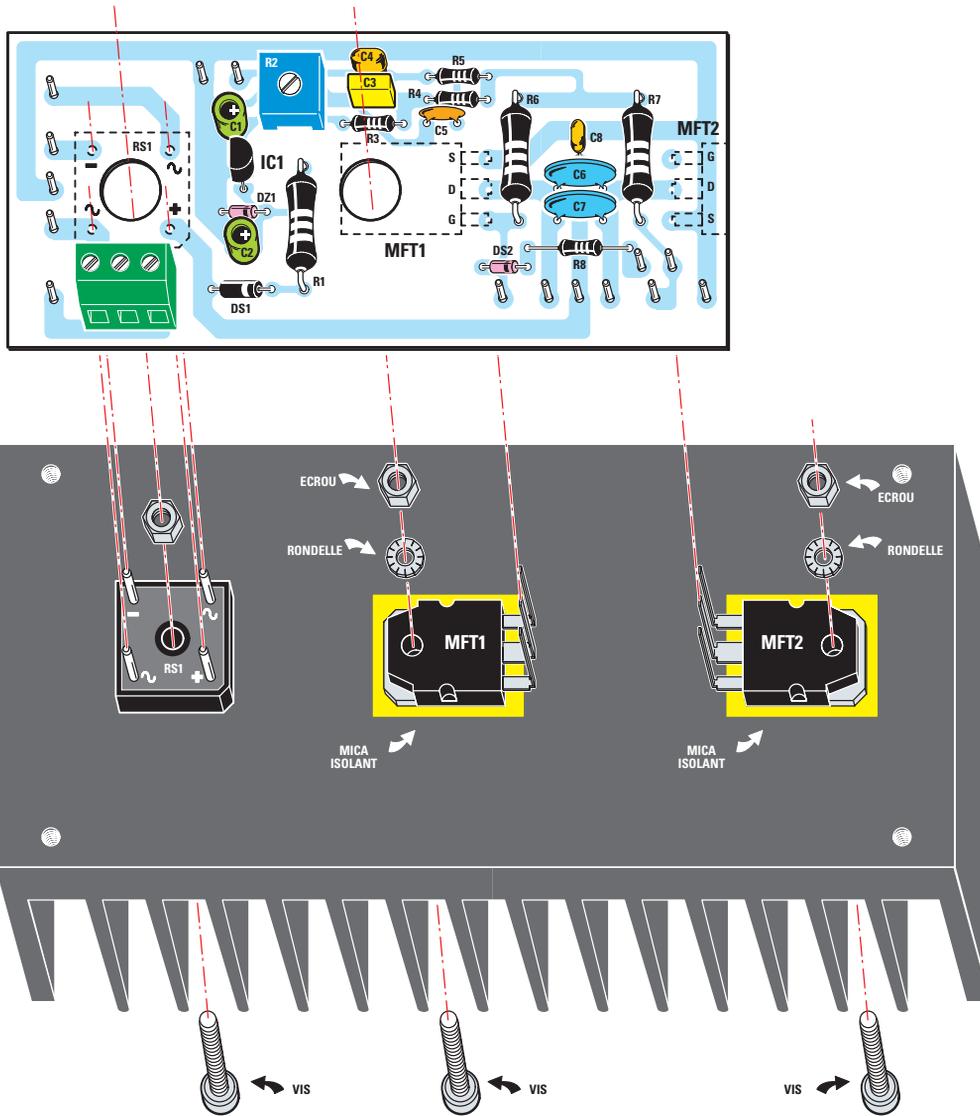


Figure 6a : Schéma d'implantation des composants de la platine EN1766. Après avoir terminé le montage, vous devrez fixer la platine sur le profilé dissipateur comme le montre la figure.

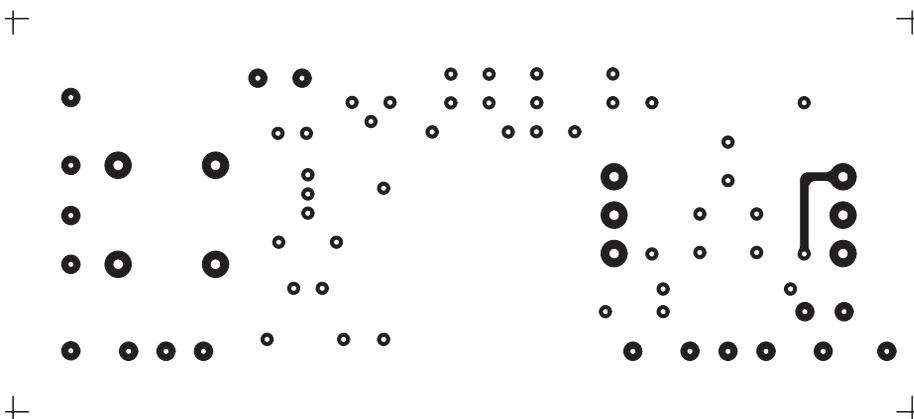


Figure 6b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de la platine EN1766, côté composants.

Figure 6b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de la platine EN1766, côté soudures.

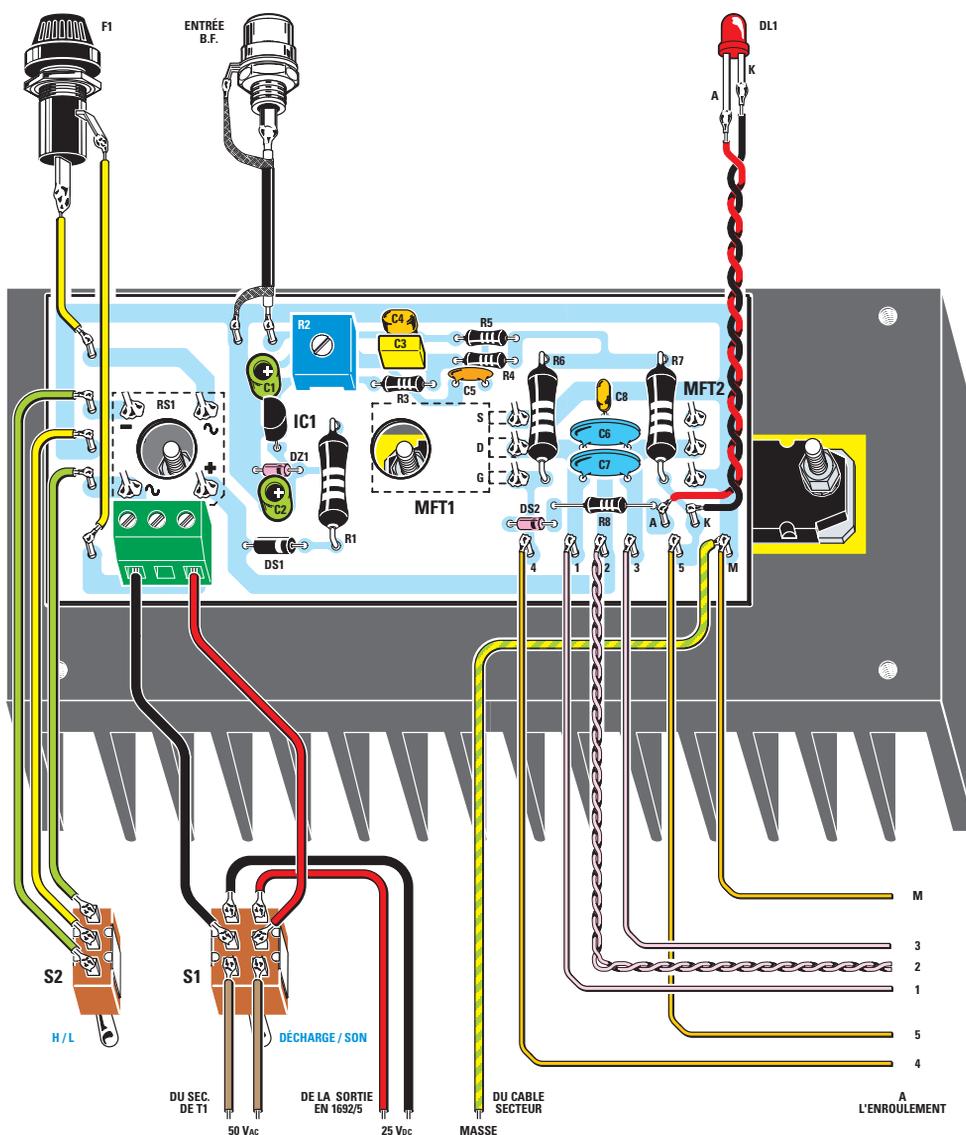
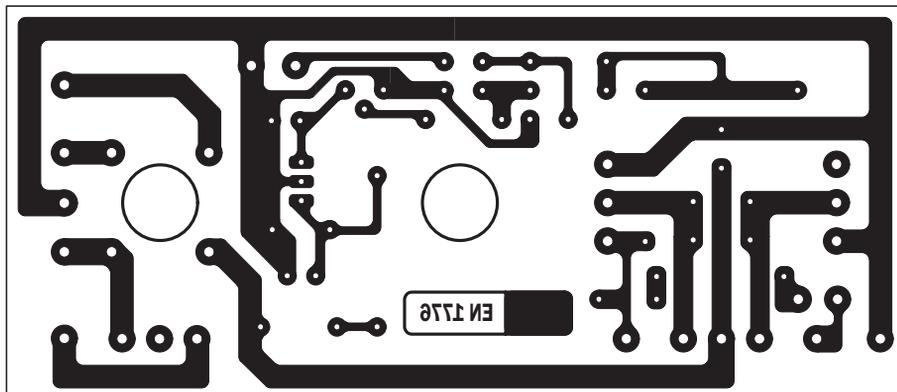


Figure 7 : Ayez soin de respecter la polarité des fils de couleurs rouge et noir reliant l'inverseur S1 au bornier et à la platine EN1692/5. Dans le cas contraire vous pourriez endommager le circuit. Reliez en outre le fil de masse comme le montre la figure.

la **résonance** de la bobine même si nous approchons une main. L'inductance de notre bobine a une valeur de **3,76 mH** laquelle, avec la capacité distribuée – qui est de **3 pF** – permet d'obtenir une fréquence de résonance d'environ **1,5 MHz**. C'est à cette fréquence que l'enroulement (la bobine, voir note* ci-dessus) doit être piloté pour obtenir au sommet de la pointe (voir figure 1) la fameuse décharge.

Pour déterminer de manière empirique la fréquence de résonance d'une quelconque **bobine de Tesla** on peut utiliser un **générateur de fonctions** ayant une sortie à **basse impédance (50 Ω)**, capable de fournir un signal d'une amplitude égale à au moins **30 V crête/crête** et une petite **ampoule au néon** qui vous servira à mesurer le niveau de la tension, comme le montre la figure 5.

La sortie du générateur est à relier à un «link» (une liaison) composé de **5-10 spires** de fil **isolé**, enroulé sur la **bobine** à tester.

L'**amplitude** du **signal** en sortie du générateur sera réglée sur la valeur **maximale**. Il est préférable de choisir l'**onde sinusoïdale** afin d'éviter de fausses résonances sur des fréquences harmoniques (dans le cas où l'on choisit par exemple l'onde carrée).

Pour effectuer la mesure, l'**ampoule au néon** est à placer avec une de ses bornes au **contact** du fil à haute tension de la bobine et l'autre borne laissée non connectée et donc **libre** et en direction de l'air environnant. Ainsi l'ampoule au néon servira d'indicateur, en s'**allumant** quand le champ électrique présent à ses bornes atteindra une valeur suffisante.

La mesure consiste à modifier lentement la **fréquence** du générateur jusqu'à l'**allumage franc** de l'ampoule, lequel correspond à l'atteinte de la fréquence de résonance de la bobine.

Notez qu'une fois la fréquence de résonance atteinte, il suffit de rapprocher une main de l'enroulement pour **réduire** la **luminosité** de l'ampoule, ou bien pour l'éteindre carrément. Cela signifie que la **capacité** ajoutée a modifié la **fréquence de résonance**.

De ce fait, pour obtenir à nouveau l'éclairage de l'ampoule nous devons agir encore sur la fréquence du générateur.

En fait, la bobine seule se comporte comme un **circuit résonant** à haut **facteur de qualité «Q»**, par conséquent capable d'«**amplifier**» énormément la tension de pilotage, évidemment au détriment du courant.

Il est intéressant de noter qu'en effectuant cette procédure, il peut arriver que l'on ne trouve qu'une unique fréquence de résonance, mais également plusieurs fréquences présentant un maximum de luminosité de l'ampoule au néon. Dans ce cas vous devrez choisir la fréquence pour laquelle on a vraiment le **maximum** de luminosité.

Après cette brève précision, passons à la description de notre circuit. Vous voyez que le schéma électrique est véritablement très simple parce que, du fait que nous avons adopté la solution du circuit «**auto-oscillant**», toute la partie de la **génération** du **signal** et du **pilote** allant avec est devenue superflue.

Les seuls composants actifs de puissance utilisés dans cet oscillateur sont deux **MOSFET TOSHIBA 2SK2150** de **500 V – 15 A**, utilisés pour obtenir le **signal** de **puissance** nécessaire à l'**excitation** de la bobine. Un **barreau de ferrite** est utilisé pour bobiner les **deux enroulements** (l'un est à **prise centrale**), nécessaires pour obtenir l'**oscillateur** de **puissance**. L'enroulement de «feedback» (rétroaction) sur **T2** de **4 spires** sert à l'**amorçage** de l'**oscillateur**.

Le régulateur de tension de type **78L12** en **12 V**, **IC1**, est utilisé comme générateur de **tension constante** pour le **bias** des deux **MOSFET** : en effet, pour le déclenchement des oscillations il faut une polarisation adéquate. La tension d'amorçage est réglée au moyen du **trimmer R2** et la procédure de réglage est simple.

Quand le circuit est utilisé pour produire des **décharges électriques**, le double **inverseur S1** est positionné de manière à fournir à l'entrée du circuit **EN1776** les **50 VAC** provenant des deux **extrémités** du secondaire du transformateur.

Quand le circuit est utilisé pour la reproduction sonore, l'**inverseur S1** est positionné de manière à fournir au circuit **EN1776** une tension continue de **25 V** environ, réglée avec le **trimmer R10** situé sur le circuit **EN1692/5**.

Dans ce cas, en agissant sur l'**inverseur S2 H-L** la fréquence de la décharge **n'est pas modifiée**.

Si vous ne désirez pas utiliser le Tesla pour la reproduction sonore, vous pouvez ne pas réaliser la platine **EN1692/5** et son **dissipateur (cod.AL90.8)**, ou bien vous pourrez vous les procurer dans un second temps, si vous souhaitez activer cette fonction, ou bien encore utiliser une quelconque alimentation stabilisée fournissant une tension maximale de **25 V** sous au moins **5 A** de courant.

L'utilisation comme générateur de décharge électrique

Pour obtenir l'efficacité optimale de cet effet, le circuit est alimenté avec une tension pulsée. On peut choisir au moyen de l'**inverseur S2**, le redressement à une demi-onde (**half wave**) ou bien le redressement à double demi-onde (**full wave**) et obtenir ainsi une **fréquence** différente des décharges produites par la bobine, lesquelles peuvent atteindre 4-5 cm de hauteur.

Précisément, avec l'**inverseur** en position **H (full wave)**, nous utiliserons la **totalité** du pont redresseur et obtiendrons une fréquence de **100 Hz**. Avec l'**inverseur** en position **L (half wave)**, nous utiliserons en revanche **une seule diode** redresseuse du pont et obtiendrons une fréquence de décharge de **50 Hz**, soit la **moitié** de la fréquence précédente.

Le courant consommé (à **45 VRMS**) est égal à environ **2 A** en **half wave** et **4 A** en **full wave**.

L'allumage de la LED **DL1** se produit quand on obtient l'amorçage de l'oscillateur et nous servira de témoin pour savoir si l'oscillateur fonctionne.

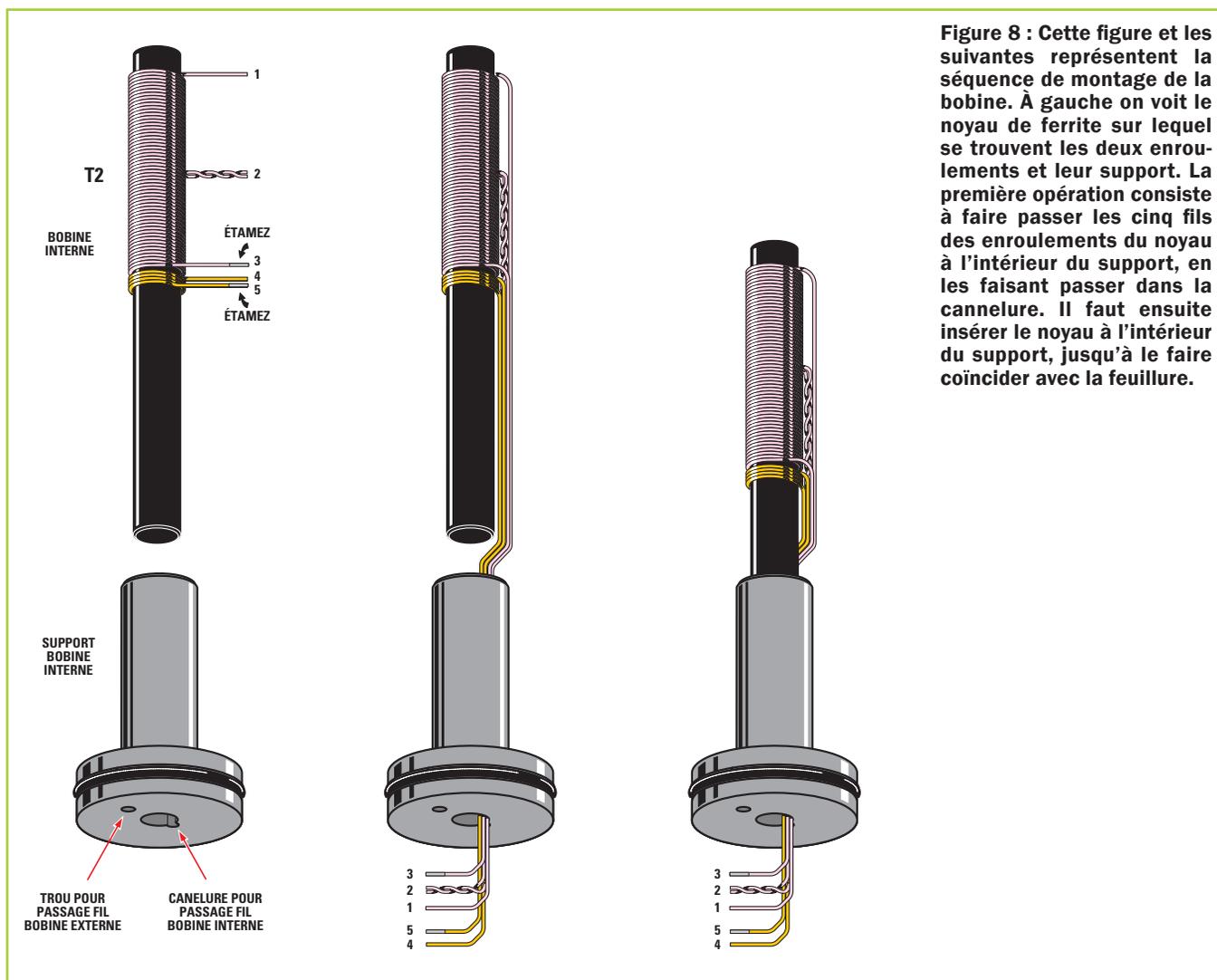


Figure 8 : Cette figure et les suivantes représentent la séquence de montage de la bobine. À gauche on voit le noyau de ferrite sur lequel se trouvent les deux enroulements et leur support. La première opération consiste à faire passer les cinq fils des enroulements du noyau à l'intérieur du support, en les faisant passer dans la canelure. Il faut ensuite insérer le noyau à l'intérieur du support, jusqu'à le faire coïncider avec la feuillure.

Note : il faut souligner que le circuit **n'est pas** prévu pour fonctionner de manière **ininterrompue**, car la **température** de service des **MOSFET**, de la **ferrite** et de la **bobine augmente** nettement pendant le fonctionnement, lequel ne doit donc pas être continu.

Dans le cas contraire, on risque de **surchauffer** l'appareil et d'en voir fondre les **parties en plastique** supportant le noyau en ferrite et la bobine : de tels **dommages seraient irréparables**.

De plus, une diffusion trop importante d'**ozone**, due à la décharge électrique, dans l'appartement risque de nuire à la santé des occupants (pas de panique, ce n'est pas du cyanure !).

Par conséquent il ne faut pas utiliser ce circuit pendant de longues périodes et il est conseillé de bien **aérer** le local pendant l'utilisation.

L'utilisation comme diffuseur sonore

Dans ce cas la totalité du circuit doit être alimentée avec une tension **continue** et **stabilisée**, sans «**ripple**» (ondulation résiduelle), afin d'éviter tout **ronflement** et autres bruits de fond. Pour cela, on utilisera la tension de **25 V DC** fournie par la **platine d'alimentation EN1692/5**.

En utilisant l'appareil comme **haut-parleur**, vous aurez un arc d'amplitude moindre, d'une longueur d'environ 1 cm, par rapport à l'utilisation comme **générateur de décharges électriques**.

Pour réaliser la **reproduction sonore**, l'**entrée BF** du circuit peut être reliée à n'importe quelle source capable de fournir un **signal audio** d'une amplitude de **2-3 Vpp**.

Cette amplitude sera réglée de manière à obtenir la meilleure fidélité possible. Même en utilisant le Tesla comme diffuseur sonore, vous devrez observer les conseils de prudence ci-dessus.

La réalisation pratique

Le Tesla se compose de la bobine, du **circuit de pilotage EN1776** et de l'**alimentation EN1692/5**. Vous pouvez commencer par le montage des quelques composants de la platine **EN1776** et sa fixation sur le profilé **dissipateur**.

Tout d'abord procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés **EN1776** ou réalisez-le à partir des dessins à l'échelle 1:1 donnés par la figure 6b-1 et 2.

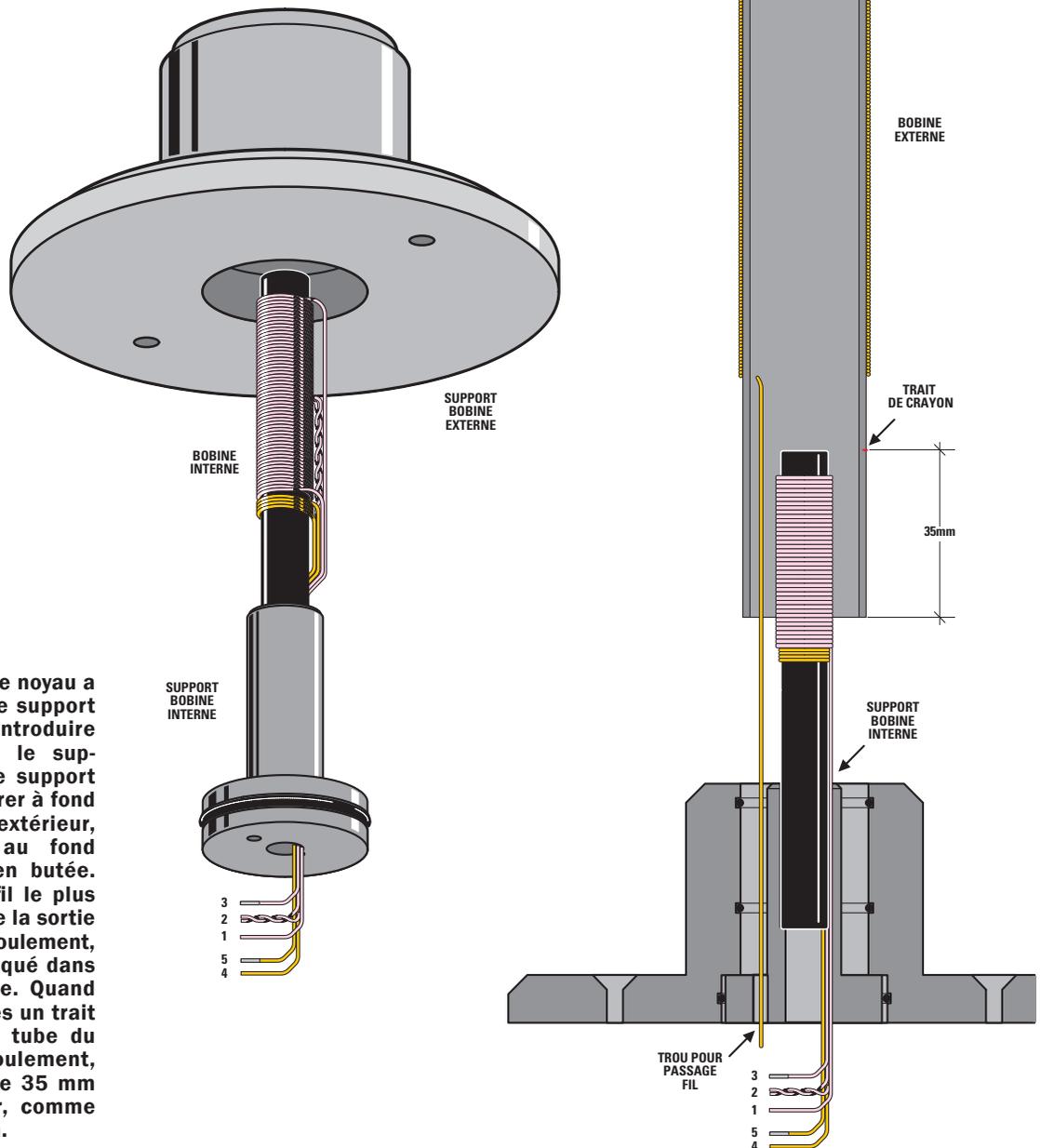


Figure 9 : Quand le noyau a été inséré dans le support interne, on peut introduire ce dernier dans le support extérieur. Le support interne est à insérer à fond dans le support extérieur, jusqu'à arriver au fond de la feuillure, en butée. Insérez alors le fil le plus long, provenant de la sortie inférieure de l'enroulement, dans le trou pratiqué dans le support interne. Quand cela est fait, faites un trait de crayon sur le tube du support de l'enroulement, à une distance de 35 mm du bord inférieur, comme l'indique le dessin.

Prenez ce circuit imprimé et, en partant du côté composants, insérez toutes les **résistances**, que vous devrez identifier au moyen des bandes colorées figurant sur leur enrobage.

Notez que parmi les **résistances** de **1/4** de **W** vous en avez **trois** de **2 W**, qui doivent être insérées dans les positions prévues, en les **tenant soulevées** d'au moins **1-2 cm** du circuit imprimé. Mettez dans sa position également le **trimmer R2** de **1 k**.

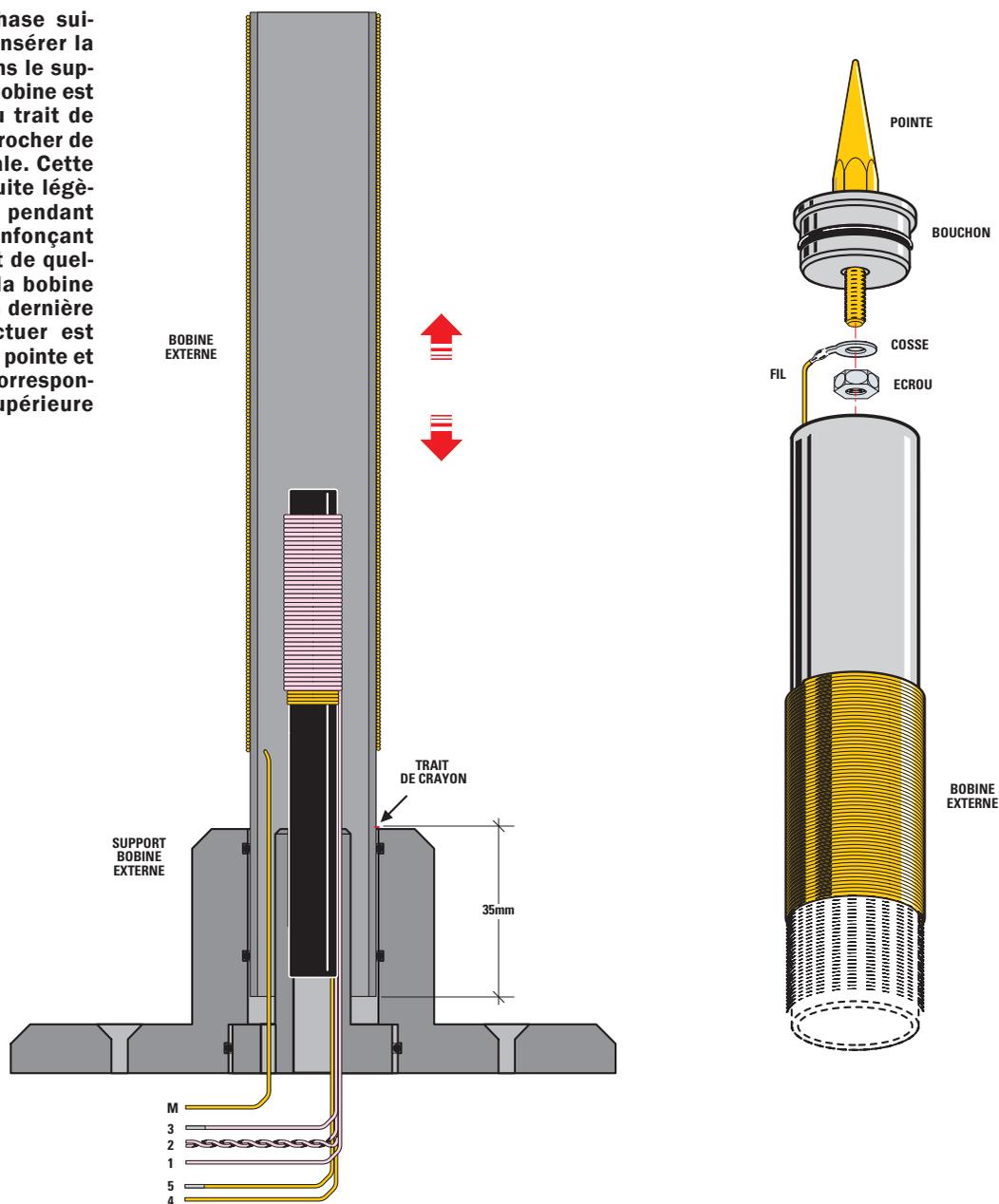
C'est maintenant le tour du condensateur **polyester C3**, des deux condensateurs **multicouches C4-C8**, des trois

condensateurs **céramiques C5-C6-C7** et des condensateurs **électrolytiques C1-C2-C3** : respectez bien leur polarité, leur **pôle positif** correspond à la patte la **plus longue**.

Insérez ensuite les deux **diodes DS1-DS2** et la diode **zener DZ1**, en ayant bien soin d'orienter leurs **bandes** comme indiqué figure 6a. Insérez dans la position indiquée le circuit intégré **IC1**, en orientant vers la **gauche** le **méplat** de son boîtier. Soudez en dernier le bornier à **trois pôles**, il servira à relier la platine au transformateur d'alimentation. Le montage du circuit **EN1776** est terminé.

Maintenant vous devez effectuer le montage du **pont redresseur RS1** et des deux **MOSFET** de puissance **MFT1-MFT2** sur le profilé **dissipateur**. Pour cela, procédez de la manière suivante : prenez les deux **MOSFET 2SK2150** et repliez leurs pattes vers le haut au point où ces pattes changent d'épaisseur, comme indiqué à la figure 6a. En procédant ainsi les pattes seront bien en face des trous destinés à les recevoir sur la platine **EN1776**. Posez sur le dissipateur les deux lames de **mica isolantes** en les faisant coïncider avec les trous existants, comme le montre la figure 6a. Sur ces lames de mica placez les deux MOSFET, semelle

Figure 10 : La phase suivante consiste à insérer la grande bobine dans le support extérieur. La bobine est à insérer jusqu'au trait de crayon, pour s'approcher de l'efficacité optimale. Cette position sera ensuite légèrement retouchée pendant le réglage, en enfonçant ou bien en sortant de quelques millimètres la bobine de son support. La dernière opération à effectuer est l'assemblage de la pointe et la soudure du fil correspondant à la sortie supérieure de la bobine.



métallique vers le dissipateur, puis fixez-les avec les boulons (vis, rondelles-freins, écrou).

Note : pour une meilleure dissipation thermique nous vous conseillons d'étendre entre chaque lame de mica et la semelle métallique de chaque MOSFET une fine couche régulière de pâte thermoconductrice.

Prenez maintenant le **pont redresseur RS1** et insérez-le **côté cuivre** dans le circuit **EN1776**, en l'orientant de manière à ce que ses pattes coïncident avec les indications présentes sur le côté composants de la platine.

Note : évitez absolument toute erreur de positionnement de ce pont car vous l'endommageriez irrémédiablement dès la première mise sous tension.

À ce moment, en maintenant bien en position le pont redresseur d'une main, positionnez la platine **EN1776** sur le profilé dissipateur, de telle manière que les pattes des MOSFET s'insèrent dans les trous du circuit. Pour faciliter l'opération, vous pouvez insérer tout d'abord légèrement les pattes d'un MOSFET dans les trous et ensuite fléchir les pattes de l'autre, jusqu'à les faire coïncider avec les trous du circuit.

Quand cela est fait, positionnez la platine de telle façon qu'elle soit à environ **1 centimètre** du dissipateur, cela permettra d'assurer la nécessaire aération des composants. Soudez les pattes des MOSFET. Centrez le **pont RS1** sur le trou présent dans le profilé dissipateur et fixez-le au moyen du boulon (vis, écrou). Soudez les picots du pont et le montage du circuit de **pilotage EN1776** est terminé. C'est maintenant au tour de la **platine alimentation EN1692/5**. Pour la description du **schéma électrique** et pour les **instructions de montage** de ce circuit nous vous renvoyons aux **pages 66 à 76** du numéro **114** d'ELM (l'article vous sera fourni avec les composants nécessaires).

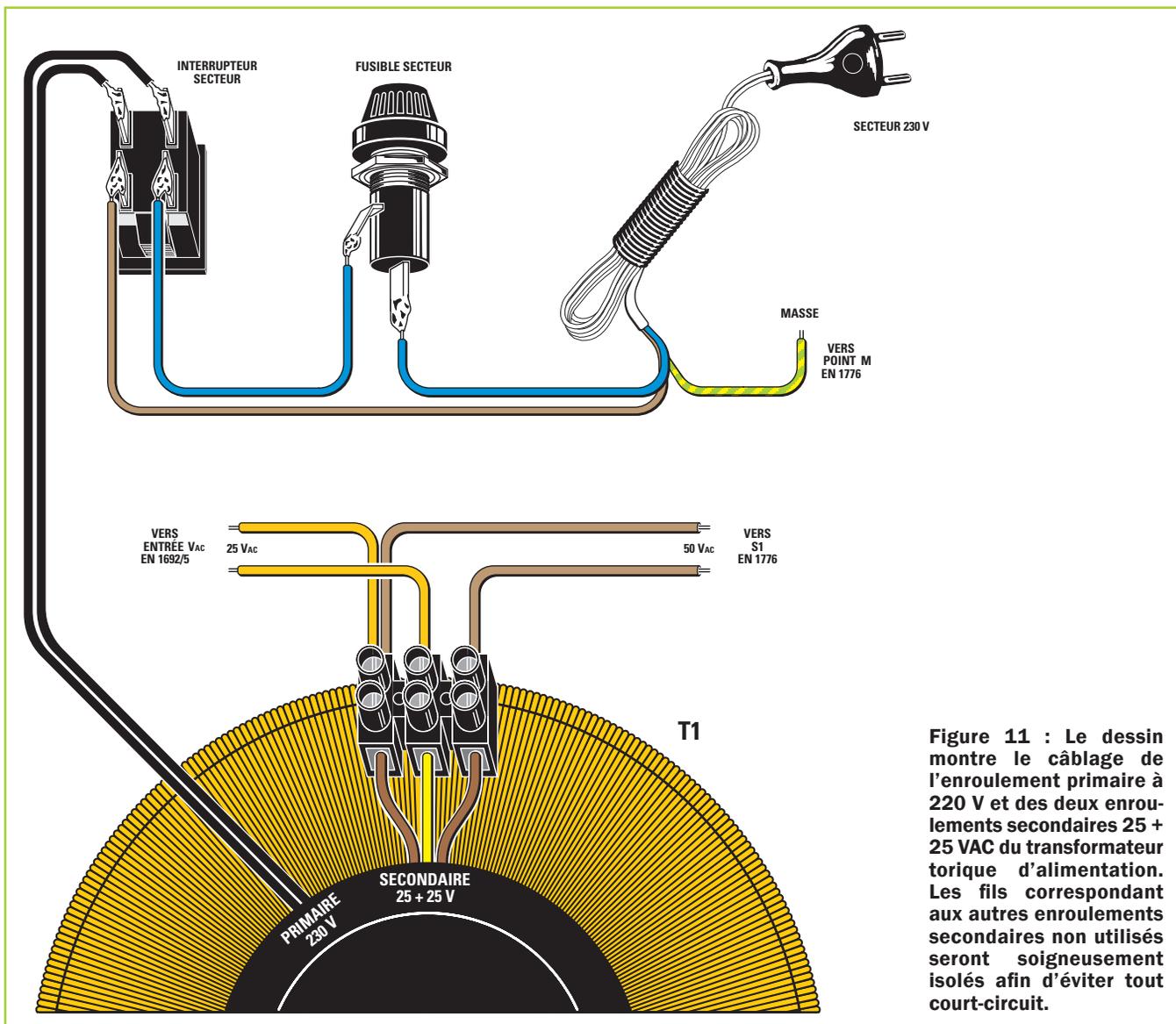


Figure 11 : Le dessin montre le câblage de l'enroulement primaire à 220 V et des deux enroulements secondaires 25 + 25 VAC du transformateur torique d'alimentation. Les fils correspondant aux autres enroulements secondaires non utilisés seront soigneusement isolés afin d'éviter tout court-circuit.

Note : de ce montage vous ne devez utiliser que la **platine EN1692/5** et **non le profilé dissipateur**, lequel a un code différent (**AL90.8**).

Le montage de la platine **EN1692/5** achevé, vous devrez tourner le **trimmer R10** dans le sens **horaire**, de manière à obtenir une tension de **25 V environ**. Cette mesure est à effectuer avec un multimètre.

Montage de la bobine

Vous êtes maintenant prêts à effectuer l'**assemblage** de la **bobine**. Pour cela, nous vous conseillons de suivre les instructions que nous vous indiquons

ci-après, en faisant référence aux figures 8-9-10. Prenez le **support** en plastique de la bobine **interne** (voir **T2**) et regardez-la attentivement. Notez qu'à l'intérieur se trouve une petite **cannelure**, dont le rôle est de loger les **fils** du **noyau** de ferrite afin de ne pas les endommager.

À la base du support, nous avons un **trou** dont la fonction est de loger le **fil** provenant de la bobine **externe** (voir **L1**). Prenez le **noyau** de ferrite. Insérez-le dans le trou du support de telle manière que les **fils** provenant du noyau se placent dans la **cannelure** interne et sortent par la partie inférieure du support, comme le montre la figure 8. Le noyau est à insérer **complètement** dans son support, jusqu'à atteindre la **feuillure interne**, comme le montre la figure 8.

Prenez ensuite le **support** de la bobine **externe** et insérez complètement à l'intérieur le **support** avec le **noyau** que vous venez de monter, jusqu'à atteindre la **feuillure** interne (voir figure 9).

Prenez maintenant la bobine **externe**, qui comporte **deux** fils, un plus **court**, correspondant au côté supérieur et un fil plus **long**, **bobiné** en écheveau, qui indique le côté **inférieur** de la bobine. En partant du **bord inférieur** du **tube** supportant la bobine, mesurez une distance de **35 mm**. Marquez cette mesure sur le tube en plastique, par un **trait** fin de **référence** au crayon, visible figure 9.

Prenez le **fil terminal** de l'enroulement et faites-le passer à l'intérieur du support, en centrant bien le **trou** pratiqué sur le **support interne**.

Faites ensuite sortir le fil à l'**extérieur** du trou, comme l'indique cette même figure. Insérez alors la bobine dans son **support**, jusqu'à atteindre le **trait** que vous avez tracé au crayon (voir figure 10). Le positionnement de la bobine à l'intérieur du support est alors terminé.

Vous allez devoir maintenant procéder à la liaison de la **pointe** avec la sortie **supérieure** de la bobine. Prenez la pointe et insérez-la dans le **trou** du **bouchon** en plastique, puis insérez la **cosse** de liaison et l'**écrou** de fixation, comme le montre la figure 10. Dénez avec soin le fil provenant du côté supérieur de l'enroulement et, après l'avoir correctement **étamé**, procédez à sa soudure à la cosse.

Ensuite, insérez le bouchon dans le tube de support de la bobine, en logeant bien le fil à l'intérieur, sans l'endommager. Avec cette dernière opération le **montage** de la **bobine** est achevé.

Installation dans le boîtier

Tout d'abord nous vous conseillons de monter l'**interrupteur secteur**, le **porte-fusible secteur**, le **porte-fusible F1** et la **prise BF** sur le panneau arrière du boîtier plastique et ensuite de fixer en face avant le double **inverseur S1**, l'**inverseur S2** et la LED **DL1**.

Prenez maintenant le **transformateur torique** et regardez-le attentivement. Sur le côté du transformateur se trouve une **étiquette** indiquant les **tensions** fournies par le transformateur et les **couleurs** des fils correspondant aux différents enroulements. Les **enroulements** à prendre en considération sont :

- l'**enroulement primaire à 220 VAC**
- l'**enroulement secondaire 25 + 25 VAC avec prise centrale**

Une fois ces enroulements à employer identifiés, vous devez **isoler avec soin** les fils correspondant aux enroulements qui ne seront **pas utilisés**. Pour commencer, fixez le **transformateur torique** au fond du boîtier avec le boulon, en n'exagérant pas le serrage de l'écrou.

Soudez ensuite les fils provenant du **primaire** du transformateur, à l'**interrupteur d'allumage**, comme indiqué par la figure et terminez la liaison au **porte-fusible secteur** et au **cordon d'alimentation**. Reliez ensuite les **trois fils** correspondant au **secondaire** du transformateur au **bornier volant**, comme le montre la figure 11.

À ce même bornier sont reliés les deux fils correspondant à **un** des deux enroulements **secondaires**, qui fournissent le **25 VAC** à la platine **EN1692/5** et les deux fils correspondant aux **deux extrémités du secondaire**, qui fournissent le **50 VAC** à la platine **EN1776**. Les fils à la sortie des borniers sont ensuite à souder l'un en correspondance des entrées de la platine **EN1692/5** et l'autre au **double inverseur S1**, comme le montre la figure 11.

Les deux broches centrales de l'inverseur **S1** seront ensuite reliées au bornier de la platine **EN1776** en ayant soin de bien respecter la polarité indiquée par les fils **rouge** et **noir**.

Quand cela est fait, soudez les deux fils **rouge** et **noir** provenant de la sortie de la platine **EN1692/5** aux broches restées libres de l'inverseur **S1** en faisant bien attention à la polarité indiquée figure 11.

Effectuez ensuite les liaisons de l'inverseur **S2** à la platine **EN1776** et de cette dernière au porte-fusible **F1**, à la **prise BF**, en utilisant le **câble blindé** et à la LED **DL1**, en respectant bien la **polarité** indiquée.

Maintenant fixez la platine **EN1692/5** à l'intérieur du panneau arrière du boîtier à l'aide des quatre fixations autocollantes. Fixez ensuite le **dissipateur de l'alimentation** sur le côté gauche du boîtier en plexiglas : placez-le en correspondance de la petite fenêtre et fixez-le au moyen des quatre boulons.

Fixez maintenant le **dissipateur** supportant le **circuit de pilotage EN1776** sur le côté **droit** du boîtier au moyen de quatre boulons : ce dissipateur aussi est à placer en correspondance d'une fenêtre d'aération.

Fixez enfin le **support plastique** de la bobine sur le **couvercle supérieur** du

boîtier au moyen de deux boulons et faites passer les **fils** à l'intérieur du **trou**.

Vous pouvez alors souder les **cinq fils** provenant de la bobine à la platine **EN1776** (voir figure 7), après avoir inséré dans le circuit imprimé de cette platine les **cinq picots**. De ces cinq fils, les deux correspondant aux extrémités **3** et **5** de l'enroulement **T2** sont déjà étamés, de manière à les identifier. Les fils restants sont en **cuivre émaillé** et il faut les dénuder et les **étamer** avec le tinol de manière à faire de bonnes soudures.

Pour réaliser les soudures, procédez ainsi :

- le **fil en cuivre émaillé**, provenant de la **sortie inférieure** de la bobine, est à souder au **point M** du circuit ;

- les **deux fils** correspondant aux points **1-3** de l'enroulement **T2** (voir figure 8) sont constitués d'une **tresse multifilaire** de fil émaillé et gainé de **tissu** (appelé fil de Litz). Ces fils sont à souder aux points **1-3** de la platine **EN1776**, sans oublier que le fil **étamé** correspond à la **sortie 3** de l'enroulement (voir figure 8) ;

- les **deux fils tressés** du même type, correspondant au **central 2** de l'enroulement **T2**, sont à souder au **point 2** ;

- les **deux fils émaillés**, provenant des points **4-5** de la bobine **T2**, sont à souder aux **points 4** et **5** de la platine, sans oublier que le fil étamé correspond à la **sortie 5**.

Avant de refermer le boîtier, vous devez effectuer le **réglage de la tension de polarisation des MOSFET** : elle est indiquée dans les paragraphes suivants.

Une fois le réglage terminé, vous pourrez procéder à la fermeture définitive du boîtier, en insérant tout d'abord dans la base en plastique les **quatre vis en métal** et les **pieds**.

Quand les vis ont été insérées, vous devrez assembler les **quatre côtés** transparents à l'aide des tenons visibles figure 12. À la fin vous mettrez le couvercle supportant la bobine et vous le fixerez aux vis au moyen des quatre fixations en plastique. Le montage du **iTesla** est alors achevé.

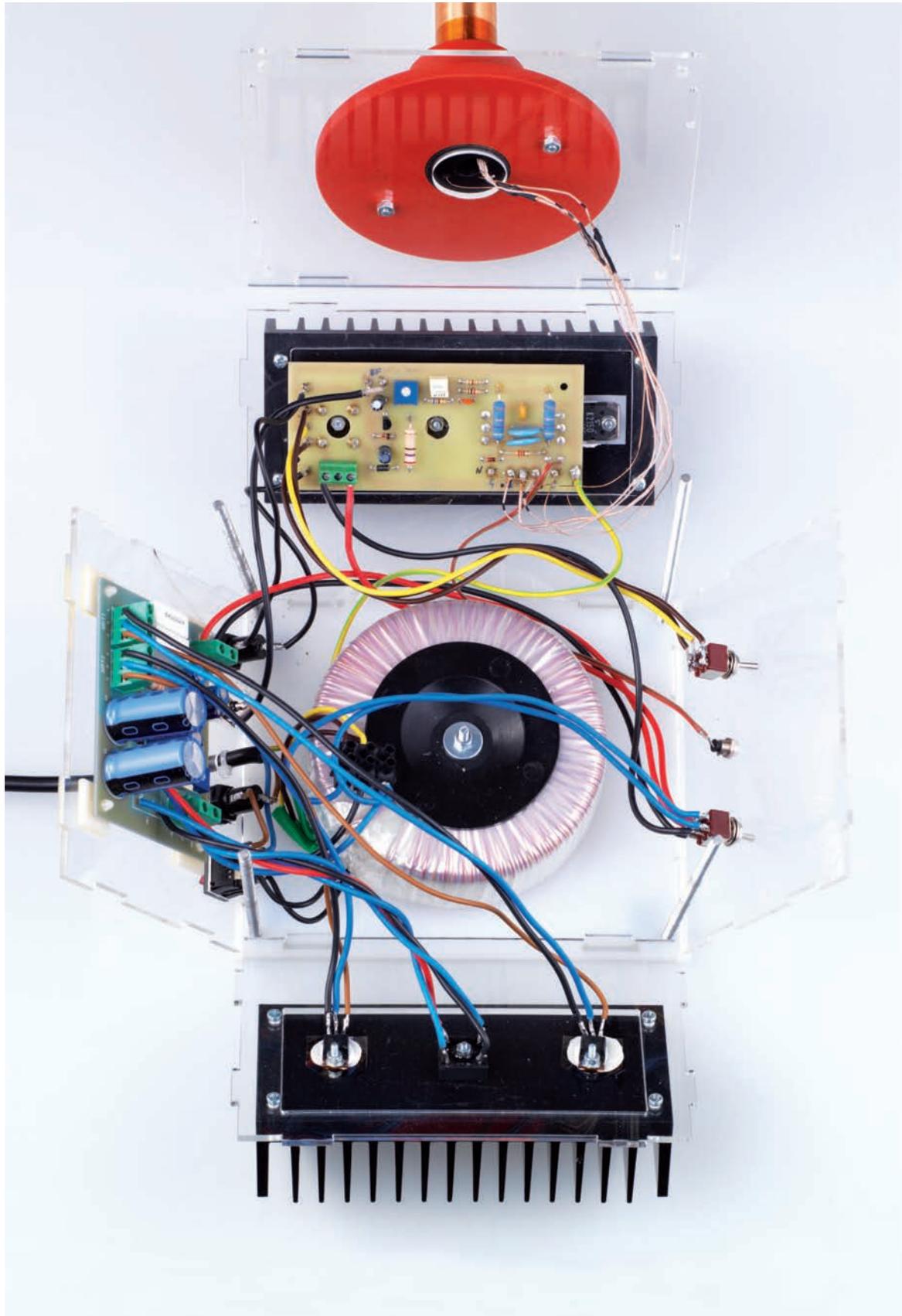


Figure 12 : Cette photo représente le iTesla lorsque le montage est achevé. Avant de refermer le boîtier, vous devez effectuer le réglage du courant de polarisation des MOSFET. Assurez-vous d'avoir tourné au maximum dans le sens horaire le potentiomètre R10 situé sur la platine EN1692/5.

Réglage

Il y a deux procédures de réglage à effectuer l'une après l'autre :

– **réglage de la tension de polarisation des MOSFET** ;

– **réglage de l'efficacité optimale de la bobine.**

Le **réglage de la tension de polarisation** est effectué **avant** de fermer le boîtier plastique et pour cela vous devez avoir déjà fixé la bobine au couvercle supérieur du boîtier. Vous pourrez ainsi mettre la bobine sur le banc de travail en la maintenant facilement en position verticale. Cela fait, procédez comme suit.

Réglage de la polarisation des MOSFET

– Le boîtier étant ouvert, placez la bobine verticalement sur la table. Mettez le **switch S2** sur la position **L** ;

– avec le **iTesla non alimenté**, tournez le **trimmer R2** complètement dans le sens **horaire**. Ainsi on ne fournit aucune tension de polarisation aux grilles des **MOSFET** ;

Note : assurez-vous de bien avoir effectué cette opération **avant** d'allumer le iTesla, parce que dans le cas contraire vous risqueriez d'**endommager** irréparablement les **MOSFET**.

– en faisant très attention de **ne pas toucher les parties découvertes** du circuit, ni non plus la **bobine**, mettez **sous tension** le iTesla. Comme vous avez réglé le curseur du **trimmer R2** sur le **minimum**, aucune décharge ne devrait apparaître ;

– tournez lentement le **trimmer R2** dans le sens **anti-horaire** jusqu'à voir apparaître à la pointe du iTesla la **décharge électrique**. Vous pouvez alors tourner

– mais de **très peu** – le trimmer, pour atteindre une condition stable.

Note : **ne dépassez pas** cette condition, parce que dans ce cas vous fourniriez aux MOSFET une tension de polarisation **excessive**, qui pourrait **les endommager**.

– si en tournant le **trimmer R2 vous ne voyez apparaître** aucune **décharge** à la pointe de la bobine, cela signifie que vous devez **inverser** la liaison des **deux fils** de l'enroulement de feedback du **noyau de ferrite**. Dans ce cas **éteignez le iTesla**.

Ensuite **dessoudez** les deux fils désignés sur le dessin de la figure 7 par les nombres **4** et **5** et **inversez** leurs positions. Cela sera efficace si, par exemple, vous avez par inadvertance coupé, avant de les souder, les extrémités étamées identifiant les points 3 et 5 des enroulements ;

– tournez le trimmer **R2** complètement dans le sens **horaire** ;

– **alimentez à nouveau** le iTesla et **répétez** la procédure de réglage, comme indiqué précédemment.

Une fois le réglage effectué, le **trimmer R2 ne doit plus être retouché**.

Réglage de l'efficacité maximale de l'enroulement

Ce réglage peut être effectué aussi après avoir installé le circuit dans le boîtier plastique.

Dans le schéma d'implantation des composants nous vous avons recommandé d'insérer la bobine externe dans son support en plastique, jusqu'à atteindre le trait de crayon tracé à **35 mm** du **bord inférieur** de la bobine, parce que cette position correspond déjà à peu près à l'**efficacité maximale** du Tesla.

Toutefois, pour obtenir une meilleure prestation, il est nécessaire d'effectuer une opération très simple de **réglage** de la **position** de la bobine, opération permettant de compenser les inévitables tolérances de construction.

Pour effectuer ce réglage vous devrez procéder ainsi :

– positionnez le **switch S2** sur la position **L** ;

– si le réglage précédent a été effectué correctement, en mettant sous tension le circuit vous devriez voir apparaître à la pointe de la bobine la **décharge électrique**. Observez attentivement l'intensité de la décharge électrique produite ;

– **éteignez alors le iTesla**.

Le réglage consiste à déplacer **légèrement** d'abord vers l'**intérieur**, puis vers l'**extérieur** du **support**, le tube en plastique servant de support à la bobine, comme le montre la figure 10.

Vous devrez **rapprocher** ou bien **éloigner** la bobine du **noyau de ferrite**, jusqu'à trouver la position correspondant au rendement maximal. Pour effectuer le réglage, vous pourrez commencer par pousser légèrement la bobine vers l'intérieur du support.

Cette opération est à effectuer avec le iTesla non alimenté.

– Rallumez alors le Tesla et regardez l'étincelle qui se produit. Si son intensité est augmentée, cela signifie que vous avancez dans la bonne direction. Dans ce cas **vous devrez éteindre le iTesla** et enfoncer encore un peu la bobine dans le support.

Rallumez le iTesla et contrôlez la décharge. Répétez cette opération jusqu'à obtenir le maximum d'intensité de la décharge.

Attention : n'effectuez **jamais** l'insertion de la bobine avec le iTesla **alimenté**, mais assurez-vous que pendant cette opération le iTesla est bien **éteint**. Le circuit doit être alimenté seulement **ensuite**, afin de vérifier l'intensité de la décharge.

Si après la première insertion de la bobine dans le support vous notez au contraire une réduction de la décharge, vous devrez effectuer le réglage en procédant en sens inverse, soit en **sortant** progressivement la bobine du support.

Une fois la position optimale trouvée, ne modifiez plus la position de la bobine par rapport au support.

Les précautions à prendre en utilisation

Lors de l'utilisation du iTesla il est très important d'observer attentivement certaines **précautions** importantes et précisément :

- du fait de la **très haute tension** présente sur la bobine et de la présence d'une **pointe métallique**, ce dispositif peut être **DANGEREUX**. Maintenez les **enfants à distance** et utilisez toujours l'appareil avec la plus grande précaution. Les décharges électriques peuvent en outre provoquer des **brûlures** et des dommages physiologiques allant jusqu'à l'arrêt cardiaque. Pour réduire le risque d'**électrocution** et de **brûlures** il est recommandé de ne **jamais approcher** les **mains** ou une quelconque autre partie du corps de la pointe à haute tension. Quand le dispositif n'est pas utilisé, nous vous conseillons de **recouvrir** la **pointe** avec un capuchon de protection, par exemple un tube en plastique ou bien en carton, afin d'éviter **des blessures** accidentelles.

Ne touchez jamais la pointe, ni pendant le fonctionnement, ni tout de suite après l'extinction sans avoir attendu le temps nécessaire à son refroidissement.

- Assurez-vous que dans un rayon d'au moins **1 mètre** de la bobine à haute tension il n'y a aucun objet **métallique**, capable d'attirer la décharge électrique, ni aucun **matériau inflammable** comme le **bois**, le **papier** et autres matériaux ayant les mêmes caractéristiques. **Les décharges électriques peuvent incendier avec une facilité extrême les matériaux inflammables se rapprochant de leur rayon d'action.**

- **Évitez** absolument d'utiliser le circuit en présence de **vapeurs** de substances **inflammables**, comme l'**alcool**, l'**essence** et autres **solvants inflammables**.

- **Évitez** une **utilisation prolongée** du dispositif comme générateur de décharge ou comme reproducteur de sons.

Les décharges électriques continues produisent de l'**ozone**, un gaz ayant un effet

nocif pour la **santé**. C'est pourquoi nous vous recommandons de toujours bien **aérer** la pièce pendant l'utilisation.

- L'arc à haute tension crée **des parasites électromagnétiques** en **RF** (radiofréquence) d'une force non négligeable. Pour les supprimer, il faut enfermer la bobine dans une **cage de Faraday**, laquelle élimine les parasites.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce iTesla EN1776 est disponible chez certains de nos annonceurs il en va de même pour l'alimentation à tout faire EN1692/5.

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/116.zip>. ◆

L'ORIGINAL DEPUIS 1994

PCB-POOL[®]

Beta LAYOUT

Email: 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

REFLOW-KIT[®]

Beta LAYOUT



Désormais disponible:
Outils et accessoires pour le câblage des circuits imprimés CMS

www.reflow-kit.com

On accepte tous les formats suivants:









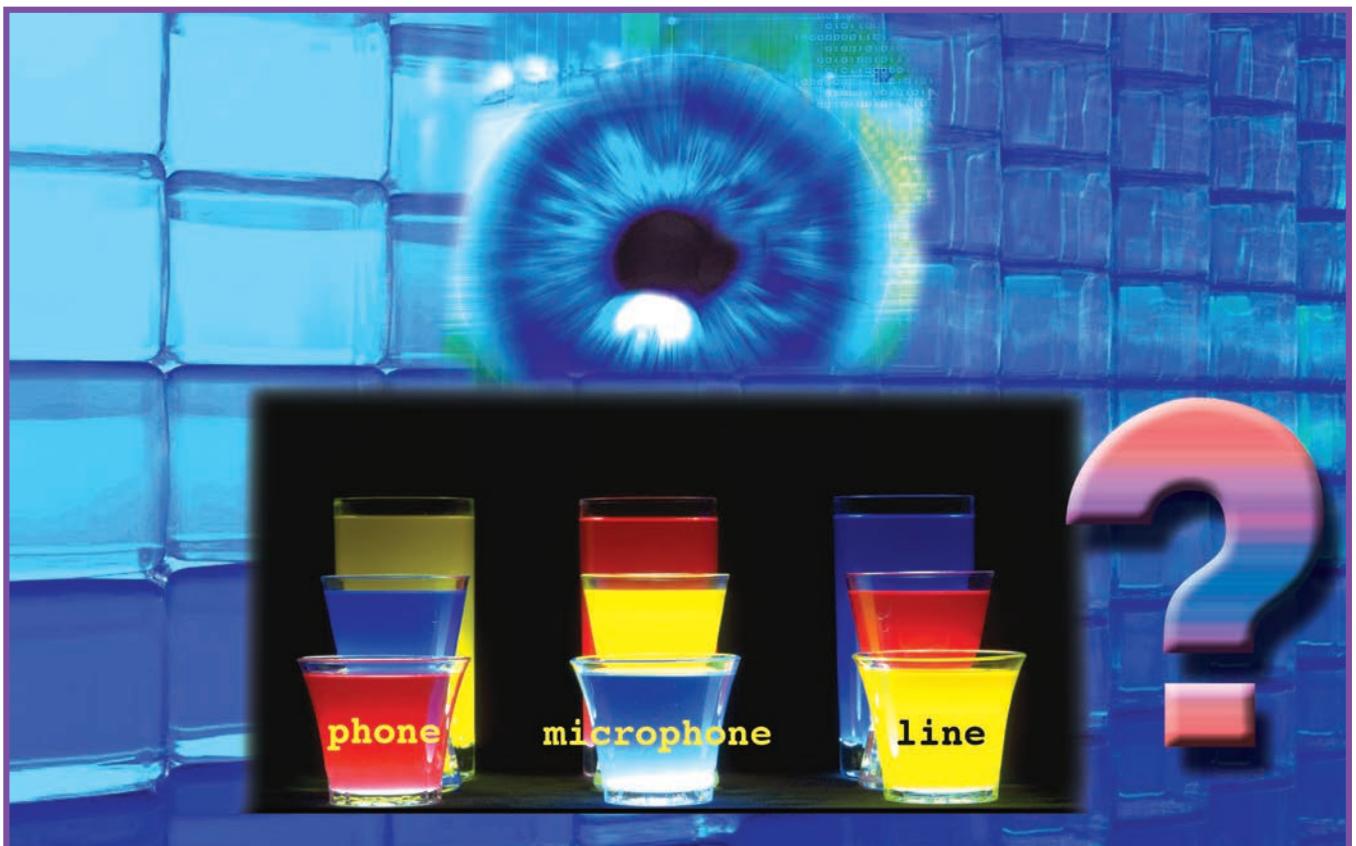







Signalisation d'alarme multifonction

Cet automatisme simple se prête à de multiples exigences : en effet, si on applique un signal sur une des trois entrées, microphonique, BF ou téléphonique, un relais est activé : ce relais peut être relié, en fonction des applications, à des dispositifs acoustiques ou visuels.



Dans un monde où le téléphone mobile est roi, il est difficile d'imaginer quelque intérêt à une petite **signalisation visuelle** comme celle-ci. Et pourtant récemment nous avons été interpellés par un lecteur : «*Mais, si vous ne le faites pas, qui voulez-vous qui le fasse ?*», interpellation suivie d'une série d'arguments destinés à nous convaincre des nombreuses situations où un tel circuit pourrait se révéler utile : nous exposons ici ceux qui nous sont apparus les plus intéressants. Avant tout, si on relie le circuit à la **ligne téléphonique**, quand le téléphone fixe sonne, une **ampoule** ou **veilleuse** s'éclaire, ce qui peut être fort utile dans

de multiples occasions, par exemple si nous nous trouvons en un lieu très bruyant (comme un atelier...). Ou bien dans notre propre habitation, quand nous sommes occupés, au grenier ou à la cave, ou quand nous utilisons des appareils électroménagers bruyants. Ou encore, pour éviter de réveiller les autres membres de la famille, par exemple les enfants ou les personnes âgées, tout en conservant la possibilité de recevoir les appels et d'y répondre.

À de telles applications ajoutons justement celle des personnes âgées qui, ne pouvant plus compter sur une acuité

auditive suffisante, doivent néanmoins savoir si quelqu'un cherche à les joindre ou non : cela est possible seulement au moyen d'une **signalisation visuelle**.

Notre réalisation

Cette liste d'applications pourrait se poursuivre indéfiniment mais, en passant à la conception du circuit, nous avons voulu le rendre encore plus universel : nous l'avons alors doté, en plus de l'entrée téléphonique, de deux autres entrées : **BF** et **microphonique**.

Il sera donc possible de relier à l'**entrée BF** du circuit un **signal BF** généré par n'importe quel appareil, comme par exemple la sortie de la carte son d'un **PC**, afin que lorsque ce signal atteint la valeur de seuil que nous avons paramétrée, une ampoule s'allume, un buzzer retentisse, un moteur se mette en marche, etc...

L'**entrée microphonique** peut s'avérer utile si l'on souhaite surveiller le sommeil d'un enfant dans sa chambre : en disposant l'appareil près du lit, il est en effet possible de déclencher l'éclairage d'une lampe ou un signal acoustique chaque fois que le gamin pleure ou appelle.



Figure 1 : Voici notre appareil de signalisation multifonction EN1781 avec son boîtier, prêt à être branché et utilisé.

Comme vous l'aurez compris, nous avons réalisé un **automatisme simple** et **flexible** avec lequel, lorsqu'on applique un signal sur une des trois entrées, microphonique, BF, ou téléphonique, il est possible d'activer un **relais** lequel sert d'**interrupteur**. Avec cet interrupteur on allume une lampe, on active un signal acoustique, ou n'importe quel autre dispositif et on le maintient activé jusqu'à ce que le poussoir de «reset» soit pressé. Nous sommes certains qu'en lisant ces indications, vous

serez nombreux à avoir une idée d'utilisation de l'appareil encore différente. Vous utiliserez alors le circuit pour une application à laquelle vous pensiez depuis longtemps ...

Le schéma électrique

Comme nous vous l'avons déjà dit, le schéma de ce montage est très simple

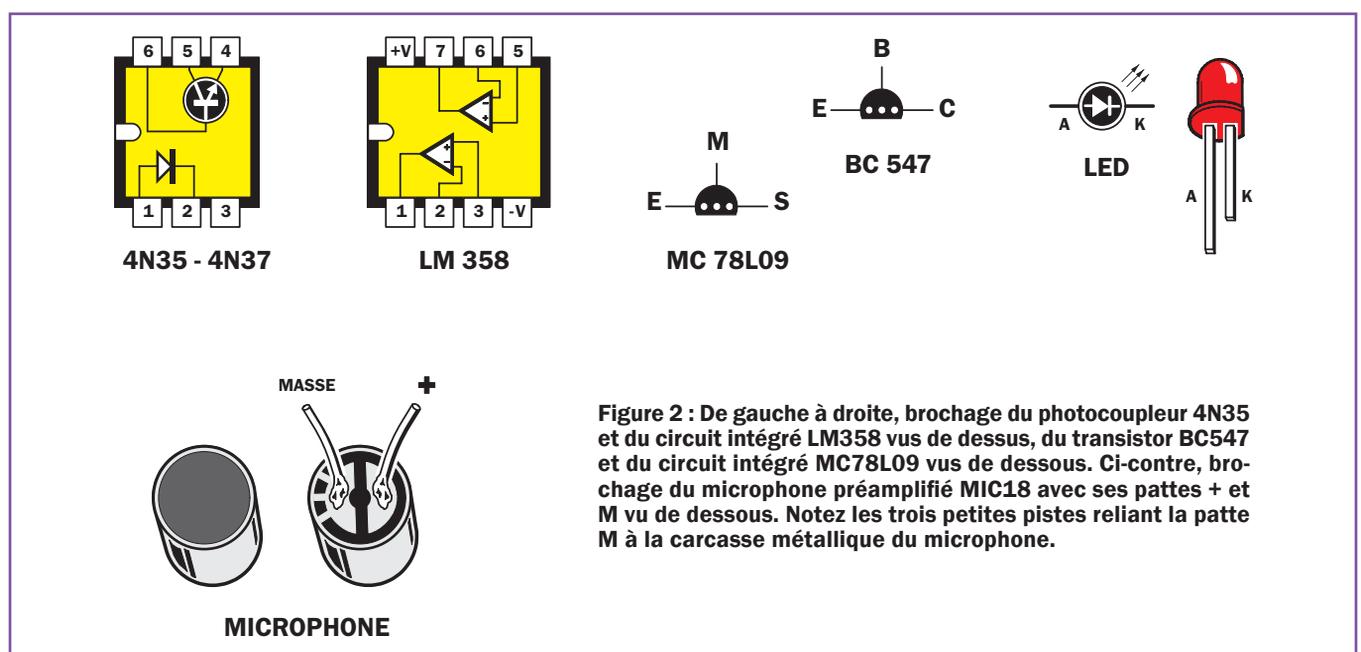


Figure 2 : De gauche à droite, brochage du photocoupler 4N35 et du circuit intégré LM358 vus de dessus, du transistor BC547 et du circuit intégré MC78L09 vus de dessous. Ci-contre, brochage du microphone préamplifié MIC18 avec ses pattes + et M vu de dessous. Notez les trois petites pistes reliant la patte M à la carcasse métallique du microphone.

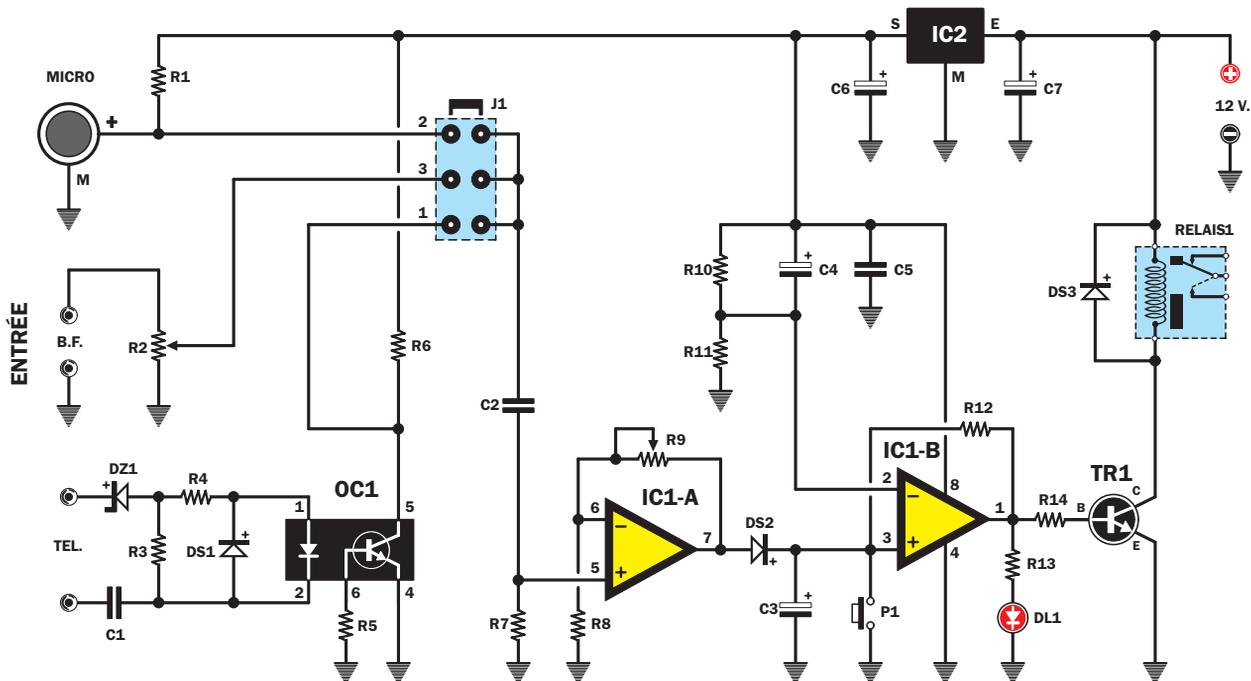


Figure 3 : Schéma électrique du circuit de signalisation multifonction EN1781. À gauche, on voit les trois entrées, microphonique, BF et téléphonique, que vous devez sélectionner en fonction de l'application que vous désirez réaliser.

Liste des composants EN1781

R1 2,2 k
 R2 10 k trimmer
 R3 100 k
 R4 22 k
 R5 1 M
 R6 10 k
 R7 47 k
 R8 1 k
 R9 500 k trimmer
 R10 ... 10 k

R11 ... 10 k
 R12 ... 10 k
 R13 ... 560 Ω
 R14 ... 1 k
 C1 1 μF 250 V polyester
 C2 220 nF polyester
 C3 2,2 μF électrolytique
 C4 220 μF électrolytique
 C5 100 nF polyester
 C6 100 μF électrolytique
 C7 100 μF électrolytique
 DS1 ... 1N4148
 DS2 ... 1N4148

DS3 ... 1N4007
 DZ1 ... zener 22 V
 DL1 ... LED
 TR1 ... NPN BC547
 OC1 ... photocoupleur 4N35 ou 4N37
 IC1 ... LM358
 IC2 ... MC78L09
 MIC ... capsule FET (MIC18)
 Relais1. relais 12 V
 J1 cavalier
 P1 poussoir

(voir figure 3) et pour son alimentation il est possible d'utiliser une banale alimentation en **12 V**.

Vous pouvez choisir notre **alimentation KM03.001** déjà utilisée pour le shiatsu chrome (voir le numéro **114** de la revue **ELM**), ou bien une autre : **EN92**, **EN412**, etc.

Comme vous le voyez en regardant le schéma électrique de la figure 3, nous avons utilisé un relais à bobine **12 V** et inséré dans le circuit un régulateur de tension **MC78L09** de **9 V** destiné à l'alimentation.

Étant donné que le circuit est doté de trois entrées dans lesquelles on peut insérer des signaux provenant de trois «sources», un **cavalier J1 à trois positions** permet de sélectionner celle qui intéresse l'application que nous voulons réaliser.

Entrée microphonique

Quand on place le cavalier en première position, les sons de l'environnement sont détectés par une capsule préamplifiée à FET.

Entrée BF

Quand on place le cavalier en deuxième position, on capte le signal basse fréquence venant, par exemple, d'un PC ou d'une radio.

Entrée téléphonique

Quand on place enfin le cavalier en troisième position, on active l'entrée

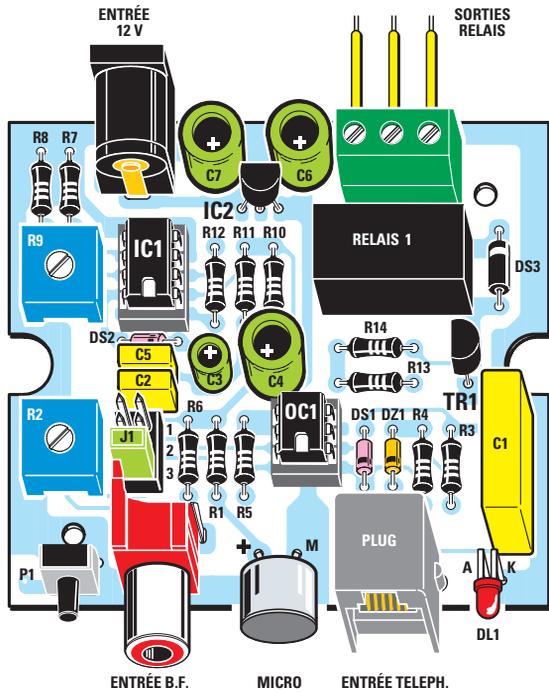


Figure 4a : Schéma d'implantation des composants de la signalisation multifonction EN1781. En bas vous pouvez voir le poussoir, la prise d'entrée BF, le microphone, le connecteur plug et la LED, en haut l'entrée 12 V et le bornier pour la sortie du relais.

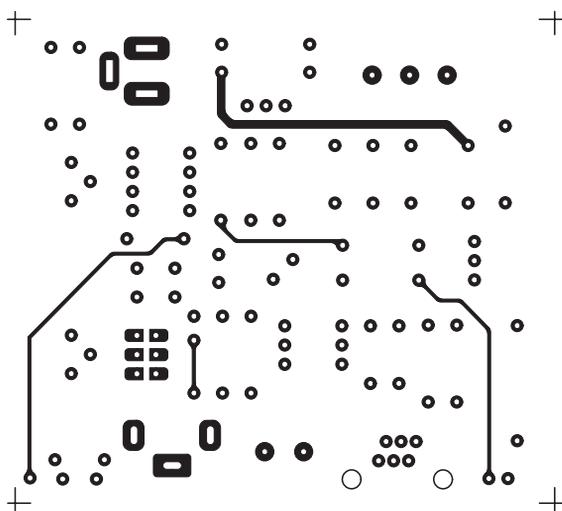


Figure 4b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la signalisation multifonction EN1781, côté composants.

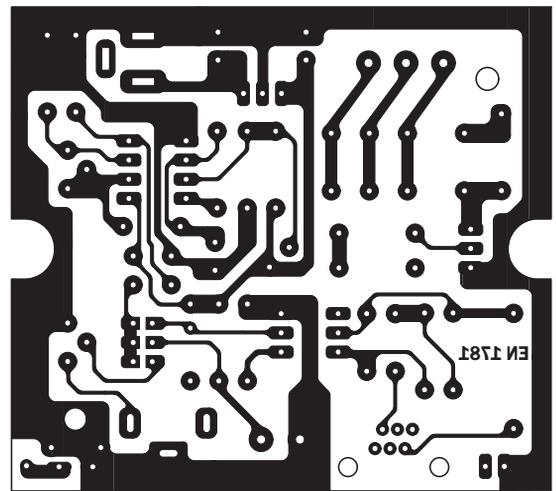


Figure 4b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la signalisation multifonction EN1781, côté soudures.

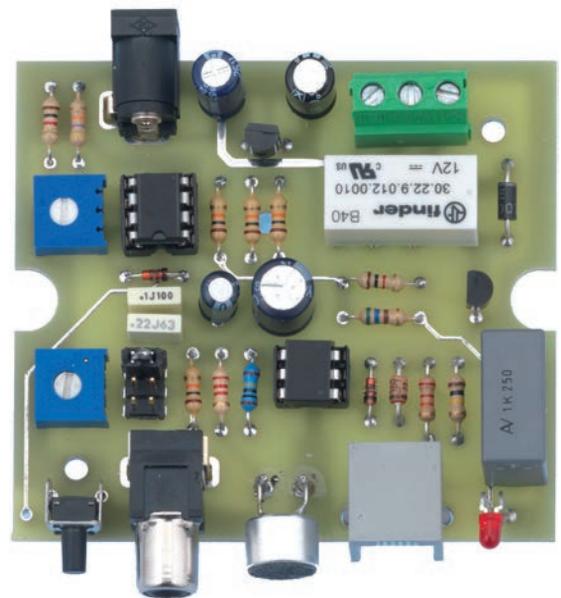


Figure 5 : Photo d'un des prototypes de la platine de signalisation multifonction EN1781. C'est bien un prototype, celui avec lequel nous avons réalisé les tests de laboratoire car – c'est une habitude qui hélas devient rare dans la presse «self made» – nous soumettons toujours nos montages à des essais avant la publication.

téléphonique : comme vous pouvez le voir, cette entrée est protégée par un photocoupleur **4N35** (voir **OC1**) qui sépare la ligne de la partie électrique. À chaque sonnerie la LED interne du photocoupleur est polarisée, cela provoque la saturation du transistor ; au repos ce transistor est bloqué.

Ainsi, sur le **collecteur** (voir **broche 5**) un signal semblable à une onde carrée se produit et il est envoyé vers le troisième cavalier. Le signal capté par le condensateur **C2** à travers le cavalier sélectionné, atteint l'étage amplificateur **IC1/A** lequel peut amplifier le signal d'entrée jusqu'à **500** fois.

Ensuite, grâce au détecteur de pic constitué par **DS2** et **C3**, la valeur maximale du signal est maintenue. Le second opérationnel **IC1/B** contenu dans le circuit intégré **LM358**, mettant à profit la présence d'une rétroaction positive, est configuré comme un **Latch** (mémoire).

Le fonctionnement de cet étage peut être résumé comme suit : l'opérationnel étant monté en **comparateur**, l'entrée inverseuse reste fixe à mi tension d'alimentation ($V_{cc}/2$). Au moyen de la résistance de rétroaction **R12**, la tension de sortie est reportée et maintenue en entrée. En effet, selon que la tension sur la broche non inverseuse est supérieure ou inférieure au seuil de comparaison ($V_{cc}/2$), on obtient à la sortie une tension respectivement de **7 V** ($9V - 1,5V$) correspondant au niveau **haut** ou d'environ **0 V** pour le niveau **bas**.

Pour **réinitialiser** («reset») l'étage, il suffira de presser le poussoir **P1**. Le transistor **TR1**, un **BC547**, travaillant en saturation, a pour rôle de piloter le relais. Notez enfin qu'au moyen du condensateur **C4**, on effectue un **reset** du système. Ce condensateur étant initialement déchargé, sur la broche de **IC1/B** on aura **9 V** et par conséquent le relais sera **désactivé**.

La réalisation pratique

Pour effectuer le montage du circuit nous vous conseillons de faire référence au dessin de la figure 4a, dans lequel sont précisément indiquées les positions dans lesquelles doivent être montés tous les composants nécessaires à sa réalisation.

Procurez-vous tout d'abord le circuit imprimé double face à trous métallisés ou bien réalisez-le à partir des dessins à l'échelle 1:1 de la figure 4b-1 et 2.

Quand vous avez ce circuit imprimé **EN1781** devant vous, insérez d'abord les deux supports pour le circuit intégré **IC1** et pour le photocoupleur **OC1**, soudez toutes leurs broches.

Passez ensuite aux résistances, que vous devrez insérer seulement après en avoir déchiffré avec attention la valeur indiquée par les bandes colorées imprimées sur l'enrobage et les deux trimmers **R2** et **R9**. Vous pouvez ensuite insérer les condensateurs **polyesters** et les **électrolytiques**, pour ces derniers en respectant bien la polarité +/- de leurs pattes.



Figure 6 : Photo d'un des prototypes de la platine de la signalisation multifonction **EN1781** installée dans son boîtier plastique convenablement préparé.

Comme le signe + n'est pas toujours présent sur leur boîtier, rappelez-vous que la patte la plus longue de ces électrolytiques correspond au positif.

Lorsque cette opération est terminée, vous pouvez insérer la diode **DS1** à proximité du photocoupleur **OC1**, en orientant sa bande repère noire vers le bas, puis la diode **DS2** positionnée entre le circuit intégré **IC1** et le condensateur **C5** – orientez sa bague repère noire vers la droite – et enfin la diode **DS3** en haut à droite avec sa bague repère blanche orientée vers le haut.

Continuez le montage avec la diode zener **DZ1** – située à côté de la diode **DS1** – avec sa bague repère noire orientée vers le bas (voir figure 4a).

Vous pouvez ensuite souder à droite le transistor **TR1**, en orientant son méplat vers la gauche et terminer cette phase en insérant dans leurs supports respectifs le photocoupleur **OC1** et le circuit intégré **IC1**.

Après avoir fixé le relais (voir **RELAIS 1**), montez les composants devant sortir des trous pratiqués dans la face avant et dans le panneau arrière du boîtier.

Commencez par la gauche en fixant le poussoir **P1** de **reset**, la **prise d'entrée BF**, les deux picots auxquels vous relierez ensuite les fils de sortie du microphone et le **connecteur plug** pour la liaison avec la ligne téléphonique.

Enfin, fixez à droite la LED qui s'allumera chaque fois que le relais sera activé. En haut, montez de gauche à droite la prise d'entrée pour l'alimentation **12 V** et le bornier à trois pôles pour la sortie du **relais**.

L'installation dans le boîtier plastique

Le montage est alors terminé et il ne vous reste qu'à insérer la platine réalisée à l'intérieur du boîtier plastique préparé pour la recevoir : il comporte **deux panneaux en aluminium anodisé percés et sérigraphiés**, soit la face avant et le panneau arrière. Tout d'abord insérez la face avant dans les guides latéraux du boîtier et mettez-la en butée.

Posez ensuite la platine sur le fond horizontal du boîtier de manière à faire coïncider les composants tournés vers l'extérieur avec les trous de la face avant.

Insérez le panneau arrière, en veillant à ce que la prise d'entrée de l'alimentation **12 V** et le bornier à trois pôles pour la sortie du relais coïncident avec les trous du panneau.

Il ne vous reste alors qu'à monter le petit **microphone**. Pour ce faire soudez deux morceaux de fil (deux chutes de fils de résistance par exemple) à

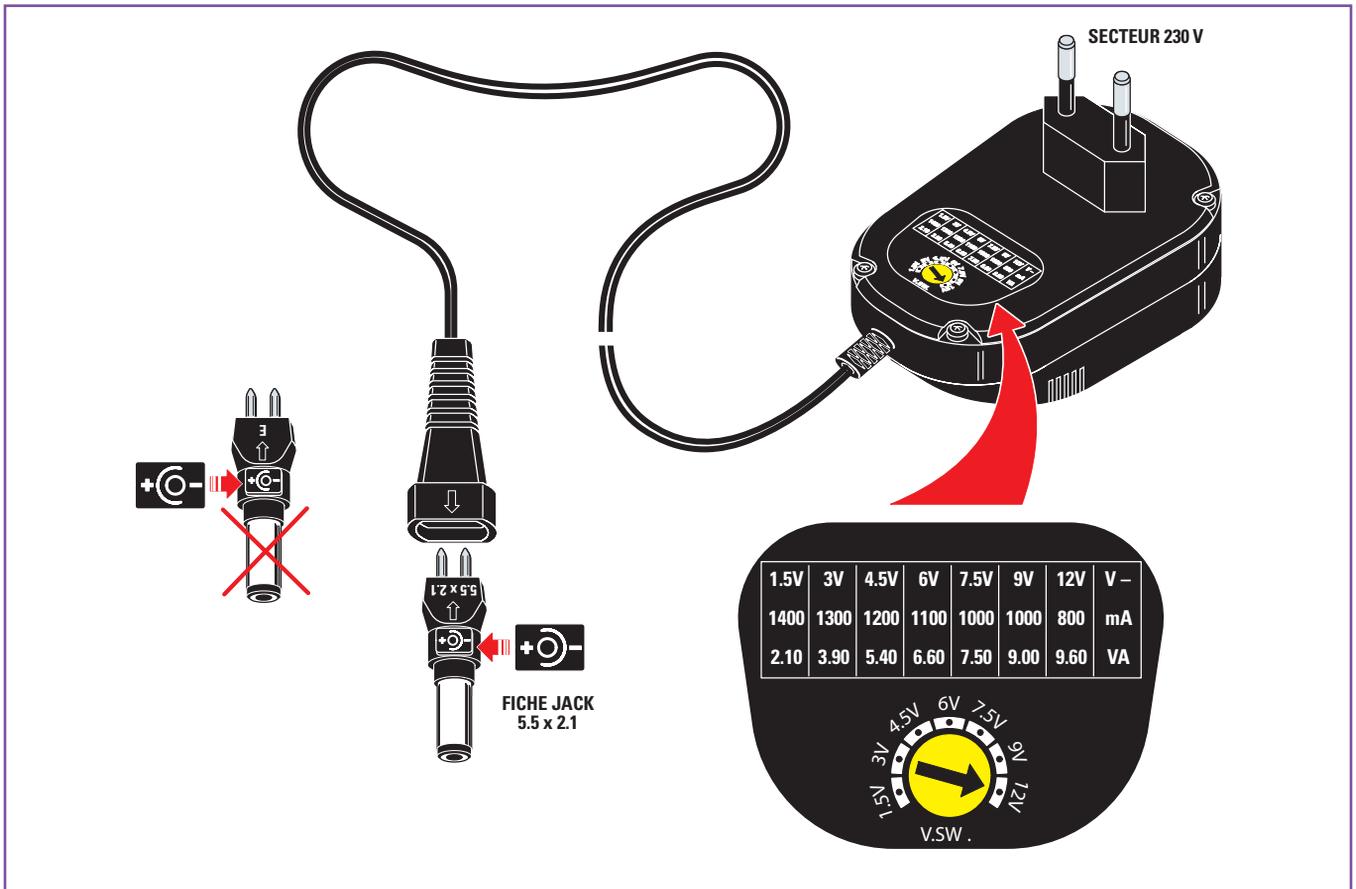


Figure 7 : Pour l'alimentation du circuit vous pouvez utiliser l'alimentation KM03.001. Afin d'éviter d'endommager le circuit, avant d'effectuer la liaison à l'alimentation il faut sélectionner la bonne tension de sortie en tournant le commutateur rotatif sur 12 V. En outre vous devrez sélectionner la polarité de la tension de sortie en insérant la fiche jack qui convient : elle est marquée 5.5 x 2.1. La fiche jack doit être insérée dans le sens indiqué par la figure, de telle manière que le positif soit au centre de la fiche jack et le négatif au contact extérieur.



Figure 8 : La photo montre comment relier l'alimentation extérieure au circuit de signalisation multifonction. Bien sûr vous pourrez également alimenter le circuit également avec des alimentations différentes pourvu qu'elles fournissent le 12 V continu requis.

sa base (voir figure 2) et, après les avoir pliés délicatement, soudez les extrémités aux picots déjà fixés sur le circuit imprimé. Bien sûr vous devrez faire coïncider le microphone avec le trou présent dans la face avant, de manière à permettre une réception parfaite. Vous voilà prêt à effectuer les essais du circuit.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette signalisation d'alarme multifonction **EN1781** 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/116.zip> ◆

Sirène-flash anti agression

Ce dispositif a été conçu pour contribuer à la sécurité personnelle – la notre et celle de nos proches – et dans certains cas il pourrait se révéler un véritable "sauveur". On tire d'un coup sec la boucle de câble – qui ressemble fort à une dragonne d'APN – et une sirène fait retentir son vacarme assourdissant, pendant qu'un flash hyper puissant clignote. Tous ces signaux risquent bien de décourager l'agresseur qui s'éloignera à toutes jambes !



Cet article est rédigé à une époque où les délits d'agression aux personnes se multiplient. Les lieux publics ne font pas exception : on peut s'attendre à être attaqué dans la rue, dans le Metro ou sur un parcours de jogging. Le plus préoccupant est d'ailleurs cette indifférence absolue des "témoins" de ces agressions qui restent frileusement sur leur réserve comme s'ils ne se sentaient pas concernés. Avec ce circuit nous désirons apporter notre petite contribution à la **sécurité** personnelle : la vôtre et celle de nos proches. En effet, si nous nous trouvons dans une situation de danger d'agression, la possibilité de "balancer" un son de **110 dB** (un vacarme épouvantable) et quelques **W** de lumière clignotante vers l'agresseur pour le mettre en fuite peut s'avérer intéressante.

Comme beaucoup d'entre vous, nous sommes aussi des pères et des mères et nous connaissons bien l'anxiété qui nous assaille quand nos enfants tardent à rentrer le soir ou simplement lorsqu'ils sont hors de notre contrôle ! Ce dispositif, que l'on déclenche simplement en **tirant d'un coup sec** une boucle de petit câble (cela ressemble à la dragonne d'un mini parapluie ou d'un petit appareil photo) nous apporte son aide secourable. Mais, pour qu'il soit réellement efficace, tous les parents devraient en doter leurs jeunes enfants et les obliger à l'avoir toujours sur eux, dans le sac ou une poche du blouson, avant de sortir.

La partie intéressante de ce montage est la **sirène** : non seulement elle émet un bruit assourdissant mais en outre

ses dimensions très réduites permettent de rendre le dispositif portable, ce qui est évidemment obligatoire...

Passons maintenant à la description du fonctionnement de ce montage et du système très pratique que nous avons conçu pour déclencher l'alarme.

Le schéma électrique

Le premier problème que nous avons dû résoudre pour la réalisation de ce circuit a été celui de l'**alimentation** : la mini sirène a besoin en effet d'une alimentation en **12 V continue**. Le second problème consistait à garantir à la **LED à lumière blanche** de **puissance** le courant adéquat pour obtenir une bonne luminosité même avec une pile partiellement déchargée. En plus, le montage, pour être **portatif**, devait être compact et léger.

Nous avons tout de suite écarté la solution d'utiliser une pile de 9 V, car nous ne pouvions utiliser cette tension que pour allumer la LED à travers l'habituelle résistance de limitation de courant. Mais par contre cette tension s'avère tout à fait **insuffisante** pour alimenter la sirène laquelle, comme nous l'avons spécifié, nécessite du **12 V**. Nous avons donc envisagé la possibilité d'utiliser une pile de **12 V**, du modèle utilisé dans les petites télécommandes, mais la faiblesse du courant disponible nous a fait abandonner cette éventualité. Ce type de pile n'aurait permis qu'une autonomie de quelques secondes : tout à fait insuffisant pour cette application.

Nous avons donc finalement choisi de concevoir une petite **alimentation à découpage step-up** (convertisseur élévateur de tension), capable de fournir à sa sortie une tension de **12 V continue**, parfaite pour alimenter la mini sirène à partir d'une tension d'entrée de **3 V** seulement, fournie par **deux** piles LRO3 AAA alcalines de 1,5 V chacune montées en série.

Ce type de pile, en vertu du courant disponible, nous garantit une bonne autonomie. Il s'agit donc d'un **convertisseur DC-DC** réalisé entièrement avec des **transistors**.



Figure 1 : Photo d'un des prototypes de la sirène-flash anti-agression.

L'idée initiale de recourir à un circuit intégré **MC34063**, a en effet été rejetée après un coup d'œil au datasheet de ce composant : sa tension de travail minimale est supérieure aux **3 V** à notre disposition. L'unique voie restante était alors d'utiliser des **transistors normaux**.

Nous avons cherché à réaliser le circuit le plus simple possible, de manière à utiliser le plus petit nombre de composants, ce qui eut pour effet collatéral de réduire les dimensions du circuit imprimé.

Le schéma électrique de la figure 2, peut être divisé en deux sections :

1 – le **convertisseur DC-DC** de **3 V** à **12 V** composé des trois transistors **TR1-TR2-TR3** et du transformateur **T1** ;

2 – l'étage **clignotant/alimentation** pour la LED de puissance, constitué du circuit intégré **IC1** et du transistor **TR4**.

Commençons notre description par le convertisseur élévateur de **3 à 12 V**.

Le secret pour réaliser des convertisseurs **DC/DC** (tension continue/tension continue), fonctionnant avec des tensions d'entrée extrêmement basses, comme dans notre cas, consiste à utiliser des transistors ayant un **Vce** de saturation très basse, de manière à ne pas "gaspiller" de la tension inutilement. C'est pourquoi, dans notre circuit, le transistor de commutation (voir **TR2-TR3**) est un **ZTX653**, parfait pour des applications à découpage. En outre, toujours pour réduire le **VCE**

de saturation, nous avons monté deux transistors en parallèle. Nous obtenons ainsi un meilleur rendement du convertisseur (voir **TR2-TR3**). La fréquence de travail est aux environs de **50 kHz** et elle est déterminée par l'inductance du transformateur **T1** et la capacité du condensateur **C6**. La propriété d'obtenir à la sortie une tension plus élevée que celle de l'entrée, est obtenue par le rapport entre spires primaire/secondaire du transformateur **T1** et par la soudaine interruption du courant dans l'enroulement primaire **1-2**.

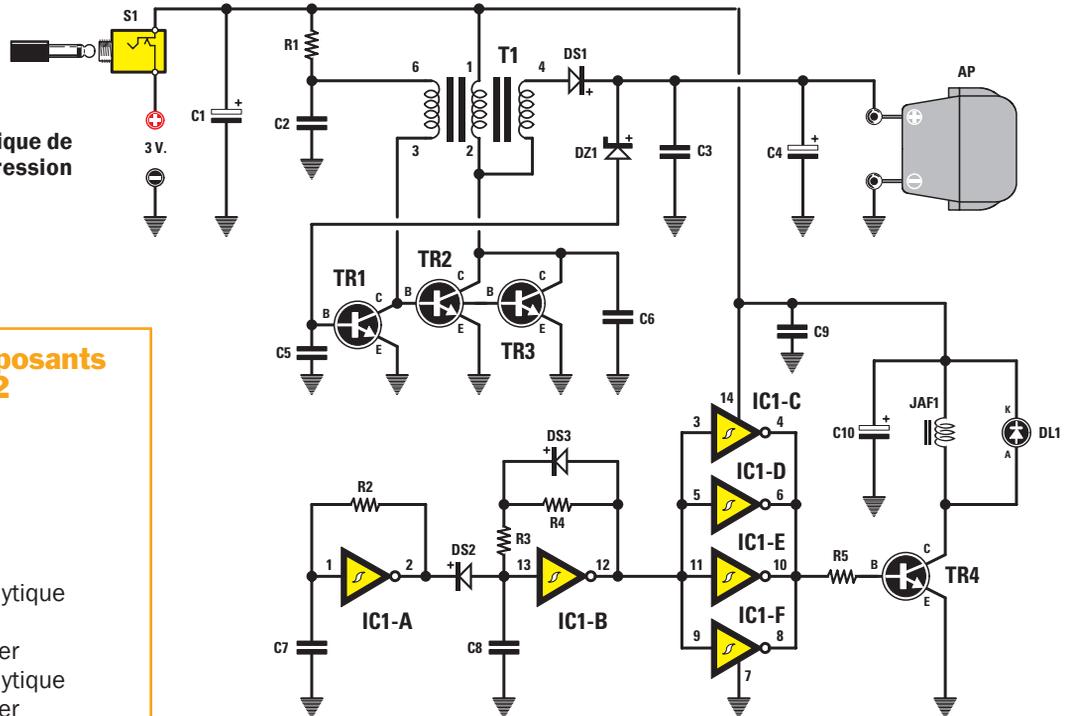
Le troisième enroulement **6-3** a pour rôle d'instaurer une réaction positive qui fait auto-osciller l'étage.

La stabilisation de la tension de sortie à **12 V** est confiée à la diode zener **DZ1** et au transistor **TR1**. Ce dernier entre en conduction si la tension de sortie dépasse la valeur, fixée à **12 V**, en bloquant le fonctionnement du convertisseur et, inversement, il active le convertisseur dans le cas où, sous l'effet de la charge, la tension de sortie tendrait à se réduire par rapport à sa valeur nominale.

La diode **DS1** et le condensateur **C4** rendent "continue" la tension de sortie, tension que nous appliquerons directement à la mini sirène.

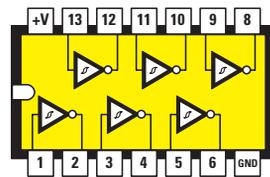
Passons maintenant à la description de l'étage qui alimente la LED de puissance. Pour réaliser l'étage **clignotant** nous avons utilisé un circuit intégré **HC/Mos** – plus précisément un **74HC14** – capable de fonctionner dans une gamme de tensions comprises entre **2** et **6 V**, donc tout à fait adapté aux **3 V** à notre disposition.

Figure 2 : Schéma électrique de la sirène-flash anti-agression EN1772.

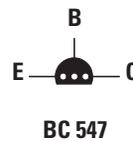


Liste des composants EN1772

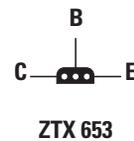
- R1 560 % 1/8 W
- R2 100 k 1/8 W
- R3 47 k 1/8 W
- R4 68 k 1/8 W
- R5 220 % 1/8 W
- C1 100 µF électrolytique
- C2 33nF polyester
- C3 100 nF polyester
- C4 100 µF électrolytique
- C5 100 nF polyester
- C6 1nF multicouche
- C7 1 µF multicouche
- C8 1nF polyester
- C9 100 nF polyester
- C10 ... 100 µF électrolytique
- JAF1 .. self 220 µH
- DZ1 .. 12 V 1/2 W
- DS1 .. BYW100
- DS2 .. 1N4148
- DS3 .. 1N4148
- DL1 ... LED 1 W (=DL4.1)
- TR1 ... NPN BC547
- TR2 ... NPN ZTX653
- TR3 ... NPN ZTX653
- TR4 ... NPN ZTX653
- IC1 HC/Mos 74HC14
- T1 transfo mod. TM1772
- S1 interrupteur avec prise jack
- HP sirène AP01.120



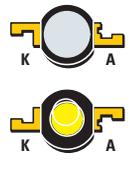
74HC14



BC 547



ZTX 653



LED

Figure 3 : Brochages du circuit intégré 74HC14 vu de dessus et repère-détrompeur en U tourné vers la gauche, des transistors BC547 et ZTX653 vus de dessous et de la LED de 1 W CMS (code =DL4.1) vue de dessous et de dessus. Ses broches A et K ont des profils de découpe différents.

Ce circuit intégré contient **six** portes inverseuses (**NOT**) avec trigger de Schmitt. La première inverseuse **IC1/A** est utilisée comme simple **oscillateur à onde carrée** à une fréquence de l'ordre de **12 Hz** : c'est la fréquence de clignotement de la LED une fois le circuit activé. Le signal à onde carrée produit par **IC1/A** est ensuite utilisé pour moduler en **on-off** l'étage suivant, l'oscillateur constitué par **IC1/B**, il oscille à la fréquence de travail d'environ **5 KHz**. Le signal ainsi composé sera utilisé, par l'intermédiaire des **quatre** portes **NOT** restantes (**IC1/C-D-E-F**), toutes reliées en parallèle, de manière

à augmenter le courant de sortie, pour piloter à travers la résistance **R5**, la base du transistor **TR4** servant d'**interrupteur de puissance**. De cette manière et grâce à la self **JAF1** nous obtenons le courant de travail exigé par la LED de puissance **DL1**.

Comme vous le voyez sur le schéma électrique, la cathode de cette diode est reliée au **+3 V** des piles et ce n'est pas une erreur : en effet, au moment où le transistor **TR4** est bloqué, sur son collecteur se développe une tension d'une amplitude supérieure à celle de la tension d'alimentation,

laquelle va polariser la LED et l'allume. Enfin, quand nous activons le circuit, en extrayant la fiche jack mâle de la prise femelle présente sur le circuit imprimé et utilisée comme simple interrupteur d'allumage, nous entendrons le très fort **signal acoustique** et, au même moment, nous verrons clignoter le **flash blanc**.

La réalisation pratique

Commençons la description de la réalisation pratique de notre sirène-flash



Figure 4 : Photo d'un des prototypes de la sirène-flash anti-agression EN1772 montrant la séquence d'assemblage de la sirène à l'intérieur du tube plastique utilisé comme boîtier protégeant le montage.

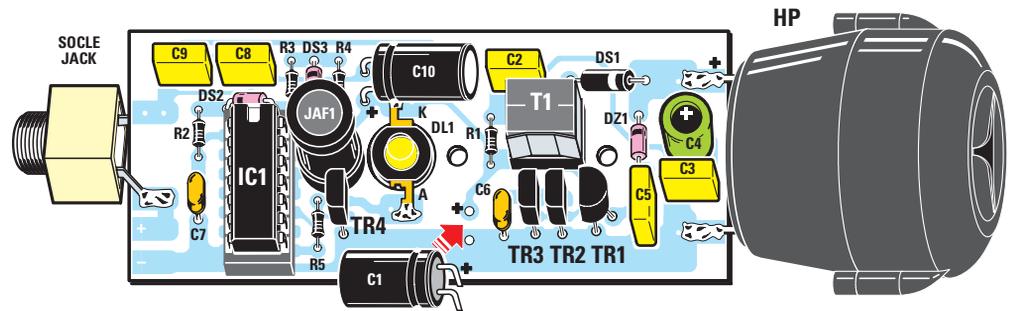


Figure 5a : Schéma d'implantation des composants de la sirène-flash anti-agression EN1772. Vous voyez que la LED de 1 W pour CMS (code =DL4.1) est à placer au centre du circuit imprimé. Attention, les broches de cathode (K) et d'anode (A) doivent être dirigées respectivement vers le haut et vers le bas. Respectez bien également la polarité +/- des broches de la sirène.

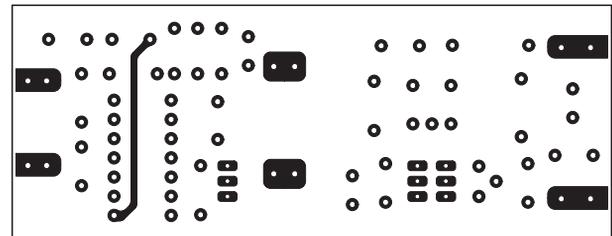


Figure 5b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de la sirène-flash anti-agression EN1772, côté composants.

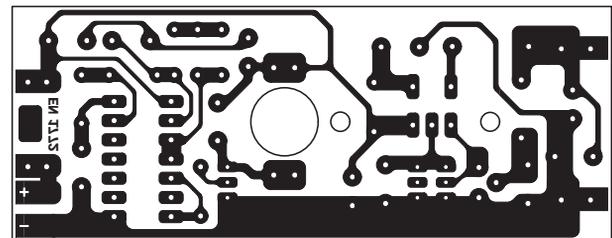


Figure 5b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de la sirène-flash anti-agression EN1772, côté soudures.

anti-agression **EN1772** par quelques conseils de montage. Elle ne présente au demeurant pas de difficulté particulière. Vous pouvez commencer le montage en vous référant au dessin de la figure 5a. Procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés **EN1772** ou réalisez-le à partir des dessins à l'échelle 1:1 des figures 5b-1 et 2.

Une fois en possession du circuit imprimé, commencez par monter le **support** du circuit intégré **IC1** en dirigeant vers le haut son repère-détrompeur en U et poursuivez avec les **résistances** lesquelles, comme l'indique la liste des composants, sont toutes des **1/8 W** (soit 0,25 W). Vous pouvez maintenant insérer dans les positions

indiquées sur le circuit imprimé les condensateurs **polyesters**, les **multi-couches C6-C7**, reconnaissables à la forme arrondie de leur enrobage et, enfin, les électrolytiques. À propos de ces derniers, faites attention à orienter vers le haut le signe **+** présent sur le boîtier du condensateur **C4** comme le montre la figure 5a.

Figure 6 : Voici le circuit imprimé de la sirène-flash anti-agression vu côté soudures, c'est de ce côté que l'on fixe le porte-piles destiné à recevoir les deux piles LR03 AAA de 1,5 V chacune pour son alimentation.

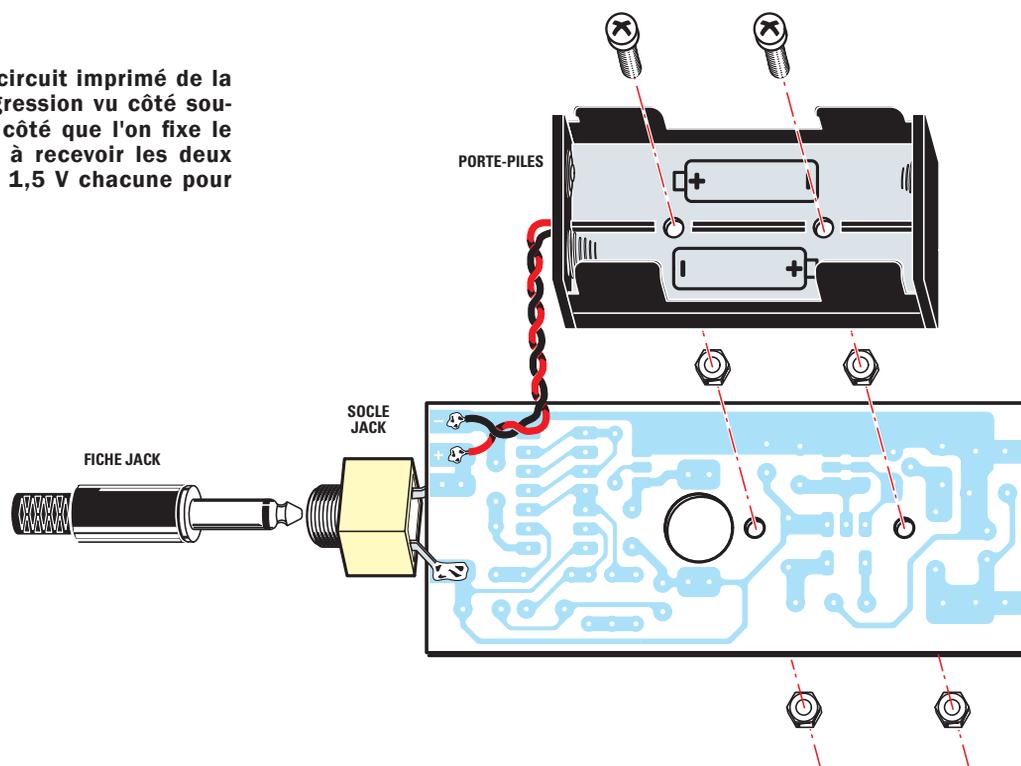


Figure 7 : Photo d'un des prototypes de la platine de la sirène. Cet exemplaire a servi à nos tests.

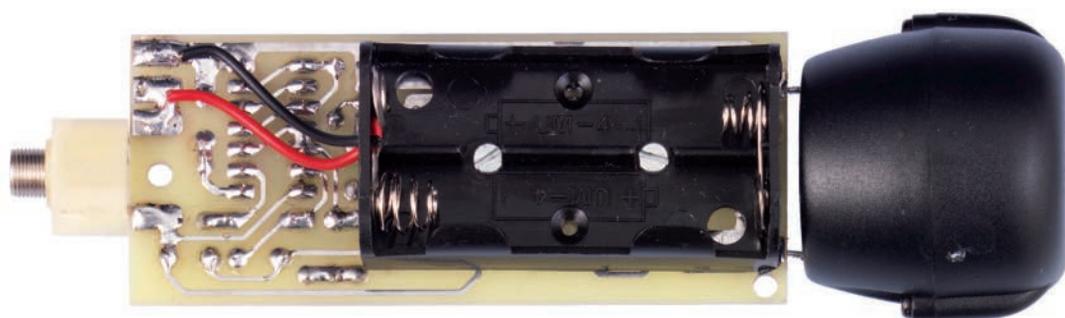


Figure 8 : Photo d'un des prototypes de la platine du montage vu du côté soudures où l'on a fixé le porte-pile.

Dans le cas des électrolytiques **C1** et **C10**, avant de souder leurs pattes dans les trous du circuit imprimé, vous devrez les replier en **L**, sans oublier d'orienter respectivement vers la gauche et vers la droite leurs boîtiers cylindriques (voir la figure 5a).

Soudez ensuite la diode zener **DZ1** en orientant vers le haut sa bande noire, la diode au silicium **BYW100** (voir **DS1**), en dirigeant vers la droite sa bande blanche et, enfin, les deux diodes au silicium **1N4148** (voir **DS2-DS3**), leurs bandes noires tournées respectivement vers la gauche et vers le haut (voir figure 5a).

Au centre du circuit imprimé soudez maintenant la LED de **1 W**, en orientant vers le haut la patte de cathode marquée d'un **K** et vers le bas la patte d'anode marquée d'un **A** (voir la figure 5a). Sur la gauche de ce composant montez la self **JAF1** de **220 µH**.

Prenez maintenant dans le matériel disponible les **quatre transistors** et soudez-en les pattes dans les trous du circuit imprimé, en orientant vers la gauche le méplat de **TR1** et vers la droite celui des **trois** restants (voir **TR2-TR3-TR4**).

Terminez cette phase du montage en soudant dans leurs trous les six broches du petit transformateur **T1** et insérez dans son support le circuit intégré **IC1**, en orientant vers le haut le repère-détrompeur en U.

Retournez alors le circuit imprimé (côté soudures, vous n'étiez pas loin !) et montez de ce côté le **porte-pile** dans lequel vous insèrerez les deux piles LRO3 AAA de **1,5 V** : fixez ce porte-piles au moyen de deux petits boulons avec écrou intercalaire, comme le montre la figure 6 et soudez les deux fils rouge et noir sur les pastilles situées à gauche. Faites bien attention de relier le fil **rouge** à la pastille marquée du signe **+** et le fil **noir** sur la pastille marquée du signe **-** (voir figure 6). Vous pouvez maintenant fixer sur la droite du circuit imprimé la **mini sirène** et à gauche la **prise jack** en ayant soin de souder ses deux broches une d'un côté du circuit imprimé et l'autre du côté opposé. La raison pour laquelle nous vous conseillons d'effectuer le montage de la prise de cette manière va vous paraître bientôt clair.



Figure 9 : Photo d'un des prototypes de la platine de la sirène une fois insérée à l'intérieur du tube en plastique transparent utilisé comme boîtier pour permettre la vision de la lumière flash émise par la LED.

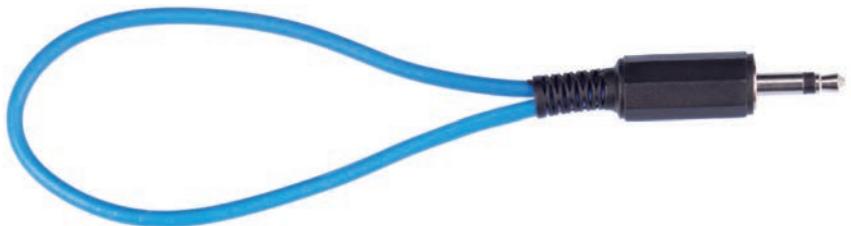


Figure 10 : En fixant un petit cordon replié en boucle à l'intérieur de la fiche jack, il suffira de le tirer d'un coup sec sur cette "dragonne" pour activer la sirène et allumer la diode flash.

Maintenant vous devez insérer le circuit à l'intérieur du boîtier cylindrique en plastique transparent que nous avons prévu pour notre sirène-flash anti-agression. Vous verrez que la sirène, grâce aux saillies latérales de son boîtier permettra au circuit imprimé de se glisser à l'intérieur. La longueur est exactement calculée pour faire sortir par l'extrémité opposée la **prise jack**.

Mettez ensuite sur la prise le couvercle en forme de bouchon percé et fixez-le au moyen de la rondelle métallique. Comme vous avez au préalable soudé les broches de la prise jack un d'un côté et l'autre du côté opposé du circuit imprimé, vous verrez que cette prise se retrouve naturellement en position centrale.

Maintenant vous pouvez insérer la **fiche jack** dans la prise. Étant donné que la sirène est activée chaque fois que la fiche est extraite de la prise, il pourrait être utile (et commode en utilisation) d'introduire à l'intérieur un fin **cordon**, un petit câble, etc., à votre choix, en le fixant au moyen d'un nœud (voir la figure 10). En fait, le mieux est de replier ce cordon en boucle (voir figure 10) afin

qu'il ressemble à une dragonne de mini parapluie ou d'appareil photo.

Ainsi, en faisant sortir cette boucle ou dragonne de la poche du pantalon ou du blouson ou encore de la petite sacoche du mobile, désormais présente dans tous les sacs, toutes les pochettes, etc., en cas de besoin un simple mouvement suffira pour l'activer.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette sirène-flash anti-agression EN1772 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/116.zip> ◆

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.



- EN1710K.... Kit complet avec boîtier, SE2.45 (tube LND712), MOX1710 327,00 €
- (boîtier en aluminium pour tube) et KM1711 (lecteur SD) 327,00 €
- EN1710KM2..Version montée prêt à l'utilisation avec - MOX1710 - KM 1711 (lecteur SD) 412,80 €
- - SE2.45 (tube LND712) pour ondes Alfa-Beta-Gamma 412,80 €
- 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 boîtier126,90 €
- EN1435K ... Kit version montée 178,50 €

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 €
- EN1523 KMKit 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 Geiger153,80 €
- EN1407KM Kit version montée215,30 €

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 placées 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 et face sérigraphiée ...24,70 €
- EN1757KM Kit complet version monté avec boîtier ...113,40 €

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 monté122,30 €

COMELEC

CD 908 - 13720 BELCODENE

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

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

Alarme anti inondation capacitive

Une fuite d'eau peut rapidement se transformer en une petite catastrophe domestique, et être à l'origine de graves dommages, surtout si elle se produit la nuit. Avec cette alarme anti inondation que nous vous proposons de construire, vous serez immédiatement avertis dès qu'une présence d'eau sur le sol sera détectée.



Un des incidents domestiques à l'origine des plus gros dommages, après l'**incendie** et la **fuite de gaz**, est celui dérivant de l'**inondation** provoquée par la rupture d'une **canalisation d'eau**. Nous méditons en effet assez rarement sur le fait que les tuyaux de **raccords flexibles**, partant des conduites murales pour acheminer l'eau aux différents **éléments domestiques** – comme le **lave-vaisselle** et le **lave-linge** – et aux divers services de l'habitation – comme l'**évier** de la **cuisine** et les **sanitaires** de la salle de bain – sont soumis **24 heures sur 24** pendant les **365 jours** de l'année à une **pression** continue de **plusieurs atmosphères**.

Si bien que tôt ou tard un de ces raccords peut lâcher, provoquant par cette rupture des dommages incalculables. La fuite d'eau dans ces cas-là est tellement violente que presque toujours, si vous ne vous trouvez pas à proximité immédiate, avant de pouvoir détecter l'avarie, le phénomène a déjà atteint les dimensions d'un véritable désastre. Imaginez, par exemple, qu'une brèche s'ouvre dans la **conduite en caoutchouc** alimentant en eau le **lave-linge**. À une pression de **3-4 atmosphères**, comme celle normalement présente dans les conduites domestiques, en seulement quelques minutes la quantité d'eau qui s'écoule est telle qu'elle a tôt fait de se répandre aux autres pièces, en endommageant irrémédiablement les



Figure 1 : Photo du circuit anti inondation EN1784 installé dans le boîtier que nous avons spécialement prévu.

tapis et les **moquettes** ainsi que les **meubles** du **salon**, ou bien le **parquet** de la chambre des enfants. Si en plus, comble d'infortune, l'incident arrive en pleine **nuit**, sauve qui peut !

D'ailleurs, l'unique méthode pour prévenir au moins en partie cette éventualité serait de fermer systématiquement tous les soirs, au moment de se coucher, l'**arrivée générale** au compteur. Mais cette opération est tellement contraignante que personne ne songe à le faire. Alors si vous ne voulez pas avoir, un jour ou l'autre, à éponger l'eau répandue sur le sol de votre appartement, la seule chose à faire est de vous équiper d'une **alarme anti inondation**, en mesure de vous avertir immédiatement dès que la plus petite quantité d'eau est détectée sur le sol.

Notre réalisation

Le dispositif que nous vous présentons dans cet article permet de détecter avec la plus grande efficacité la présence d'eau au moyen de deux **disques piézoélectriques** positionnés sur le sol.

Dès que le système de détection capte une présence d'eau, un **buzzer** retentit pour nous signaler l'incident, de telle façon que vous puissiez intervenir avant que des dommages irréparables ne se produisent.

Ce circuit d'alarme prévoit en outre la possibilité d'accueillir un **relais supplémentaire**, pouvant être utilisé, par exemple, pour renforcer l'alarme avec une **sirène**, un **feu clignotant**, ou bien pour activer un éventuel système d'appel **téléphonique**, en mesure d'envoyer un **SMS** d'avertissement.

Le schéma électrique

Notre dispositif anti inondation fonctionne avec une détection de type **capacitif**. Comme capteur nous utilisons deux **petits disques piézoélectriques**, logés dans un petit boîtier plastique avec le circuit imprimé : ils sont positionnés sur le sol à une distance d'environ **2,5 - 3 cm** l'un de l'autre. À un **disque**, que nous pouvons considérer comme l'**émetteur** (voir **disque A** dans le schéma électrique de la figure 2), est reliée, par l'intermédiaire de la résistance **R2**, la sortie d'un générateur à onde carrée réglé pour une fréquence d'environ **300 Hz** : ce générateur est constitué de la porte **NAND** à trigger de **Schmitt IC1/A**.

L'onde carrée produite par le générateur est envoyée en même temps à la **broche 4** d'entrée de la porte **NAND IC1/B** et au **disque piézoélectrique** (capteur) **A**, tandis qu'à l'autre broche d'entrée **5** de cette même porte **NAND IC1/B** est relié le second **disque piézoélectrique** (capteur) **B** que nous

appelons le **récepteur** (voir le schéma électrique de la figure 2). Cette même **onde carrée** est envoyée, au moyen du **condensateur C2** de **1 nF**, à la **broche 13** d'entrée du **flip-flop** formé des deux portes **IC1/C** et **IC1/D**. Le fait d'avoir choisi comme «**capteurs**» des **disques piézoélectriques** nous permet de les isoler avec du ruban adhésif isolant, ce qui les rend complètement imperméables à l'eau. Ainsi, en présence d'une inondation, nous n'aurons aucune partie électrique en contact avec le liquide et de toute façon l'alarme sera activée.

Notre système de détection ne se comporte pas banalement comme deux contacts qui, en présence d'eau, détectant une faible résistance ohmique, activent le buzzer.

En réalité, les **disques piézoélectriques** présentent une capacité entre les deux aires conductrices qui les constituent. Par conséquent, il n'y a aucune continuité électrique, du moins pour le courant continu. C'est pourquoi notre circuit travaille à une fréquence d'environ **300 Hz** afin de pouvoir mettre à profit l'effet capacitif des disques.

Après cette brève précision, reprenons la description du schéma électrique de la figure 2.

En conditions normales, sur le trajet au sol séparant les deux capsules **il n'y a pas** de présence d'eau.

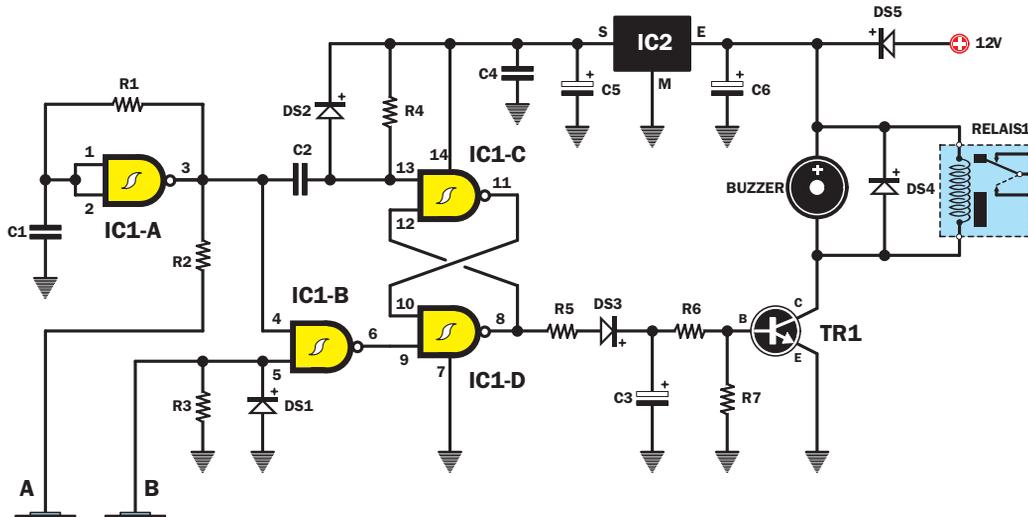
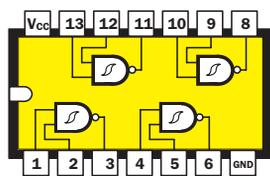
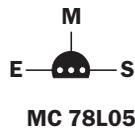


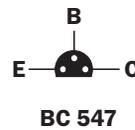
Figure 2 : Schéma électrique du circuit anti inondation EN1784. À gauche vous pouvez voir la liaison avec les deux capteurs A émetteur et B récepteur. Ce sont deux disques piézoélectriques utilisés pour détecter la présence de liquide.



74 HC 132



MC 78L05



BC 547

Figure 3 : À partir de la gauche, brochage du circuit intégré 74HC132 vu de dessus et repère-détrompeur en U orienté vers la gauche, du circuit intégré MC78L05 et du transistor NPN BC547 vus de dessous.

Liste des composants EN1784

R1	.....	330 k
R2	.....	100
R3	.....	330 k
R4	.....	330 k
R5	.....	100
R6	.....	4,7 k
R7	.....	47 k

C1	.....	10 nF polyester
C2	.....	1 nF polyester
C3	.....	10 µF électrolytique
C4	.....	100 nF polyester
C5	.....	10 µF électrolytique
C6	.....	10 µF électrolytique
DS1	.....	1N4150
[...]		
DS3	.....	1N4150

DS4	.....	1N4007
DS5	.....	1N4007
TR1	...	NPN BC547
IC1	....	HC/MOS 74HC132
IC2	....	MC78L05
Buzzer		buzzer piézo 12 V
A	.....	capteur AP02.1
B	.....	capteur AP02.1
RELAIS 1		relais 12 V

Dans ce cas le signal envoyé par le disque piézoélectrique **émetteur** n'est pas reçu par le disque piézoélectrique **récepteur**, parce qu'entre les deux l'impédance est grande.

La broche d'entrée de la porte NAND de **IC1/B** se trouve donc à un niveau logique **0** forcé par la résistance **R3**. Cela détermine automatiquement un niveau logique **1** stable sur la broche **6** de sortie de la porte, laquelle est reliée à l'entrée de reset du flip-flop **S/R** (broche **9**), composé de la porte **NAND IC1/C** et de la porte **NAND IC1/D**. Ce même flip-flop est immédiatement paramétré par le premier

niveau logique **0** provenant de l'oscillateur **IC1/A**. Sur la broche de sortie **8** de **IC1/D**, il se produit ainsi un niveau logique **0** qui, en maintenant bloqué le transistor **TR1**, ne permettra pas l'activation du **buzzer** et du **relais 1**.

Cette condition est modifiée dès qu'entre les deux capsules piézoélectriques se trouve une pellicule de liquide.

La présence de liquide produit l'effet suivant : sur la capsule réceptrice les impulsions émises par la capsule émettrice arrivent. Au premier front positif les deux broches d'entrée **4** et **5** de **IC1/B**

se portent en même temps au niveau logique **1**, ce qui provoque un niveau **0** sur la broche **8** de sortie, reliée à l'entrée **set** du flip-flop. Cela modifie immédiatement le niveau logique de la broche de sortie **8**, la faisant passer au niveau logique **1**, ce qui provoque la saturation du transistor et détermine l'activation du buzzer et du relais.

Sur la broche de sortie **8**, si la couche d'eau demeure au dessous des disques piézoélectriques, une série d'impulsions se produit : ces impulsions sont intégrées par le condensateur électrolytique **C3** et le buzzer continue ainsi à être activé.

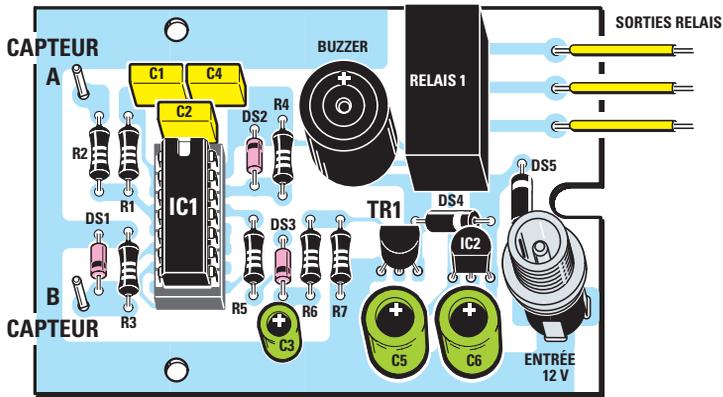


Figure 4a : Schéma d'implantation des composants du circuit anti inondation EN1784. À droite vous pouvez voir la prise d'alimentation 12 V. Attention à la disposition des pôles positif et négatif : n'oubliez pas que le pôle positif de l'alimentation stabilisée 12 V est à relier au contact central du connecteur d'alimentation correspondant au positif + visible à droite sur le dessin.

Figure 4b : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé de la platine anti inondation EN1784.

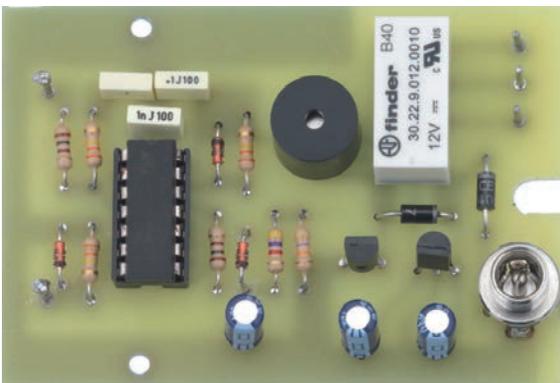
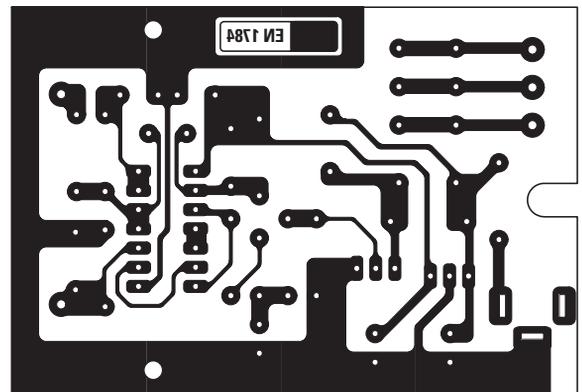


Figure 5 : Photo d'un des prototypes de la platine que nous avons utilisé pour effectuer nos tests de laboratoire. Au centre vous pouvez voir le buzzer.

Les impulsions produites par l'oscillateur et transmises par l'intermédiaire du condensateur à la broche **13** de **IC1/C**, sont sans influence tant que la couche d'eau reste au dessous des disques. Inversement, elles mettent le circuit au repos dès que la couche d'eau n'est plus présente : le buzzer et le relais 1 sont alors **désactivés**. Le régulateur de tension **IC2** fournit le **5 V** stabilisé au circuit intégré **IC1**, comme il s'agit d'un **HC/MOS**, il a obligatoirement besoin de cette valeur d'alimentation.

La diode **DS5** protège le circuit contre toute inversion involontaire de polarité de l'alimentation. La consommation au repos du circuit est égale à environ **10 mA** et augmente à environ **40 mA** durant le déclenchement de l'alarme.

La réalisation pratique

Comme vous le voyez, la figure 4a donne le schéma d'implantation des

composants du circuit anti inondation **EN1784** : cette figure vous servira tout au long du montage. Procurez-vous le circuit imprimé simple face ou réalisez-le à partir du dessin à l'échelle 1:1 de la figure 4b.

Quand vous l'avez devant vous, commencez par monter le **support** à 14 broches de l'unique circuit intégré présent sur le circuit, à part le régulateur de tension. Veillez à respecter le sens d'insertion du repère-détrompeur en U présent sur ce support, de manière à

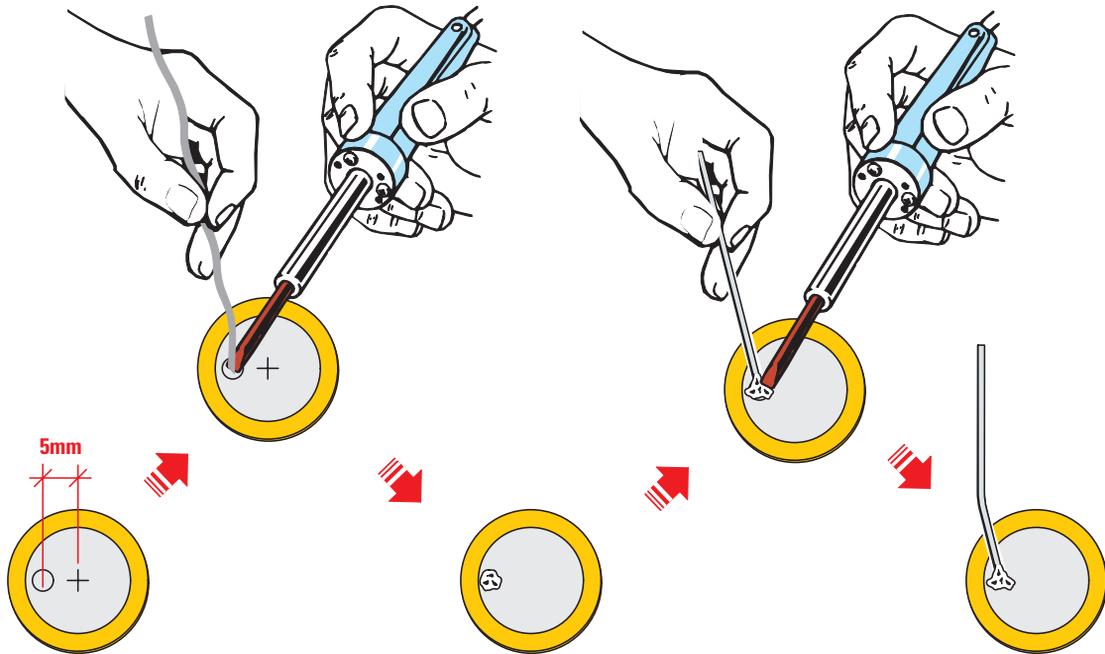


Figure 6 : Cette figure montre la séquence de «montage des capteurs» que vous trouverez décrite en détail dans le paragraphe afférent. Si vous suivez attentivement nos instructions, vous mènerez à bien cette opération sans aucune difficulté.

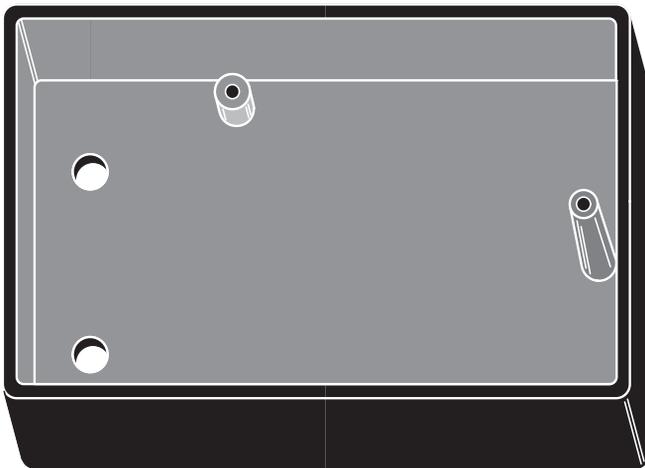


Figure 7 : Une fois le montage des capteurs effectué comme le montre la figure précédente, vous pouvez prendre la base du boîtier qui comporte à gauche deux trous.

ne pas avoir de doutes lorsque vous insèrerez le circuit intégré. Après avoir réalisé de très bonnes soudures à l'aide d'un fer à panne fine, nous vous conseillons de continuer le montage par l'insertion des **résistances** de $\frac{1}{4}$ de **W**. Si vous vous trouvez en difficulté pour en déchiffrer les valeurs en Ω , vous pourrez vous aider d'un multimètre ou bien vous pourrez consulter les tables indiquant le «code des résistances». Comme ce sont des composants non polarisés, montez-les sans respecter le sens d'insertion.

Une fois les résistances soudées sur le circuit imprimé, coupez les longueurs de fils qui dépassent avec une pince coupante (et conservez les chutes, ça peut servir).

Vous pouvez alors insérer les **diodes**, deux types sont présents dans le circuit : les diodes **DS1** à **DS3** sont des **1N4150** et leur boîtier est en verre avec une bande noire comme repère-détrompeur (la bague noire indique la cathode K). Attention : il faut les insérer dans le bon sens.

Pour vous aider vous pourrez regarder la figure 4a, elle indique clairement le sens d'insertion de ces composants. Les diodes **DS4** et **DS5** sont légèrement plus grandes et leur boîtier est tout noir, la bague repère-détrompeur est argentée (elle indique la cathode K). Attention là encore à leur polarité. Continuez avec les **condensateurs électrolytiques** : sur leur boîtier on voit clairement leur valeur de capacité en μF et la polarité (signe - sur le boîtier cylindrique). Poursuivez avec les **condensateurs polyesters**.

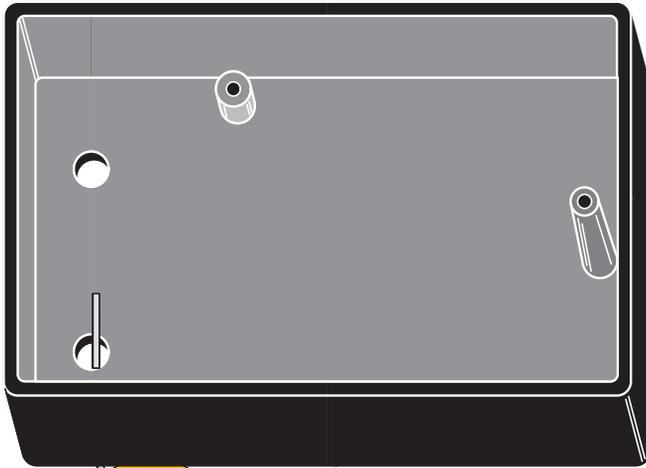


Figure 8 : Insérez ensuite dans les deux trous les fils provenant des capteurs et mettez à la surface une petite quantité de colle-mastic au silicone.



Figure 9 : Posez ensuite les capteurs sur la base du boîtier de telle façon qu'ils adhèrent parfaitement et exercez une légère pression.

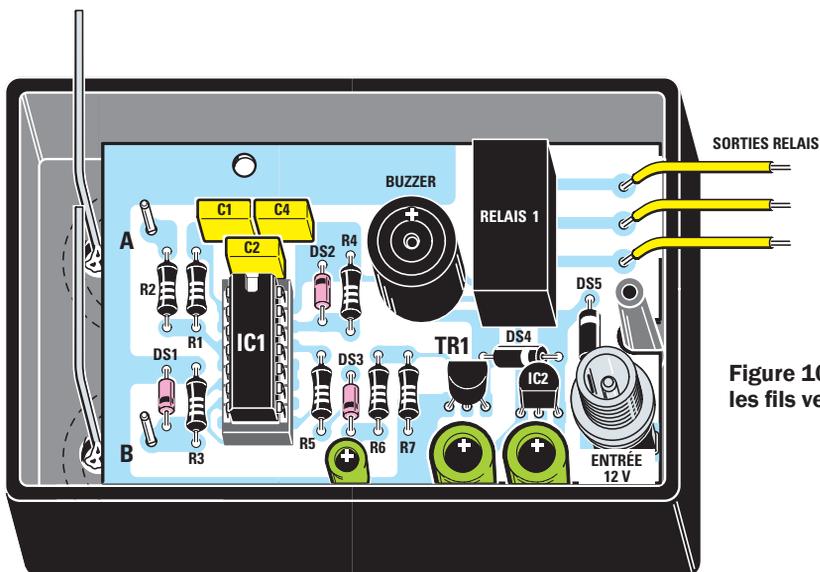
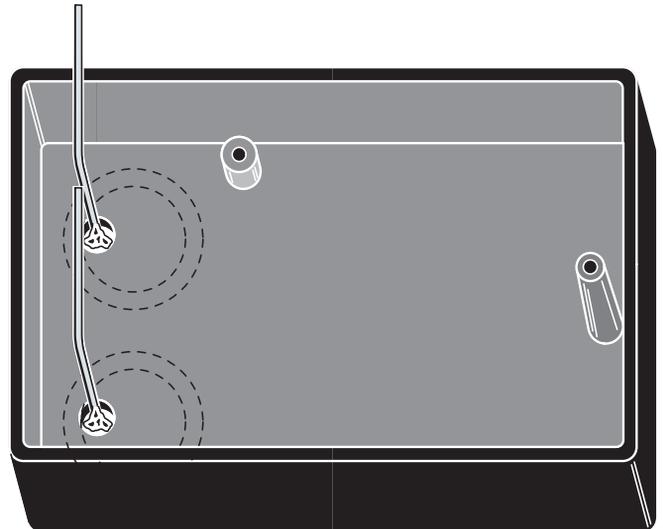


Figure 10 : Posez la platine sur la base du boîtier et pliez les fils venant des capteurs vers l'intérieur du boîtier.

Ces condensateurs sont caractérisés par un boîtier parallélépipédique et, comme ils ne sont pas polarisés, ils peuvent être insérés indifféremment, bien sûr seulement après en avoir déterminé la capacité : celui de **1 nF** a en plus de sa tension de service (ce qui pour nous ici est secondaire) sa capacité indiquée avec les caractères **1n** pour **1 nF** (voir liste des composants).

Le condensateur de **10 nF** a sa capacité indiquée avec les caractères **10n** pour **10 nF** et, enfin, le condensateur de **100 nF** (voir **C4**) peut avoir sa capacité indiquée avec les caractères **100n** ou bien **.1** pour **100 nF**.

Poursuivez le montage par le régulateur de tension **IC2**, dont le boîtier est semblable à celui du transistor **TR1** : c'est pourquoi vous devez faire attention à bien les identifier et à respecter leur sens d'insertion.

Le régulateur de tension devra être inséré avec son méplat orienté vers le relais **1** et le transistor **TR1** avec le sien orienté vers le condensateur **C5**.

Achevez le travail par l'insertion du **buzzer**, ce composant polarisé doit être inséré dans le bon sens : le **positif**, clairement indiqué par le signe **+** présent sur son boîtier, doit être orienté vers l'extérieur du circuit imprimé.

Quant à l'insertion du relais, vous ne pouvez commettre d'erreur, car un lever de doute vous empêche de le monter de manière erronée.

Terminez cette phase en montant le **connecteur d'entrée** pour l'alimentation dont le pôle positif est dans le contact central.

Le montage des capteurs

La première opération à faire pour réaliser le montage des capteurs consiste à souder sur les disques piézoélectriques un morceau de fil (ce peut être une chute de fil de résistance). Comme le montre la figure 6, ce fil est à souder à environ 5 mm du centre du disque et

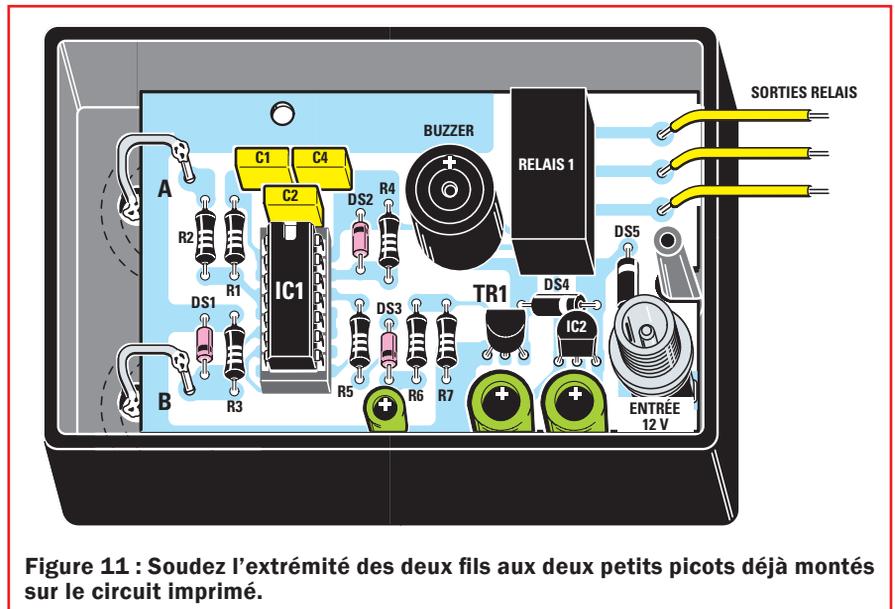


Figure 11 : Soudez l'extrémité des deux fils aux deux petits picots déjà montés sur le circuit imprimé.

à ce propos nous vous suggérons de ne pas exagérer la quantité de tinol déposée.

Une fois cette opération effectuée, les deux disques ainsi préparés devront être fixés, avec une petite quantité de colle-mastic au silicone, à l'extérieur du boîtier plastique après en avoir percé la surface (voir la séquence des figures 7,8 et 9).

Après avoir fixé la platine à l'intérieur du boîtier au moyen de vis autotaraudeuses (voir figure 10), vous pouvez souder les fils venant des disques aux picots que vous avez précédemment soudés sur le circuit imprimé. Pour ce faire vous devez nécessairement les replier en **L**.

Vous pouvez maintenant fermer le boîtier et procéder aux essais du circuit.

Les essais

Pour effectuer ces essais, vous devez alimenter le circuit avec une petite alimentation **12 V** ou bien avec une pile de **9 V**, le pôle positif allant au contact central du connecteur d'alimentation.

En absence d'eau au contact des deux capteurs, le relais et le buzzer doivent rester au repos.

Inversement, si les deux disques piézoélectriques entrent en contact avec un petit film d'eau, immédiatement le relais s'active et le **signal acoustique** venant du buzzer retentit.

Si vous isolez les deux disques piézoélectriques avec un morceau de scotch large (assez pour couvrir la surface des disques tout entière, voir figure 12), vous verrez que le circuit fonctionne tout aussi bien (quand il est mis au contact de l'eau évidemment). Un dernier mot pour vous informer qu'aux contacts du relais on ne peut appliquer une charge consommant plus de **1 A** (pouvoir de coupure 1 A max).

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette alarme anti inondation EN1784 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/116.zip> ◆

Facteur Q : quelques éclaircissements

Dans cette Leçon d'approfondissement, nous désirons revenir sur ce fameux facteur Q : nous examinerons le Quality Factor des composants électroniques – condensateurs et selfs – et celui des circuits résonants.



Une personne faisant de l'électronique en professionnel ou en amateur, comme c'est le cas de la majorité de nos lecteurs – surtout ceux qui opèrent en **RF (Radio Fréquence)** – doit parfois compter avec le **facteur Q (Quality Factor = facteur de qualité)**, terme auquel on attribue les significations les plus diverses, découlant de ces vieilles idées confuses qui habitent certains esprits.

Dans cette petite Leçon d'approfondissement nous avons voulu faire toute – ou presque – la lumière sur ce sujet, en recourant à des exemples simples parfaitement explicatifs de ce phénomène.

Commençons avant tout par distinguer le facteur **Q** des composants électroniques comme les condensateurs et les selfs et le facteur **Q** d'un circuit résonant.

Le Q des composants, condensateurs et selfs

Dans le premier cas, le facteur **Q** est strictement lié aux **facteurs de construction** du composant, comme par exemple

la section du fil, le rapport longueur/diamètre, le type de noyau dans le cas d'une self ou bien le type de diélectrique dans le cas d'un condensateur.

Habituellement le facteur **Q** est donné dans la liste des caractéristiques techniques du composant. Notez que comme sa valeur change avec la fréquence, normalement cette liste indique la valeur la moins favorable.

Le facteur **Q** d'un **condensateur** est exprimé comme le **rapport** de sa **réactance capacitive** et de sa **ESR** (Equivalent Serie Resistance) comme le montre la figure 1. Par exemple, si un condensateur de **100 µF** a une **ESR** de **0,2 Ω** et s'il travaille à une fréquence de **100 Hz**, son **facteur Q** sera égal à :

$$Q = XC : ESR$$

$$XC \Omega = 1 : (6,28 \times F \times C)$$

$$Q = 15,9 : 0,2 = 79,5$$

où :

XC = réactance capacitive exprimée en Ω
ESR = Equivalente Serie Resistance en Ω
6,28 = nombre fixe égal à $2 \times \pi$
F = fréquence exprimée en Hz
C = capacité exprimée en F

Note : nous avons utilisé dans la formule les unités de mesure standard **Hz** et **F**, mais dans la réalité habituellement on travaille en **MHz** et en **pF** ou en **µF**. La formule devient alors :

$$XC \Omega = 159\,000 : (MHz \times pF)$$

ou bien :

$$XC \Omega = 159\,000 : (Hz \times \mu F)$$

Notez que le **facteur Q** est exprimé par un nombre et qu'il est donc une grandeur non dimensionnelle. C'est pourquoi les condensateurs peuvent chauffer pendant leur fonctionnement : l'**ESR** provoque en effet une dissipation de chaleur en fonction des courants qui la traverse. Ce phénomène est souvent rencontré dans les **alimentations à découpage**, car les condensateurs de lissage sont soumis à de forts courants impulsionsnels à des fréquences relativement élevées.

La résistance parasite **ESR** est présente en raison du fait que les composants

sont loin d'être «idéaux», c'est-à-dire «exempts de pertes» et, par conséquent, on cherche à utiliser ceux que caractérise le meilleur facteur **Q** possible.

Le facteur **Q** d'un **bobinage inducteur** est égal au **rapport** entre sa **réactance inductive** et l'**ESR** (voir figure 2).

$$Q = XL : ESR$$

$$XL = 6,28 \times F \times L$$

où :

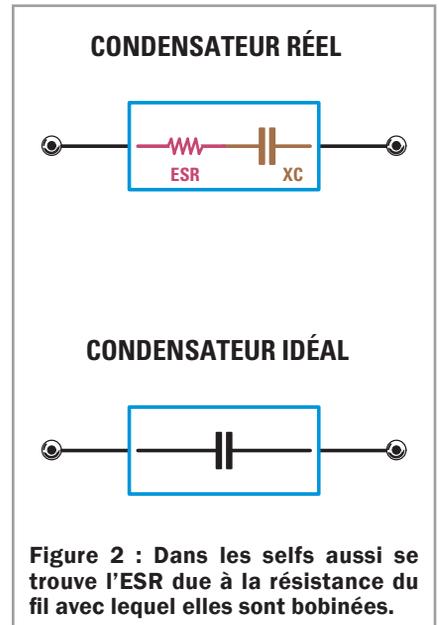
XL = réactance inductive exprimée en Ω
6,28 = nombre fixe égal à $2 \times \pi$
F = fréquence exprimée en Hz
L = inductance exprimée en H

Note : dans ce cas aussi la formule utilise les unités de mesure standard **Hz** et **H**, mais comme dans la réalité habituellement on travaille en **MHz** et en **µH**, la formule devient :

$$XL \Omega = 6,28 \times (MHz \times \mu H)$$

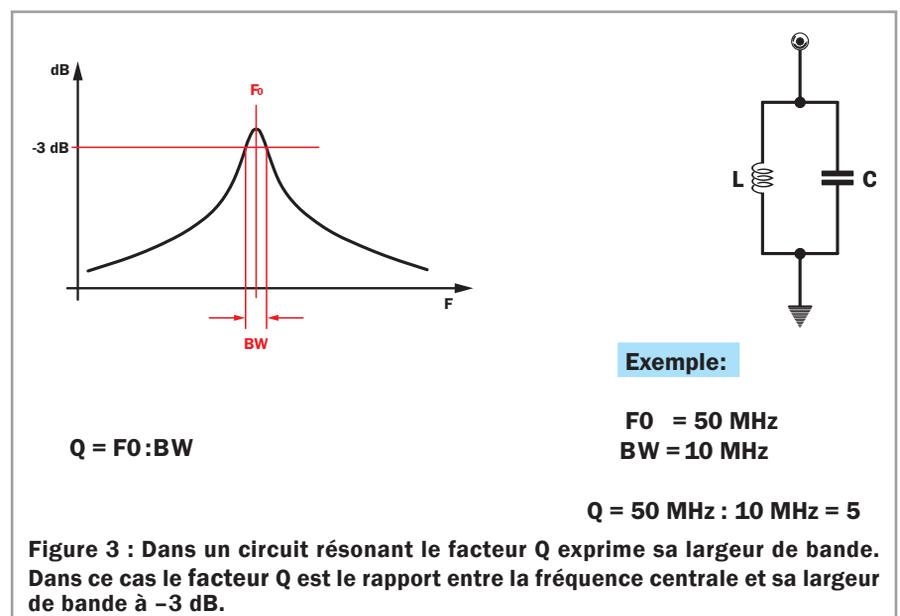
Dans ce cas également l'**ESR** est une résistance de perte due à la résistance ohmique du fil avec lequel l'enroulement est réalisé.

Remarquez qu'en haute fréquence il ne s'agit pas de la résistance qui se mesure avec un multimètre, mais de celle que l'on mesure à la fréquence de travail et sa valeur peut être plus élevée à cause de l'«**effet de peau**».



En effet, les courants ne s'écoulent pas uniformément dans le conducteur mais seulement **en surface**, ce qui réduit «virtuellement» la section effective du conducteur. On préfère parfois recourir à des **noyaux magnétiques** pour la construction des selfs, car on parvient ainsi à obtenir la même valeur d'inductance en bobinant moins de spires et en utilisant moins de fil, avec pour conséquence une réduction de l'**ESR** et un **Q** plus élevé c'est-à-dire meilleur.

Dans le tableau ci-après, nous avons donné les valeurs de certains paramètres des selfs NEOSID dont la valeur Q.



$L \pm 10\%$ (μH)	Q \geq	Fréq. Réson. > (MHz)	$R \leq$ Ω	I max. (mA)
0,1	70	600	0,15	800
0,12	80	560	0,15	800
0,15	80	470	0,2	800
0,18	80	420	0,2	800
0,22	80	380	0,2	800
0,27	80	320	0,25	800
0,33	80	290	0,25	800
0,39	75	260	0,25	800
0,47	75	230	0,3	800
0,56	45	210	0,35	800
0,68	45	185	0,35	800
0,82	45	165	0,4	800
1	55	155	0,25	800
1,2	60	135	0,3	800
1,5	65	115	0,3	800
1,8	65	100	0,3	800
2,2	65	85	0,33	800
2,7	70	75	0,33	800
3,3	55	72	0,35	800
3,9	60	64	0,4	800
4,7	60	58	0,44	750
5,6	65	51	0,46	750
6,8	65	47	0,5	750
8,2	70	41	0,55	750

$L \pm 5\%$ (μH)	Q \geq	Fréq. Réson. > (MHz)	$R \leq$ Ω	I max. (mA)
10	55	38	0,55	700
12	55	32	0,6	680
15	60	27	0,7	620
18	60	23	0,75	580
22	60	20	0,85	560
27	60	18	0,9	540
33	60	16	0,95	520
39	60	14	1,1	500
47	60	12	1,2	480
56	60	9	1,3	460
68	60	8	1,4	440
82	60	7	1,6	400
100	60	6,5	1,8	380
120	60	5,5	2	360
150	60	4,5	2,2	340
180	60	2,8	2,5	320
220	60	2,5	2,8	300
270	60	2,2	3,1	280
330	60	2	3,4	270
390	65	3,5	8	180
470	70	3	9	180
560	70	2,5	10	170
680	70	1,5	11	150
820	70	1,5	12	140

Le facteur Q des circuits résonants

Le sujet relatif aux condensateurs et aux selfs étant terminé, venons-en au **facteur Q** appliqué aux **circuits résonants** de type **parallèle**.

Le facteur **Q** d'un **circuit résonant** est égal au rapport entre sa **fréquence centrale** et sa **largeur de bande** à **-3 dB**. Il fournit une mesure de sa «**sélectivité**» (voir figure 3).

La fréquence de résonance (**F0**) est atteinte quand la réactance capacitive du condensateur **égale** la réactance inductive de la self et cela se produit à une fréquence égale à :

$$F0 = 1 : (6,28 \times \sqrt{L \times C})$$

Le fait que, dans ce cas aussi, les composants ne sont pas «idéaux», c'est-à-dire que leur facteur **Q n'est pas infini**,

implique qu'à la fréquence de résonance le circuit ne se comporte pas exactement comme un circuit «**ouvert**», comme cela devrait être au moins théoriquement, mais présente une résistance parasite **RP** montée virtuellement en parallèle avec les composants (voir figure 5).

La valeur de cette résistance parasite dépend du facteur **Q** de la **self** et a un effet négatif sur le circuit car il en **diminue** la **sélectivité**, alors que le facteur **Q** du **condensateur** reste souvent élevé et peut donc être négligé.

Comme il est utile de connaître par avance la **largeur de bande** que l'on peut attendre d'un circuit résonant parallèle en fonction du facteur **Q** de la self utilisée, nous vous proposons quelques exemples montrant comment la trouver. La valeur de cette résistance parasite est égale à :

$$RP = Q \times XL$$

Par exemple, si nous considérons une **self Neosid** de **10 µH** (voir figure 5),

en consultant les data sheets nous apprenons qu'elle a un **Q** de **55** et par conséquent, si on la fait fonctionner à **10 MHz**, elle aura une **RP** égale à :

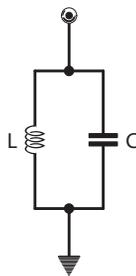
$$RP = 55 \times 628 = 34\,540 \, \Omega$$

Cette résistance «**virtuelle**» influencera le facteur **Q** du circuit résonant en le réduisant : par conséquent la largeur de bande sera plus ample.

Bien sûr un circuit résonant parallèle ne fonctionne jamais seul mais toujours connecté à «quelque chose» qui le soumet à d'autres «charges», comme la résistance d'entrée d'un étage amplificateur ou bien la résistance de sortie d'un générateur. Ces résistances **réduisent** encore le facteur **Q** du circuit résonant.

À ce propos nous vous proposons l'exemple de la figure 6. Il s'agit d'un circuit peu sélectif, mais si nous augmentons la **RS** du générateur à **1 k** nous voyons comment se modifie le facteur **Q** à parité de fréquence centrale (voir la figure 7).

Figure 4 : La résonance a lieu quand la XC et la XL prennent les mêmes valeurs.



Exemple:

$$L=1 \, \mu\text{H}$$

$$C=33 \, \text{pF}$$

$$F0 = 1 : (6,28 \times \sqrt{L \times C}) = 27,71 \, \text{Mhz}$$

Note : pour faciliter les calculs, la formule de la fréquence de résonance peut être modifiée ainsi :

$$F0 \, \text{MHz} = 159,24 : \sqrt{\text{pF} \times \mu\text{H}}$$

Les valeurs de capacité des condensateurs sont ici exprimées en **pF** et celle d'inductance des selfs en **µH**.

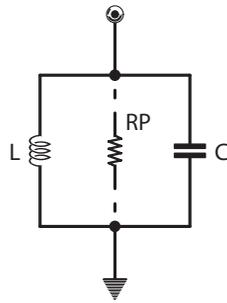
Si nous calculons la **XL** et la **XC** à cette fréquence, nous verrons qu'elles prennent les mêmes valeurs.

$$\text{En effet : } XC \, \Omega = 159\,000 : (\text{MHz} \times \text{pF}) = 159\,000 : (27,71 \times 33) = 173,8$$

$$XL \, \Omega = 6,28 \times (\text{MHz} \times \mu\text{H}) = 6,28 \times (27,71 \times 1) = 174$$

Note : la petite différence entre les valeurs est due aux arrondissements.

Figure 5 : La valeur de la résistance parasite RP dépend du facteur Q.



Exemple :

$$RP = Q \times XL = 55 \times 628 = 34540 \Omega$$

$$L = 10 \mu\text{H Néosid}$$

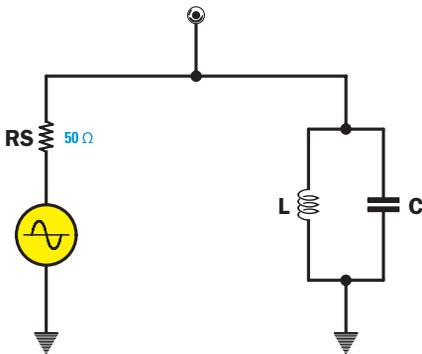
$$Q = 55 \text{ (voir le tableau de la page précédente)}$$

$$C = 25,3 \text{ pF}$$

Dans cet exemple nous avons un circuit résonant à la fréquence de 10 MHz déterminé en appliquant la formule :

$$F_0 \text{ MHz} = 159,24 : \sqrt{\text{pF} \times \mu\text{H}}$$

Ce qui donne avec les valeurs choisies en exemple :
 $159,24 : \sqrt{25,3 \times 10} = 10 \text{ MHz}$



Exemple :

$$L = 0,1 \mu\text{H}$$

$$C = 47 \text{ pF}$$

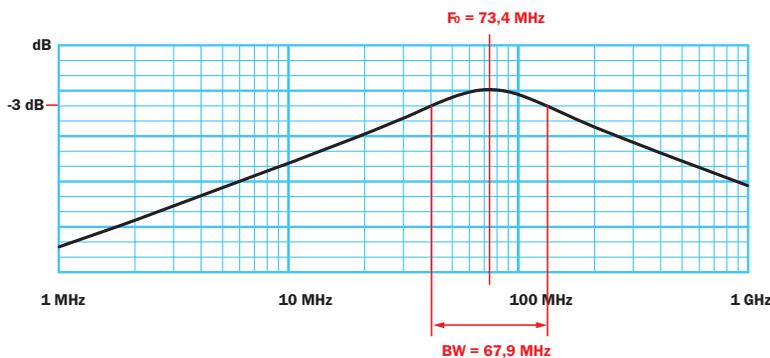
$$F_0 = 73,4 \text{ MHz}$$

$$XL = XC = 46 \Omega$$

Pour connaître le facteur Q de ce circuit et donc sa sélectivité, il faut procéder ainsi :

$$Q = RS : XC = 50 : 46 = 1,08 \quad BW = F_0 : Q = 73,4 \text{ MHz} : 1,08 = 67,9 \text{ MHz}$$

Figure 6 : Comme vous pouvez le déduire du graphique, la résistance de sortie du générateur RS influence le Q du circuit résonant.



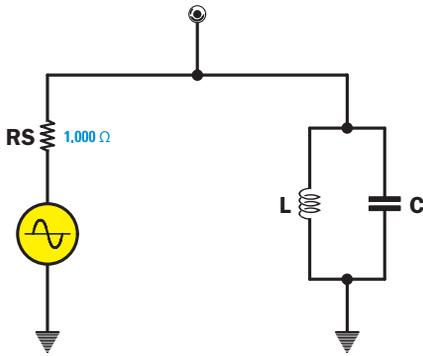
On note que, si la **RS** augmente, le facteur **Q** augmente aussi nettement, ce qui rend le circuit plus sélectif lors même qu'on se sert des mêmes composants **L/C**.

Si on applique au circuit une résistance de «charge», ce que l'on fait toujours, le

Q est réduit car la résistance totale à laquelle il est soumis est donnée par le «parallèle» des deux valeurs, comme le montre l'exemple de la figure 8.

Dans ces conditions le facteur **Q** sera réduit comme dans l'exemple de la figure 9.

Nous pouvons alors dire que la sélectivité et par conséquent le facteur **Q** du circuit résonant (il se nomme dans ce cas «loaded Q», soit **Q** chargé, car on considère aussi la résistance de charge à laquelle le circuit est soumis) dépendent de la valeur de la résistance de



Exemple :

$$L = 0,1 \mu\text{H}$$

$$C = 47 \text{ pF}$$

$$Q = R_S : X_C = 1000 : 46 = 21,7$$

$$BW = 73,4 \text{ MHz} : 21,7 = 3,38 \text{ MHz}$$

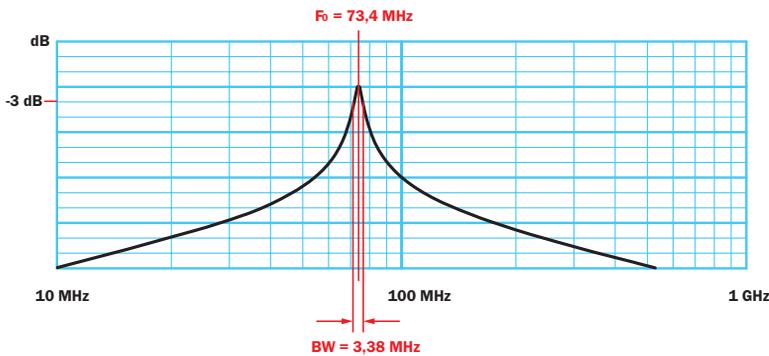
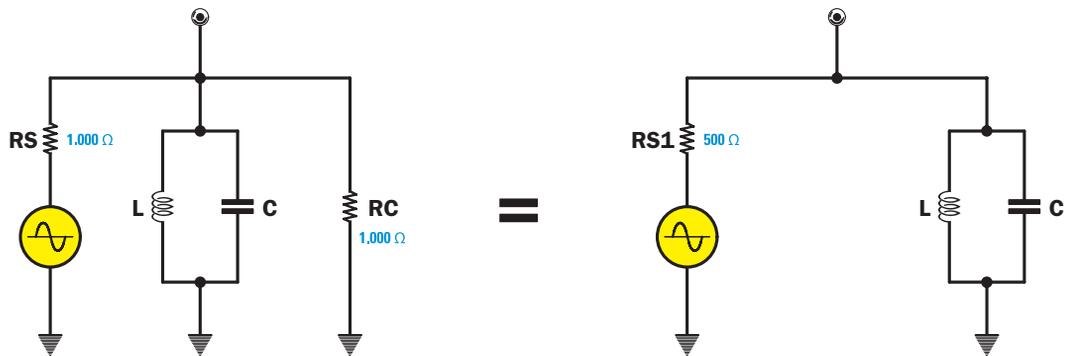


Figure 7 : Par rapport à la figure 6 où la R_S était de 50Ω , si on en porte la valeur à 1 k , nous remarquons une sélectivité plus élevée.

Figure 8 : L'ensemble des deux résistances R_S et R_C peut être considéré comme une unique valeur des deux en parallèle.



Exemple :

$$R_{S1} = (R_S \times R_C) : (R_S + R_C) = (1.000 \times 1.000) : 2.000 = 500 \Omega$$

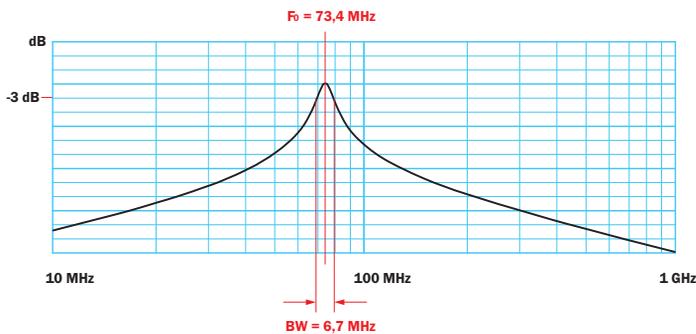
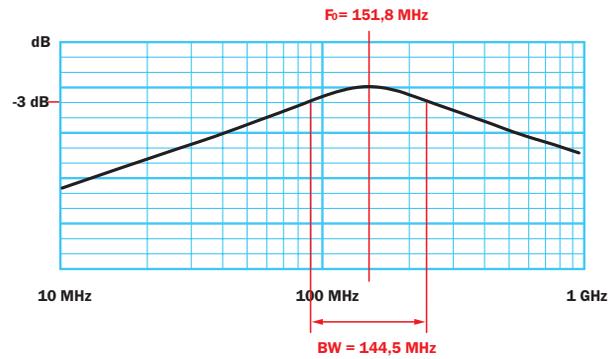
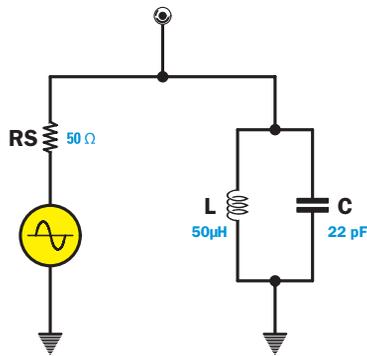


Figure 9 : Dans cet exemple on peut noter comment la présence de la résistance de charge R_C influe sur la sélectivité.

Exemple :

$$Q = R_S : X_C = 500 : 46 = 10,8$$

$$BW = F_0 : Q = 73,4 \text{ MHz} : 10,8 = 6,7 \text{ MHz}$$



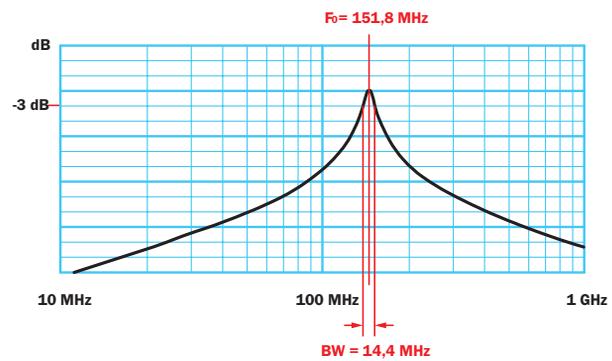
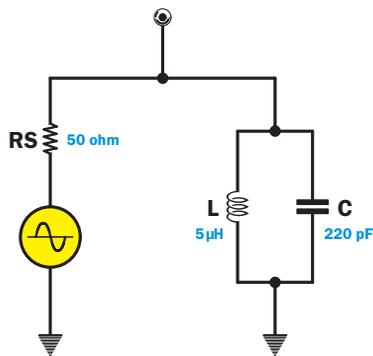
Exemple :

$F_0 = 151,8 \text{ MHz}$

Grande inductance–petite capacité = Q faible

$Q = R_S : X_C = 50 : 47,6 = 1,05$

$BW = F_0 : Q = 151,8 \text{ MHz} : 1,05 = 144,5 \text{ MHz}$



Exemple :

$F_0 = 151,8 \text{ MHz}$

Petite inductance–grande capacité = Q élevé

$Q = R_S : X_C = 50 : 4,76 = 10,51$

$BW = F_0 : Q = 151,8 \text{ MHz} : 10,51 = 14,4 \text{ MHz}$

Figure 10 : Comme vous pouvez le déduire de ces deux exemples, le rapport L/C détermine les diverses sélectivités des circuits.

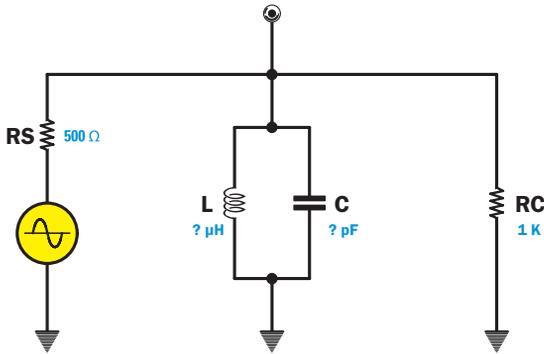


Figure 11 : Cet exemple montre comment on peut calculer les composants L/C de manière à obtenir un circuit résonant avec une largeur de bande déterminée en fonction des valeurs RS et RC. L'exemple continue ci-dessous.

Exemple :

$F_0 = 100 \text{ MHz}$
 $BW = 15 \text{ MHz}$

Le Q du circuit doit être égal à :

$$Q = F_0 : BW$$

$$100 \text{ MHz} : 15 \text{ MHz} = 6,66$$

La résistance totale équivalente RP sera égale au parallèle de la RS avec la RC :

$$R_P = (R_S \times R_C) : (R_S + R_C)$$

$$500 \times 1000 : (500 + 1000) = 333 \text{ ohm}$$

La réactance à la F0 des deux composants L/C est égale à

$$X_L \text{ (ou bien } X_C) = R_P : Q$$

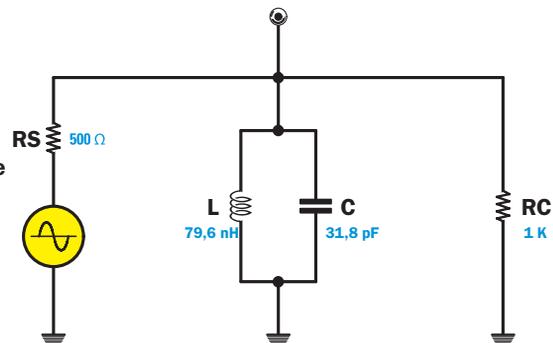
$$333 \Omega : 6,66 = 50 \Omega$$

Les valeurs des composants seront :

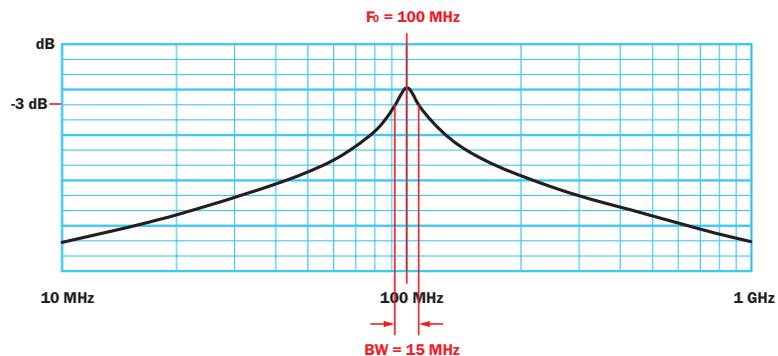
$$L = X_L : (6,28 \times F) = 50 : (6,28 \times 100 \text{ MHz}) = 79,6 \text{ nH}$$

$$C = 1 : (6,28 \times F \times X_C) = 1 : (6,28 \times 100 \text{ MHz} \times 50) = 31,8 \text{ pF}$$

Dans ce cas c'est le facteur Q de l'inductance qui détermine principalement la perte d'insertion du filtre.



Nous poursuivons l'exemple de la figure 11 en montrant comment, une fois les valeurs de XL et XC connues, il est facile de calculer les valeurs de L et de C en fonction de la fréquence de travail, au moyen de la formule ci-dessus.



charge à laquelle le circuit est relié. À parité de fréquence et de résistance de charge appliquée, le rapport L/C d'un circuit résonant détermine aussi la sélectivité comme le montre l'exemple de la figure 10.

Si, inversement, nous voulons obtenir une certaine largeur de bande avec une résistance équivalente de charge connue, nous pouvons procéder comme dans l'exemple de la figure 11 ci-après.

Exemple : nous voulons calculer un circuit résonant à la fréquence de **100 MHz** avec une largeur de bande de **15 MHz** relié à un circuit présentant une résistance de sortie **RS** de **500 Ω** et une résistance de charge **RC** de **1 k**. ♦

Achète et recherche Multimètre analogique Metrix Modèle 462 faire offre au Tél. : 06 83 63 28 11 E-mail. : schneider.audio@noos.fr

Papy à un os sur l'alimentation variable 5v à Z4 V 7 A. du numéro 53 54 Octobre 2003. La R1 100 ??fume. Sur le torique ZX ZZ V couple en parallèle on trouve 24,6 volts est-ce une erreur de ma part ? Merci à vous M. Mathelein Gilbert N° 57 rue Auguste Renoir 17700 Surgères Tél. : 05 46 56 13 08

Recherche pour restaurer ancien récepteur Philips modèle 930A un jeu de lampes comprenant : une B443 deux E438 ou E438B, une 1801, ensemble ou séparément. Faire offre au Tél. : 02 31 92 14 80

Recherche schéma pour TV Mitsubishi Réf. CT-29BFST pour réparation. Paiement des frais M. Cognaud Tél. : 06 15 80 81 65 heures repas.

Achète et recherche Multimètre analogique Metrix Modèle 462 faire offre au Tél. : 03 88 39 98 70

Vends Décca T5440 SAT 450€ - Analyseur de spectre 10 Mhz A 22 Ghz Affichage digital + paramètres rech. Revues Onde magazine de 2005 à 2009 + Maga2 + Electronique pratique. Recherche Manuel + Doc Générateur Adret model 1 Ghz Tél. : 06 07 75 02 40

Achète et recherche Président Lincoln et Jackson 240 canaux même en panne faire offre au Tél. : 03 88 39 98 70

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

Recherche doc. sur gonio aéro ou marine à cadres fixes et affichage relèvement sur tube cathodique, tel gonio marine PLATH décennies 70-80. Espère au moins schéma de principe ou mieux notice technique. Achat ou emprunt (tous frais remboursés, caution éventuelle. Tél. : 02 31 92 14 80

Achète contrôleur de transistor EN1421 Comelec, Testeur de CMOS et TTL EN 1109 Comelec et Revue Radio-Plan + Q mètre + Dipmètre (HEATHKIT) ou autre. M. Braudel rue du parc 53350 St Michel de la Roë

Achète 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 533350 St Michel de la Roë.

Achète recherche appareil même en panne, President Jackson 200 canaux ou 240 canaux faire offre Tél. : 06.83.63.28.11 M. Schneider Y. 4 rue de Freland 67100 Strasbourg

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 Courtage
25 Bd Bouès
13003 Marseille

Distribution
NMPP

Hot Line Technique
0820 820 534 *
du lundi au vendredi de 16 h à 18 h
Web
www.electronique-magazine.com
e-mail
info@electronique-magazine.com
* prix d'un appel local

ELECTRONIQUE
ET LOISIRS
LE MENSUEL DE L'ELECTRONIQUE POUR TOUS

EST RÉALISÉ
EN COLLABORATION AVEC :

ELETRONICA
NUOVA
Electronica In

JMJ éditions
Sarl au capital social de 7800 €
RCS MARSEILLE : 421 860 925
APE 221E
Commission paritaire: 1015T79056
ISSN: 1295-9693
Dépôt légal à parution

I M P O R T A N T

Reproduction, totale ou partielle, par tous moyens et sur tous supports, y compris l'internet, interdite sans accord écrit de l'Editeur. Toute utilisation des articles de ce magazine à des fins de 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.

ANNONCEZ-VOUS !

VOTRE ANNONCE POUR SEULEMENT 2 TIMBRES* À 0,57 € !

LIGNES	TEXTE : 30 CARACTÈRES PAR LIGNE. VEUILLEZ RÉDIGER VOTRE PA EN MAJUSCULES. LAISSEZ UN BLANC ENTRE LES MOTS.
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

*Particuliers : 2 timbres à 0,57 € - Professionnels : La grille : 90,00 € TTC - PA avec photo : + 30,00 € - PA encadrée : + 8,00 €

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville

Toute annonce professionnelle doit être accompagnée de son règlement libellé à l'ordre de JMJ éditions.

Envoyez la grille, avant le 10 précédent le mois de parution, accompagnée de votre règlement à l'adresse:

JMJ/ELECTRONIQUE • Service PA • BP 20025 • 13720 LA BOUILLADISSE



Au sommaire : Générateur DDS UHF banded 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 interphone avec sonnerie - Un thermostat pour ventilateur - Un oscillateur audio - Un générateur d'harmoniques - etc...

7,50 €



Au sommaire : PREMIERE 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 éclairs lumineux. - Un relais activé par la lumière piloté par un thyristor. - Interrupteur crépusculaire piloté par un triac. Un interrupteur crépusculaire La mesure des câbles coaxiaux à l'oscilloscope - Cours: leçon 49 réalisation d'un mesureur TDR de câbles coaxiaux - Etc...

7,50 €



Au sommaire : MINILAB: apprendre l'électronique en se divertissant 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...

7,50 €



Au sommaire : MINILAB: 3ème partie: construction d'un générateur sinusoïdal Interface AUDIO USB - Un audiomètre médical, vous désirez surveiller votre audition ou celle de vos enfants, appareil facile à réaliser que vous pourrez utiliser également comme oscillateur BF. La résonance série et parallèle d'un quartz. Un jeu de lumières animées par les sons. Filtre paramétrique à module JOP. Testeur de réflexes - Afficheur modulaire à 64 caractères - Rétrospective des montages de Noël - Feu virtuel EN1477 - Simulateur d'aube et crépuscule EN1493 - Enregistreur de voix compact EN1524 - Clignotant à LED bleues - Reproducteur de sons sur EPROM 27256 EN1571 - Etc...

7,50 €



Au sommaire : Contrôle de température pour aquarium à cellules de PELTIER - Plein feu sur les LED - MINILAB: stop au larcin et autres indiscretions - Mesurer une tension alternative - Adaptateur fréquence pour multimètre - Purificateur d'air électronique à ionisation négative - Soigner l'acouphène et les vertiges - Charger les batteries avec une dynamo - Jauge de niveau d'eau pour citerne - Oscillateur à quartz et circuit intégré TTL - Diviseur de fréquence numérique - Contrôle de tonalité à un amplificateur opérationnel. Trois préamplificateurs à FET et transistor. Testeur de niveaux logiques pour circuit intégré TTL - Clignotant à quatre LED - Oscillateur à ondes carrées. Etc...

7,50 €



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 - Éclairage à LED pour vélo - VCO simple à double monostable - Qu'est-ce que l'impédance et comment la mesurer. Etc...

7,50 €



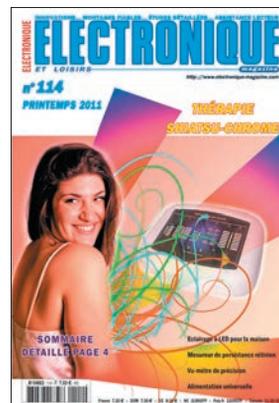
Au sommaire : Amplificateur HI-FI stéréo 200 W à technologie Thermal Trak - Impédances USB - Batteries à rechargement - Tous LED pour une thérapie photo - Supplémentarité électrochimique - Générateur SF pour électrochimie - Atténuateur 0,1 MHz à 1 GHz de 1 à 60 dB - Détecteur électronique de points d'acupuncture - Impédancemètre USB - Barrière à rayons infrarouges - Trois LED pour une thérapie photodynamique, cet appareil peut être utilisé par tout le monde car, c'est bien connu, les rayons infrarouges émis par des LED spéciales ont un effet bénéfique sur l'épiderme Indicateur lumineux à 12 LED - Éclairage à LED pour vélo - VCO simple à double monostable - Qu'est-ce que l'impédance et comment la mesurer. Etc...

7,50 €



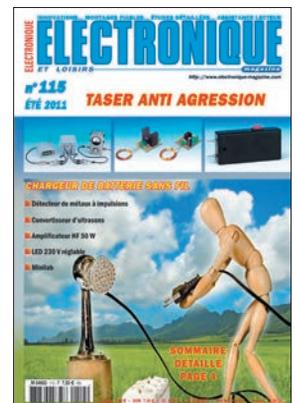
Au sommaire : Détecteur de trois types de champs polluants «électriques, magnétiques et électromagnétiques» Porte-clé sonore pour MINILAB, réalisation et fonctionnement. Avec la commande «Capture» nous explorerons ensemble les signaux électroniques, et nous vous montrerons comment visualiser sur votre 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 Picomètre 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...

7,50 €



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 €



Au sommaire : Chargeur de batterie sans fil, vous pourrez recharger vos batteries au plomb - Détecteur de métaux à impulsions - Taser/dissuadeur anti agression, dispositif délivrant des impulsions à haute tension, portable, il peut être utilisé tant pour mesurer l'immunité de nos appareils électroniques par rapport aux parasites que pour la défense personnelle - MINILAB : Lumières psychédéliciques à LED - Convertisseur d'ultrasons en sons audibles - Doubler la puissance du linéaire RF 88-108 MHz - Un automatisme pour faire face aux coupures de courant, ce montage vous permet de rallumer automatiquement les appareils domestiques mais pas tous en même temps, afin d'éviter le désagrément du black-out à répétition - Luminaire à LED en 230 V réglable par variateur Etc...

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

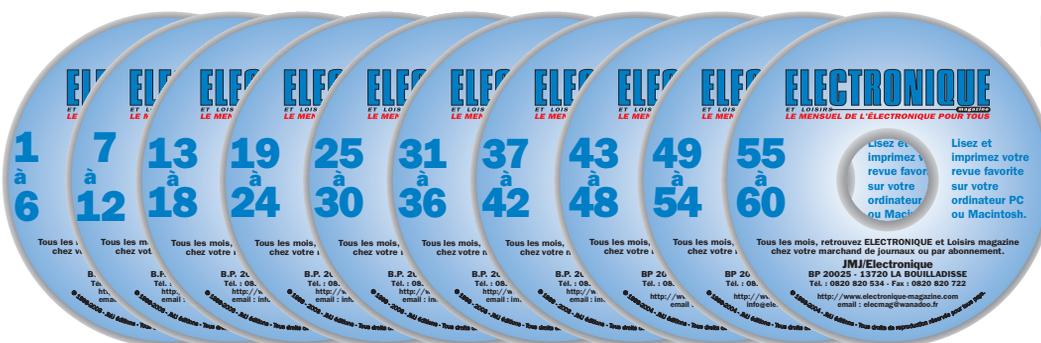


← **COURS**

SOMMAIRE INTERACTIF ENTièrement IMPRIMABLE



Numéros spéciaux 5.50 € l'unité



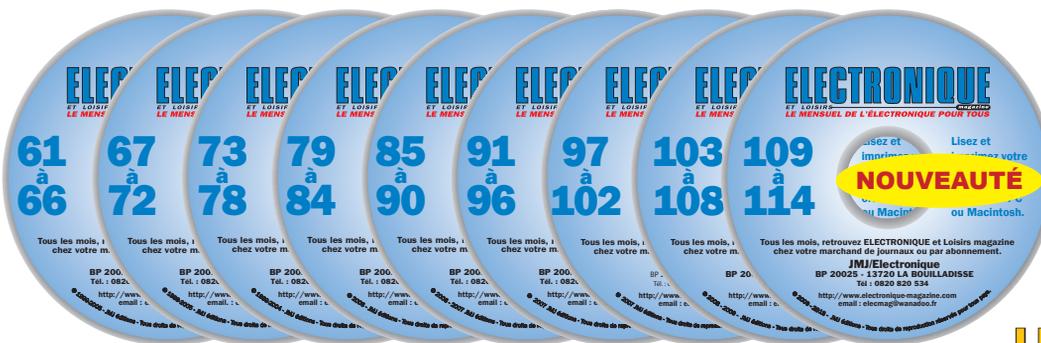
LE CD 6 NUMÉROS 25€

50% DE REMISE POUR NOS ABONNÉS

SUR TOUS LES CD

DES ANCIENS NUMÉROS

6 ou 12 NUMÉROS



LE CD 12 NUMÉROS 45€



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

JMJ/ELECTRONIQUE - B.P. 20025 - 13720 LA BOULLADISSE règlement par Chèque à l'ordre de **JMJ ÉDITIONS**
règlement par Carte Bancaire sur notre site: www.electronique-magazine.com - téléphone : 0820 820 534

À la découverte de l'énergie du futur



229,00 €
KNS14

119,00 €
KNS12

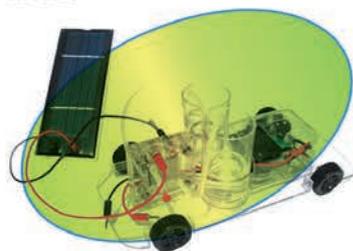


KIT D'EXPÉRIENCES HYDROGÈNE-ÉOLIEN

Ce kit d'expériences hydrogène-éolien vous permet de créer votre propre énergie renouvelable grâce à de l'eau, du vent et une pile à combustible

Apprendre en se divertissant avec ces kits didactiques. Comment utiliser l'énergie du soleil, du vent, de l'eau pour produire le combustible du futur.

65,00 €
KNS10



Voiture à hydrogène

Cette voiture produit son carburant grâce à une pile à combustion et l'électrolyse. Découvrez comment l'oxygène et l'hydrogène se forment dans deux réservoirs. La voiture se conduit elle-même et vire de 90° dès qu'elle rencontre un obstacle.

69,00 €
KNS9



Kit d'expériences à hydrogène

Ce kit montre comment produire et stocker une énergie renouvelable grâce à de l'eau et l'électrolyse. L'énergie produite peut ensuite être utilisée pour alimenter un véhicule ou un appareil électronique.

105,00 €
KNS13



Kit d'expériences à bioénergie

Ce kit offre la dernière version de la pile à combustible et utilise l'éthanol comme carburant. Ce kit produit directement de l'électricité à partir de l'éthanol (alcool) et ceci sans combustion. Éthanol non inclus.

119,00 €
KNS11



Voiture à hydrogène & station-service

Ce bolide du futur vous fait découvrir de façon ludique le monde de l'énergie renouvelable et de la technologie de l'automobile. Le mécanisme intérieur est à admirer à travers les parties transparentes de la carrosserie.