INNOVATIONS... MONTAGES FIABLES... ÉTUDES DÉTAILLÉES... ASSISTANCE LECTEUR

ELECTRONIQUE ET LOISIRS magazine

http://www.electronique-magazine.com

L'ELECTRONIQUE POUR TOUS ELECTRONIQUE n°99

n°99 NOVEMBRE 2007

MAGNÉTOTHÉRAPIE BF 100 GAUSS



INSTALLATION DOMOTIQUE EN BUS CAN MULTI INTERFACES



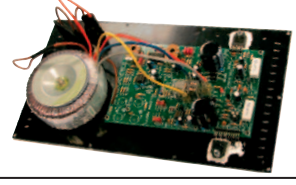
SOMMAIRE DÉTAILLÉ PAGE 3

LAMPE À LED HAUTE LUMINOSITÉ DE 6 W





CAISSON DE GRAVES ACTIF 100 WRMS



ECOUTEZ VOTRE CŒUR AVEC LA HEART RATE VARIABILITY

M 04662 - 99 - F: 5,00 €

France 5,00 € - DOM 5,00 € - CE 5,00 € - Suisse 7,00 FS - MARD 50 DH - Canada 7,50 $C

CENTRAD
la qualité au sommet

«Toujours moins de distorsion et plus de performances avec ces nouveaux générateurs»

Sorties **protégées**
Rapport cyclique variable **continûment**
Offset **indépendant** de l'atténuateur

Distorsion **< 1 %**
Rapport cyclique variable **de 20 à 80%**
Fréquencemètre réciproque **50 MHz**
Visualisation par **LED** des fonctions activées

Distorsion **< 0,1 %,**
Précision **< 0,005 %**
Interface **RS 232** comprise
Rapport cyclique variable de **10 à 90%**
Modulations **AM, FM, FSK, PSK**

NOUVEAU!

GF 467AF



∿ ∿ ⊓ ⊔ ⩘
0,01 Hz à 3 MHz
Vobulation int. lin. et log.
Vobulation ext. VCF ou FM
Ampli. 15 W 405,44 €

GF 266



∿ ∿ ⊓ ⊔ ⩘
11µHz à 12 MHz
Vobulation int. lin. et log.
jusqu'à 1/32.000.000
Affichage sur 4 ou 10 digits
Fréq. ext. 0,8 Hz à 100 MHz 598,00 €

NOUVEAU!

GF 467F



∿ ∿ ⊓ ⊔ ⩘
0,01 Hz à 3 MHz
Vobulation int. lin. et log.
Vobulation ext. VCF ou FM 364,78 €

GF 265



∿ ∿ ⊓ ⊔ ⩘
0,18 Hz à 5 MHz
Vobulation int. lin. et log.
jusqu'à 1/26.000.000
Sorties protégées
Affichage sur 4 ou 9 digits
Fréq. ext. 0,8 Hz à 100 MHz 412,62 €

DC 05



100 pF à 11,111 µF 233,22 €

FRÉQUENCEMÈTRE COMPTEUR
Fréquence, Période, Ratio, compteur et Intervalle

FR 649



Très haute sensibilité
2 entrées 0 à 100 MHz
1 entrée 50 MHz - 2,4 GHz
490,36 €



Prix TTC

BOITES A DECADES R.L.C.

DR 04	1 Ω à 11,110 KΩ	107,64 €
DR 05	1 Ω à 111,110 KΩ	125,58 €
DR 06	1 Ω à 1,111 110 MΩ	142,32 €
DR 07	1 Ω à 11,111 110 MΩ	156,68 €

DL 07



1µH à 11,111 110 H 212,89 €

elc
59, avenue des Romains - 74000 Annecy
Tel +33 (0)4 50 57 30 46 *Fax* +33 (0)4 50 57 45 19
http:// www.elc.fr *courriel* commercial@elc.fr

En vente chez votre fournisseur de composants électroniques ou les spécialistes en Instrumentation.

FRANÇOISE BAUDOUX CRÉATION GRAPHIQUE 08 / 11 / 2006

99 SOMMAIRE 99

Une torche à LED à tout faire..... 05
à microcontrôleur ST7LIGHT09



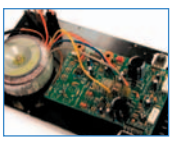
Aujourd'hui, avec la diffusion des LED à haute luminosité, il est possible de réaliser des sources lumineuses à faible consommation. La torche à microcontrôleur que nous vous présentons ici utilise deux groupes de six LED de 500 milliwatts chacune, pilotées en mode PWM, de façon à obtenir une autonomie de fonctionnement élevée. Cette torche peut être utilisée en mode clignotant, ou stroboscopique ou SOS ou encore en mode continu, comme une lampe de poche normale. Offrez-la à un ami jogger ou marcheur ou passionné de "mountain bike" ou de VTT: non seulement vous lui ferez plaisir mais en plus vous lui éviterez des périls mortels.

Un appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss 20
Première partie: étude et réalisation



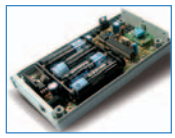
Beaucoup de temps a passé depuis la sortie de notre appareil électromédical de magnétothérapie EN1146 et les patients –tout comme les professionnels de santé– nous ont réclamé un appareil plus universel; voici un montage que nous avons longtemps mûri, afin que vous puissiez réaliser, avec la certitude que cela "marchera" du premier coup, un nouvel appareil plus moderne et plus puissant, plus efficace (il est en effet capable de produire un champ magnétique de 100 gauss), bref professionnel, tout en restant d'un coût très abordable. Ce mois-ci nous allons réaliser l'appareil, le mois prochain nous apprendrons à l'utiliser pour soigner nos maladies.

Un caisson de graves bass-reflex actif de 100 Wrms 34
Première partie: l'électronique



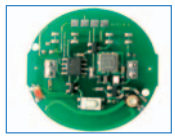
Ce caisson de graves bass-reflex contient un amplificateur de 100 Wrms et un filtre actif (ce filtre passe-bas est réglable): il permettra de remonter les basses fréquences de votre chaîne Hi-Fi. On peut en effet le relier à la sortie préamplifiée de cette dernière ou bien le monter en parallèle avec les enceintes acoustiques; dans tous les cas il s'allume automatiquement en présence d'un signal audio d'au moins 5 mV. Dans la première partie nous analyserons et construirons l'électronique (une grande platine) et dans la seconde nous construirons l'ébénisterie.

Apprenons à écouter notre cœur 46
avec la Heart Rate Variability
Première partie: la théorie de la HRV



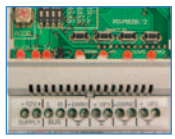
La Heart Rate Variability (HRV) est une méthode permettant de mesurer et d'analyser la variabilité de la fréquence cardiaque (ou nombre de battements par minute), laquelle est d'une extrême importance pour de nombreux domaines d'application comme la cardiologie –bien sûr– mais aussi la psychophysiologie, la psychologie et la psychothérapie, la médecine holiste et celle du sport. Nous allons approfondir –dans ce long article en trois parties– notre connaissance de la HRV et nous réaliserons un appareil simple capable de détecter et d'enregistrer sur SD-Card la durée exacte s'écoulant entre un battement et le suivant. Ensuite, un logiciel analysera les données et fournira d'importantes informations sur notre état psycho-physiologique. Cette première partie est consacrée à l'étude théorique des battements du cœur; la deuxième le sera à la réalisation pratique dudit appareil et la troisième à son logiciel.

Une radiocommande 12 canaux à "rolling code" 57
Troisième partie: analyse du logiciel



Nous terminons ce mois-ci la description de notre système de contrôle à distance à douze canaux avec codage HCS par l'analyse d'aspects importants touchant la sécurité. Pour cela nous vous proposons des expérimentations pratiques de programmation de la télécommande; nous analysons les séquences émises et le programme résident nécessaire pour faire fonctionner le décodeur.

Introduction à la domotique 66
Deuxième Leçon:
Une première installation domotique avec Can-Bus



Nous commençons à utiliser les modules Velbus pour réaliser une petite installation domestique qui nous donnera la possibilité d'approfondir notre connaissance des divers modules et systèmes de programmation manuelle.

Les Petites Annonces 76

L'index des annonceurs se trouve page 76

Le bon d'abonnement 78

ABONNEZ-VOUS À

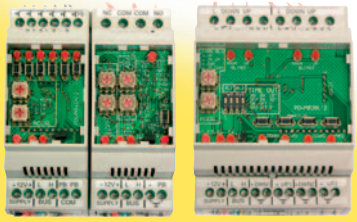
ELECTRONIQUE
ET LOISIRS magazine
LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS

Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 25 Octobre 2007
Crédits Photos: Corel, Futura, Nuova, JMJ

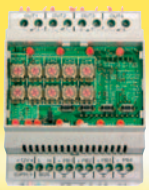
Les projets que nous vous présentons dans ce numéro ont été développés par des bureaux d'études et contrôlés par nos soins, aussi nous vous assurons qu'ils sont tous réalisables et surtout qu'ils fonctionnent parfaitement. L'ensemble des typons des circuits imprimés ainsi que la plupart des programmes 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 000 787 (N° INDIGO : 0,12 € / MM), ou par mail à redaction@electronique-magazine.com

LES KITS DU MOIS... LES KITS DU MOIS

MODULES VELBUS POUR APPLICATIONS DOMOTIQUES EN BUS CAN



Plusieurs modules existent pour configurer l'application en fonction de l'installation.
*Module Relais : VMB1RY Il peut être utilisé comme inverseur ou simple interrupteur et il possède 10 modes d'utilisation différents (double timer, led d'indication d'état etc..) *Module d'entrée à 6 canaux : VMB6IN Ce module peut être utilisé pour la connexion de boutons poussoirs, capteurs de contact pour portes et fenêtres, contacts relais pour détecteurs de mouvement, sorties à collecteur ouvert ... *Module de contrôle pour volets roulants à 2 canaux : VMB2BL Ce module peut être utilisé pour contrôler deux volets roulants électriques et stores. *Module de boutons poussoirs à 8 canaux : VMB8PB Ce module peut être utilisé pour la connexion de boutons poussoirs de tout type.





VMB1RY..... Module 1 relais monté..... 89,00 €
VMB6IN ..... Module 6 canaux monté..... 79,00 €
VMB2BL .... Module volets roulants 2 canaux monté..... 99,00 €
VMB8PB ... Module 8 canaux bouton poussoir monté ..... 40,00 €

RADIOCOMMANDE 12 CANAUX À ROLLING CODE (RX & TX)



Télécommande HF 12 canaux à encodeur HCS301. Idéale pour des applications demandant un niveau de sécurité élevé. Utilisable avec : Récepteur du type AM OOK 433.92 (sauf BC-NBK). Alimentation: batterie 6 ; consommation: 10mA; fréquence: 433.92MHz; canaux: 12; encodeur: HCS301; dimensions: 84,5 x 54 x 10,4mm. Pour la partie récepteur, seul le microcontrôleur est disponible (MF605). Le typon du circuit imprimé ainsi que le fichier exécutable sontt téléchageables sur le site de la revue.

TX-12C.....Télécommande montée ..... 57,00 €
MF605.....Microcontrôleur seul..... 24,00 €

SUBWOFER 100 WRMS



Ce caisson de graves bass-reflex contient un amplificateur de 100 Wrms et un filtre actif (ce filtre passe-bas est réglable) : il permettra de renforcer les basses fréquences de votre chaîne Hi-Fi. On peut en effet le relier à la sortie préamplifiée de cette dernière ou bien le monter en parallèle avec les enceintes acoustiques; dans tous les cas il s'allume automatiquement en présence d'un signal audio d'au moins 5 mV.
Caractéristiques techniques :
système Bass Reflex avec tube ajustable - dimensions réduites grâce au principe de la double enceinte - niveau et réponse de filtre ajustables (Dés)activation automatique - commutateur de phase (0°-180°) - entrées « line level « et « speaker level « pour une compatibilité maximale option « Full range « pour l'utilisation dans un système de haut-parleurs actifs - la disposition avec le compartiment séparé pour l'électronique évite les fuites d'air. Spécifications puissance: 100 Wrms/ 4 ohms (10% THD) - réponse du filtre de fréquence: large: 25 - 110Hz (-6dB) étroit: 18 - 65Hz (-6dB) - haut-parleurs: 2 x 6.5» drivers de 8 ohm sensibilité de l'entrée « line level»: 500mV - iveau d'activation automatique: 5mV - alimentation: 120/230VCA ensemble complet vendu sans le coffret en bois.

EV8077.....Kit complet sans le coffret ..... 140,00 €
EV8077KM....Version montée sans coffret ..... 188,00 €

MAGNÉTOTHÉRAPIE BF DE 5 À 100 GAUSS



Ce nouvel appareil de magnétothérapie basse fréquence (BF) est capable de produire un champ magnétique de 100 gauss dans des fréquences pouvant varier de 5 à 100 Hz au pas de 1 Hz. Anti-inflammatoire - Antiangiogénique Régénération des tissus - Oxygénation des tissus - Accélération de la formation du périoste lors de la consolidation des fractures - Ostéoporose
Caractéristiques techniques :
Alimentation: secteur 230 V 50 Hz - Durée maximale de l'application (réglable): 90 minutes - Fréquences: réglable de 5 à 100 Hz au pas de 1 Hz - Puissance du champ magnétique produit: réglable de 5 à 100 gauss au pas de 1 gauss (avec mesure de l'intensité et de la polarité du champ magnétique) - Afficheur LCD à une ligne de seize caractères - Deux canaux de sortie séparés. Protection contre un courant de sortie excessif (court-circuit en sortie). Protection contre une surtension de sortie si on débranche le solénoïde alors que l'appareil est en fonctionnement. Capteur de champ magnétique à effet Hall pour déterminer la polarité +/– du champ magnétique et son intensité.
Le kit complet comprend le cordon, l'afficheur (EN1681) Le difuseur (MP80) le transformateur (TT12.01) et le boîtier (MO1680).

EN1680..... ....Kit complet avec 1 diffuseur ..... 296,00 €
MP80 ....Diffuseur supplémentaire..... 36,00 €
EN1680KM....Version montée ..... 356,90 €

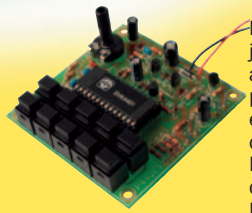
LAMPE À LED BLANCHES HAUTE LUMINOSITÉ DE 6 W



Cette torche à microcontrôleur utilise deux groupes de six LED blanches de 500 mW chacune, pilotées en mode PWM, de façon à obtenir une autonomie de fonctionnement élevée. Cette torche peut être utilisée en mode clignotant, ou stroboscopique ou SOS ou encore en mode continu, comme une lampe de poche normale.
La torche est dotée par défaut de six catadioptres transparents et de six catadioptres rouges. Mais on peut commander des catadioptres verts, bleus et ocre jaune. Il est ainsi possible de composer les couleurs de la torche à volonté. Alimentation 4 piles de 1.5 V type AAA .
Fonctions de la torche à LED: Continue fonction Pulsée - fonction Alternée - fonction Clignotante - fonction Stroboscopique - fonction SOS

EN1676.....Kit complet sans boîtier .....64,30 €
MO1676.....boîtier ..... 21,00 €
EN1676KM....Version montée avec boîtier ..... 109,00 €

GENERATEUR DE BRUITS POUR DISC-JOCKEYS



L'appareil idéal pour les disc-jockeys, pour les jingles de radios libres ou simplement pour attirer l'attention. Il est équipé d'une sortie pour la connexion directe d'un haut-parleur et d'une sortie ligne permettant la connexion d'une table de mixage ou d'un amplificateur. Les effets suivants peuvent être appelés directement au moyen de boutons-poussoirs : Mitrailleuse* Sirène européenne *Fusil phasor *Voiture de course vrombissante *Crissement de pneus *Explosion *Petites musiques : (Wild charge tune) ou (Snake charmers tune) tune * Sirène américaine. Caractéristiques techniques :
Alimentation : 8-10Vcc/100mA ou pile 9V - Sortie de ligne : 1Vrms – Dimension du circuit imprimé 75x75mm – Boîtier recommandé : WCAH2851

EV4401.....Kit vendu sans coffret ni transfo ..... 30,50 €
EV4401KM....Version montée sans coffret ni transfo .....45,70 €
WCAH2851....Coffret pour EV4401.....4,90 €

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

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

COMELEC CD 908 - 13720 BELCODENE www.comelec.fr
Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95
DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE 96 PAGES ILLUSTRÉES AVEC LES CARACTÉRISTIQUES DE TOUS LES KITS
Expéditions dans toute la France.Moins de 5 Kg : port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. Bons administratifs acceptés. De nombreux kits sont disponibles, envoyez nous votre adresse et cinq timbres, nous vous ferons parvenir notre catalogue général de 96 pages.

EN1676

Une torche à LED

à tout faire à microcontrôleur

ST7LIGHT09

Aujourd'hui, avec la diffusion des LED à haute luminosité, il est possible de réaliser des sources lumineuses à faible consommation. La torche à microcontrôleur que nous vous présentons ici utilise deux groupes de six LED de 500 milliwatts chacune, pilotées en mode PWM, de façon à obtenir une autonomie de fonctionnement élevée. Cette torche peut être utilisée en mode clignotant, ou stroboscopique ou SOS ou encore en mode continu, comme une lampe de poche normale. Offrez-la à un ami jogger ou marcheur ou passionné de "mountain bike" ou de VTT : non seulement vous lui ferez plaisir mais en plus vous lui éviterez des périls mortels.



Si par curiosité vous regardez bien attentivement les vélos circulant le soir sur les routes, vous verrez que sur beaucoup d'entre eux le feu arrière ne fonctionne pas ... quand il y en a un ! Les cyclistes qui "chevauchent" ces bicyclettes ne se rendent pas compte qu'ils ne sont pas vus des automobilistes et qu'ils risquent ainsi leur vie, même à la tombée de la nuit, "entre chien et loup", lorsqu'il ne fait pas encore tout à fait noir. D'ailleurs, au volant de votre voiture à une telle heure, il vous est certainement arrivé de "manquer" de peu un de ces cyclistes imprudents vu au dernier moment.

Eh bien c'est cette considération désabusée – mais réaliste – qui a poussé l'un de nos lecteurs, ayant suivi notre cours sur le ST7 Lite 09, à réaliser une application fort intéressante et que nous vous proposons dans cet article.

Quant à nous, nous avons réalisé la partie matérielle du montage et inséré dans le logiciel reçu les commentaires des instructions : ainsi, même les moins férus d'entre vous pourront en comprendre facilement le fonctionnement et le modifier, s'ils veulent l'adapter à leurs attentes particulières.

Quelques applications de la torche à LED à haute luminosité



Mountain-bike



Camping



Travail de nuit



Patineurs



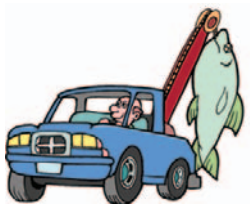
Automobilistes



Promeneurs nocturnes



Sportifs



Convois exceptionnels



Divers

Nous donnons ci-dessus quelques unes des multiples applications auxquelles nous avons songé en concevant notre torche à LED à haute luminosité.

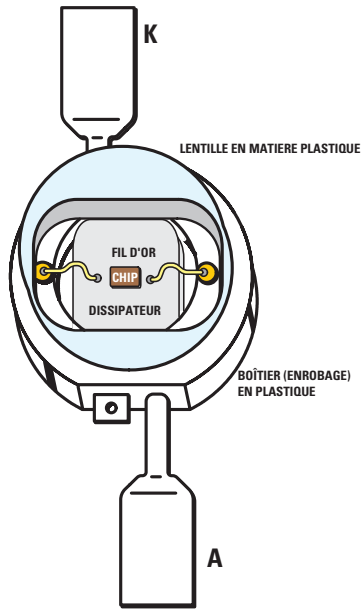


Figure 1 : Dessin agrandi d'une LED de puissance. De par leur haute efficacité ces LED peuvent maintenant être utilisées pour l'éclairage, domaine dans lequel, à luminosité égale, elles permettent de substantielles économies d'énergie.

Mais l'appareil ne se limite pas au cyclisme, un coureur à pied ("jogger") court (c'est le cas de le dire !) les mêmes risques s'il s'entraîne à la tombée de la nuit sur les routes également fréquentées par les voitures. La torche multifonction que nous vous proposons de construire, légère et consommant peu, s'accroche facilement aux vêtements (au bras, à la jambe, à la ceinture ...) du sportif ou simplement du piéton qui, pour rentrer chez lui à la descente du bus ou du train, doit marcher un moment sur une route peu ou pas éclairée. Et n'oublions pas l'automobiliste (le caravanier, le camionneur ...) lui-même.

Il peut en effet s'avérer très utile de disposer la nuit d'une lampe à lumière rouge clignotante, bien visible à grande distance, en cas d'immobilisation intempestive du véhicule sur le bord de la route.

Pour la marche en montagne en famille, songez à tout l'intérêt qu'il peut y avoir à doter le gamin d'un tel appareil afin de toujours voir où il se trouve sur le sentier emprunté. Bien sûr pas en plein soleil, mais bien au retour de la promenade le soir ou au passage d'un bois dense.

A vrai dire les circonstances dans lesquelles on a besoin d'être vu pour

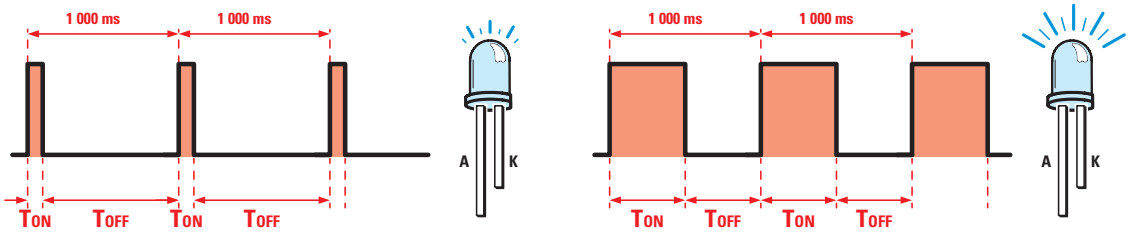


Figure 2 : En mode PWM il est possible de piloter les LED avec des impulsions de courant très élevées ; un tel courant ne saurait être maintenu en continu. Cela permet de réduire la valeur de la résistance montée en série avec la LED et cela permet de transférer une plus grande quantité d'énergie fournie par la pile en énergie lumineuse. En faisant varier le rapport cyclique de l'impulsion, c'est-à-dire le rapport T/on-T/off, on peut régler la luminosité de la torche.

La lumière électronique qui aide à économiser l'énergie

Vous avez certainement remarqué que dans de nombreux dispositifs d'éclairage, comme les feux arrières des voitures modernes, ou bien les spots de cuisine ou de salle de bain, les groupes de LED à haute luminosité supplantent désormais les anciennes lampes à incandescence, avec l'énorme avantage de la fiabilité et de l'économie d'énergie.

Mais ce n'est que la partie émergée de l'iceberg : le phénomène se développe de plus en plus au point de révolutionner de fond en comble la technologie de l'éclairage ; il n'est peut-être pas exagéré de le comparer au passage – au XIXe siècle – du bec de gaz à l'ampoule à filament.

A la base de cette innovation technologique il y a l'obsolescence de la vieille lampe à incandescence utilisée dans les maisons : elle est obsolète car son rendement lumineux est assez faible (près de 90% de l'énergie électrique consommée est dispersée par effet Joule, c'est-à-dire en chaleur, rayonnement invisible). Plus encore, au fil du temps le filament s'évapore dans l'ampoule, ce qui réduit davantage l'efficacité lumineuse et limite la durée de vie de la lampe (un millier d'heures). La quantité de lumière émise par une source lumineuse s'exprime en lumen, la puissance électrique consommée en watt. Si on fait le rapport entre l'intensité de la lumière émise par l'ampoule et la puissance électrique consommée, on obtient son efficacité, justement exprimée en lumen/watt. L'efficacité d'une lampe à incandescence ne dépasse généralement pas 20 lumens/watt, contre 25 lumens/watt pour une ampoule halogène et 90 lumens/watt pour une ampoule ou tube fluorescent. En ce qui concerne la durée de vie de ces lampes, une à incandescence tourne autour de 1 000 heures, une halogène autour de 3 000 heures et une fluorescente 10 000.

Aujourd'hui la technologie des semiconducteurs permet de fabriquer des LED à haute luminosité capables de fournir une intensité lumineuse de 40/60 lumens/watt, avec une durée de fonctionnement pouvant atteindre 100 000 heures en conditions optimales de fonctionnement. Le secret de cette forte efficacité lumineuse et de cette extraordinaire longévité tient au fait que la LED produit une lumière froide ; en effet la dispersion thermique est pratiquement nulle. La plus grande partie de l'énergie électrique consommée est donc transformée en radiation lumineuse et cette caractéristique est déterminante en terme d'économie d'énergie car elle permet de



réduire drastiquement la consommation d'électricité destinée à l'éclairage. On a calculé que si en Europe même seulement 30% des sources lumineuses traditionnelles étaient constituées de semiconducteurs, on pourrait épargner une quantité d'énergie électrique égale à 35 TeraWatt/h chaque année (1 Tera = mille milliards), soit l'équivalent de l'énergie fournie par sept centrales électriques de grande puissance. On éviterait ainsi d'envoyer dans l'atmosphère environ 25 millions de tonnes de CO2 par an : quel bienfait pour l'environnement, on l'imagine aisément !

Bref, avec la progression des techniques de construction, ces dispositifs égaleront un jour en efficacité les ampoules fluorescentes, par rapport auxquelles ils ont pour avantages un allumage instantané, une grande robustesse et une remarquable fiabilité de fonctionnement, même sous des températures de l'ordre de –40 °C. Sans compter les autres avantages, parmi lesquels nous ne donnons ci-dessous que les plus intéressants :

- Sécurité : en effet, elles sont alimentées en basse tension (12 ou 24 V).
- Absence de pollution : à la différence des ampoules à incandescence, en effet, les LED ne contiennent ni gaz ni mercure et elles n'occasionnent pas d'interférences RF.
- Résistance : outre leur longue durée de vie, elles sont insensibles à l'humidité comme aux vibrations et ne nécessitent aucune manutention.
- Rendement lumineux : allumage instantané, émission de lumière propre, c'est-à-dire exempte d'IR (Infrarouges) et d'UV (Ultraviolets), couleurs saturées et brillantes.

Ces caractéristiques, ajoutées à une consommation très réduite, font de ce composant un élément important pour une utilisation intelligente de l'énergie et un acteur de premier plan pour l'éclairage du futur.

ne pas être heurté ou fauché sont fort nombreuses et la planche donnée par la page suivante en fournit quelques exemples ... mais nous sommes certains que vous en trouverez d'autres.

Notre réalisation

Féru de programmation du ST7 Lite, notre lecteur a donc conçu la torche multi utilisation, gérée par microcontrôleur et dotée de nombreuses fonctions, que cet article vous présente.

Et tout d'abord, à la place de l'ampoule halogène habituellement utilisée dans les torches électriques à piles, nous trouvons ici un groupe optique formé de deux rangs de six LED blanches à haute luminosité et d'une puissance de 500 milliwatts chacune, pilotées en mode intermittent par le signal PWM (Pulse Width Modulation) produit par le microcontrôleur, comme le montre la figure 2.

Cette solution est particulièrement intéressante, car elle permet d'obtenir une efficacité lumineuse très élevée tout en économisant drastiquement l'énergie électrique consommée (les piles), ce qui autorise une bonne autonomie de la torche.

Aux deux lignes de LED blanches peuvent être appliqués de minuscules capuchons réfringents de différentes couleurs (des catadioptres) en fonction de l'application envisagée pour la torche.

Ces deux lignes de LED ne peuvent pas être pilotées ensemble, elles sont activées séparément par un inverseur à glissière grâce auquel il est possible de choisir laquelle des deux allumer.

Le microcontrôleur est d'autre part mis à profit pour réaliser des fonctions intéressantes d'activation des LED, voici ces fonctions :

Bref historique

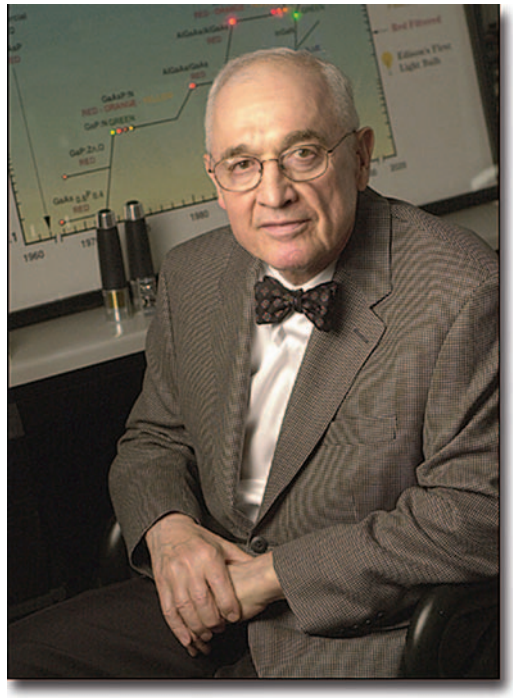
Découverte en 1962 par Nick Holonyak, le créateur américain du premier laser à semiconducteur en lumière visible et auteur de recherches fondamentales dans ce domaine des semiconducteurs, justement, la LED ou Light Emittent Diode (Diode Emettrice de Lumière ou Diode Electro-Luminescente, en français on devrait écrire l'acronyme DEL) utilise les propriétés du silicium lequel, dans des conditions particulières, est en mesure d'émettre de la lumière.

Pour réaliser une LED (inutile de dire "diode LED", le D signifie déjà diode) on part, comme pour une simple diode redresseuse, d'une fine lamelle de silicium à l'intérieur de laquelle on produit, par dopage au moyen d'impuretés spéciales, une jonction PN. Quand on applique aux extrémités de la diode ainsi obtenue une tension de polarisation directe, dès que la tension dépasse la valeur de seuil, la diode entre en conduction et le courant qui la traverse provoque à l'intérieur une série de recombinaisons entre les charges électriques produites par le dopage du semiconducteur, c'est-à-dire entre les électrons présents dans la zone N et les lacunes présentes dans la zone P.

La différence entre la LED et une simple diode redresseuse est que pour la LED le dopage de la jonction est réalisé de telle manière que la recombinaison d'un électron et d'une lacune, au lieu de produire de l'énergie thermique dissipée au sein de la jonction, donne lieu à l'émission d'un photon, c'est-à-dire d'une radiation lumineuse qui, grâce à la faible épaisseur de la lame de silicium, peut se répandre sous forme de lumière.

La longueur d'onde de la lumière émise et la tension de la LED dépendent de la différence les niveaux énergétiques des électrons et des lacunes et donc du type d'impureté utilisée pour le dopage. Les premières LED produites au niveau industriel font leur apparition en 1969 et elles sont constituées d'un substrat en Arséniure de Gallium et d'une couche d'Arséniure de Gallium-Phosphore qui leur donnent leur caractéristique d'émettre une lumière de couleur rouge. Depuis lors on s'en sert de voyant lumineux de signalisation en face avant des boîtiers protégeant les montages électroniques, ou bien pour la réalisation des afficheurs à sept segments ou autres dispositifs optoélectroniques : avec les transistors et les circuits intégrés, les LED deviennent ainsi les fleurons de la "nouvelle" technologie à semiconducteurs.

Les années suivantes (1970-74) la production de ces composants connaît une forte augmentation et les LED oranges, jaunes et vertes font leur apparition. Dans les années 80, la technologie met surtout l'accent sur une amélioration de la puissance lumineuse : il faut dire qu'à l'origine elle est faible et qu'elle limite beaucoup le champ



des applications possibles. On devra cependant attendre les années 90 pour assister à un saut qualitatif et par conséquent à l'entrée des LED dans le domaine de l'éclairage, entre autres. On emploie à ce moment-là de nouvelles substances pour le dopage des semiconducteurs et cela permet de fabriquer des LED de diverses couleurs et dotées d'une très haute efficacité lumineuse.

Avec le Nitrure de Gallium on arrive à produire les premiers exemplaires de LED à lumière bleue ; combinée avec les rouges et les vertes elle permet d'obtenir n'importe quelle variation chromatique et surtout la lumière blanche, indispensable pour la réalisation d'afficheurs à sept segments à haute luminosité et de dispositifs d'éclairage. Une caractéristique vaut la peine d'être soulignée : la lumière blanche de la LED, à la différence de celle produite par une ampoule à incandescence, ou même d'une ampoule ou d'un tube fluorescent, est complètement propre, sans parasites infrarouges ou ultraviolets. Cela la rend extrêmement intéressante chaque fois qu'on a besoin d'une lumière à faible impact environnemental, comme par exemple dans les musées ou les sites archéologiques (peintures rupestres). Aujourd'hui la technologie moderne des semiconducteurs propose des LED de puissance élevée et à haute efficacité lumineuse, en mesure de couvrir le domaine de la lumière visible aussi bien que des parties spécifiques du spectre lumineux (infrarouge ou ultraviolet), ce qui augmente d'autant le nombre déjà grand des utilisations envisageables.

- fonction Continue avec laquelle la ligne de LED sélectionnée est activée en mode PWM pour un effet de lumière ambiante. Cette fonction est efficace pour illuminer avec une lumière diffuse un environnement de petites dimensions, comme une tente de camping ou un camping-car, avec une consommation très réduite au niveau des piles ;
- fonction Pulsée qui permet d'utiliser la torche en fonctionnement manuel : on allume et éteint une ligne de LED avec un poussoir et on crée ainsi une lumière "hachée", cette série de signaux lumineux pouvant être codée à volonté pour transmettre différents types de messages (vous le ferez en Morse probablement mais vous pouvez utiliser d'autres codes) ;
- fonction Alternée, dans laquelle les six LED de la ligne sélectionnée sont allumées alternativement trois à la fois, ce qui crée un effet lumineux bien visible à distance : fort utile quand on doit signaler un obstacle alors que la visibilité est faible (brume ou brouillard, nuit, etc.). La fréquence de l'alternance peut être réglée entre 2,5 cycles par seconde et 7 cycles par seconde environ ;

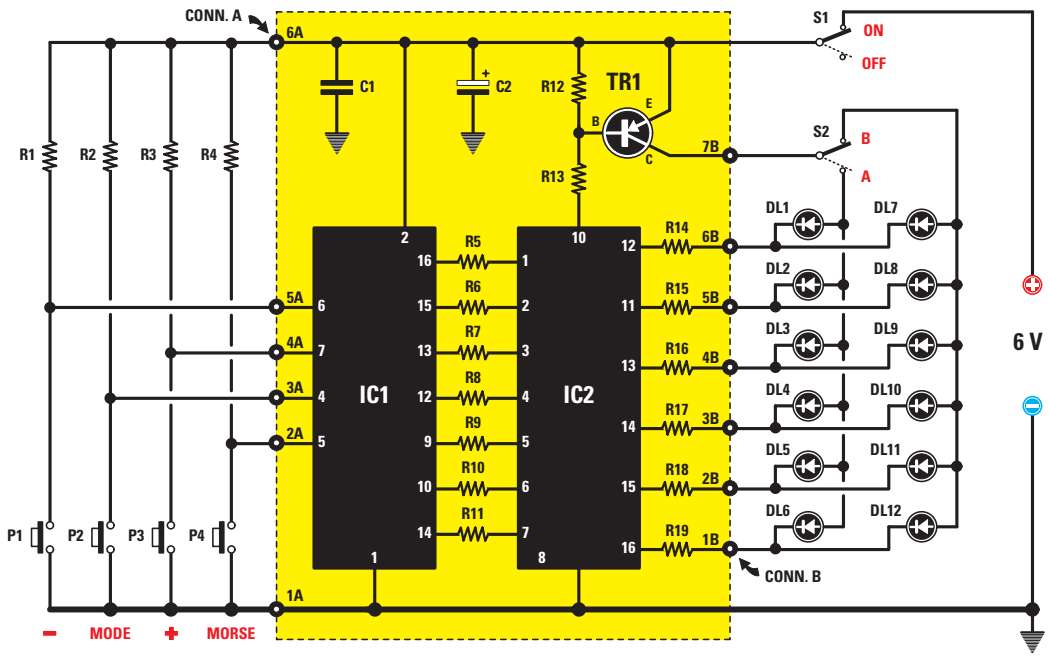


Figure 3 : Schéma électrique de la torche à LED.

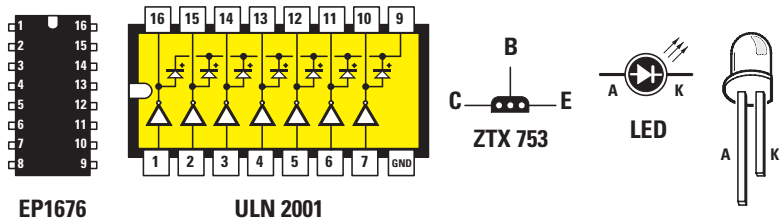


Figure 4 : Brochages du microcontrôleur ST7-EP1676 déjà programmé en usine et du circuit intégré ULN2001 vus de dessus et repère-détrompeur en U respectivement vers le haut et vers la gauche ; du transistor ZTX753 vu de dessous et de la LED vue de face.

Note : dans la liste des composants ci-dessous les composants assortis d'un astérisque vont sur le circuit imprimé EN1676B.

Liste des composants EN1676A et EN1676B

*R1.....10 k
*R2 .....10 k
*R3 .....10 k
*R4 .....10 k
R5 .....4,7 k
R6 .....4,7 k
R7 .....4,7 k
R8 .....4,7 k
R9 .....4,7 k
R10 ....4,7 k
R11 ....4,7 k
R12 ....4,7 k
R13 470
R14 22
R15 22
R16 22
R17 22
R18 22
R19 22

C1.....100 nF polyester
C2.....100 µF électrolytique

*DL1 ....LED flash
[...]
*DL12 ..LED flash

IC1.....ST7Lite09-EP1676 déjà programmé en usine
IC2.....ULN2001A

TR1.....PNP ZTX753

*P1.....poussoir
*P2.....poussoir
*P3.....poussoir
*P4.....poussoir
*S1.....inverseur 2 positions
*S2.....inverseur 2 positions

- fonction Clignotante qui allume par intermittence une série de six LED, par exemple de couleur ocre jaune, à utiliser en cas d'arrêt d'urgence. Peut être réglée entre 0,5 cycle par seconde et 2 cycles par seconde environ ;

- fonction Strobo qui produit le clignotement très rapide d'une série de six LED, de façon à réaliser le fameux effet stroboscopique, réglable entre 9 impulsions par seconde et 30 impulsions par seconde environ ;

- fonction SOS qui prévoit d'émettre automatiquement sous forme de clignotant Morse le classique message S.O.S., formé de la succession de trois impulsions brèves (trois "points" ti ti ti) suivies de trois longues (trois "traits" ta ta ta) suivies à nouveau de trois brèves. Ce qui fait ... – – – ... Le message est répété en continu automatiquement et sa fréquence est elle aussi réglable entre un minimum et un maximum.

La torche est dotée par défaut de six catadioptres transparents et de six catadioptres rouges.

Mais on peut commander des catadioptres verts, bleus et ocre jaune. Il est ainsi possible de composer les couleurs de la torche à volonté.

Le schéma électrique

Comme le montre le schéma électrique de la torche, figure 3, le circuit est très simple. Avant de poursuivre nos explications, récapitulons brièvement son fonctionnement. La torche est constituée de deux groupes de LED, chaque groupe comportant six LED blanches de 500 mW chacune, voir DL1-DL6 et DL7-DL12.

Si vous souhaitez utiliser la torche pour l'éclairage ambiant, vous devez insérer dans un groupe de six LED blanches les catadioptres transparents ; pour l'éclairage arrière des véhicules qui en sont dépourvus (par exemple les "mountain bikes") vous pouvez utiliser les six catadioptres rouges. Si en revanche on insère sur les LED les catadioptres ocre jaune, à commander à part, rappelons-le, on a constitué une torche clignotante de signalisation d'urgence.

Chacun des deux groupes de LED est activable séparément au moyen de l'inverseur à glissière S2. Une fois la couleur de la torche choisie, en pressant le poussoir Mode vous pouvez sélectionner la fonction désirée parmi les six suivantes :

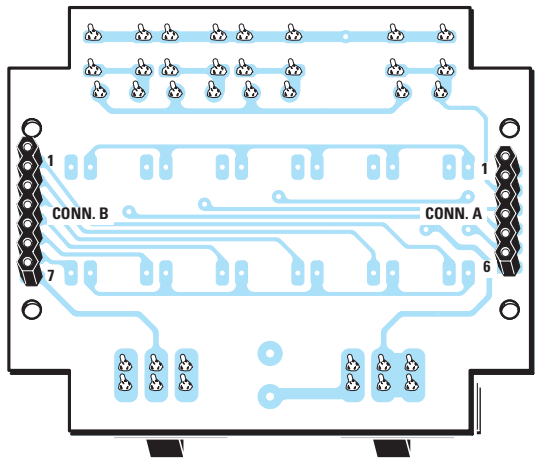
Continue
Pulsée
Alternée
Clignotante
Stroboscopique
SOS

Note : à la mise sous tension, la torche se met par défaut automatiquement sur la fonction Continue et sur une valeur de luminosité légèrement inférieure à la valeur maximale.

A partir de la fonction Continue, en pressant et relâchant plusieurs fois les touches + et –, vous pouvez modifier l'intensité de la lumière émise par la torche en faisant varier le rapport cyclique du signal PWM (Pulse Width Modulation) appliqué aux LED (voir figure 2).

Note : pour faire varier la luminosité il ne suffit pas de simplement presser et maintenir pressée l'une des touches + et – mais vous devez presser et relâcher la touche à chaque fois.

Ainsi, si vous n'avez pas besoin d'utiliser un signal lumineux très intense, en réduisant le rapport cyclique de la tension appliquée aux LED, vous pourrez diminuer la luminosité et économiser considérablement l'énergie des piles.



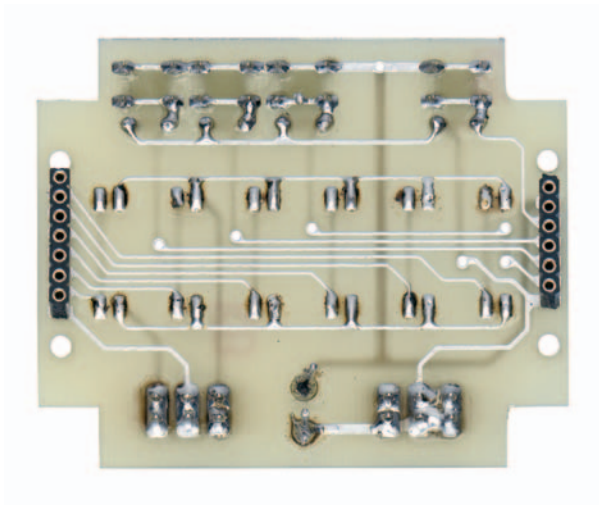


Figure 5a : Schéma d'implantation des composants et photo d'un des prototypes de la platine des LED EN1676A, côté soudures où ne sont montés que les deux connecteurs recevant ensuite l'autre platine. CONN A comporte six pôles et CONN B sept.

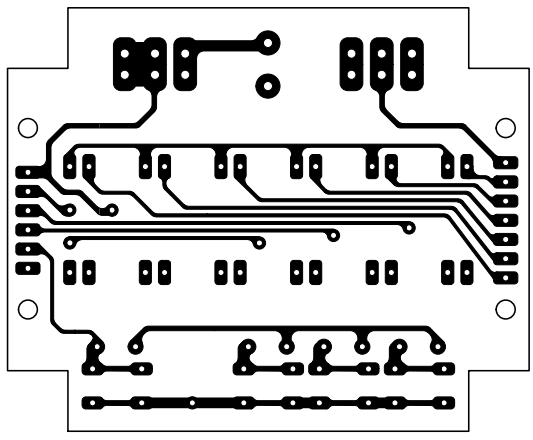
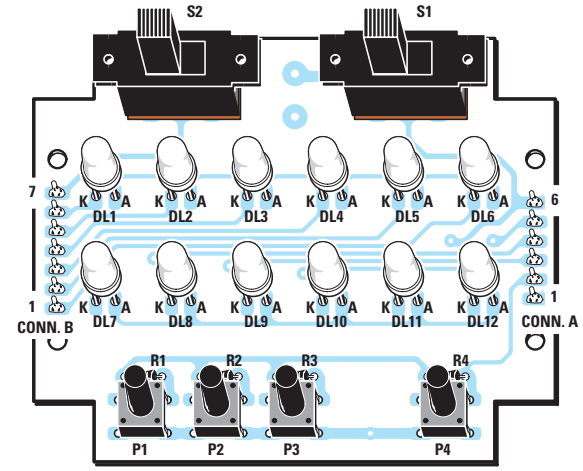


Figure 5b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine des LED EN1676A, côté soudures.



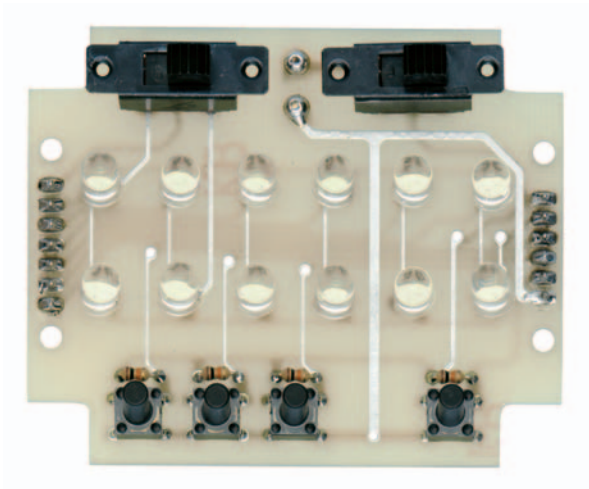


Figure 6a : Schéma d'implantation des composants et photo d'un des prototypes de la platine des LED EN1676A, côté composants où sont montés en haut l'interrupteur M/A S1 et le sélecteur de couleur S2 et en bas les quatre poussoirs –, Mode, + et Morse.

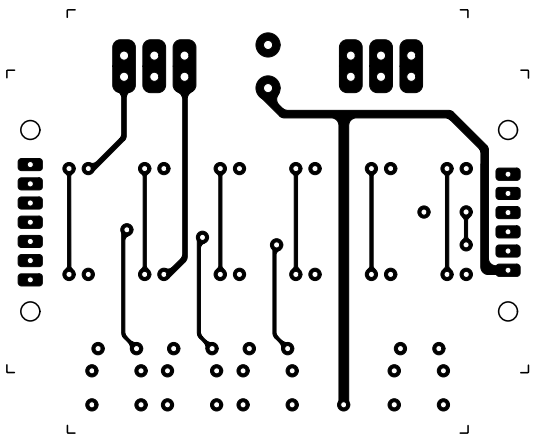


Figure 6b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine des LED EN1676A, côté composants.

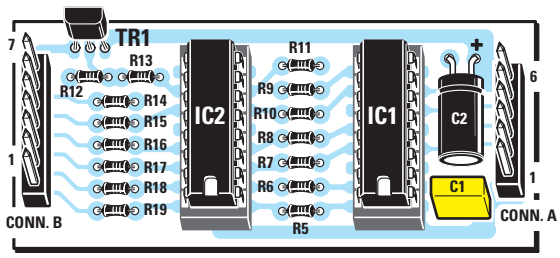
Note : la valeur de luminosité choisie en mode Continu sera ensuite celle des autres fonctions de la torche. C'est pourquoi, si vous voulez changer la luminosité de la torche dans les autres fonctions, vous devez effectuer un premier réglage en mode Continu.

Dans les autres fonctions Pulsée, Alternée, Clignotante, Strobo et SOS, en revanche, la luminosité ne peut être changée et les touches + et – servent alors à modifier la fréquence de clignotement. N'oubliez pas que, si vous activez la fonction Pulsée, la torche ne s'allume pas avant que vous pressiez la touche MORSE. Quand vous actionnez cette touche, en effet, vous pouvez créer manuellement une série d'éclats, pouvant être utilisée pour envoyer des messages codés.

Nous pouvons maintenant en venir à la description du schéma électrique proprement dit : le cœur en est le microcontrôleur IC1 ST7 Lite déjà programmé en usine. Aux broches 4-5-6-7 du micro sont reliés respectivement les quatre poussoirs MODE (P2), MORSE (P4), – (P1), + (P3), permettant d'exécuter les différentes fonctions de la torche.

Si on presse une des quatre touches, la tension de 6 V provenant des quatre piles AAA de 1,5 V est appliquée, à travers les résistances R1, R2, R3, R4 de 10 k, aux entrées du microcontrôleur, ce qui active la fonction correspondante. Les six fonctions de la torche sont programmées en séquence : chaque fois qu'on appuie sur la touche Mode, on passe d'une fonction à la suivante. Quand toutes les fonctions ont défilé, si on presse à nouveau la touche Mode, on revient au début.

Les broches de sortie 9-10-12-13-14-15-16 du microcontrôleur (IC1) sont reliées, à travers les sept résistances R5-R11 de 4,7 k, aux broches 1-2-3-4-5-6-7 du circuit intégré IC2 ULN2001A, un pilote permettant de piloter (eh oui !), au moyen de la paire de Darlington collecteur ouvert qu'il contient, la mise sous tension d'un des groupes de six LED (voir DL1-DL6 ou bien DL7-DL12) reliées à ses broches de sortie 11-12-13-14-15-16. La mise sous tension du groupe de LED sélectionné se fait de la manière suivante : sur la broche 14 du microcontrôleur (IC1) se trouve le signal PWM d'une fréquence d'environ 1 kHz ; ce signal est acheminé à la broche 7 de IC2. La broche de sortie 10 de IC2 est reliée, à travers la résistance R13, à la base du transistor PNP TR1.



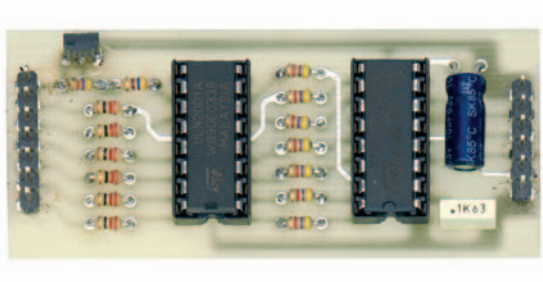


Figure 7a : Schéma d'implantation des composants et photo d'un des prototypes de la platine des circuits intégrés EN1676B, côté soudures où sont montés tous les composants. Les CONN A mâle à six pôles et CONN B mâle à sept pôles servent à la liaison à la fois mécanique et électrique avec l'autre platine (voir figure 8)

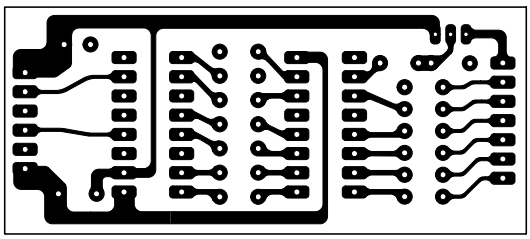


Figure 7b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine des circuits intégrés EN1676B, côté soudures.

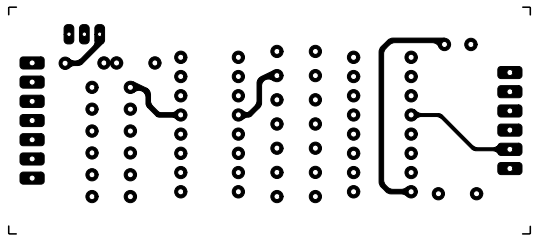


Figure 7b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine des circuits intégrés EN1676B, côté composants.





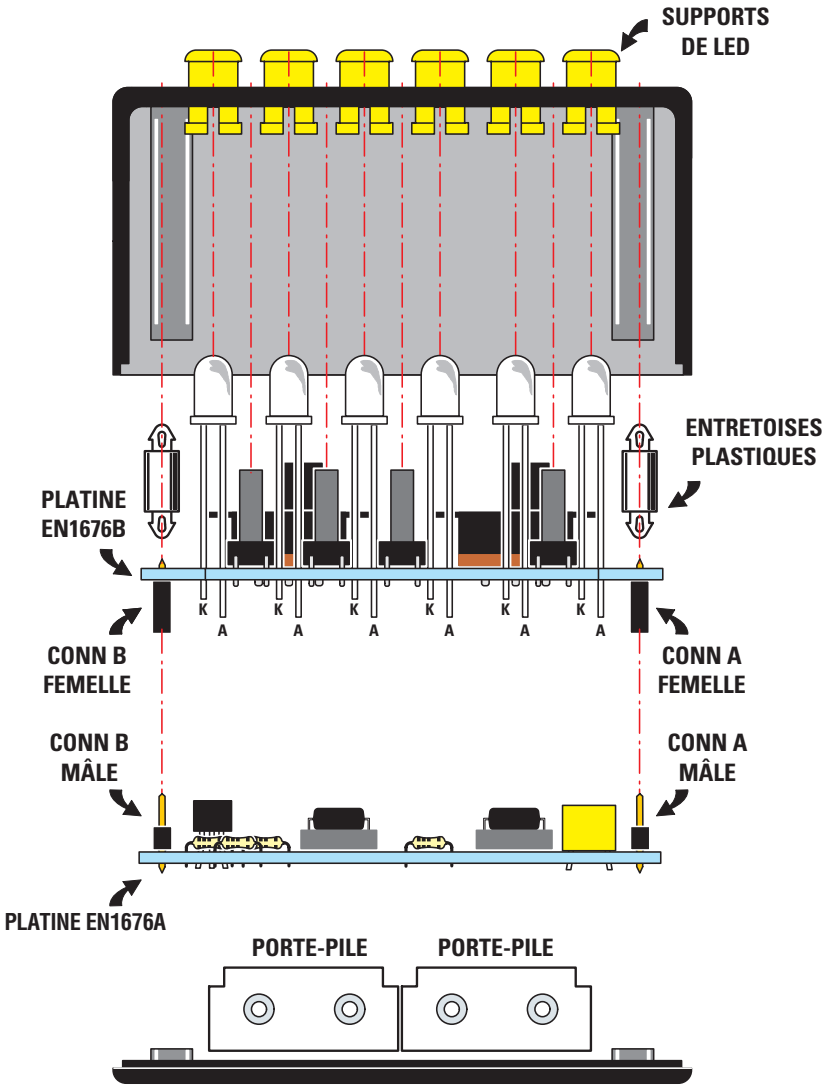


Figure 8 : A l'intérieur du boîtier prennent place (de bas en haut) les deux porte-piles, la platine des circuits intégrés EN1676B, la platine des LED EN1676A (les deux liées par les barrettes mâles/femelles des CONN A et CONN B) et le haut du boîtier avec ses supports de LED (relié aux platines par entretoises plastiques).

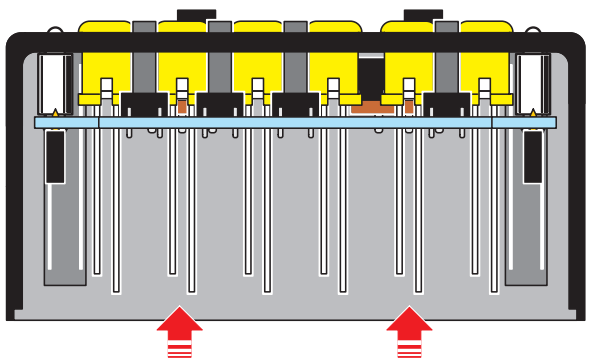


Figure 9 : Une fois tous les catadioptres insérés il faut centrer les LED (lire attentivement le texte de l'article).

Quand on sélectionne sur la torche la fonction Continue, le rapport cyclique de chaque impulsion PWM peut être modifié entre 5% et environ 50% (voir figure 2).

Quand sur la broche 14 de IC1 se trouve un niveau logique 1, de durée T/ON, sur la broche 10 de IC2 on a un niveau logique 0 de la même durée et le transistor PNP TR1 entre en conduction. La tension des piles est appliqué à la série de LED sélectionnée au moyen de S2 pour toute la durée T/ON. Quand sur la broche 14 se trouve en revanche un niveau logique 0, de durée T/OFF, sur la broche 10 de IC2 on a un niveau logique 1 et TR1 est bloqué, ce qui coupe la tension provenant des piles et allant aux LED.

Selon la fonction de la torche sélectionnée, quand le programme prévoit la mise sous tension des six LED, sur les broches de sortie 9-10-12-13-15-16 de IC1 on a un niveau logique 1 qui détermine un niveau logique 0 sur les broches 11-12-13-14-15-16 de sortie de IC2.

Quand en revanche le programme prévoit l'extinction des six LED, sur les broches 9-10-12-13-15-16 de IC1 on a un niveau 0, qui met sur les broches 11-12-13-14-15-16 de IC2 un niveau logique 1, ce qui éteint les LED. En série avec chaque LED on a monté une résistance de 22 ohms, dont la fonction est de limiter le courant qui la traverse : avec la luminosité réglée au maximum, il est d'environ 50 mA en crête. Avec ce courant, la chute de tension sur la LED est d'environ 3,3 V.

Note : n'oubliez pas que la tension de seuil d'une LED à haute luminosité varie notablement en fonction du type de LED utilisée, comme le montre le tableau suivant :

Couleur	Tension de seuil
Rouge	1,8 V
Jaune	1,9 V
Vert	2,0 V
Orange	2,0 V
Bleu/Blanc	3,0 V

Le circuit comporte également un interrupteur S1 de mise en marche de la torche, monté en série dans le 6 V de l'alimentation (quatre piles de type AAA de 1,5 V).

La réalisation pratique

La seule petite difficulté consistera à bien aligner les douze LED à haute

luminosité, ce que vous ferez en suivant pas à pas nos indications et les figures 5 à 13.

La platine EN1676B

Procurez-vous ou réalisez le circuit imprimé double face à trous métallisés EN1676B (voir figures 5 et 6) dont les figures 5b et 6b donnent les dessins à l'échelle 1:1. Côté soudures (voir figure 5a) soudez tout d'abord les deux connecteurs CONN A et CONN B. Côté composants (figure 6a) montez les quatre résistances de 10 k R1-R2-R3-R4 puis les deux interrupteurs à glissière S1 et S2 et les quatre poussoirs P1-P2-P3-P4. Ensuite, insérez dans les quatre trous les quatre entretoises plastiques. Insérez alors les 2 x 6 = 12 LED blanches à haute luminosité dans leurs emplacements en respectant bien la polarité (patte la plus longue = Anode, voir figure 4) ; mais avant de les souder vous allez devoir les aligner. Le mieux est de ne pas le faire tout de suite et de laisser cette platine de côté.

La platine EN1676A

Procurez-vous ou réalisez le circuit imprimé double face à trous métallisés EN1676A (voir figure 7) dont la figure 7b-1 et 2 donne les dessins à l'échelle 1:1. Côté composants (voir figure 7a) soudez tout d'abord les deux connecteurs CONN A et CONN B et les deux supports de circuits intégrés et vérifiez ces premières soudures (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée). Montez ensuite les résistances, les condensateurs (attention à la polarité de l'unique électrolytique monté couché, pattes repliées à 90°) et le transistor (méplat orienté vers l'extérieur de la platine) Insérez les deux circuits intégrés, repère-détrompeurs en U orientés vers le bas de la platine.

L'assemblage des deux platines et du boîtier

Reprenez la platine à LED EN1676B et alignez ces dernières en suivant les indications des figures 8-9-10-11. Appliquez pour commencer sur la face avant du boîtier le film plastique autocollant indiquant en sérigraphie les fonctions de la torche. De même, sur le couvercle, collez l'étiquette donnant l'alphabet Morse. Ensuite, insérez dans les douze trous présents sur le boîtier les supports de catadioptres en plastique, comme le montre la figure 8, en tenant le boîtier tourné vers le haut. Prenez la platine EN1676B et insérez-la vers le haut à l'intérieur du boîtier plastique, en faisant en sorte que les LED entre dans "son" catadioptre comme le montre la figure.

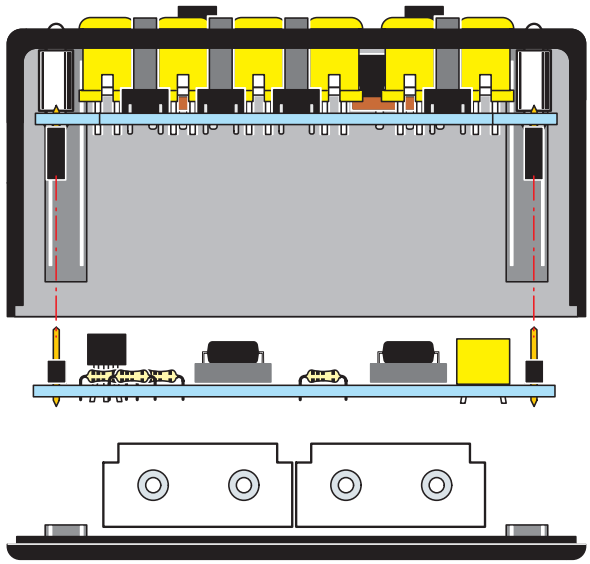


Figure 10 : Vous pouvez maintenant souder les LED et couper les longueurs de pattes excédentaires. A la fin, montez la platine EN1676A sur la platine EN1676B.

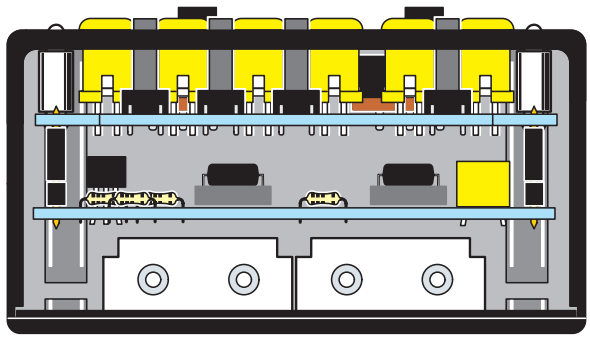


Figure 11 : Section latérale du boîtier quand tout a été assemblé. Pour une bonne cohésion de l'ensemble glissez une fine éponge ou morceau de plastique d'emballage amorti entre les piles et les platines.

Maintenant, toujours en pressant la platine vers le haut, poussez les catadioptres vers le bas pour que chaque LED soit bien placée à l'intérieur ; en même temps, pressez les pattes des LED pour qu'elles s'accrochent aux clips plastiques situés à l'intérieur des catadioptres (voir figure 9).

Après avoir vérifié que toutes les LED sont bien en place et verrouillées, pressez encore la platine EN1676B vers le haut de telle manière que les quatre entretoises plastiques s'insèrent dans les trous du boîtier plastique : la platine est alors bloquée et vous pouvez souder les pattes des LED (attention à la qualité des soudures, ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée et coupez les longueurs de pattes excédentaires). Voir figure 10.

Fixez la platine EN1676A sur la platine EN1676B en reliant entre elles les deux paires de connecteurs mâles/femelles CONN A et CONN B, comme le montre la figure 10. Fixez les deux porte-piles à l'intérieur du couvercle du boîtier avec du ruban adhésif double face en faisant sortir les deux paires de fils R/N du même côté. Reliez le fil noir sortant d'un des deux porte-piles au fil rouge sortant de l'autre porte-pile (montage en série), comme le montre la figure 13. Les deux fils restant disponibles seront le +6 V (fil rouge) et le –6 V (fil noir) : respectez bien la polarité du branchement aux circuits (voir figure13). Installez les quatre piles dans le bon sens et, avant de fixer le couvercle au boîtier à l'aide de quatre vis, intercalez une couche d'éponge ou autre matériau souple et amortisseur entre les piles et la platine EN1676A, cela évitera aux platines de bouger lorsque le boîtier est sollicité et fera bien sortir les poussoirs et les interrupteurs de la face avant.

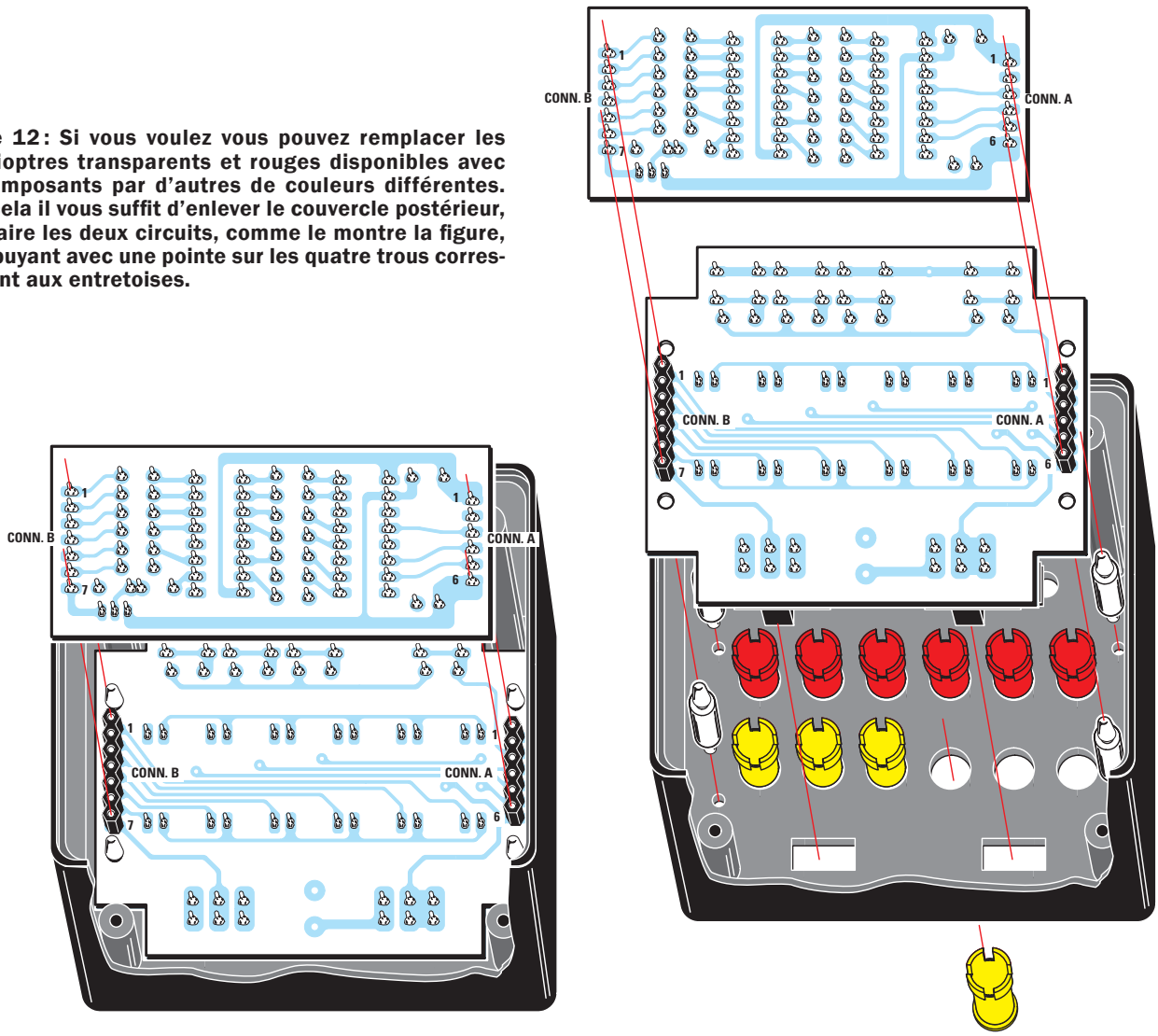


Figure 12 : Si vous voulez vous pouvez remplacer les catadioptres transparents et rouges disponibles avec les composants par d'autres de couleurs différentes. Pour cela il vous suffit d'enlever le couvercle postérieur, d'extraire les deux circuits, comme le montre la figure, en appuyant avec une pointe sur les quatre trous correspondant aux entretoises.

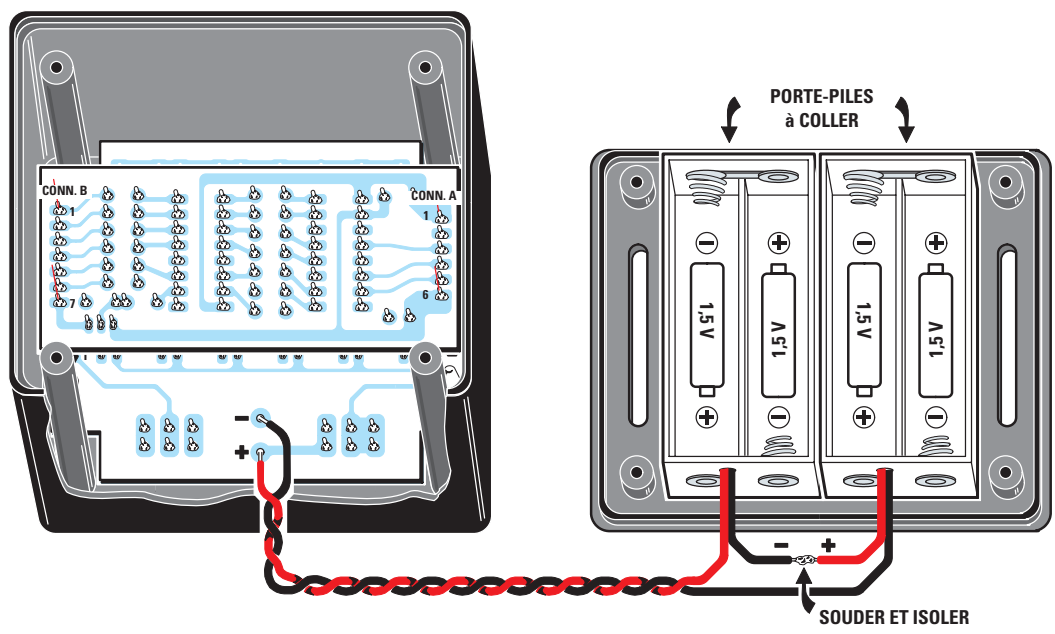


Figure 13 : Après avoir fixé les deux porte-piles au couvercle postérieur du boîtier au moyen de ruban adhésif double face, reliez les fils R/N (torsade) aux pastilles + et – du circuit imprimé EN1676B.

La torche est alors prête à être utilisée dans l'une de ses fonctions paramétrables.

Procurez-vous une ceinture de tissu de type sangle de 3 cm environ de largeur et passez-la dans les fentes du couvercle de la torche.

Vous pourrez ainsi la passer autour d'un bras ou de la taille, etc.

Note : Les pages qui suivent donnent à titre d'exemple la série des instructions relatives à la partie du logiciel gérant le mode PWM, avec les tableaux correspondants.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette torche à LED EN1676 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

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

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/099.zip. ◆

TORCHE à TOUT FAIRE - PROGRAMME RÉSIDENT GESTION PWM

Nous donnons ci-dessous les instructions correspondant à la partie la plus intéressante du programme résident, celle de la gestion du PWM.

```
Atovl_int
                bres   ATCSR,#2          ; réinitialiser le flag overflow
            ld     y,CONTAP              ;
            ld     a,([PUN1TH.W],y)      ; recharge le duty
            ld     DCR0H,a               ; charge partie haute de la valeur
            ld     a,([PUN2TH.W],y)      ; recharge le duty
            ld     DCR0L,a               ; charge partie basse de la valeur
                                         ;
            btjt   FLAMOD,#0,Ato_set     ; FONCTION TORCHE = LED ALLUMEES
            btjf   FLAMOD,#1,Ato_pun     ;
           btjt    PORT_B,#1,Ato_res     ; FONCTION PULSEE
            jp     Ato_set               ; SI PB1=1 LED ETEINTE
Ato_pun                                  ; PB1=0 LED ALLUMEES
                                         ;_____-
            dec    NRLAMP                ; PREDIVISEUR
            jreq   Atovl_lam             ;
            iret                          ;==========
Ato_rie                                  ;_________
            btjf   FLAMOD,#5,Ato_ris     ; si phase SOS
               inc       PER12           ; PHASE SOS
            ld     a,PER12               ;
                                         ;========
            cp     a,#5                  ;
            jreq   tsts5                 ;
            cp     a,#12                 ;
            jreq   tsts12                ;
            jp     Ato_ris               ;
tsts5                                    ;—
            ld     a,#TB_SOS1.h          ; pointeur de tableau
            ld     PUNMOD,a              ;
            ld     a,#TB_SOS1.l          ; pointeur de tableau
            ld     PUNMO1,a              ;
            jp     tstssg                ;
tsts12                                   ;—
            ld     a,#TB_SOS.h           ; pointeur de tableau
            ld     PUNMOD,a              ;
            ld     a,#TB_SOS.l           ; pointeur de tableau
            ld     PUNMO1,a              ;
            clr    PER12                 ;
                                         ;—
tstssg              call   tstsge        ;
                                         ;==============
            cp     a,#12                 ;
            jrne   Ato_ris               ;
            clr    PER12                 ;
Ato_ris             btjt   FLAGLE,#0,Ato_set  ; flip/flop
                                         ;   LED OFF
Ato_res                                  ;_____________
            btjf   FLAMOD,#2,Ato_rrr     ; si PHASE SÉRIE ALTERNE
Ato_135     bres   PORT_A,#0             ; PA0 = LED 0 OFF
                   bset    PORT_A,#1     ; PA1 = LED 1
                   bres    PORT_A,#3     ; PA3 = LED 2 OFF
                   bset    PORT_A,#4     ; PA4 = LED 3
```

```
                    bres    PORT_A,#6               ; PA6 = LED 4 OFF
                    bset    PORT_A,#7               ; PA7 = LED 5
                    iret                            ;>>>>
Ato_rrr                   bres   PORT_A,#0          ; PA0 = LED 0
            bres    PORT_A,#1                       ; PA1 = LED 1
                    bres    PORT_A,#3               ; PA3 = LED 2
                    bres    PORT_A,#4               ; PA4 = LED 3
                    bres    PORT_A,#7               ; PA7 = LED 4
                    bres    PORT_A,#6               ; PA6 = LED 5
                    iret                            ;>>>>
                                                    ;   LED ON
Ato_set                                             ;__________-
            btjf    FLAMOD,#2,Ato_sss               ; si PHASE SÉRIE ALTERNE
Ato_024                   bset   PORT_A,#0          ; PA0 = LED 0 ON
            bres    PORT_A,#1                       ; PA1 = LED 1
                    bset    PORT_A,#3               ; PA3 = LED 2 ON
                    bres    PORT_A,#4               ; PA4 = LED 3
                    bset    PORT_A,#6               ; PA6 = LED 4 ON
                    bres    PORT_A,#7               ; PA7 = LED 5
                    iret                            ;>>>>
Ato_sss                   bset   PORT_A,#0          ; PA0 = LED 0
            bset     PORT_A,#1                      ; PA1 = LED 1
                    bset    PORT_A,#3               ; PA3 = LED 2
                    bset    PORT_A,#4               ; PA4 = LED 3
                    bset    PORT_A,#6               ; PA6 = LED 4
                    bset    PORT_A,#7               ; PA7 = LED 5
                    iret                            ;>>>>
                                                    ;___-
Atovl_lam                                           ; TON/TOF
                                                    ;_____
            ld      a,VALPRE                        ;
            ld      NRLAMP,a                        ; PREDIVISEUR
                                                    ;________-
            dec     WONLED                          ;   DEC
            jreq    At_ovl                          ;
               iret                                 ;>>>>
At_ovl
            btjf    FLAGLE,#0,Ato_ton               ; flip/flop
                                                    ;--
            ld      a,VALTOF                        ; valeur variable de T-OFF
            ld      WONLED,a                        ;
            bres    FLAGLE,#0                       ; Flag =  0 TOFF
            jp      Ato_rie
Ato_ton                                             ;__
            ld      a,VALTON                        ; valeur variable de T-ON
            ld      WONLED,a                        ;
            bset    FLAGLE,#0                       ; Flag =  0 TOFF
            jp      Ato_rie                         ;
                                                    ;_______________
```

TABLEAU des VALEURS PARAMÉTRÉES

Nous donnons ci-dessous les tableaux contenant les valeurs utilisées par le programme résident pour réaliser chacune des six fonctions de la torche. Le premier tableau du haut concerne la gestion du PWM et les suivants contiennent les valeurs de durée du clignotement et de luminosité pour chaque fonction ; elles peuvent être modifiées à volonté.

```
;=============================================================
;=                  Tableau valeur PWM                       =
;=               Fpwm = Fcount / (4096 - ATR)                =
;=============================================================
TB2PWMH DC.B 08h    ;
TB2PWML DC.B 0F4h   ;  DC.W 2292
      DC.W  2456,2620,2784,2948,3111
      DC.W  3275,3439,3603,3766,3960


;=============================================================
;=                  Tableau valeur MODE SÉRIE                =
;  FORMAT   A,B,C,D,E,F
```

```
;  A=TON
;  B=TOFF INITIALE
;  C=PREDIVISEUR
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=============================================================
TB_SER      DC.B  8,30,8,5,10,50

;=============================================================
;=                 Tableau valeur MODE SOS                   =
;  FORMAT   A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INITIALE
;  C=PREDIVISEUR
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=============================================================
TB_SOS      DC.B  30,30,10,5,5,60
TB_SOS1     DC.B  70,70,10,5,5,100
;=============================================================
;=                 Tableau valeur MODE PULSÉ                 =
;  FORMAT   A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INITIALE
;  C= PREDIVISEUR
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=============================================================
TB_PUL      DC.B  1,1,1,1,1,1


;=============================================================
;=                 Tableau valeur MODE TORCHE                =
;  FORMAT   A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INITIALE
;  C= PREDIVISEUR
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=============================================================
TB_TOR      DC.B  1,1,1,1,1,1


;=============================================================
;=                 Tableau valeur MODE FLASH                 =
;  FORMAT   A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INITIALE
;  C= PREDIVISEUR
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=============================================================
TB_FLA      DC.B  4,120,8,10,60,200

;=============================================================
;=                 Tableau valeur MODE STROBE                =
;  FORMAT   A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INITIALE
;  C= PREDIVISEUR
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=============================================================
TB_STR      DC.B  4,16,4,2,4,30

      end
```

Quoi de Neuf chez Selectronic ...

HAUT-PARLEURS

FOSTEX

• Haut-parleurs HI-FI large-bande et pour système multi-voies • Précision et qualité japonaise



Toute la gamme en stock

GRANDMOS

Allez l'écouter chez
HAUT-PARLEURS SYSTEMES
35 rue Guy Môquet - 75017 Paris
Tel.: 01.42.26.38.45
http://www.hautparleursystemes.com



Propeller par PARALLAX

Après 8 ans de développement Parallax met à votre disposition le PROPELLER™ véritable processeur multitâche temps réel formé de 8 processeurs 32 bits.

Attention documents en ANGLAIS

- 8 processeurs 32-bit intégrés sur une seule puce
- Jusqu'à 20 MIPS par processeur
- Programmable: en langage machine / - en langage évolué dédié Spin™
- Bibliothèque de routines préconstruites pour la vidéo, la gestion de souris, clavier, afficheur LCD, liaison RF, moteurs Pas à Pas et capteur
- Développement et Intégration rapide et facile
- Alimentation 3,3V • Horloge : 0 à 80MHz • Mémoire : RAM 32K / ROM 32K
- 32 Entrées / Sorties • Boîtier : standard DIP40, 44-pin QFP44 et QFN44

P8X32A-D40 (DIP40)



12.8870-1 16,50 €TTC

PROPELLER Starter Kit



12.8870-4 169,00 €TTC

PROPELLER PropSTICK kit



12.8870-5 109,00 €TTC

PROPELLER Accesories Kit



12.8870-6 139,00 €TTC

ET TOUJOURS:

Le BASIC Stamp N° 1 depuis 15 ans !

Aucun micro-contrôleur BASIC ne dispose d'une telle réputation et d'un tel support technique.



Toute la gamme en stock chez Selectronic !

Les réalisations Selectronic L'UNIVERS ELECTRONIQUE

→ FILTRES-SECTEUR



- Nettoie efficacement le secteur 230V des perturbations indésirables
- Augmente de façon sensible la transparence et l'aération du message sonore

A partir de 490,00 €TTC

COMMANDE DE VOLUME 6 VOIES



• Compatible avec tout processeur numérique 2 x 3 voies ou décodeur numérique 5:1

A partir de 259,00 €TTC

INTERRUPTEUR SÉQUENTIEL

Pour installation multi-amplifiée



• Permet la mise EN ou HORS service de votre installation dans un silence absolu

A partir de 175,00 €TTC

LES KITS D'OPTIMISATION de votre DCX2496



• Carte d'E/S spéciale • Horloge de précision à jitter* ultra-faible (*jitter=gigue) • Carte d'alimentation analogique

Pour en savoir plus : www.dcx2496.fr

La révolution numérique AUDIOPHILE est en marche !

Kit HORLOGE DE PRÉCISION pour appareils audio numériques

Faites faire un bond en avant INCROYABLE à votre système audio grâce à nos kits d'HORLOGE "Ultra-low jitter"*
(=Ultra faible gigue)*



- Pour tout lecteur CD ou appareil audio-numérique **fonctionnant sous 3,3V**
- Permet de résoudre de façon radicale le problème du "jitter" de l'horloge d'origine
- Utilise un oscillateur "TCXO" de haute précision et compensé en T° • Jitter < 10ps (jitter recommandé < 50ps)
- Module intégrant sa propre alimentation régulée de précision • Sortie 3,3V sur coax blindé PTFE
- Alimentation : +12VDC • Dimensions : 90 x 22 mm • Installation facile dans tout appareil

Le kit 8,4672 MHz (PHILIPS, etc)	**12.3013-2**	49,00 €TTC
Le kit 16,9344 MHz (DENON, MARANTZ, PIONEER, etc)	**12.3013-3**	49,00 €TTC
Le kit 24.576 MHz (DCX2496, PHILIPS, etc)	**12.3013-4**	49,00 €TTC
Le kit 33,8688 MHz (PHILIPS, MARANTZ, NAD,etc)	**12.3013-5**	49,00 €TTC

(Autres fréquences : nous consulter)

RÉGLETTES DE LEDS

Existent en BLANC, ROUGE, ORANGE, JAUNE, VERT PUR et BLEU



- **Deux longueurs 46 et 61cm**
- Avec LEDs de forte puissance
- Remplacent avantageusement les tubes fluo
- Alimentation: 12VDC sur connecteur en bout
- Les réglettes peuvent se connecter bout à bout
- Conso.: 46cm 3,3W / 61cm 4,7W
- LED - Angle d'éclairement : 60° • Intensité typique : 4000 mcd (Blanc)
- Durée de vie moyenne : > 30.000 heures • Dimensions : 460 x 21 x 8 mm et 610 x 21 x 8 mm

A partir de 11,90 €TTC



VU-mètre Selectronic

- **Style "RÉTRO"** • Galvanomètre : 650 ohm
- Sensibilité : 500µA pleine échelle • Rétroéclairé par LED bleue
- LED bleue : VF = 3,0 à 3,4V @ 20mA • Ø perçage : 34mm
- Dimensions : Ø 34 x 37 mm • Carré : 35 x 35 mm

Le VU-mètre 12.0825 10,00 €TTC

Selectronic L'UNIVERS ELECTRONIQUE

B.P 10050 59891 LILLE Cedex 9
Tél. 0 328 550 328 - Fax : 0 328 550 329
www.selectronic.fr



NOUVEAU
Catalogue Général 2008
Envoi contre 10 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 6,00 € en chèque.

NOS MAGASINS :

PARIS : 11 Place de la Nation 75011 *(Métro Nation)*
Tél. 01.55.25.88.00
Fax : 01.55.25.88.01



LILLE (Ronchin) : ZAC de l'Orée du Golf 16, rue Jules Verne 59790 RONCHIN



Elm1027 Photos non contractuelles

Conditions générales de vente : Règlement à la commande : frais de port et d'emballage 6,00€, **FRANCO** à partir de 130,00€. Contre-remboursement : +10,00€. **Livraison par transporteur :** supplément de port de 15,00€. Tous nos prix sont TTC.

EN1680-1681-1

Un appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss

Première partie : étude et réalisation

Beaucoup de temps a passé depuis la sortie de notre appareil électromédical de magnétothérapie EN1146 et les patients –tout comme les professionnels de santé– nous ont réclamé un appareil plus universel ; voici un montage que nous avons longtemps mûri, afin que vous puissiez réaliser, avec la certitude que cela "marchera" du premier coup, un nouvel appareil plus moderne et plus puissant, plus efficace (il est en effet capable de produire un champ magnétique de 100 gauss), bref professionnel, tout en restant d'un coût très abordable. Ce mois-ci nous allons réaliser l'appareil, le mois prochain nous apprendrons à l'utiliser pour soigner nos maladies.



CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

- Alimentation : secteur 230 V 50 Hz
- Durée maximale de l'application (réglable) : 90 minutes
- Fréquences : réglable de 5 à 100 Hz au pas de 1 Hz
- Puissance du champ magnétique produit : réglable de 5 à 100 gauss au pas de 1 gauss (avec mesure de l'intensité et de la polarité du champ magnétique)
- Afficheur LCD à une ligne de seize caractères
- Deux canaux de sortie séparés.

La magnétothérapie est une thérapie consistant à soumettre la zone souffrante du corps à un champ magnétique ; ses domaines d'application sont de plus en plus nombreux. Dans la magnétothérapie on distingue la thérapie à haute fréquence et la thérapie à basse fréquence. Quant à nous, nous vous avons proposé les deux et nous comptons bien continuer, car chacune trouve et prouve son efficacité parmi les nombreuses maladies à soigner. Pourtant, en règle générale, ces deux types de magnétothérapie ont des effets similaires et toutes deux améliorent l'état de santé des cellules. En effet, les indications thérapeutiques des deux se correspondent souvent ; c'est cependant le principe de fonctionnement qui diffère. Voyons cela brièvement. Avec la magnétothérapie HF des ondes radio allant jusqu'à 900 MHz sont émises par brèves impulsions ; tandis qu'avec la magnétothérapie BF on applique un champ magnétique d'une puissance conséquente, de l'ordre de 20-40 gauss avec des pointes à 100 gauss, mais à une fréquence très basse, ne dépassant pas 100 Hz.

Malheureusement cette thérapie est victime de son succès ou alors disons que l'offre ne suffit pas à satisfaire la demande. Essayez donc de prendre rendez-vous pour des séances en précisant bien au praticien que c'est pour une urgence (par exemple, vous êtes bloqué par une crise de sciatique) et vous devrez attendre de plusieurs jours à plusieurs semaines ... le temps pour votre crise de passer ! Certes, pour des pathologies chroniques cela est moins gênant, mais toutes ces séances, par définition régulières et souvent fréquentes, hors de chez soi, finissent par paraître pénibles. Surtout si le patient est une personne âgée et/ou partiellement handicapée par son mal, justement. Une crise de rhumatismes, par exemple, ne donne guère envie de se déplacer vers un centre de soin distant, ni même de se préparer à sortir de chez soi. Ajoutons que de tels soins, quand enfin on a obtenu un rendez-vous, ne sont pas donnés : de 30 à 70 euros la séance, sachant que dix séances sont couramment prescrites.

Notre appareil est de type professionnel , vous aurez l'assurance de disposer d'une machine professionnelle, sûre à cent pour cent et vous l'obtiendrez pour le coût d'un de ces "gadgets" dont regorgent les gros catalogues de vente par correspondance. Vous l'aurez amorti en quelques séances et donc très vite chacune d'elle deviendra gratuite ! Et puis vous pourrez vous soigner et traiter vos proches à domicile, sans avoir à prendre la voiture et à rejoindre le centre de soins. Résumons-nous : des soins au moment où on a en a besoin (crise de sciatique) délivrés chez soi sans avoir à sortir (encore plus appréciable en cas d'affection chronique) et pour un prix modique et dégressif par séance ; voilà ce que vous permet la solution "self-made" (construire par soi-même) que cet article vous propose. La nouveauté par rapport à notre précédent appareil de magnétothérapie BF EN1146 ? Notre nouvel appareil EN1680 en comble les lacunes : en effet, l'ancien modèle offrait une densité maximale de flux qui ne suffit pas pour certaines maladies. Désormais, avec 100 gauss (réglable bien sûr, disons jusqu'à 100 gauss) et une fréquence pouvant varier de 5 à 100 Hz au pas de 1 Hz, l'appareil n'aura plus de limite de traitement. Le principe thérapeutique qu'il met en œuvre est très simple et nous l'expliquons ci-après.

Les principes thérapeutiques de la magnétothérapie

Les diverses cellules constituant les tissus de l'organisme présentent des formes différentes selon le tissu biologique auquel elles appartiennent. Cette diversité entraîne une différence de polarité de la membrane et donc une différence de courant endogène, c'est-à-dire interne, qui les traverse et par conséquent du champ magnétique associé. En effet, le champ magnétique cellulaire est étroitement dépendant de la masse et de la forme de la cellule : ce que démontre la fameuse Résonance Magnétique Nucléaire, technique capable de fournir des images des tissus examinés en distinguant les champs magnétiques endogènes des différentes cellules. Seules les cellules contenant beaucoup d'eau sont bien visibles avec cette méthode, les autres le sont moins.

Les champs magnétiques BF peuvent conduire le tissu biologique sur lequel ils agissent vers un état d'équilibre biodynamique correspondant à l'état de santé optimal du patient.

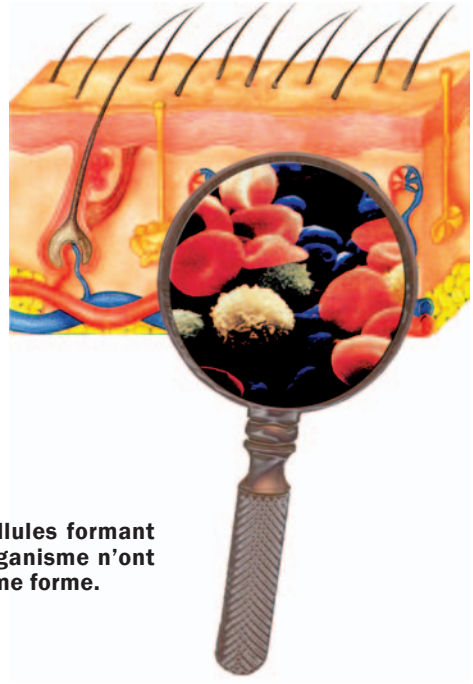


Figure 1 : Les cellules formant les tissus de l'organisme n'ont pas toutes la même forme.

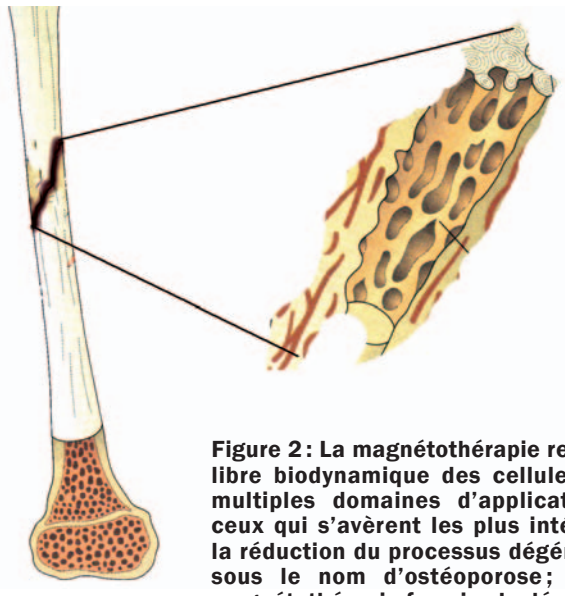


Figure 2 : La magnétothérapie restaure l'équilibre biodynamique des cellules. Parmi ses multiples domaines d'application, l'un de ceux qui s'avèrent les plus intéressants est la réduction du processus dégénératif connu sous le nom d'ostéoporose ; en effet, la magnétothérapie favorise le dépôt de calcium dans les tissus osseux, ce qui les renforce.

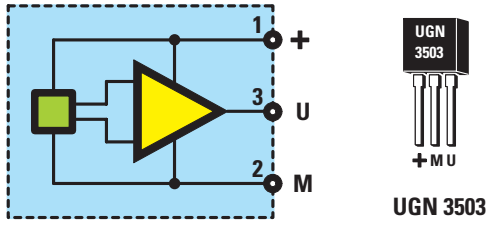


Figure 3 : Schéma synoptique interne et brochage vu de face du capteur à effet Hall UGN3503. Ce capteur est sensible sur ses deux faces et son rôle est de vérifier la présence effective du champ magnétique et de déterminer la polarité (positive/négative) du solénoïde.

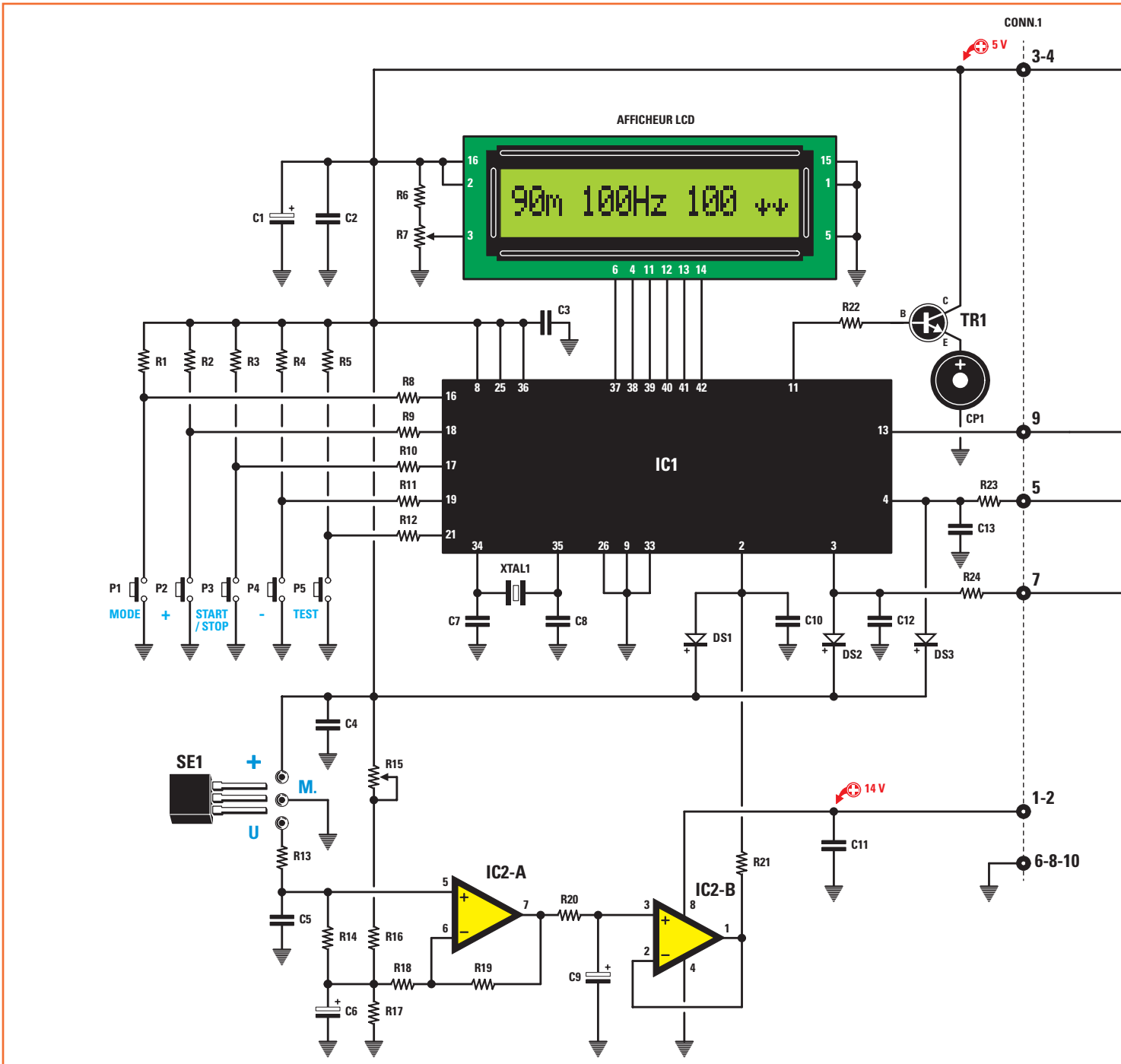


Figure 4 : Schéma électrique de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss. La gestion de l'appareil tout entier (afficheur, poussoirs, buzzer, temporisateur programmable, lecture du capteur magnétique, contrôle de l'état de fonctionnement des diffuseurs, etc.) est confiée à un microcontrôleur IC1 déjà programmé en usine EP1680. Le signal d'horloge qui lui permet de cadencer toutes les opérations est produit par le quartz XTAL1 de 2 MHz monté entre les broches 34 et 35.

L'action des champs magnétiques est donc interprétée comme une cession d'énergie tendant à restaurer les équilibres énergétiques, c'est-à-dire les charges électriques des cellules. En outre, en agissant sur l'hémoglobine, elle permet d'augmenter localement la concentration d'oxygène.

Note : l'hémoglobine est une molécule qui se trouve dans le sang ; elle contient un atome de fer et sa fonction est de transporter l'oxygène dans tout le corps.

Comme l'hémoglobine est ferromagnétique, elle est attirée par les champs magnétiques appliqués sur une zone anatomique déterminée. Quand l'hémoglobine a été attirée par le solénoïde de l'appareil, elle libère l'oxygène qu'elle transporte, lequel est à son tour –même si c'est très légèrement– attiré par les champs magnétiques. Cet oxygène tend donc à se concentrer localement et ainsi il se diffuse dans les endroits peu oxygénés (cette carence en oxygène pouvant avoir pour cause des blessures d'origine chirurgicale ou bien un traitement radiothérapeutique) qui retrouvent alors un taux d'oxygénation convenable.

Où agit-elle ?

Parmi les effets biologiques démontrés et considérés comme utiles d'un point de vue médical, la magnétothérapie BF engendre les effets suivants.

Anti-inflammatoire : active un processus de vasodilatation qui permet

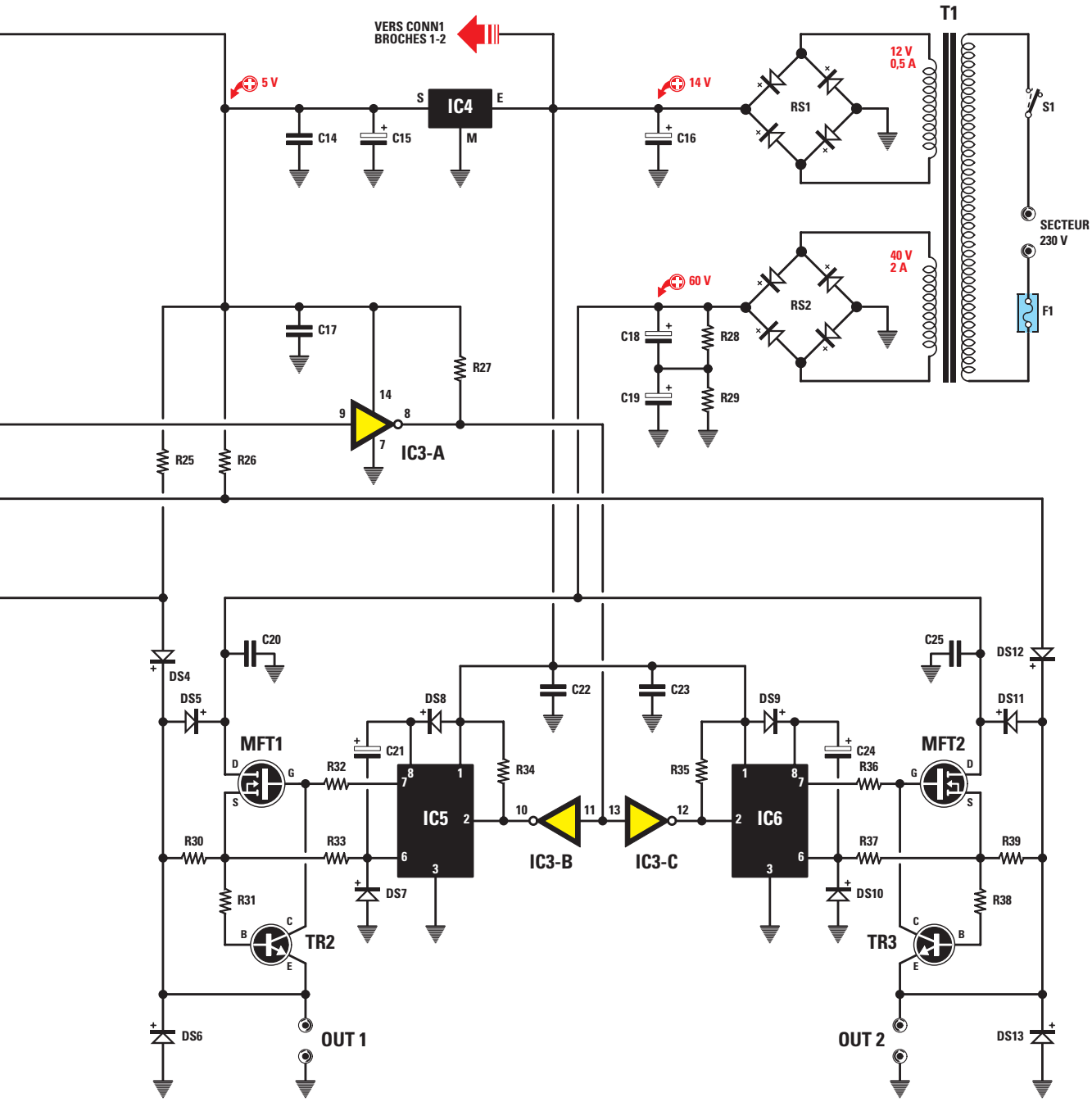


Figure 5 : Suite du schéma électrique de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss. Le circuit possède deux canaux de sortie parfaitement identiques formés des MOSFET MFT1-MFT2 et des deux pilotes IC5-IC6. On y trouve en outre une protection en courant (TR2-R30 pour le canal 1 et TR3-R39 pour le canal 2) et une contre les surtensions (DS5-DS6 et DS11-DS13) pour le cas où les solénoïdes seraient déconnectés alors que l'appareil est en fonctionnement.

l'acheminement vers la zone enflammée de substances utiles pour la guérison.

Antiangiogénique : renforce les parois des vaisseaux sanguins.

Régénération des tissus : accélère la cicatrisation des grandes blessures.
Oxygénation des tissus : attire, comme un aimant, le fer présent dans l'hémoglobine (substance rouge transportant l'oxygène) du sang et apporte l'oxygène aux tissus lésés.

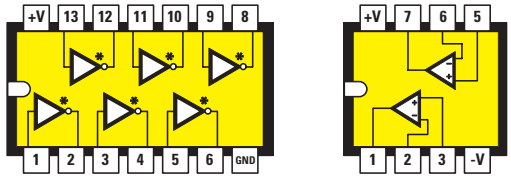
Accélération de la formation du périoste lors de la consolidation des fractures : en cas de fracture, la consolidation complète est plus rapide.

Ostéoporose : ici c'est le dépôt de calcium dans les os qui est favorisé, ce qui est particulièrement précieux pour les personnes grabataires (on sait que la décalcification augmente en cas d'inactivité).

En raison de ces propriétés, l'appareil de magnétothérapie BF EN1680-1681 est un outil thérapeutique des plus précieux pour la guérison des effets collatéraux des traitements par les radioéléments (néoplasie, pour en savoir plus, voir Wikipedia).

Le schéma électrique

Nous nous référons au schéma électrique de la figure 4. Toute la gestion du fonctionnement de l'appareil de magnétothérapie BF est du ressort du microcontrôleur IC1 STMicroelectronics



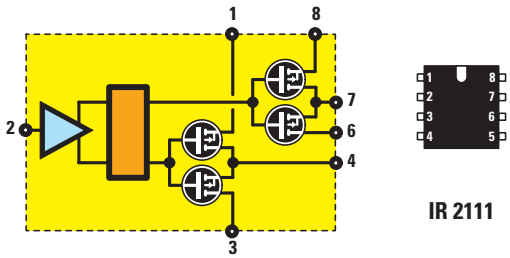
7406 LM 358

Figure 6 : Brochage du circuit intégré TTL 7406 et du LM358 (dont nous donnons aussi les schémas synoptiques internes : respectivement 6 et 4 amplificateurs opérationnels) vu de dessus.



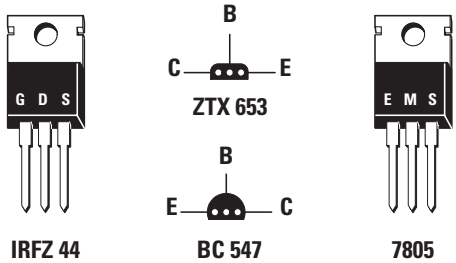
EP 1680

Figure 7 : Brochage du circuit intégré IC1 vu de dessus ; il s'agit du microcontrôleur ST72C334-EP1680 déjà programmé en usine.



IR 2111

Figure 8 : Brochage du circuit intégré pilote IR2111 (dont nous donnons aussi le schéma synoptique interne) vu de dessus.



IRFZ 44 ZTX 653 BC 547 7805

Figure 9 : Brochage du MOSFET IRFZ44 canal N et du régulateur 7805 vus de face et des transistors NPN ZTX653 et BC547 vu de dessous.

ST72C334-EP1680, déjà programmé en usine, choix autorisant le peu de composants utilisés au total. C'est lui qui s'occupe, entre autres choses, de la :

- gestion de l'afficheur LCD alphanumérique à une ligne de 16 caractères ;
- gestion des cinq poussoirs ;
- gestion du temporisateur programmable ;
- gestion de la lecture du capteur magnétique à effet Hall (figure 3) ;
- production des impulsions de pilotage de l'étage de puissance.

Mais le microcontrôleur a besoin d'une horloge pour fonctionner, pour accomplir les différentes opérations. Ici le signal d'horloge est produit par un quartz de 2 MHz, relié à l'oscillateur interne par les broches 34-35. Ce quartz permet d'obtenir une base de temps précise, utile non seulement pour la gestion de la temporisation, mais aussi pour la production des impulsions de pilotage de la section finale de puissance.

Au moyen des cinq poussoirs (voir P1-P5) on détermine tous les paramètres nécessaires pour le fonctionnement de l'appareil de magnétothérapie. Par exemple :

- on règle les gauss de sortie, c'est-à-dire la puissance ;
- on détermine la fréquence d'émission ;
- on règle le temporisateur.

A l'aide des résistances de tirage R1-R5 et de R8-R12, ces poussoirs sont reliés aux broches d'entrée du microcontrôleur IC1. En condition normale, soit avec poussoir non pressé, sur la broche d'entrée correspondante se trouve un niveau logique 1 ; mais lorsque ce poussoir est pressé, on a un niveau logique 0. Les six lignes de sortie correspondant aux broches 37-42 du micro, pilotent le LCD en lui envoyant des diverses données utiles afin qu'il les visualise sous forme alphanumérique et graphique.

Le trimmer R7, en paramétrant un niveau de tension sur la broche 3 de l'afficheur LCD, permet d'optimiser le contraste des caractères : il faudra le régler à la fin du montage, mais avant de fermer le couvercle du boîtier.

Au moyen d'un simple transistor NPN TR1 BC547 on pilote avec la broche de sortie 11 du micro, un buzzer CP1, fort utile pour vous avertir (par son signal acoustique) que la durée paramétrée d'application est écoulée.

Comme dans le modèle précédent EN1146, nous avons choisi un capteur de champ magnétique à effet Hall, très utile pour déterminer la polarité +/– du champ magnétique et son intensité.

Cet étage se compose, en plus du capteur SE1 UGN3503 (voir figure 3), du double amplificateur opérationnel IC2 LM358 : les deux opérationnels sont IC2/A-IC2/B.

Le capteur est alimenté par une tension +5 V provenant de l'étage d'alimentation et, en condition de repos, c'est-à-dire quand les champs magnétiques ne sont pas présents, sur la broche de sortie

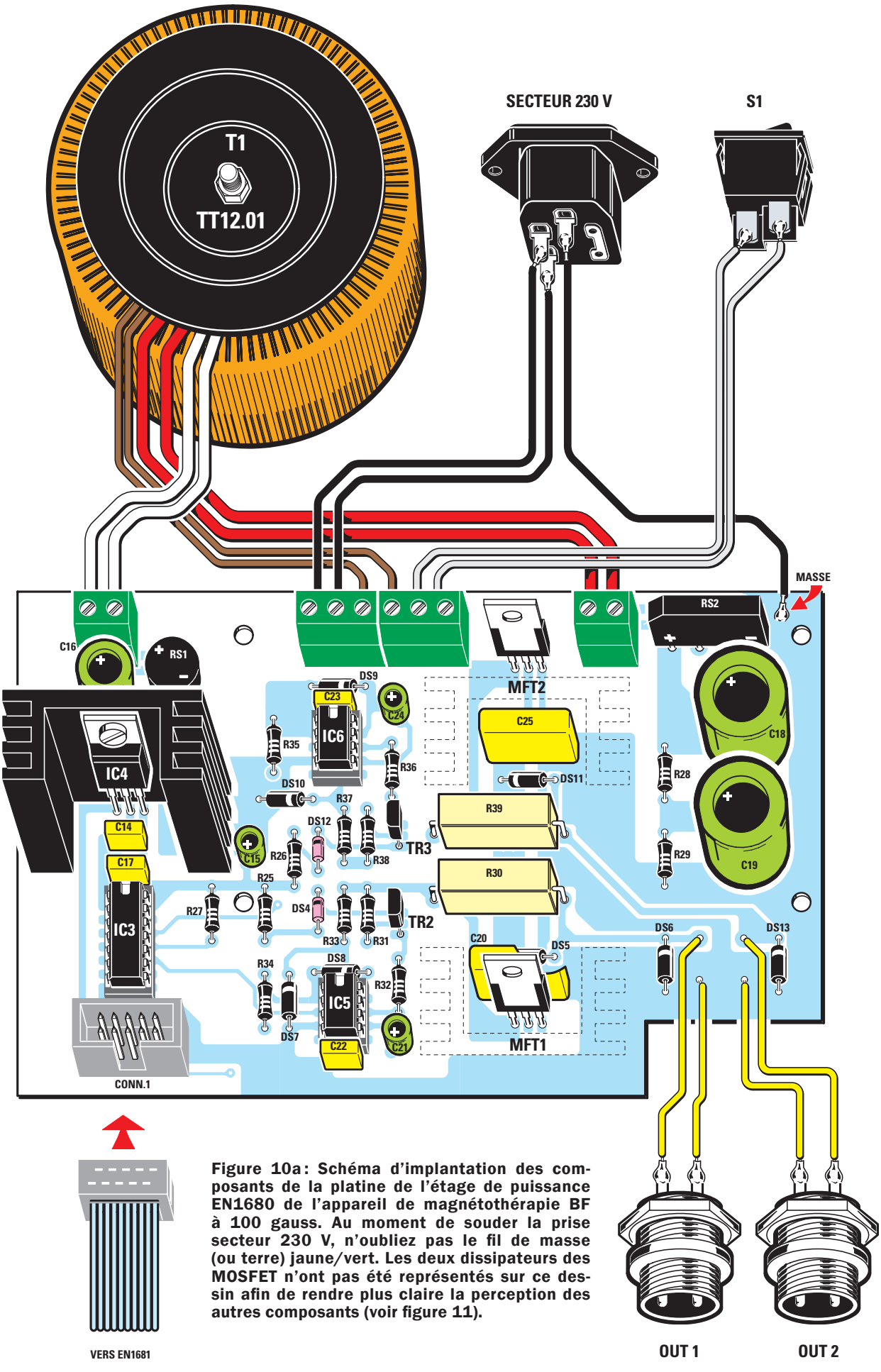


Figure 10a : Schéma d'implantation des composants de la platine de l'étage de puissance EN1680 de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss. Au moment de souder la prise secteur 230 V, n'oubliez pas le fil de masse (ou terre) jaune/vert. Les deux dissipateurs des MOSFET n'ont pas été représentés sur ce dessin afin de rendre plus claire la perception des autres composants (voir figure 11).

Liste des composants EN1680 et EN1681

*R1 ...10 k
*R2 ...10 k
*R3 ...10 k
*R4 ...10 k
*R5 ...10 k
*R6 ...15 k
*R7 ...10 k trimmer
*R8 ...1 k
*R9 ...1 k
*R10 .1 k
*R11 .1 k
*R12 .1 k
*R13 .47 k
*R14 .1 M
*R15 .1 k trimmer multitour
*R16 .1 k
*R17 .1,5 k
*R18 .47 k
*R19 .1 M
*R20 .100 k
*R21 .10 k
*R22 .100
*R23 .10 k
*R24 .10 k
R25 ...10 k
R26 ...10 k
R27....1 k
R28 ...10 k
R29 ...10 k
R30 ...0,47 5 W
R31....1 k
R32 ...100
R33 ...10
R34 ...4,7 k
R35 ...4,7 k
R36 ...100
R37....10
R38 ...1 k
R39 ...0,47 5 W

*C1....10 µF électrolytique
*C2....100 nF polyester
*C3....100 nF polyester
*C4....100 nF polyester
*C5....10 nF polyester
*C6....10 µF électrolytique
*C7....33 pF céramique
*C8....33 pF céramique
*C9....10 µF électrolytique
*C10 .1 nF polyester
*C11 .100 nF polyester
*C12 .1 nF polyester
*C13 .1 nF polyester
C14....100 nF polyester
C15....100 µF électrolytique
C16....1 000 µF électrolytique
C17....100 nF polyester
C18....4 700 µF électrolytique
C19....4 700 µF électrolytique
C20....100 nF polyester 250 V
C21....10 µF électrolytique
C22....100 nF polyester
C23....100 nF polyester
C24....10 µF électrolytique
C25....100 nF polyester 250 V

*DS1 .1N4150
*DS2 .1N4150
*DS3..1N4150
DS4 ....1N4150
DS5 ....BYW100
DS6 ....BYW100
DS7 ....BYW100
DS8 ....BYW100
DS9 ....BYW100
DS10..BYW100
DS11..BYW100
DS12..1N4150
DS13..BYW100
RS1 ....pont 400 V 1,5 A
RS2 ....pont 80 V 2 A

*TR1 ..NPN BC547
TR2.....NPN ZTX653
TR3.....NPN ZTX653
MFT1..MOSFET N IRFZ44
MFT2..MOSFET N IRFZ44

* IC1 ..ST7-EP1680 déjà programmé en usine
* IC2 ..LM358
IC3.....TTL 7406
IC4.....7805
IC5.....IR2111
IC6.....IR2111
* SE1 .capteur à effet Hall UGN3503
*XTAL1 quartz 2 MHz
*LCD ..CMC 116 L01
*CP1 .. buzzer 12 V
F1.....fusible 2 A (deux exemplaires)
T1.....transformateur torique TT12.01 secteur 230 V/12 V 0,5 A – 40 V 2 A
S1.....interrupteur
*P1 ....poussoir
[...]
*P5 .... poussoir
*CONN1 connecteur à 10 pôles
CONN1 connecteur à 10 pôles

Divers:

1 support 2 x 7 broches
2 supports 2 x 4 broches
*1 support 2 x 4 broches
*1 support 2 x 20 broches double pas
1 prise secteur avec borne de terre et un tiroir de deux fusibles
2 prises socles à deux pôles mâles de sortie
3 dissipateurs ML26
1 nappe avec connecteurs femelles à dix pôles
2 borniers à deux pôles
2 borniers à trois pôles
3 boulons 3MA 10 mm
*4 entretoises métalliques 25 mm
4 entretoises métalliques 10 mm
*4 entretoises plastiques 15 mm
1 boîtier plastique spécifique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé

Note: *Les composants assortis d'un astérisque sont montés sur la platine afficheur EN1681. Toutes les résistances sont des quart de W sauf R30 et R39 qui font 5 W.*

U se trouve une tension constante de 2,5 V. Cette tension subit des variations lorsque le capteur est immergé dans un champ magnétique; la variation est très petite: environ +/– 1,3 millivolt typique par gauss de variation du champ magnétique. Précisons que quand le champ magnétique aura une polarité positive nous aurons une augmentation de tension entre les broches U et M, par rapport au 2,5 V de tension de repos; quand le champ magnétique aura une polarité négative nous aurons une diminution de tension. Avant que cette faible variation ne soit appliquée sur la broche d'entrée correspondante du microcontrôleur, elle est amplifiée environ 22 fois par l'opérationnel IC2/A et filtrée par le réseau passe-bas R20-C9.

Note: l'amplification du signal est égale au rapport entre les résistances R19 et R18 plus 1; en effet:

R19 : R18 + 1 = 1 000 000 : 47 000 + 1 = 22 fois.

Après ce filtrage, aux bornes de C9 nous avons une tension suffisamment constante que l'on applique, à travers le second opérationnel IC2/B, monté en "buffer" de tension, sur la broche 2 du micro pour qu'elle soit lue par l'étage convertisseur A/N (Analogique/Numérique) interne. R21 et DS1 protègent le micro contre toute tension supérieure à 5 V qui, présente sur la broche 2, risquerait de l'endommager.

Le capteur SE1 ayant une tolérance faible mais non nulle sur le niveau de repos de la tension de sortie, il a fallu doter cet étage d'un trimmer R15 qui, on le verra au moment des réglages, devra être mis au point adéquatement.

Les impulsions de fréquence et de durée préétablies, disponibles sur la broche de sortie 13 du micro IC1, sont appliquées sur l'entrée de l'inverseur IC3/A lequel, non seulement les inverse, mais en outre les transforme en amplitude 0-14 V (par rapport au 0-5 V de son entrée). Avec deux autres inverseurs, IC3/B et IC3/C, ces impulsions sont appliquées simultanément sur les entrées des deux pilotes pour MOSFET IC5 et IC6; comme on a inversé deux fois la forme d'onde, la forme de ces impulsions sera à nouveau la forme d'origine.

Parce que les deux canaux de sortie sont absolument identiques, lors de la description qui suit nous ne ferons référence qu'à l'un d'eux, celui relatif au pilote IC5. Le MOSFET MFT1 est piloté par le pilote IC5, IR2111.

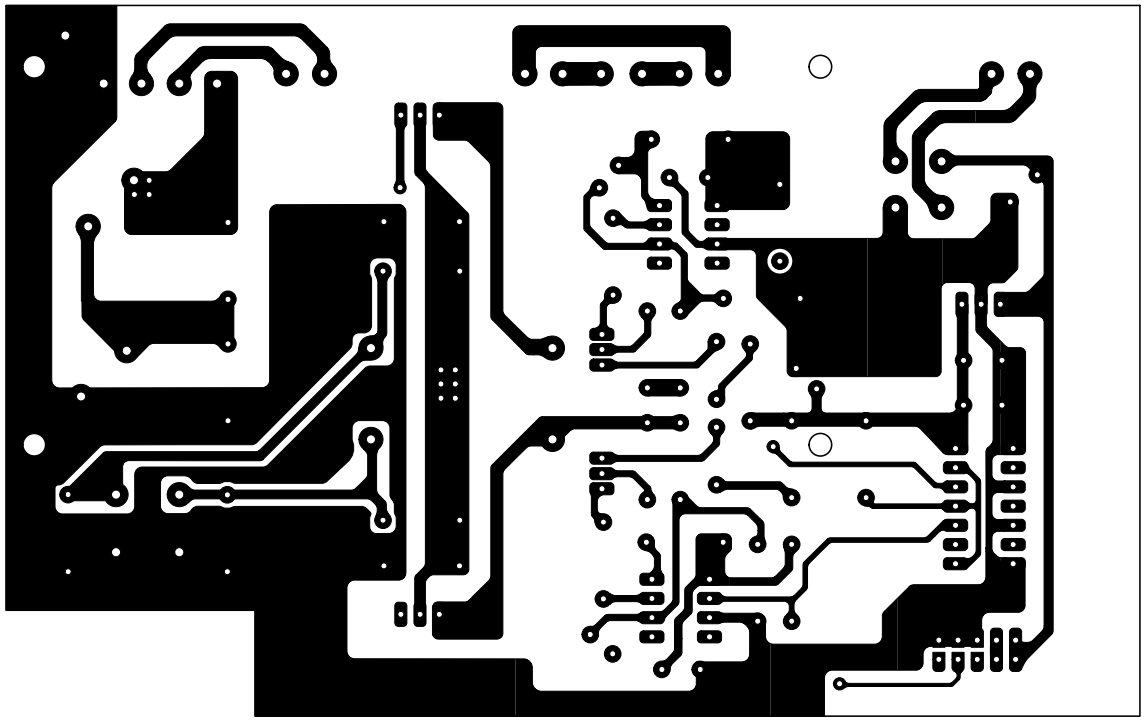


Figure 10b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine de l'étage de puissance EN1680 de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss, côté soudures.

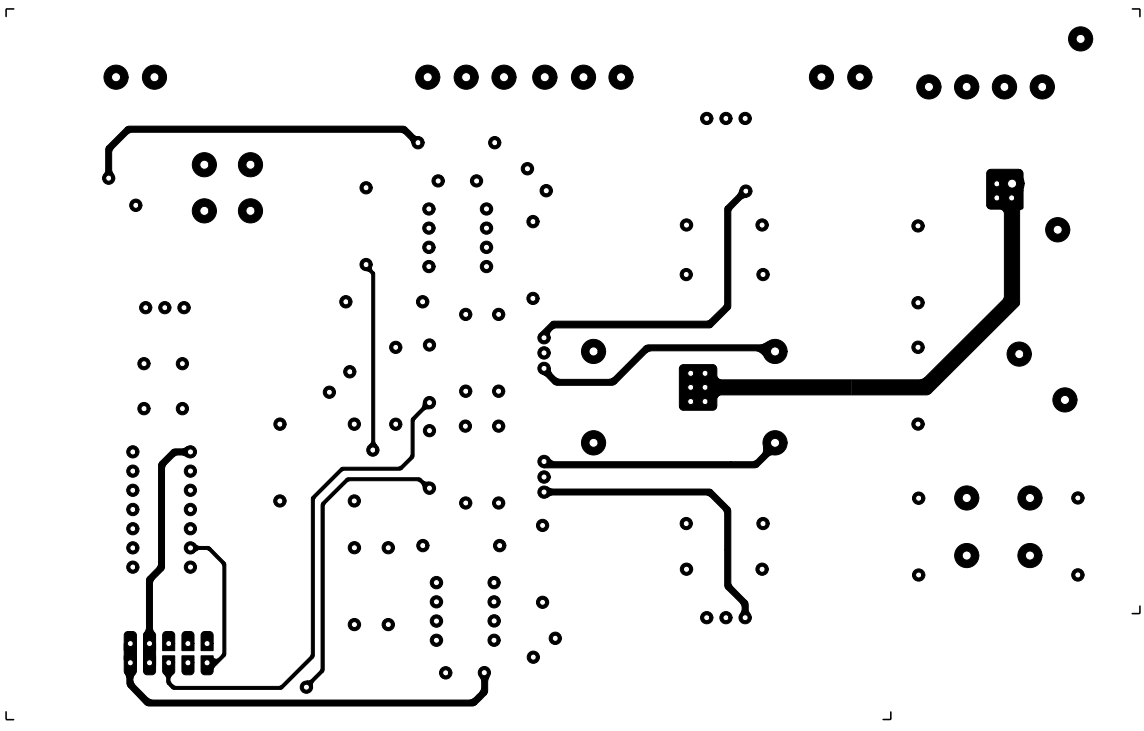


Figure 10b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine de l'étage de puissance EN1680 de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss, côté composants.

C'est nécessaire car le MOSFET MFT1 ayant son drain relié à une tension d'environ 60 V, il nécessite, pour se mettre à conduire, une tension supérieure à ces 60 V (présente sur le drain), tension devant être appliquée sur sa grille et qui est justement produite par le pilote IC5 au moyen d'un circuit "bootstrap" composé de la diode DS8 et du condensateur C21.

En fait, comme le MOSFET est connecté en "high side", on a besoin de ce pilote. Mais IC5 améliore aussi les fronts de commutation avec un courant de sortie plus élevé pour la grille

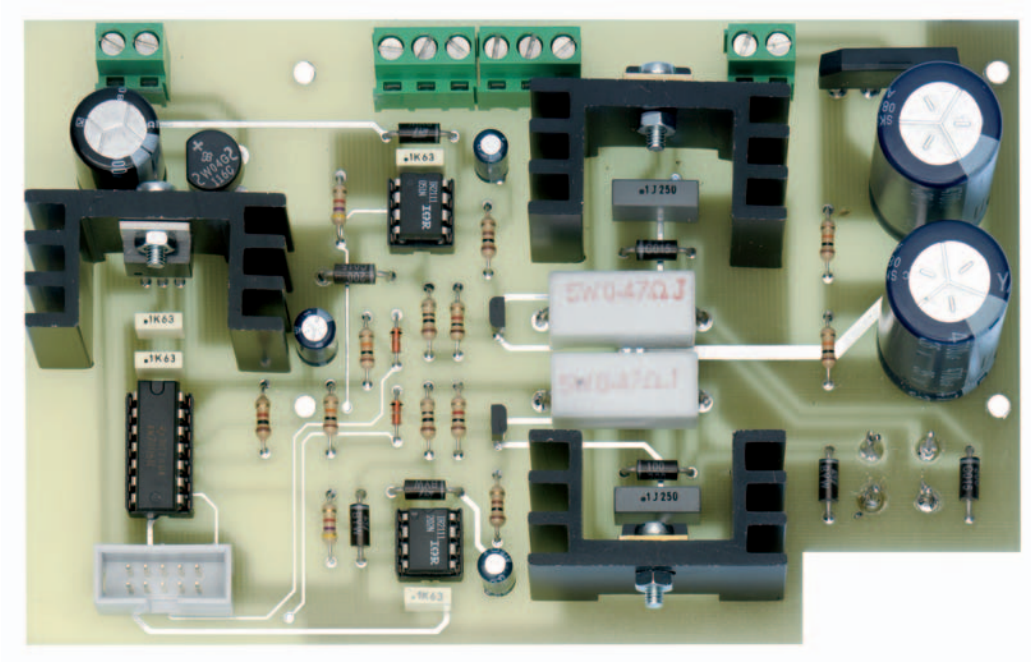


Figure 11 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'étage de puissance EN1680 de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss. Les deux MOSFET, mais aussi le régulateur IC4 7805, sont dotés de dissipateurs.

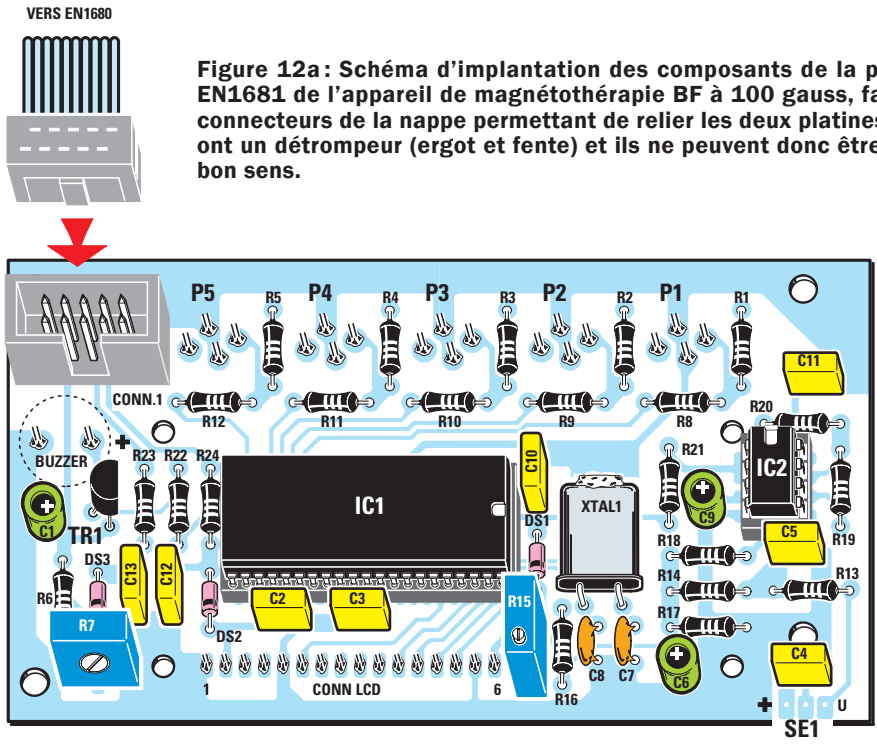


Figure 12a : Schéma d'implantation des composants de la platine afficheur LCD EN1681 de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss, face composants. Les connecteurs de la nappe permettant de relier les deux platines EN1680 et EN1681 ont un détrompeur (ergot et fente) et ils ne peuvent donc être insérés que dans le bon sens.

et par conséquent une réduction de la puissance dissipée par le MOSFET (et, en effet, durant le fonctionnement ce composant reste froid). Le MOSFET MFT1 se comporte comme un interrupteur électronique efficace et rapide qui, en se fermant, alimente le solénoïde, c'est-à-dire le diffuseur produisant le champ magnétique.

Cet étage comporte des composants pouvant opérer une protection adéquate contre :

– courant de sortie excessif : quand par exemple un court-circuit accidentel se produit à la sortie.

– surtension de sortie : présente si, par exemple, on débranche le solénoïde alors que l'appareil de magnétothérapie est en fonctionnement.

La protection en courant fonctionne grâce à la présence de la résistance R30 et du transistor NPN TR2. En conditions normales, la tension aux

extrémités de la résistance R30 est de 0,47 V, valeur insuffisante pour faire conduire TR2 : c'est pourquoi la tension de pilotage fournie par la broche 7 de IC5 atteint, sans aucune atténuation, la grille du MOSFET MFT1.

Note : la valeur de 0,47 V est obtenue (U = I x R) en multipliant le courant maximal de sortie par la valeur ohmique de R30.

Inversement, quand la tension aux extrémités de R30 s'approche de la tension de seuil 0,7 V, soit la Vbe de conduction du transistor TR2, ce dernier commence à conduire et, par son collecteur, fait diminuer la tension de grille de MFT1, ce qui en réduit la conduction.

Ainsi le MOSFET MFT1 ne se comporte plus comme un interrupteur mais comme une résistance limitant le courant de sortie à environ 1,5 A.

En effet :
Vbe : R30 = 0,7 : 0,47 = 1,5 A.

Cela permet de protéger les composants de l'étage de sortie. La protection contre les surtensions est obtenue simplement grâce aux caractéristiques des diodes DS5-DS6, pour faire face à un débranchement accidentel du solénoïde (diffuseur) alors que l'appareil fonctionne.

Dans ce cas, suivant le principe même qui fait émettre une étincelle aux bougies de notre voiture, une surtension se produit et elle peut atteindre plusieurs milliers de volts, ce qui mettrait hors d'usage l'étage final de sortie.

Mais, grâce à la présence de DS5-DS6, cette surtension ne provoquerait aucun dommage car elle serait limitée à la valeur de la tension d'alimentation de l'étage, soit 60 V. Par-dessus le marché nous avons complété l'appareil de magnétothérapie par un autre contrôle nous indiquant si le diffuseur (solénoïde) se débranche durant le cycle de fonctionnement. Ce contrôle se sert des composants R24-C12 et R25-DS4, tous reliés entre la sortie 1 et une entrée du microcontrôleur. Quand une session est lancée (au moyen du poussoir Start), le micro, à des moments bien précis et synchrones avec le signal de sortie, contrôle l'intégrité des diffuseurs : il attend à ces moments un niveau logique 0 et, si le diffuseur s'interrompt, grâce à la présence de R25, il n'obtient pas un niveau logique 0 mais un niveau logique 1 et cette anomalie est signalée sur l'afficheur LCD.

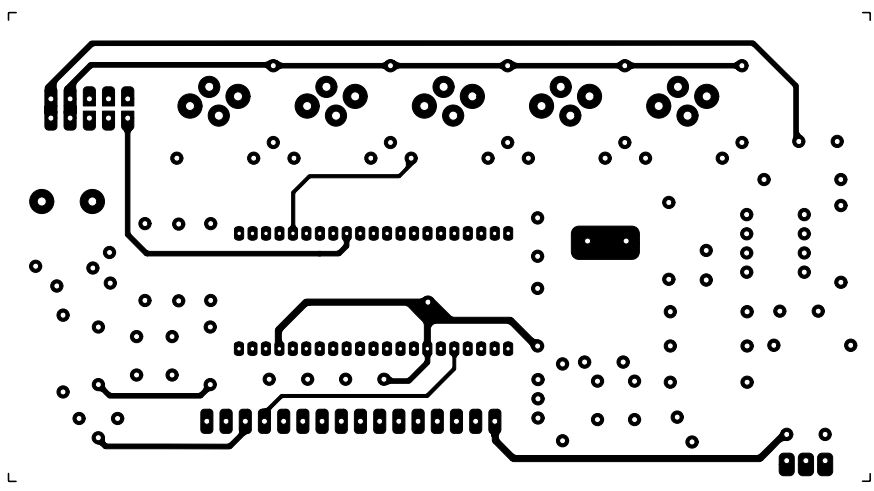


Figure 12b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine afficheur LCD EN1681 de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss, côté composants.

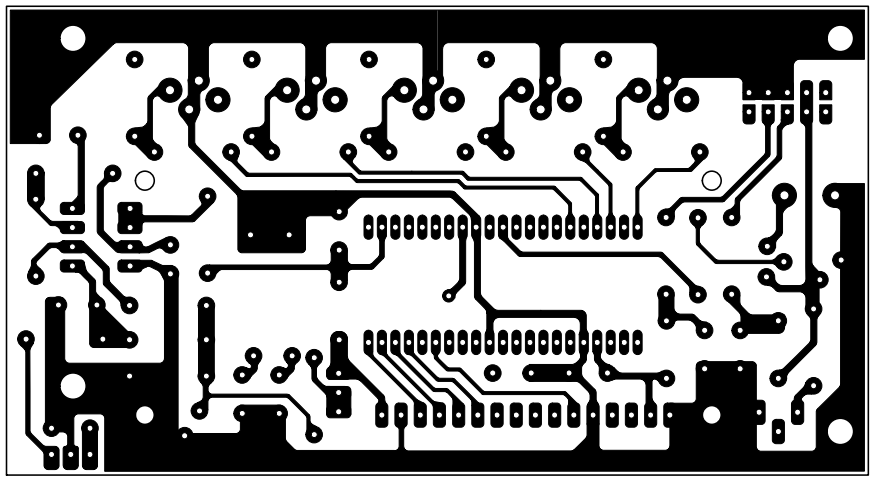


Figure 12b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine afficheur LCD EN1681 de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss, côté soudures où sont montés le LCD, le buzzer, les poussoirs et le capteur.

L'alimentation

Tout le circuit doit être alimenté avec les trois tensions suivantes :

- +60 V environ non stabilisée, utilisée pour alimenter les diffuseurs ; on l'obtient en redressant avec RS2 et en lissant avec C18-C19 les 40 V efficaces disponibles sur un des deux secondaires du transformateur d'alimentation ;

- +14 V environ non stabilisée, utilisée par les deux pilotes IC5-IC6 et par le double amplificateur opérationnel IC2/A-IC2/B ; on l'obtient en redressant avec RS1 et en lissant avec C16 les 12 V efficaces disponibles sur un autre secondaire du transformateur d'alimentation ;

- +5 V stabilisée par le régulateur 7805, est utilisée pour alimenter le micro, l'afficheur LCD et le capteur à effet Hall.

La réalisation pratique

Pour réaliser cet appareil de magnétothérapie BF, vous vous servirez des figures 10 à 18 et de la liste des composants. Deux platines sont à construire tout d'abord (la platine de base EN1680, voir les figures 10 et 11 et la platine

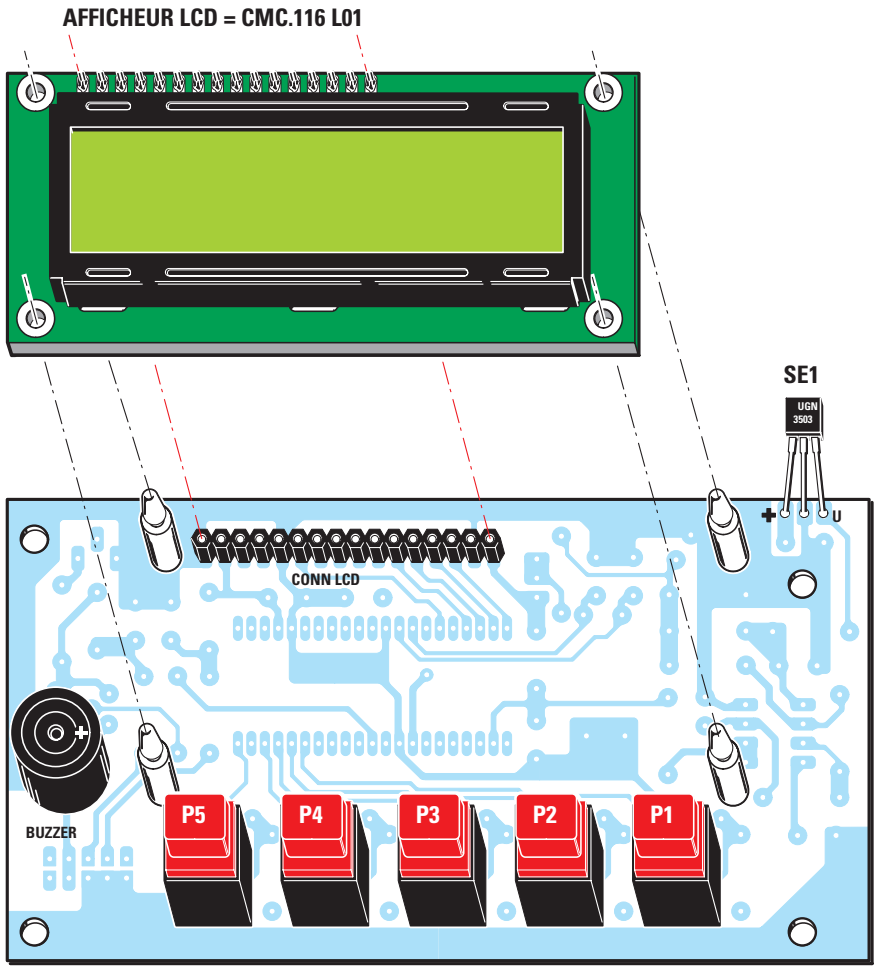


Figure 13 : Schéma d'implantation des composants de la platine afficheur LCD EN1681 de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss, face soudures où sont montés le LCD, le buzzer, les poussoirs et le capteur.

affichage et commandes EN1681, voir figures 12, 13 et 14) avant de les disposer dans le boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé spécifique (la première au fond du boîtier et la seconde derrière la face avant, comme le montrent les figures 17 et 18).

La platine de base EN1680

Réalisez (ou procurez-vous) le circuit imprimé double face à trous métallisés EN1680 dont la figure 10b-1 et 2 donne les dessins à l'échelle 1:1 et, en vous aidant des figures 10a et 11, montez tous les composants.

En premier, montez les trois supports des circuits intégrés et les quatre picots puis vérifiez bien ces premières soudures (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée).

Commencez par les résistances (les deux résistances de puissance doivent être maintenue "en l'air" à quelques mm de la surface), les diodes (attention à l'orientation de leurs bagues, vers le haut pour DS4-DS12 et DS6-DS13, vers la droite pour DS9-DS10-DS8, vers la gauche pour DS5-DS11) et les condensateurs (attention à la polarité des électrolytiques).

Montez les transistors (orientez bien leur méplat, vers R39 pour TR3 et vers R31 pour TR2) et les MOSFET (semelle métallique vers le condensateur C25 pour MFT2 et vers le bas extérieur de la platine pour MFT1).

Montez les deux ponts redresseurs, + vers le bornier pour RS2 et vers C16 pour RS1. Montez le régulateur IC4 (debout, semelle tournée vers C16) dans son dissipateur ML26 auquel vous le fixerez au préalable par un boulon 3MA.

Montez pour finir les borniers et le connecteur à deux broches pour la nappe.

Insérez les circuits intégrés en orientant les repères-détrompeurs en U vers le haut.

La platine affichage et commandes EN1681

Réalisez (ou procurez-vous) le circuit imprimé double face à trous métallisés EN1681 dont la figure 12b-1 et 2 donne les dessins à l'échelle 1:1 et, en vous aidant des figures 12a, 13 et 14, montez tous les composants, une face puis l'autre.

La face composants

Sur cette face (voir figure 12a) montez tout d'abord le grand support du PIC IC1 et le support de IC2 puis vérifiez bien ces premières soudures (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée).

Montez ensuite les résistances, les diodes (attention à l'orientation de leurs bagues, vers le bas pour DS2-DS2-DS3) et les condensateurs (attention à la polarité des électrolytiques).

Montez le transistor (orientez bien son méplat vers R23. Montez les deux potentiomètres multitours.

Montez le quartz couché et soudez l'extrémité de son boîtier au plan de masse. Montez enfin le connecteur à dix broches pour la nappe.

La face affichage et commandes proprement dits

Sur cette face (voir figure 13) montez tout d'abord le connecteur de l'afficheur LCD CONN LCD et les quatre entretoises plastiques servant de support pour ce LCD puis vérifiez bien ces premières soudures (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée).

Montez les cinq poussoirs, le buzzer et la sonde (attention à la polarité de ces deux derniers composants).

Prenez la petite platine de l'afficheur LCD proprement dit et soudez-y la barrette à seize broches doubles mâles. Insérez les broches libres de cette barrette dans le CONN LCD tout en enfilant les quatre trous dans les entretoises plastiques.

Revenez à l'autre face et insérez les deux circuits intégrés, repères-détrompeurs en U vers le condensateur C10 et la diode DS1 pour IC1 et vers le haut pour IC2.

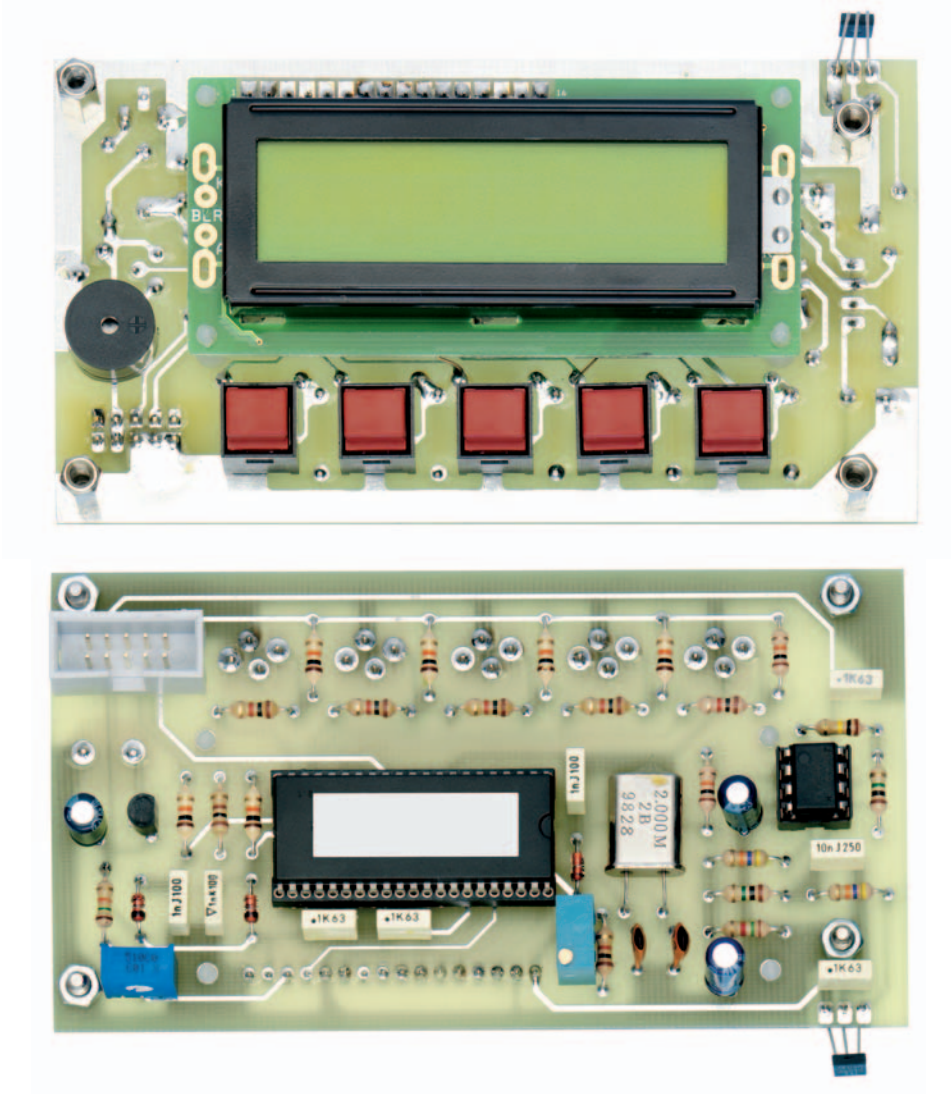


Figure 14 : Photo d'un des prototypes des deux faces de la platine afficheur LCD EN1681 de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss, en haut le côté afficheur LCD et en bas la face composants. Le capteur à effet Hall a été replié de telle façon que son marquage soit tourné vers le couvercle du boîtier quand celui-ci sera fermé. Attention, le repère-détrompeur en U du microcontrôleur est orienté vers la droite alors que celui du LM358 est dirigé vers le haut. Les quatre entretoises métalliques servent à fixer cette platine afficheur derrière la face avant en aluminium du boîtier.

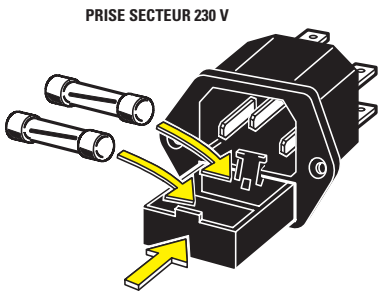


Figure 15 : La prise secteur 230 V doit être montée sur le panneau arrière à l'aide de deux boulons, comme le montre la figure 16. Vérifiez que le tiroir contient bien les deux fusibles de 2 A (le second est de secours).



Figure 16 : Le boîtier est en plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé. Le panneau arrière reçoit la prise secteur 230 V et l'interrupteur de M/A.

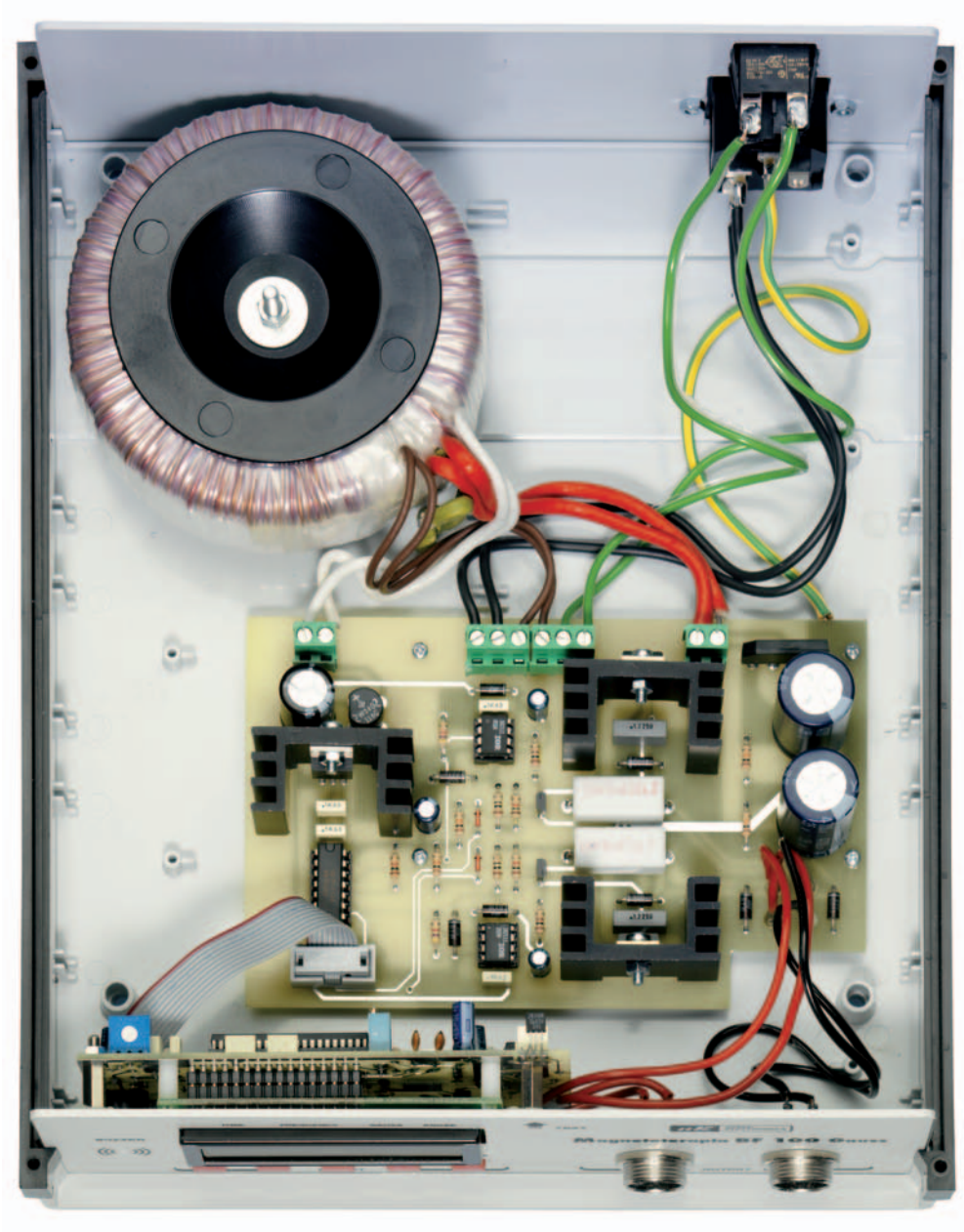


Figure 17 : Photo d'un des prototypes de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss, montrant comment installer les deux platines dans le boîtier, vu du côté de la face avant. Attention, la couleur des fils de votre transformateur torique pourraient ne pas être identiques à celles que l'on voit ici : identifiez donc bien ceux du primaire (les fils fins) et ceux du secondaire, plus épais. On voit que la platine afficheur est montée derrière la face avant au moyen de quatre entretoises métalliques.

La disposition dans le boîtier

Montez tout d'abord sur le panneau arrière (voir figures 15 et 16) le connecteur/porte fusible recevant le cordon secteur 230 V et l'interrupteur M/A.

Puis, en vous aidant des figures 17 et 18, disposez la platine EN1681 au dos de la face avant en aluminium du boîtier au moyen de quatre entretoises métalliques.

L'afficheur LCD affleure dans la fenêtre pratiquée dans la face avant et les poussoirs en sortent.

Le capteur à effet Hall aura ses pattes repliées vers le fond du boîtier de façon à ce que sa face "écrite" soit parallèle au couvercle (sur lequel vous poserez le diffuseur à tester).

Montez sur cette même face avant les deux connecteurs à deux broches mâles de sortie (recevant les diffuseurs).

La platine EN1680 se monte au fond du boîtier, sur des bossages percés, à l'aide de quatre vis. Fixez à sa place, au fond du boîtier, le transformateur torique à l'aide de son boulon long et de ses rondelles, comme le montrent les figures 17 et 18. Vous devrez au préalable faire un trou au fond du boîtier.

Les interconnexions

Pour les réaliser, aidez-vous des figures 10a et 17-18 et efforcez-vous de ne pas intervertir les fils entre eux (les couleurs de l'isolant plastique vous y aident).

Commencez par relier entre elles les platines EN1680 et EN1681 au moyen de la nappe à dix fils.

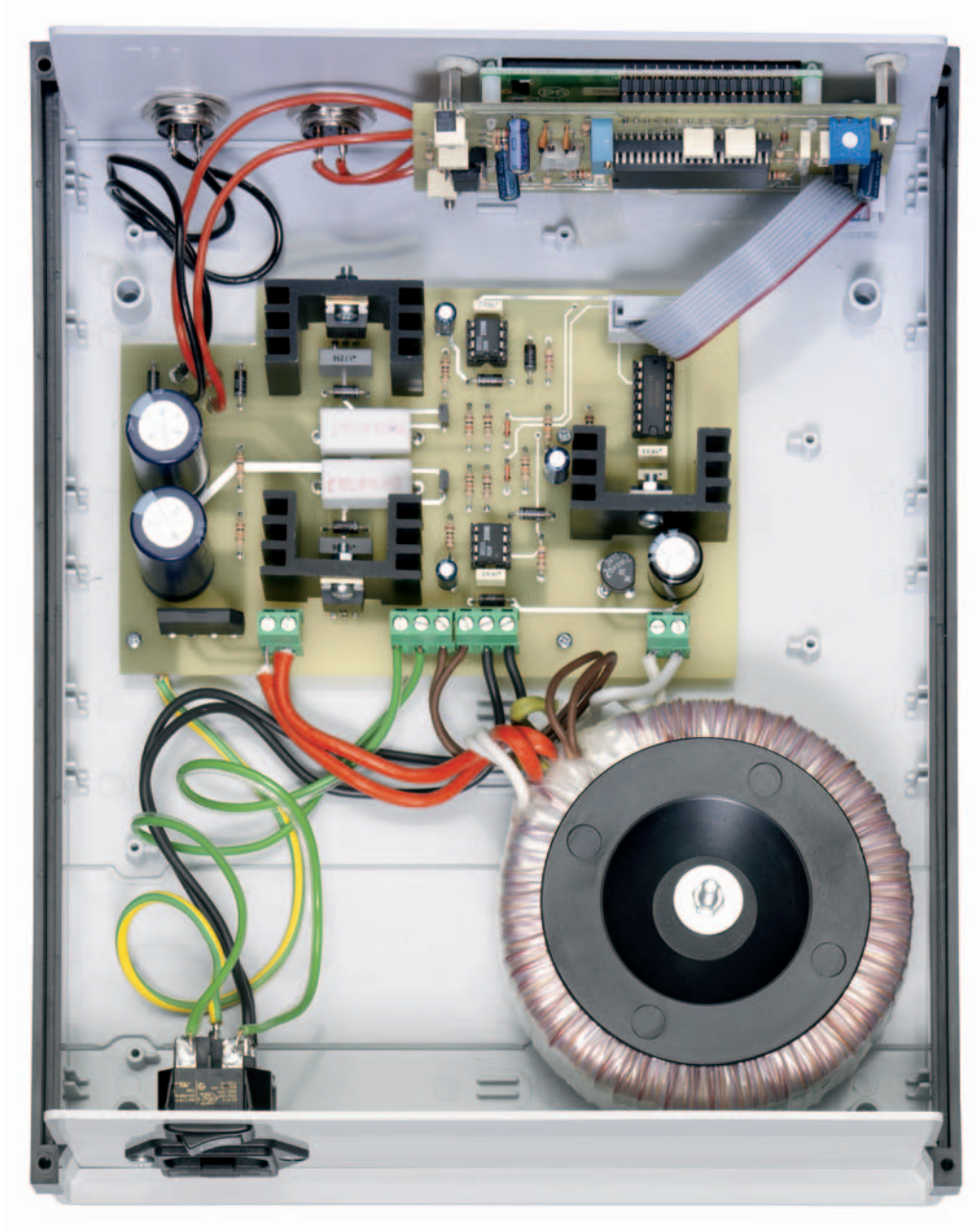


Figure 18 : Photo d'un des prototypes de l'appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss, montrant comment interconnecter les deux platines, le transformateur torique et les face avant et panneau arrière, vu du côté du panneau arrière. Avant de refermer le couvercle du boîtier, réglez les trimmers R7 et R15.

Reliez les deux prises de sortie aux quatre picots de la platine de base. Reliez le connecteur secteur du panneau arrière aux borniers de la platine de base et enfin reliez aux borniers de cette même platine de base le primaire du transformateur (fil fin) et ceux de son secondaire (fils plus gros).

Vérifiez que vous n'avez rien oublié ni interverti aucun fil et que vos soudures sont bonnes.

Vous ne pourrez refermer le couvercle du boîtier que lorsque vous aurez procédé aux réglages. Voir figure 19.

Si après avoir alimenté le circuit vous devez corriger le contraste de l'afficheur LCD, réglez la tension sur la broche 3 en agissant avec un petit tournevis sur l'axe du trimmer R7.

Voir la figure 12 pour le réglage.

Conclusion et à suivre

Le mois prochain nous poursuivrons les phases de réglages et nous apprendrons à nous servir de l'appareil pour traiter les nombreuses affections dont il peut nous soulager.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet appareil de magnétothérapie EN1680-1681 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

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

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/099.zip. ◆

EV8077-1

Un caisson de graves

bass-reflex actif de 100 Wrms

Première partie : l'électronique

Ce caisson de graves bass-reflex contient un amplificateur de 100 Wrms et un filtre actif (ce filtre passe-bas est réglable) : il permettra de remonter les basses fréquences de votre chaîne Hi-Fi. On peut en effet le relier à la sortie préamplifiée de cette dernière ou bien le monter en parallèle avec les enceintes acoustiques ; dans tous les cas il s'allume automatiquement en présence d'un signal audio d'au moins 5 mV. Dans la première partie nous analyserons et construirons l'électronique (une grande platine) et dans la seconde nous construirons l'ébénisterie.

Caractéristiques

- Système bass-reflex
- Puissance sous 4 ohms à 10% de DHT : 100 Wrms
- Filtre à large bande à –6 dB : 25 – 110 Hz
- Filtre à bande étroite à –6 dB : 18 – 65 Hz
- Deux haut-parleurs de 16 cm / 8 ohms
- Sensibilité : 500 mV
- Alimentation : 120 / 230 V avec Auto-On.



Habituellement les systèmes Hi-Fi reproduisent la totalité de la gamme audio (c'est-à-dire audible par l'oreille humaine) au moyen de deux enceintes acoustiques (stéréo) comportant chacune au moins deux transducteurs : un "mid-woofer" pour les médiums graves et un "tweeter" pour les médiums aiguës, le tout dûment filtré au moyen d'un filtre "cross-over" avec fréquence de coupure entre 2 et 3 kHz. Or des études approfondies ont démontré que cette oreille humaine (qui finalement est le but ultime de cette technologie) ne parvient pas à percevoir la direction des sons graves en dessous de 100-150 Hz, ce que les gros haut-parleurs "boomers" des énormes caissons sont censés reproduire.

On en a déduit (que les audiophiles purs et durs nous pardonnent) que deux petits diffuseurs à deux voies format serre-livres ("bookshelfs") sur une étagère, associés à un "subwoofer" ou caisson de graves (diffuseur unique posé au sol et réglé pour reproduire avec une certaine énergie les basses et seulement les basses qu'un filtre passe-bas lui envoie),

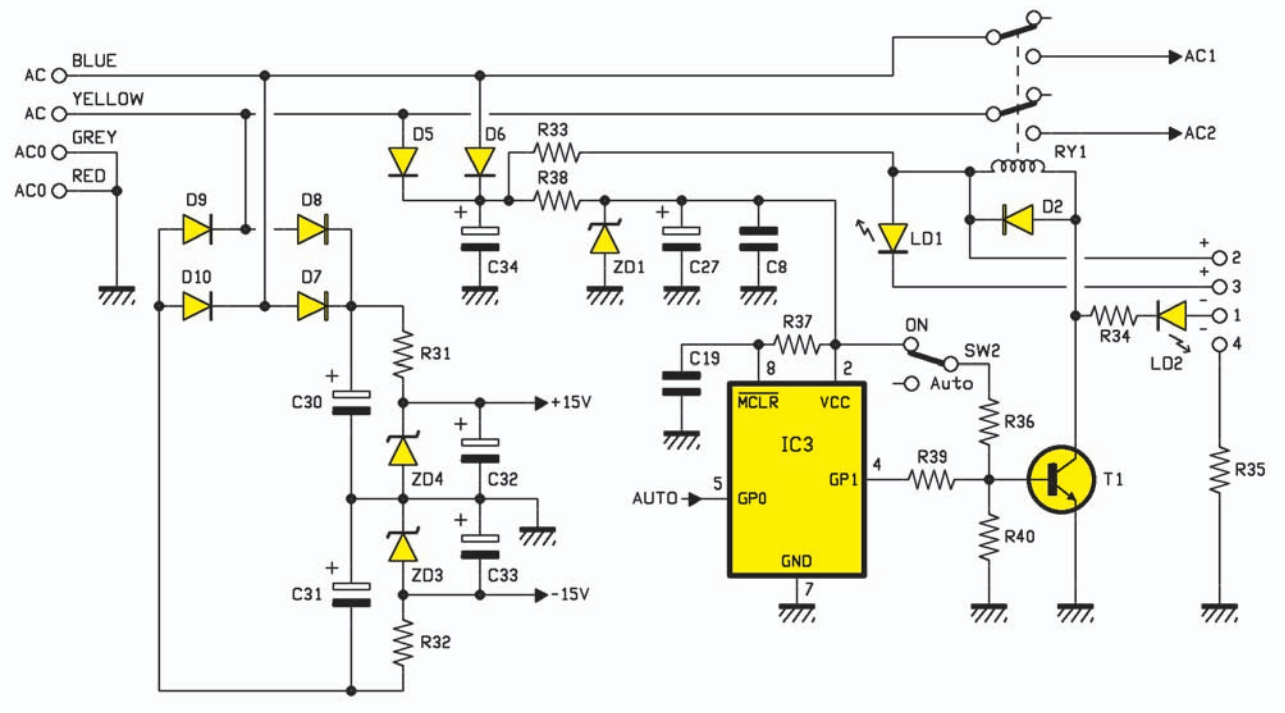


Figure 1 : Schéma électrique de l'alimentation du caisson de graves bass-reflex actif.

n'ont pas un plus mauvais son que des enceintes à 2 ou 3 voies de dimensions importantes en mesure de rendre ces mêmes fréquences graves.

Aujourd'hui le marché offre beaucoup de systèmes "2 bookshelfs + 1 subwoofer" et certains étonnent positivement par leur efficacité ... et par leur prix ! Il n'est cependant pas facile de trouver le caisson de graves seul, de bonne qualité, petit et économique, qu'on pourrait associer aux deux "bookshelfs" qu'on a déjà mais qui sont un peu faiblardes dans les basses.

Notre réalisation

Le caisson de graves actif ("subwoofer") que nous vous proposons ici de construire, répond tout à fait à ce souci. Vous n'aurez aucun mal à le construire, qu'il s'agisse de la platine (la partie électronique), dont les composants et le circuit imprimé sont disponibles auprès de nos annonceurs, ou de l'ébénisterie : la réalisation de cette dernière, à partir de morceaux de bois que vous trouverez au rayon "découpe bois" d'une grande surface de bricolage, fera l'objet de la seconde partie de l'article et avec quelques outils standards (dont le plus exotique est la scie sauteuse pour les trous des haut-parleurs) vous aboutirez facilement ; à moins que vous ne préféreriez faire appel à un voisin équipé ou carrément à un menuisier-ébéniste.

Le schéma électrique

Vous aurez compris déjà que ce "subwoofer" est un caisson de graves actif, c'est-à-dire qu'il contient un amplificateur de basses, un filtre passe-bas actif destiné à les lui envoyer et l'alimentation secteur du tout. On a en fait quatre blocs fonctionnels : l'alimentation à plusieurs tensions de sortie, le filtre passe-bas avec fréquence de coupure acheminant les graves vers l'amplificateur spécifique, cet amplificateur en personne (100 Wrms, ça fait du bruit ... oh pardon, de la musique) et un circuit de contrôle grâce auquel ce caisson deviendra actif automatiquement dès qu'on enverra un signal audio sur son entrée.

L'alimentation

La tension alternative du secteur 230 V est appliquée sur le primaire du transformateur torique à double secondaire de 25 Vac, ce qui va donner ensuite les tensions ±35 V pour l'amplificateur de puissance et ±15 V pour les sections analogiques de pré-amplification et de filtrage, sans oublier le +5 V pour le contrôle automatique de mise en fonctionnement. Il faudra bien faire attention aux couleurs des fils d'entrée et de sortie du transfo torique, comme le montre la figure 1 : les fils gris et rouge vont au bornier AC0, alors que les bleus et jaunes vont aux borniers AC.

Grâce à cette technologie on se débrouille avec un transformateur doté d'un unique secondaire de 50 V à prise centrale.

Partons justement de ces borniers du transformateur : le premier composant rencontré est le pont de Graetz ou pont redresseur, constitué des quatre diodes D7, D8, D9, D10 suivies des condensateurs C30 (branche positive) et C31 (branche négative). Cette configuration permet d'obtenir la tension double symétrique ±35 Vcc par rapport à la masse.

Cette tension arrive à l'entrée d'un double régulateur linéaire s'appuyant sur deux zeners aux bornes desquelles nous avons +15 V (ZD4) et –15 V (ZD3), tensions utilisées, on l'a dit, pour alimenter les amplificateurs opérationnels du filtre actif et du détecteur de signal audio déclenchant l'activation automatique du caisson.

C'est le microcontrôleur IC3 qui se charge de cette tâche, un PIC10F200-EV8077 déjà programmé en usine inséré dans l'étage d'alimentation. Pour obtenir le +5 V nécessaire à l'alimentation de ce micro, on part de la paire de diodes D5 et D6 qui avec C34 constituent un redresseur à double alternance avec transformateur à prise centrale.

A partir du +35 V nous obtenons donc le +5 V pour le micro à travers la résistance de limitation R38 et la zener ZD1 et le

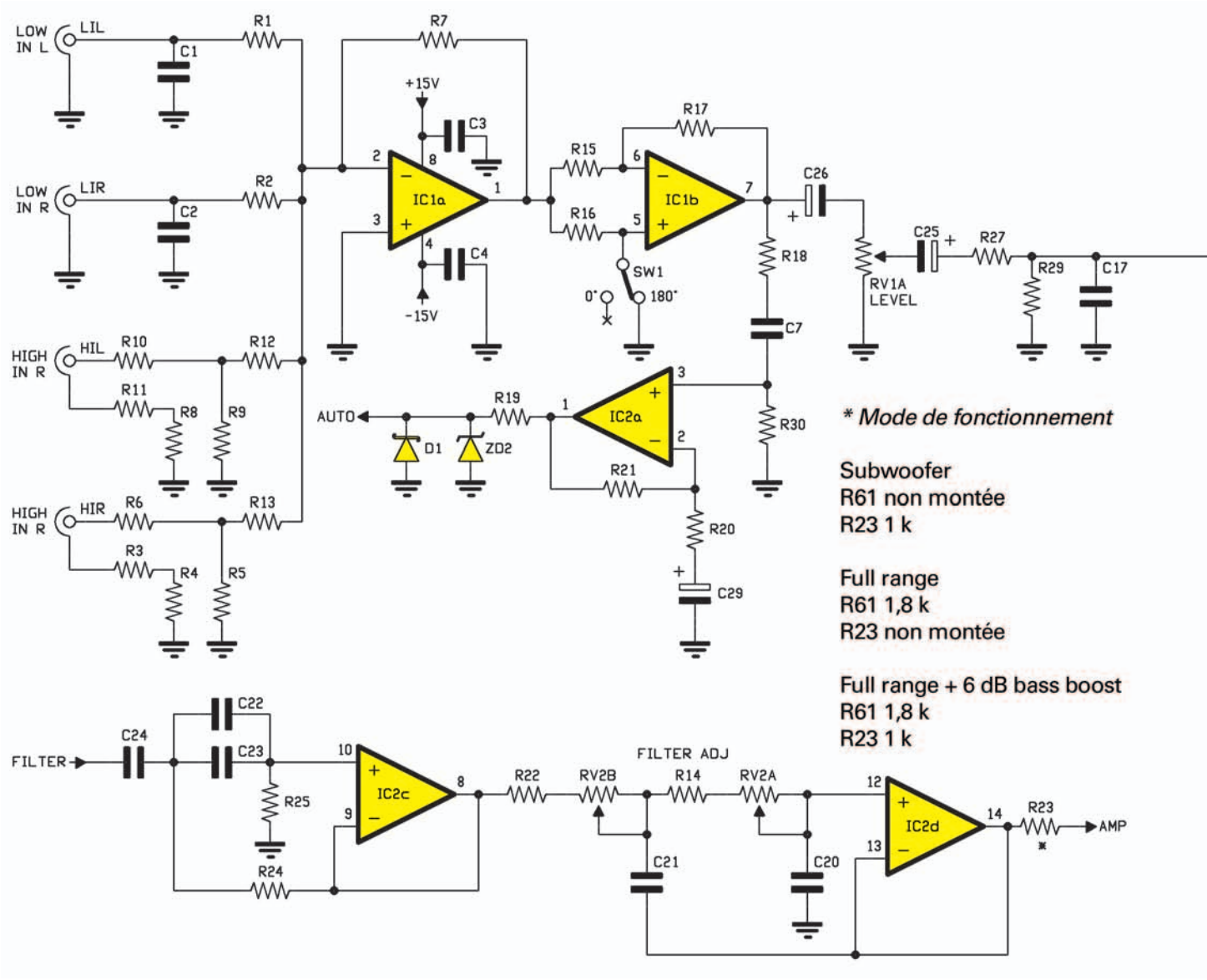


Figure 2 : Schéma électrique du filtre actif passe-bas du caisson de graves bass-reflex actif.

+24 V nécessaire au relais de mise en marche automatique du caisson. C'est ce dispositif que nous allons maintenant décrire. Mettons l'inverseur SW2 sur Auto, la présence d'un signal audio à l'entrée du caisson force le microcontrôleur à polariser à travers les résistances R39/R40 la base du transistor T1, lequel provoque le déclenchement du relais RY1 (alimenté à travers R33) et par conséquent la fermeture des contacts C sur les NO et le passage du courant du secondaire du transformateur au module amplificateur de puissance au moyen des connexions AC1 et AC2.

Le relais colle tant qu'un signal audio se trouve aux bornes d'entrée du caisson. Mais comment fait le micro pour détecter la présence du signal ? Regardez le schéma électrique de la figure 2, celui du filtre passe-bas actif : il comporte, en plus du filtre proprement dit, un bloc ressemblant à un vox.

L'amplificateur opérationnel IC2a amplifie le signal audio provenant du mélangeur/amplificateur IC1 et restitue un signal variable qui est ensuite mis en quadrature par R19 et D1/ZD2. D1 élimine la composante audio négative et ZD2 limite l'amplitude de la tension continue de 5 V. La sortie du quadrateur atteint la ligne AUTO et achemine à la broche GP0 du micro l'état logique haut quand à l'entrée on a un signal BF d'une amplitude d'au moins 5 mV. En l'absence d'un tel signal, le micro désactive le relais.

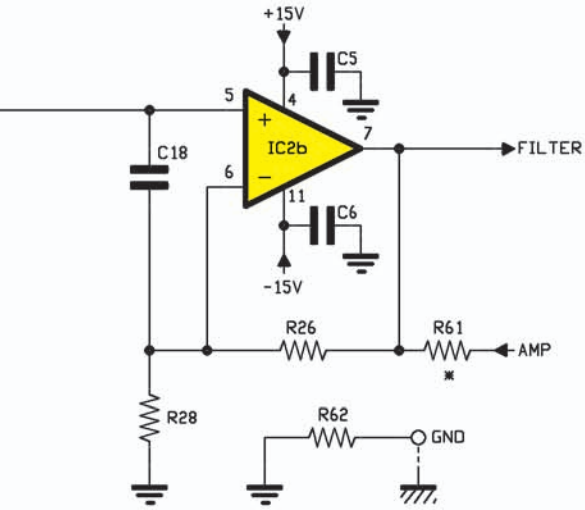
Dans le module Alimentation on a aussi les LED LD1 et LD2 ; la première est un simple voyant lumineux indiquant la présence ou non de l'alimentation principale (elle est alimentée à partir du +35 V présent aux extrémités de C34) et la seconde sert à signaler que le relais colle et que donc l'amplificateur du caisson est en fonctionnement.

Toutes deux passent à travers le connecteur CN2 dont le rôle est de permettre l'ajout ultérieur de deux autres LED de signalisation, par exemple en face avant, LD1 et LD2 étant sur le panneau arrière.

Si on n'en veut pas on devra relier la broche 1 au 2 et la 3 à la 4. Remarquez que l'on peut exclure cet automatisme en mettant SW2 sur ON et alors le caisson reste toujours en fonctionnement.

Mélangeur et filtre passe-bas

L'entrée du caisson a été conçue de manière à permettre une double possibilité de connexion à la source sonore : soit on branchera ce caisson "subwoofer" à la sortie préamplifiée éventuellement présente sur l'amplificateur de puissance de la chaîne (ligne), soit on le reliera aux bornes de cet ampli allant aux enceintes (puissance).



Le circuit a besoin d'une alimentation double symétrique à deux tensions : ±15 V et ±35 V. La tension la plus basse est pour les circuits intégrés, pour les composants actifs de contrôle de cette alimentation et pour le filtre actif passe-bas ; la plus élevée alimente l'étage final de puissance.

Bien sûr il n'est pas possible d'utiliser les deux types de connexions en même temps ! Un coup d'œil sur le schéma électrique du filtre, figure 2, vous dira pourquoi : les entrées à bas niveau sont référées à la masse, tandis que celle à relier aux enceintes ne le sont pas ; ce choix a été fait car certains amplis ont une sortie pontée non référée à la masse et en connectant le négatif on court-circuiterait les sorties de puissance sur la masse de l'amplificateur et du caisson. Comme le montre le schéma électrique de la figure 2, les prises à utiliser pour prélever le signal audio sur les enceintes (sorties enceintes de l'amplificateur Hi-Fi) sont indiquées High In (R/L) tandis que les autres le sont Low In (L/R).

Le signal prélevé en parallèle sur les enceintes doit être atténué et c'est à cela que servent les réseaux R8, R9, R10, R11 pour l'entrée Right et R3, R4, R5, R6 pour la Left. Quelle que soient les prises utilisées, la composante stéréophonique sera mélangée par le mélangeur (si si !) ou "mixer", constitué par l'amplificateur opérationnel IC1a monté en configuration inverseuse et par les résistances R1, R2, R12, R13 ; le gain en tension de l'étage est donné par le rapport R7/R, (où R = R1, R2, R12 ou R13) et il est toujours environ de 2.

Le mélangeur fournit un seul signal audio, en opposition de phase, qui entre dans un second amplificateur opérationnel, IC1b, dont le rôle est de restaurer, si nécessaire, la bonne phase du signal.

Pour cela nous utilisons l'inverseur SW1 lequel, en mettant à la masse la broche 5 de l'amplificateur opérationnel, détermine une inversion de phase qui compense celle causée par IC1a, alors que dans l'autre position IC1b se comporte comme un "buffer" non inverseur. Penchons-nous un peu sur la broche 7 de IC1, à partir de laquelle le signal emprunte deux chemins : le filtre des basses et l'entrée du circuit de contrôle automatique de l'alimentation de l'étage final. La tâche de filtrer le signal audio pour envoyer les seules basses fréquences à l'étage final est dévolue au filtre actif passe-bas réalisé par des amplificateurs opérationnels (voir figure 2).

A partir de la broche 7 de IC1 le signal audio atteint, à travers C26, le potentiomètre RV1 qui contrôle le volume de sortie du caisson "subwoofer". Là commence le filtre proprement dit ; plus exactement, IC2b et IC2c forment un filtre passe-bande dont les extrêmes sont réglables de 18 à 25 Hz et de 65 à 110 Hz (à –6 dB) en fonction de la position du curseur du double potentiomètre RV2. Les circuits composés de R22-RV2B-C21 et R14-RV2A-C20 constituent deux cellules passe-bas qui précèdent l'opérationnel IC2d, monté en adaptateur de haute vers basse impédance.

Le filtre présente une atténuation complexe de 40 dB/décade, soit 12 dB/octave. Le signal audio filtré est disponible sur la broche 14 de IC2d et, à partir de là (point nommé AMP), il arrive à l'entrée de l'étage de puissance.

Amplificateur de puissance et protection

Comme le montre le schéma électrique de la figure 3, c'est un circuit monophonique pouvant être divisé en trois blocs fonctionnels : l'alimentation, le différentiel d'entrée, l'amplificateur pilote, l'étage final de puissance et la protection en courant.

L'alimentation, très simple, commence par un pont de Graetz formé des quatre diodes au silicium D11, D12, D13 et D14) : il reçoit la tension alternative des lignes AC1 et AC2, contrôlées par le relais du module d'alimentation. En aval du pont, C9 et C38 filtrent la composante redressée positive et la rendent continue ; C10 et C37 en font autant avec la branche négative. LD3 indique la présence de la tension double.

Venons-en maintenant à la section audio, que nous ne décrirons que dans les grandes lignes, vous épargnant ainsi la théorie de la rétroaction de tension et de courant. Partons de la gauche : nous trouvons d'abord l'étage

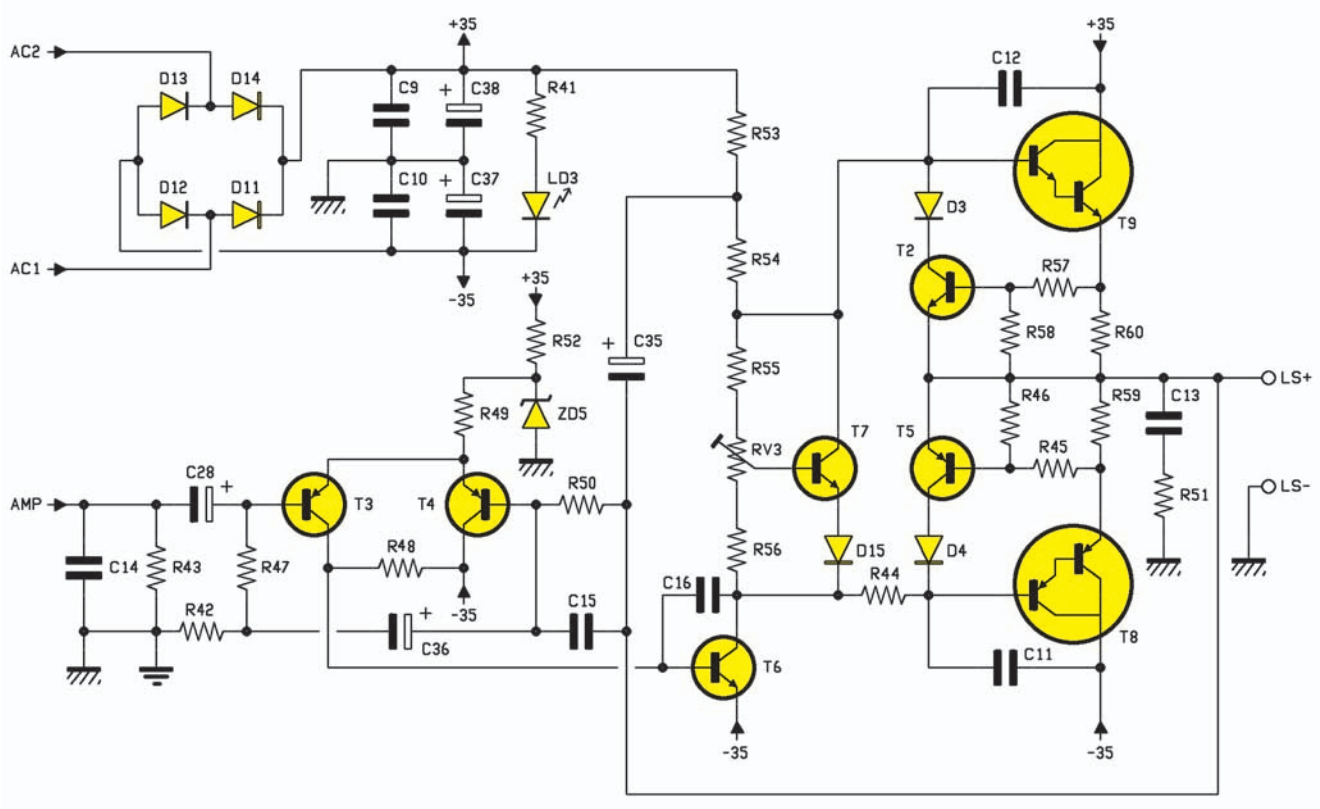


Figure 3 : Schéma électrique de l'étage final de puissance du caisson de graves bass-reflex actif.

d'entrée, un amplificateur différentiel dont les deux entrées sont constituées par les bases de T3 et T4 ; le premier est le pré-pilote de l'amplificateur et le second s'occupe, justement, de la rétroaction en fonction du signal qu'il reçoit du réseau de réaction formé de R50/C15 (qui prélève directement une partie du signal en sortie) et R42/C36.

Le signal audio provenant du filtre est appliqué à l'entrée du différentiel (AMP), puis aux extrémités du dipôle R43/C14, qui est un filtre contre les perturbations hautes fréquences ; en traversant l'électrolytique de découplage C28, il atteint la base de T3. Ce dernier l'amplifie en tension et le présente sur son propre collecteur en opposition de phase par rapport à l'entrée.

La tension de collecteur est utilisée pour piloter la base de T6, un NPN utilisé comme pilote de la paire finale T8/T9. Il amplifie encore le signal et opère une nouvelle rotation de phase, de façon à compenser le déphasage introduit par le différentiel et garantir une parfaite cohérence de phase entre la composante aux bornes du haut-parleur et celle appliquée à l'entrée du circuit tout entier.

Son courant de collecteur dépend des valeurs de RV3, R53, R54, R55, R56, comme de la conduction de T7. Les variations, dues à la composante audio, déterminent des fluctuations analogues de la polarisation de la base de T8 et de celle de T9 ; l'amplificateur fonctionne en classe AB.

Quand le signal à l'entrée de l'amplificateur a son niveau croissant et positif, T3 tend à se bloquer et le potentiel de son collecteur devient plus négatif, ce qui diminue la polarisation de T6 et le courant de collecteur de ce dernier ; cela réduit la chute de tension due à RV3, R53, R54, R55, R56 et fait monter le potentiel de la base de T8, soit celui qui polarise le transistor final T9.

Ainsi T8 tend à se bloquer alors que T9 commence à conduire proportionnellement au signal appliqué en entrée. Les deux composants de puissance sont des transistors darlingtons à gain élevé. Nous avons choisi des TIP142 et TIP147, respectivement NPN et PNP ; ils constituent une paire complémentaire ; ce choix est dû au gain en courant élevé dont est capable un darlington, cela permet de simplifier l'ampli et d'économiser une paire de transistors pilotes. On l'a dit, quand le potentiel sur le collecteur du pilote T6 augmente, T9 tend à conduire toujours davantage, ce qui augmente le courant débité dans la charge (c'est-à-dire le haut-parleur) par son émetteur ; il s'ensuit une augmentation de la tension de sortie, en plein accord avec ce qui se passe sur les bornes d'entrée (AMP/GND). Pendant ce temps le PNP T8 se bloque de plus en plus pour ne pas faire obstacle à l'activité de T9.

Voyons à présent ce qui se passe quand l'amplitude du signal diminue et devient négative par rapport à la masse : dans ce cas T3 est poussé à conduire toujours davantage, car c'est un PNP ; le courant de son collecteur croît et fait augmenter celui de la base de T6 ; cela entraîne une augmentation de son courant de collecteur ainsi que de la chute de tension sur R53 et sur les autres résistances série, ce qui réduit progressivement la polarisation du transistor final T9 (qui se bloque) et une augmentation de la tension Vbe du darlington T8, lequel tend à conduire toujours plus.

Maintenant, par rapport à précédemment, la situation est inversée : la tension aux bornes du haut-parleur devient négative, là encore en parfait accord avec ce qui a lieu à l'entrée de l'amplificateur.

Figure 4 : Photo d'un des prototypes de la platine ampli du caisson de graves bass-reflex actif.



Sur ce fond métallique du caisson de graves on a monté la platine qui comporte l'étage final de puissance, le filtre actif passe-bas et les sections de contrôle de la tension d'alimentation ±35 V. Le transformateur torique fournit les tensions secondaires requises à partir du secteur 230 V. On a monté les deux darlingtons de puissance sur le fond métallique (qui sert de dissipateur) en interposant une feuille isolante de mica enduite de chaque côté d'une couche de pâte au silicone afin de bénéficier d'une meilleure évacuation de la chaleur vers l'extérieur du caisson.

En l'absence de signal, c'est T7 qui entre en jeu, sa fonction est double : il sert de régulateur du courant de repos et de stabilisateur thermique. Le courant de repos est celui que le circuit consomme quand aucun signal BF n'est amplifié et il sert à faire en sorte que les transistors répondent tout de suite au signal sans devoir attendre le dépassement de leur tension de seuil (fonctionnement en classe AB).

Le circuit est polarisé de telle manière que ses transistors soient en légère conduction, ce qui entraîne une consommation fictive due principalement aux finaux, dont le courant est déterminé par la chute de tension collecteur-émetteur de T7, tension à son tour dépendante de la polarisation que le trimmer RV3 opère sur la base de T7.

Plus on tourne le curseur vers le collecteur, plus on augmente la tension Vbe, ce qui détermine une augmentation du courant de collecteur et une diminution de la tension Vce de ce même T7 ; la tension Vbe des transistors finaux diminue ainsi que leur tension de polarisation de base et le courant consommé.

Inversement, quand la tension entre base et émetteur diminue (curseur du trimmer vers R15), T7 se bloque de plus en plus et sa Vce, la tension qui polarise T8 et T9 et le courant de repos augmentent.

T7 a aussi pour fonction de stabiliser thermiquement l'étage de puissance car il est en contact avec le dissipateur de chaleur (le panneau arrière du caisson) des darlingtons. Il se réchauffe donc avec eux et, quand la température augmente, sa conduction augmente, de sorte que la chute de tension entre collecteur et émetteur diminue, tout comme les tensions polarisant T8 et T9, le courant et la puissance dissipée. Les darlingtons refroidissent de ce fait (et leur jonction est sauvée de la fournaise).

Analysons maintenant la protection en courant, insérée pour sauver ces mêmes Darlington de puissance en cas de consommation de courant excessive. La protection étant symétrique (une par Darlington) nous ne commenterons que le fonctionnement d'une seule, celle de la section T8.

Normalement le courant d'émetteur (celui qui traverse le haut-parleur durant l'alternance négative) est tel que la chute de tension aux extrémités de R59 ne permet pas de dépasser la Vbe de seuil de T5.

Quand un pic de consommation a lieu, la tension aux extrémités de R59 devient suffisante pour faire chuter plus de 0,6 V sur R46, si bien que T5 se met à conduire et que son collecteur ajoute du courant à R44, ce qui augmente le potentiel de la base de T8 proportionnellement au niveau de surcharge ; cela suffit à limiter le courant qui circule entre collecteur et émetteur du darlington et à le ramener en dessous du niveau de sécurité. Notez la présence de D4, dont la fonction est d'éviter que T5 ne se mette à conduire trop rapidement.

Le réseau de protection est dimensionné pour que le transistor commence à conduire quand le courant d'émetteur

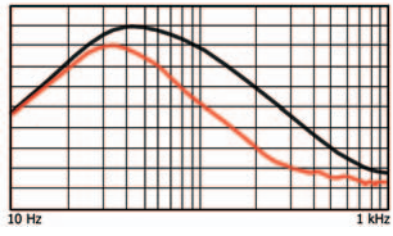
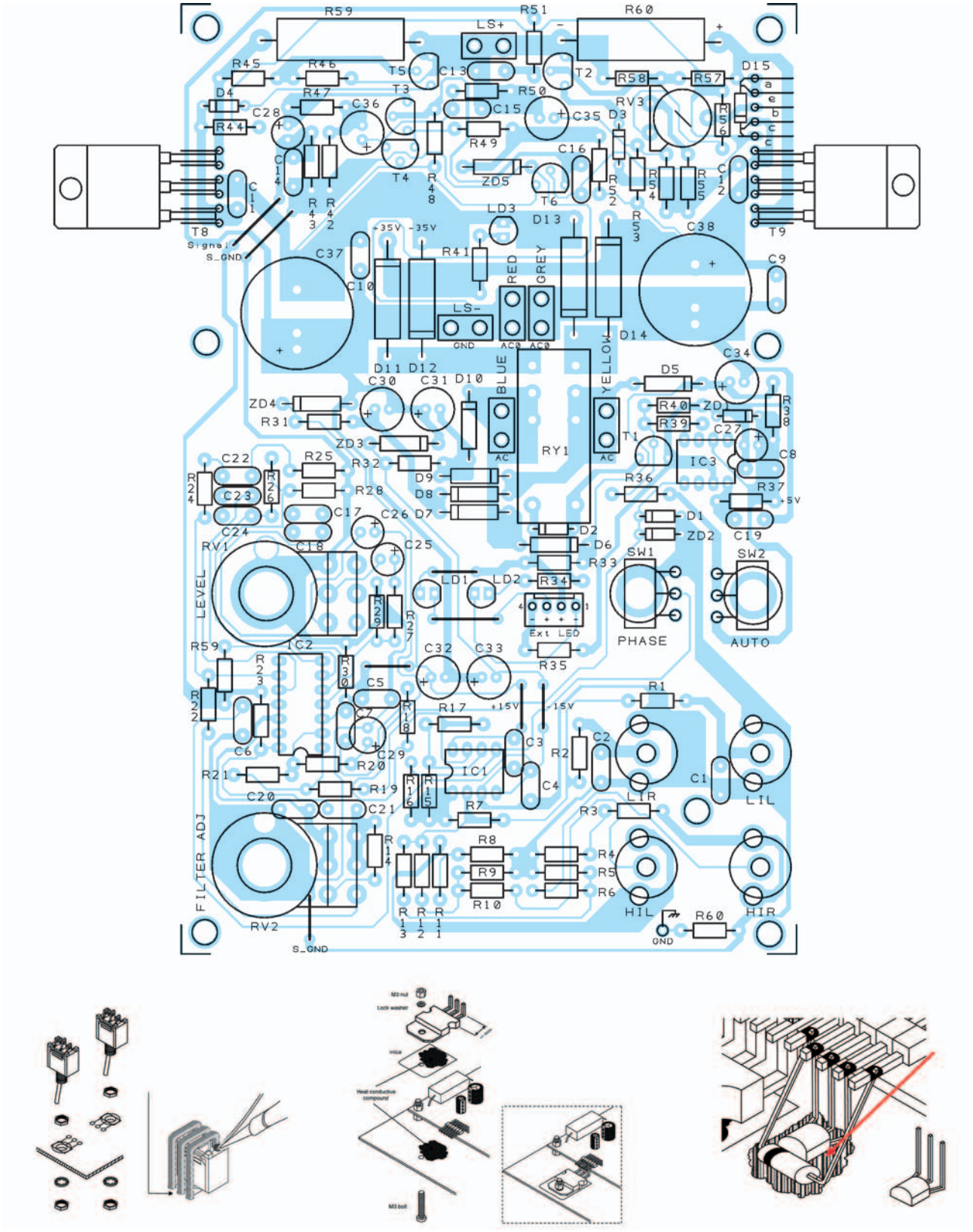


Figure 5 : Courbe de réponse du caisson de graves actif.

Figure 6a : Schéma d'implantation des composants de la platine ampli pour caisson de graves actif et dessins indiquant comment monter les deux interrupteurs, les deux darlingtons et la protection thermique.

Attention, le schéma d'implantation des composants n'est pas à l'échelle 1:1 mais a été réduit à 85%.



Les inverseurs SW1 et SW2, fixés mécaniquement au circuit imprimé, sont connectés électriquement aux pastilles au moyen de morceaux de fil. Les transistors darlingtons de puissance produisent une certaine quantité de chaleur qu'il convient de dissiper : le fond métallique, sur lequel est montée la platine (elle est fixée par des entretoises), sert de dissipateur. Entre chaque Darlington et le fond dissipateur on monte une feuille isolante de mica enduite sur les deux faces d'une fine et régulière couche de pâte au silicone (voir figure 4). Pour protéger l'étage final d'une éventuelle dérive thermique on se sert de la diode D15 et du transistor T7 : leurs boîtiers doivent être positionnés de manière à bien "sentir" la chaleur du fond dissipateur ; pour favoriser cette diffusion de la chaleur du panneau arrière du caisson à D15/T7 on met également de la pâte blanche.

Liste des composants EV8077

R1..... 22 k
R2..... 22 k
R3..... 0
R4..... 0
R5..... 100
R6..... 470
R7..... 47 k
R8..... 0
R9..... 100
R10 ... 470
R11 ... 0
R12 ... 22 k
R13 ... 22 k
R14 ... 33 k
R15 ... 22 k
R16 ... 10 k
R17.... 22 k
R18 ... 1 k
R19 ... 10 k
R20 ... 1 k
R21 ... 220
R22 ... 33 k
R23 ... 1 k
R24.... 100 k
R25 ... 390 k
R26 ... 15 k
R27.... 470
R28 ... 15 k
R29 ... 100 k
R30 ... 100 k
R31.... 820
R32 ... 820
R33 ... 560
R34 ... 10 k
R35 ... 10 k
R36 ... 10 k
R37.... 10 k
R38 ... 2,7 k
R39 ... 10 k
R40 ... 100 k
R41.... 33 k
R42 ... 100
R43 ... 47 k
R44 ... 330
R45 ... 220
R46 ... 47
R47.... 3,3 k
R48 ... 680
R49 ... 3,3 k
R50 ... 3,3 k
R51.... 10
R52 ... 3,3 k
R53 ... 1,5 k
R54 ... 3,3 k
R55 ... 680
R56 ... 1 k
R57.... 220
R58 ... 47
R59 ... 0,47 5 W
R60 ... 0,47 5 W
R61.... 1,8 k
R62 ... 470
RV1.... pot. 50 k
RV2.... pot. 50 k
RV3.... trimmer 1 k MO
C1..... 390 pF céramique
C2..... 390 pF céramique
C3..... 100 nF multicouche
C4..... 100 nF multicouche
C5..... 100 nF multicouche
C6..... 100 nF multicouche
C7..... 100 nF multicouche
C8..... 100 nF multicouche
C9..... 100 nF multicouche
C10.... 100 nF multicouche
C11.... 680 pF céramique
C12 ... 680 pF céramique
C13.... 47 nF multicouche
C14.... 47 nF multicouche
C15.... 47 nF multicouche
C16.... 47 nF multicouche
C17.... 1 nF multicouche
C18.... 100 pF céramique
C19.... 10 nF multicouche
C20 ... 0,047 µF 63 V polyester
C21.... 0,068 µF 63 V polyester
C22 ... 4 700 pF 100 V polyester
C23 ... 0,022 µF 63 V polyester
C24.... 0,022 µF 63 V polyester
C25 ... 10 µF 35 V électrolytique
C26 ... 10 µF 35 V électrolytique
C27.... 10 µF 35 V électrolytique
C28 ... 10 µF 35 V électrolytique
C29 ... 22 µF 50 V électrolytique
C30 ... 100 µF 50 V électrolytique
C31.... 100 µF 50 V électrolytique
C32 ... 100 µF 50 V électrolytique
C33 ... 100 µF 50 V électrolytique
C34 ... 100 µF 50 V électrolytique
C35 ... 100 µF 50 V électrolytique
C36 ... 470 µF 16 V électrolytique
C37.....3 300 µF 50 V électrolytique
C38 ....3 300 µF 50 V électrolytique
D1..... BAT85
D2..... 1N4148
D3..... 1N4148
D4..... 1N4148
D5..... 1N4007
D6..... 1N4007
D7..... 1N4007
D8..... 1N4007
D9..... 1N4007
D10 ... 1N4007
D11 ... 1N5404
D12 ... 1N5404
D13 ... 1N5404
D14 ... 1N5404
D15 ... 1N4007
ZD1 ... 5,1 V
ZD2 ... 5,1 V
ZD3 ... 15 V
ZD4 ... 15 V
ZD5 ... 9,1 V
LD1.... LED 3 mm rouge
LD2.... LED 3 mm rouge
LD3.... LED 3 mm rouge

T1 ..... BC547
T2 ..... BC547
T3 ..... BC640
T4 ..... BC640
T5 ..... BC557
T6 ..... BC639
T7 ..... BC547
T8 ..... TIP147
T9 ..... TIP142
IC1..... TL074
IC2..... TL072
IC3..... PIC10F200-EV8077

RY1 .... relais 24 Vdc/5 A 2 contacts
SW1... interrupteur deux voies
SW2... interrupteur deux voies

Divers:

2 supports 2 x 4
1 support 2 x 14
1 barrette mâle 4 broches
1 barrette mâle 5 broches 90°
2 barrettes mâles 6 broches 90°
6 FAST-ON mâles
4 connecteurs RCA femelles verticaux pour ci
1 porte-fusible pour panneau arrière
1 fusible 2 A
1 interrupteur ON/OFF lumineux
1 prise non polarisée pour panneau arrière
1 transformateur torique 100 VA 2 x 25 V

Sauf spécification contraire, toutes les résistances sont des 1/4 W à 5 %.

** Ébénisterie: voir le mois prochain dans le numéro 100 d'ELM.*

du final dépasse 6,3 A, ce qui correspond à un dépassement du courant de puissance maximale (5 A).

La réalisation pratique

La construction de ce caisson de graves actif demande une certaine dextérité, qu'il s'agisse du montage de la grande et unique platine (voir figure 4) ou de l'assemblage de l'ébénisterie dans laquelle vous fixerez les haut-parleurs; le panneau arrière servant de support pour la platine et de dissipateur pour les darlingtons de puissance.

Nous ne nous occuperons ce mois-ci que de la construction de la platine.

Le montage de la platine EV8077

La platine est constituée d'un grand circuit imprimé simple face, dont la figure 6b donne le dessin à l'échelle 1.

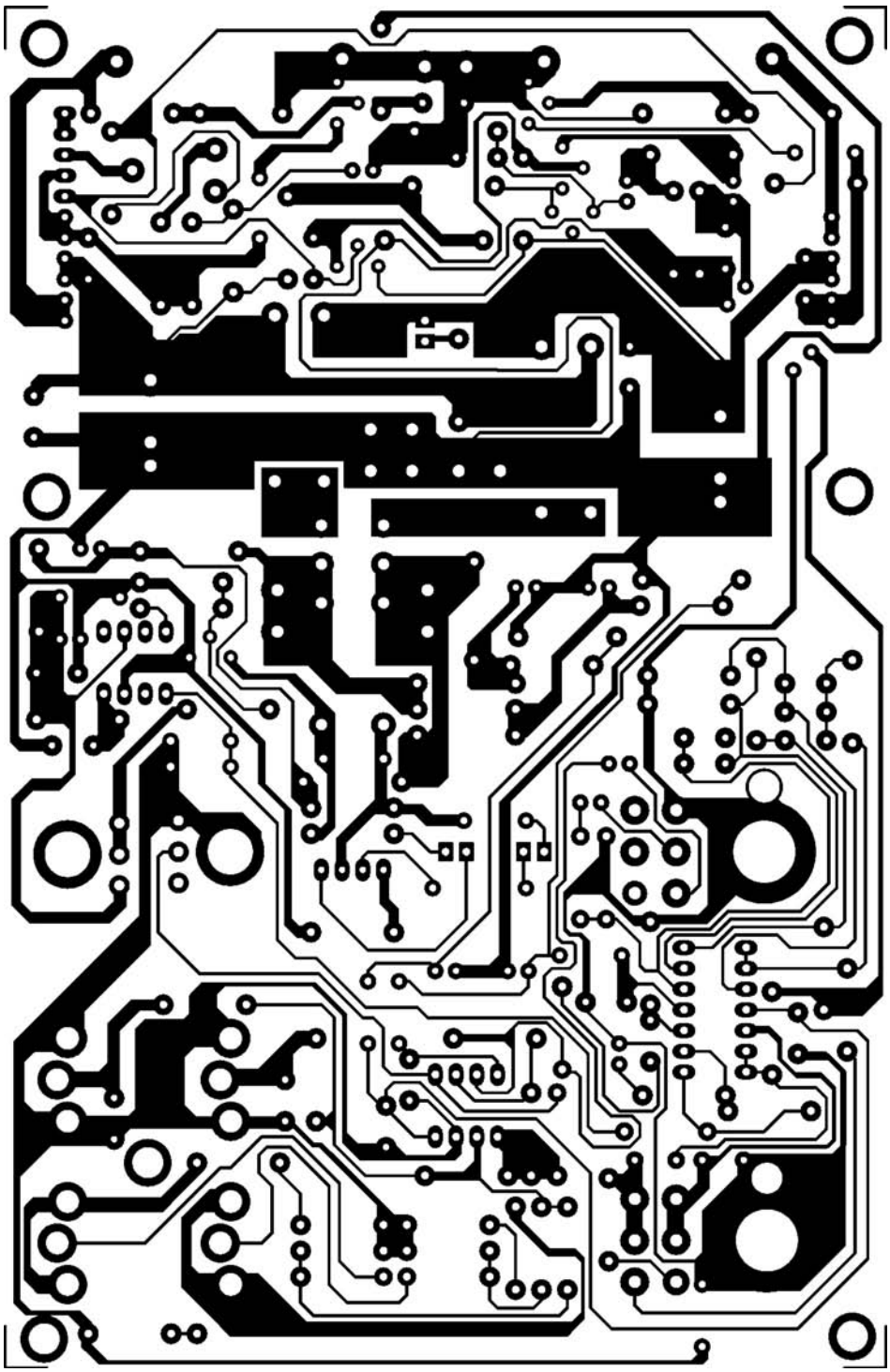


Figure 6b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de la platine ampli pour caisson de graves.

Commencez par insérer et souder les supports du PIC et des autres circuits intégrés (vous ne les insèrerez qu'à la fin). Insérez et soudez ensuite les nombreux straps, dont font partie les résistances "0 ohm" de la liste des composants (voir figures 6a et 7). Il ne vous reste qu'à (!) monter les nombreux composants, en commençant par les résistances. Les deux de 5 W ("sucres") doivent être maintenues à quelques mm du circuit afin d'éviter de brûler ce dernier.

Continuez avec les diodes et les zeners en contrôlant l'orientation de leurs bagues à l'aide de ces mêmes figures. Près des diodes 1N5404, fixez la LED LD3 (attention à la polarité).

Poursuivez avec les condensateurs, céramiques puis multicouches et enfin électrolytiques : attention, respectez scrupuleusement la polarité de ces derniers. Montez les transistors sans les intervertir.

Montez le trimmer et les deux potentiomètres puis le relais.

Montez enfin les connecteurs, en particulier les trois barrettes coudées qui permettront de câbler la protection thermique et les deux darlingtons de puissance montés à l'extérieur de la platine et utilisant le panneau arrière métallique comme dissipateur. Montez le connecteur CN2 et les six FAST-ON mâles pour circuit imprimé.

Montez les RCA d'entrée du signal BF. Si vous souhaitez dupliquer vers l'extérieur les LED LD1 et LD2, vous pouvez utiliser un petit câble d'adaptation sur lequel vous souderez les deux LED supplémentaires en respectant bien la polarité indiquée sur le circuit. Sinon, court-circuitez les broches 1-2 et 3-4.

La fixation de la platine sur le panneau arrière

Une fois tout vérifié plusieurs fois (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée), vous allez pouvoir fixer la platine au panneau métallique au moyen des entretoises.

Vous pouvez maintenant monter les deux darlingtons de puissance, comme le montre la figure 6a : ils comportent une feuille isolante de mica enduite des deux côtés d'une fine couche régulière de pâte au silicone.

Si vous utilisez des darlingtons en boîtier TO3-P vous devez en plus prévoir des canons Téflon isolants pour les deux boulons 3MA de fixation.

À proximité de celui de droite, montez la diode D15 et le transistor T7 de protection thermique et mettez une honnête couche de pâte entre la plaque et ces composants afin d'assurer une bonne dissipation de la chaleur.

Comme le montre la figure 4, montez sur le panneau arrière, près de la platine, le transformateur torique et le porte-fusible. Reliez les fils de couleur (lire plus haut et voir figure 1) aux FASTON de la platine.

Les essais de tensions et le réglage

Toujours sans insérer les circuits intégrés, procédez à un essai des tensions. Avec un multimètre réglé sur 50 Vcc fond d'échelle, pointe négative sur GND et pointe positive sur le cavalier J2, vérifiez que vous lisez bien +15 V.

Déplacez la pointe positive sur J3, la tension doit être cette fois de –15 V. Il vous reste à contrôler la tension correspondant à R33 et R37.

Pour R33, mettez le positif sur la cathode de D2 et le négatif à la masse (AC0 ou GND) ; vous devez lire environ +24 V. Pour R37, positif sur la broche 2 du support du microcontrôleur IC3 (le négatif reste à la masse) ; la tension doit être de +5 V.

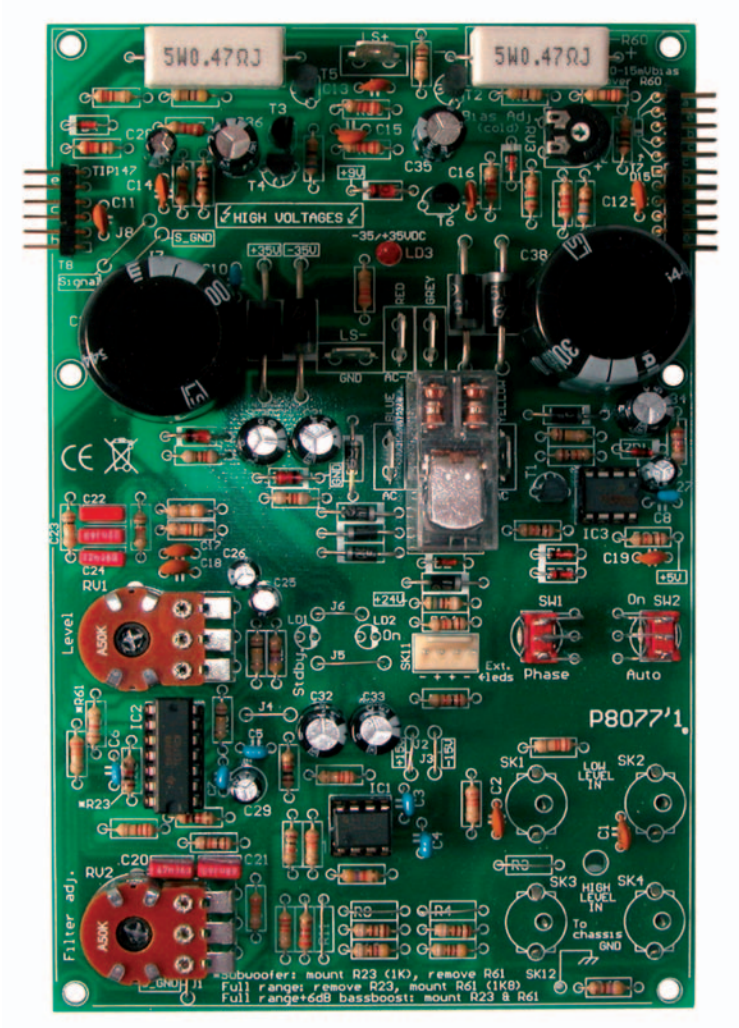
Mettez alors le circuit hors tension, attendez quelques minutes que tous les condensateurs électrolytiques soient déchargés et insérez les trois circuits intégrés dans leurs supports, repère-détrompeurs en U dans le bon sens : vers R15 pour IC1, vers R20 pour IC2 et vers C8 pour le PIC IC3. Vous êtes prêts pour les derniers contrôles et le réglage de l'étage final de puissance.

Mettez l'interrupteur SW2 sur ON et vérifiez que la tension sur la cathode de D11 et celle sur l'anode de D12 sont respectivement de +35 et –35 V.

Pour le réglage de l'étage final de puissance, il est nécessaire de contrôler la tension présente aux extrémités de la résistance R60.

La valeur correcte de la tension doit être de 10 mV, si vous lisiez une tension sensiblement différente il faudrait retoucher RV3.

Figure 7 : Photo d'un des prototypes de la platine ampli pour caisson de graves.



Ne pas oublier d'insérer et de souder les "straps" (les résistances "0 ohm" en sont) constitués de chutes de queues de composants. Les contrôles préliminaires de tension sont à effectuer avant de monter les circuits intégrés dans leurs supports.

Conclusion et à suivre

Le mois prochain nous construirons l'ébénisterie : vous verrez, rien de plus simple ni de meilleur marché. En attendant, bonne construction de la platine.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce caisson de graves bass-reflex actif EV8077 est disponible chez certains de nos annonceurs.

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

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/099.zip. ◆

LABORATOIRE &

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



FRÉQUENCEMÈTRE PROGRAMMABLE

Ce fréquencemètre 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 €

FRÉQUENCEMÈTRE ANALOGIQUE



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

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

FRÉQUENCEMÈTRE À 9 CHIFFRES LCD 55 MHZ



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

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

FRÉQUENCEMÈTRE NUMÉRIQUE 10 HZ À 2 GHZ



Sensibilité (Veff.): 2,5 mV de 10 Hz à 1,5 MHz. 3,5 mV de 1,6 MHz à 7 MHz. 10 mV de 8 MHz à 60 MHz. 5 mV de 70 MHz à 800 MHz. 8 mV de 800 MHz à 2 GHz. Base de temps sélectionnable: 0,1 - 1 - 10 sec. Lecture sur 8 digits. Alimentation 220 VAC.

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

PRÉAMPLI D'INSTRUMENTATION 400 KHZ À 2 GHZ



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

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

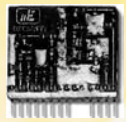
VFO PROGRAMMABLE DE 20 MHZ À 1,2 GHZ



Ce VFO est un véritable petit émetteur avec une puissance HF de 10 mW sous 50 Ω. Il possède une entrée modulation et permet de couvrir la gamme de 20 à 1 200 MHz avec 8 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 1 200 MHz en 8 modules.

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

MODULES CMS



Modules CMS pour le EN1234/K, livrés montés.

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

GÉNÉRATEUR SINUS 1KHZ



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

EN1484 ..... Kit complet avec boîtier ..... 26,00 €
EN1484KM Kit complet version montée.... 36,00 €

DEUX GÉNÉRATEURS DE SIGNAUX BF



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

EN5031 ..... Kit générateur de signaux triangulaires
..... avec coffret..... 32,00 €
EN5031KM Kit complet version montée.... 52,00 €
EN5032 ..... Kit générateur de signaux sinusoïdaux
..... avec coffret..... 45,00 €
EN5032KM Kit complet version montée.... 65,00 €
EN5004 ..... Kit alimentation de laboratoire
..... avec coffret..... 71,00 €
EN5004KM Kit complet version montée.. 101,00 €

GÉNÉRATEUR BF 10HZ - 50KHZ



D'un coût réduit, ce générateur BF pourra rendre bien des services à tous les amateurs qui mettent au point des amplificateurs, des préamplificateurs BF ou tous autres appareils nécessitant un signal BF. Sa plage de fréquence va de 10 Hz jusqu'à 50 kHz (en 4 gammes). Les signaux disponibles sont: sinus - triangle - carré. La tension de sortie est variable entre 0 et 3,5 Vpp.

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

TESTEUR DE TRANSISTOR



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

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

TABLE DE VÉRITÉ ÉLECTRONIQUE



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

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

TESTEUR POUR THYRISTOR ET TRIAC



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

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

TESTEUR DE CAPACITÉ POUR DIODES VARICAPS



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

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

TESTEUR DE POLARITÉ D'UN HAUT-PARLEUR



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

EN1481 ..... Kit complet avec boîtier ..... 12,20 €
EN1481KM Kit complet version montée.... 19,00 €

IMPÉDANCEMÈTRE RÉACTANCEMÈTRE NUMÉRIQUE



Cet appareil permet de connaître la valeur Ohmique d'un dipôle à une certaine fréquence. Les applications sont nombreuses: impédance d'un haut-parleur, d'un transformateur audio, de l'entrée d'un amplificateur audio, d'un filtre "Cross-Over", de l'inductance parasite d'une résistance, la fréquence de résonance d'un haut-parleur, etc.. Gamme de mesure: 1 Ω à 99,9 kΩ en 4 échelles - Fréquences générées: 17 Hz à 100 kHz variable. Niveau de sortie: 1 Veff. Alimentation: 230 VAC.

EN1192 ..... Kit complet avec boîtier ..... 181,75 €
EN1192KM Kit complet version montée.. 239,00 €

INDUCTANCEMÈTRE 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 avec alim ..... 64,50 €
EN1576KM Kit complet version montée.. 116,00 €

UN SELFMÈTRE HF...



...ou comment mesurer la valeur d'une bobine haute fréquence. En connectant une self HF quelconque, bobinée sur air ou avec support et noyau, aux bornes d'entrée de ce montage, on pourra prélever, sur sa prise de sortie, un signal HF fonction de la valeur de la self. En appliquant ce signal à l'entrée d'un fréquencemètre 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 / 50 Hz. - Etendue de mesure: 0,1 pF à 200 µF. Gammes de mesure: 0,1 pF / 200 pF - 1 pF / 2 000 pF - 0,01 nF / 20 nF - 0,1 nF / 200 nF - 0,001 µF / 2 µF - 0,1 µF / 200 µF. - Autozéro: oui. Affichage: 5 digits.

EN1340 ..... Kit complet avec boîtier ..... 135,50 €
EN1340KM Kit complet version montée.. 174,00 €

CAPACIMÈTRE POUR MULTIMÈTRE



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

EN5033 ..... Kit complet avec boîtier ..... 41,00 €
EN5033KM Kit complet version montée.... 62,00 €

RESMÈTRE



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

EN1518 ..... Kit complet avec boîtier ..... 30,00 €
EN1518KM Kit complet version montée . 45,00 €

UN GÉNÉRATEUR DE FIGURES DE LISSAJOUS



Quand le physicien français Jules Antoine LISSAJOUS (1822-1880) fabrique un appareil mécanique, constitué de deux diapasons et de deux miroirs, grâce auquel il réussit à rendre visible la composition géométrique de deux mouvements harmoniques de fréquences identiques ou différentes, il ne pensait certainement pas que son nom serait indissolublement lié à un instrument de mesure, n'existant pas alors, que nous connaissons aujourd'hui sous le nom d'oscilloscope.

EN1612 ..... Kit complet avec boîtier ..... 39,00 €
EN1612KM Kit complet version montée.... 58,50 €

UN CONVERTISSEUR DE 20 À 200 MHZ POUR OSCILLOSCOPE



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

EN1633 ..... Kit complet avec son coffret .. 56,00 €
EN1633KM Kit complet version montée.... 79,00 €

UN SISMOGRAPHE AVEC DÉTECTEUR PENDULAIRE ET INTERFACE PC



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

EN1358D... Détecteur pendulaire ..... 145,00 €
EN1359 ..... Alimentation 24 volts ..... 54,00 €
EN1500 ..... Interface avec boîtier .....
..... + 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 €

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



COMPTEUR GEIGER PUISSANT ET PERFORMANT

Cet appareil va vous permettre de mesurer le taux de radioactivité présent dans l'air, les aliments, l'eau, etc. Gamme de mesure: de 0.001 à 0.35 mR/h. Le kit est livré complet avec son boîtier sérigraphié. Alimentation par pile de 9 V.

EN1407 .....Kit compteur Geiger .... 130,80 €
EN1407KM .Version montée ..... 182,00 €



ANALYSEUR POUR LE SECTEUR 220 V

Ce montage vous permettra non seulement de mesurer le cos-phi (c'est-à-dire le déphasage produit par des charges inductives) mais il vous indiquera aussi, sur un afficheur LCD, combien d'ampères et combien de watts consomme la charge connectée au réseau EDF.Cet instrument peut mesurer une puissance maximale de 2 kW.

EN1485 .....Kit avec boîtier..... 123,00 €
EN1485KM .Kit version montée ..... 172,00 €

UN COMPTEUR-DÉCOMPTEUR NUMÉRIQUE LCD



Il s'agit d'un «Up/Down Counter» (c'est-à-dire d'un compteur avant/arrière ou compteur/décompteur) programmable qui trouvera son utilité dans le labo de l'amateur électronicien (pour des expérimentations diverses et variées) ou dans la petite industrie comme compteur de pièces de petite et moyenne séries (maximum 9 999). Vous pouvez le réaliser en vous passant – pour une fois– de microcontrôleur et en n'utilisant que des composants discrets. Alimentation : 230 Vac. Une sortie sonore (buzzer) et un relais.

EN1634 .....Kit avec coffret ..... 97,50 €
EN1634KM .Kit version montée ..... 145,00 €



GÉNÉRATEUR DE MIRE POUR TV ET PC

Ce générateur de mire permet de tester tous les postes TV mais aussi les moniteurs pour PC. Il possède 3 modes de fonctionnement: 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 : 230 V / 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 .147,00 €
EN1351KM .Kit version montée ..... 177,00 €



UN GÉNÉRATEUR DE MIRES PROFESSIONNEL

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

EN1630 .....Kit carte mère..... 142,00 €
EN1630B ....Kit carte affichage..... 39,00 €
EN1631KM .Carte CPU montée..... 170,,00 €
EN1632KM .Carte modul. montée..... 19,00 €
MO1630.....Coffret usiné ..... 54,,00 €
EN1630KM .Kit version montée ..... 612,00 €



MESUREUR DE POLLUTION HF...

...ou comment mesurer la pollution électromagnétique. Cet appareil mesure l'intensité des champs électromagnétiques HF, rayonnés par les émetteurs FM, les relais de télévision et autres relais téléphoniques. Gamme de mesure: de 1MHz à 3 GHz. Résolution: 0.1 V/m. Alimentation :9V

EN1435 .....Kit avec boîtier..... 110,00 €
EN1435K ....Kit version montée ..... 155,00 €



MESUREUR DE CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

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

EN1310 .....Kit champs-mètre ..... 72,00 €
TM1310.....Bobine pour étalonnage ... 9,00 €
EN1310KM .Version monté ..... 107,00 €



TESTEUR POUR LE CONTRÔLE DES BOBINAGES

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

EN1397 .....Kit complet avec boîtier.. 22,50 €
EN1397KM .Kit version montée ..... 33,00 €



ANALYSEUR DE SPECTRE POUR OSCILLOSCOPE

Ce kit vous permet de transformer votre oscilloscope en un analyseur de spectre performant. Vous pourrez visualiser n'importe quel signal HF, entre 0 et 310 MHz environ. Avec le pont réflectométrique EN1429 et un générateur de bruit, vous pourrez faire de nombreuses autres mesures. Le kit est livré avec son boîtier et l'alimentation (230 Vac).

EN1431 .....Kit & boîtier & alim ..... 136,00 €
EN1431KM .Kit version montée ..... 193,00 €



TESTEUR DE MOSPOWER MOSFET - IGBT

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

EN1272 .....Kit complet avec boîtier.. 20,50 €
EN1272KM .Kit version montée ..... 30,00 €



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.. 32,00 €
EN1426KM .Kit version montée ..... 42,00 €



TRANSISTOR PIN-OUT CHECKER

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

EN1421 .....Kit complet vec boîtier ... 57,00 €



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 €



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.. 32,00 €
EN1517KM .Kit version montée ..... 48,00 €



DÉTECTEUR DE GAZ ANESTHÉSIANT

Les vols nocturnes d'appartement sont en perpétuelle augmentation. Les voleurs utilisent des gaz anesthésiants afin de neutraliser les habitants pendant leur sommeil. Pour se défendre contre cette méthode, il existe un système d'alarme à installer dans les chambres à coucher capable de détecter la présence de tels gaz et d'activer une petite sirène.

ET366.....Kit complet avec boîtier.. 59,00 €
ET366KM....Kit version montée ..... 92,00 €



DÉCIBELMÈTRE

A l'aide de ce kit vous allez pouvoir mesurer le niveau sonore ambiant. Gamme couverte: 30 dB à 120 dB. Indication: par 20 LED. Alimentation: 9 V (pile non fournie).

EN1056 .....Kit complet avec boîtier.. 57,30 €
EN1485 .....Kit version montée ..... 77,00 €

ALTIMÈTRE DE 0 À 1 999 MÈTRES



Avec ce kit vous pourrez mesurer la hauteur d'un immeuble, d'un pylône ou d'une montagne jusqu'à une hauteur maximale de 1 999 m.

EN1444 .....Kit complet avec boîtier.. 62,35 €
EN1444KM .Kit version montée ..... 94,00 €



L'AUDIO-METRE OU LABO BF INTÉGRÉ

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

EN1600K...Kit complet + boîtier ..... 212,00 €
EN1600KM .Kit version montée ..... 199,00 €



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 100kHz. Filtre commutable : 3 dB / octave env. Niveau de sortie : 0 à 4 Veff. env. Alimentation : 12 Vcc.

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



UN GÉNÉRATEUR BF À BALAYAGE

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

EN1513 .....Kit complet avec boîtier.. 94,00 €
ENCAB3 .....Jeu de 3 câbles BNC/C.... 18,00 €
EN1513KM .Kit version montée ..... 138,00 €



UN MESUREUR DE PRISE DE TERRE

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

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



DÉTECTEUR DE TÉLÉPHONES PORTABLES

Ce détecteur vous apprend, en faisant sonner un buzzer ou en allumant une LED, qu'un téléphone portable, dans un rayon de 30 mètres, appelle ou est appelé. Ce précieux appareil trouvera son utilité dans les hôpitaux (où les émissions d'un portable peuvent gravement perturber les appareils de surveillance vitale), chez les médecins, dans les stations service, les cinémas et, plus généralement, dans tous les services privés ou publics où se trouvent des dispositifs ou des personnes sensibles aux perturbations radioélectriques. On peut, grâce à ce détecteur, vérifier que le panneau affichant "Portables interdits" ou "Eteignez vos portables" est bien respecté.

EN1523 ..... Kit complet + boîtier .... 35,00 €
EN1523KM .Kit version montée ..... 53,00 €

DÉTECTEUR DE FILS SECTEUR



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

EN1433 .....Kit complet + boîtier ..... 13,55 €
EN1433KM .Kit version montée ..... 21,00 €



UN DÉTECTEUR DE MICROS ESPIONS

Voici un récepteur à large bande, très sensible, pouvant détecter les rayonnements radioélectriques du mégahertz au gigahertz. S'il est intéressant pour localiser des émetteurs dans les gammes CB ou UHF, il est tout particulièrement utile pour «désinfester» les bureaux ou la maison en cas de doute sur la présence de micros espions. Alimentation: 9 Vdc.

ET370.....Kit complet avec boîtier.. 37,00 €
ET370KM....Kit version montée ..... 56,00 €



GÉNÉRATEUR DE BRUIT 1MHZ À 2 GHZ

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

EN1142 .....Kit complet avec boîtier.. 79,00 €



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 89,50 €
SE1.20.....Capteur de vent seul..... 41,00 €



INDUCTANCEMÈTRE 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.. 46,00 €
EN1422KM .Kit version montée ..... 70,00 €

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

COMELEC
CD 908 - 13720 BELCODENE
Tél. : 04.42.70.63.90
www.comelec.fr
Fax : 04.42.70.63.95

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE 96 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 0,54 €) ou téléchargeable gratuitement sur notre site.

Apprenons à écouter notre cœur

avec la Heart Rate Variability

Première partie : la théorie de la HRV

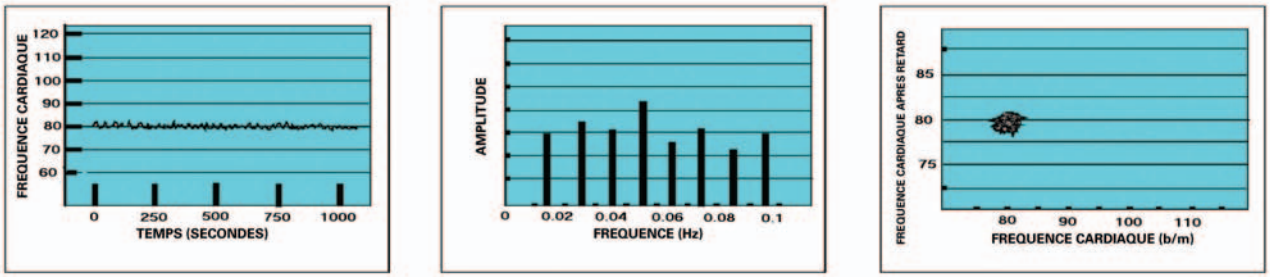
La Heart Rate Variability (HRV) est une méthode permettant de mesurer et d'analyser la variabilité de la fréquence cardiaque (ou nombre de battements par minute), laquelle est d'une extrême importance pour de nombreux domaines d'application comme la cardiologie –bien sûr– mais aussi la psychophysiologie, la psychologie et la psychothérapie, la médecine holiste et celle du sport. Nous allons approfondir –dans ce long article en trois parties– notre connaissance de la HRV et nous réaliserons un appareil simple capable de détecter et d'enregistrer sur SD-Card la durée exacte s'écoulant entre un battement et le suivant. Ensuite, un logiciel analysera les données et fournira d'importantes informations sur notre état psycho-physiologique. Cette première partie est consacrée à l'étude théorique des battements du cœur ; la deuxième le sera à la réalisation pratique dudit appareil et la troisième à son logiciel.



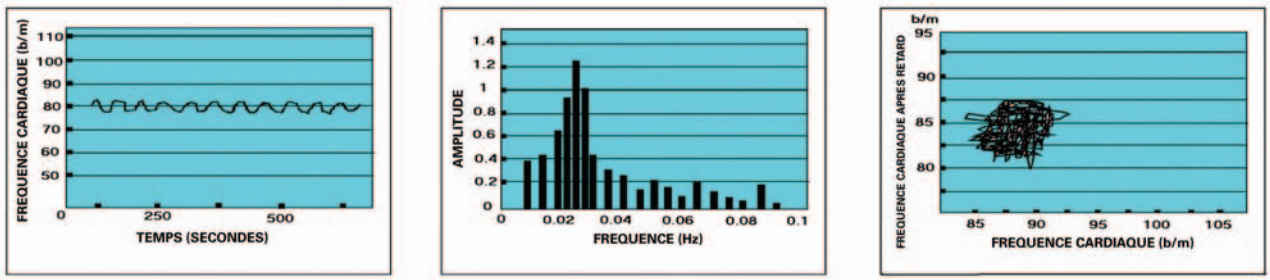
Voici donc un sujet très intéressant rassemblant la médecine, la santé et l'électronique : la "Heart Rate Variability" (HRV), une technique de mesure et d'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque avec des implications en cardiologie, psychophysiologie, psychologie, psychothérapie, médecine holiste et médecine sportive. Cette première partie de l'article approfondit l'aspect scientifique de cette technique et c'est seulement dans la deuxième que nous construirons un enregistreur cardiaque capable de détecter et d'enregistrer les paramètres cardiaques nécessaires pour effectuer des diagnostics médicaux. Nous utiliserons pour cela un logiciel spécifique pouvant fournir des informations importantes sur notre santé et notre état psychophysiologique.

Figure 1 : Enregistrements de fréquences cardiaques.

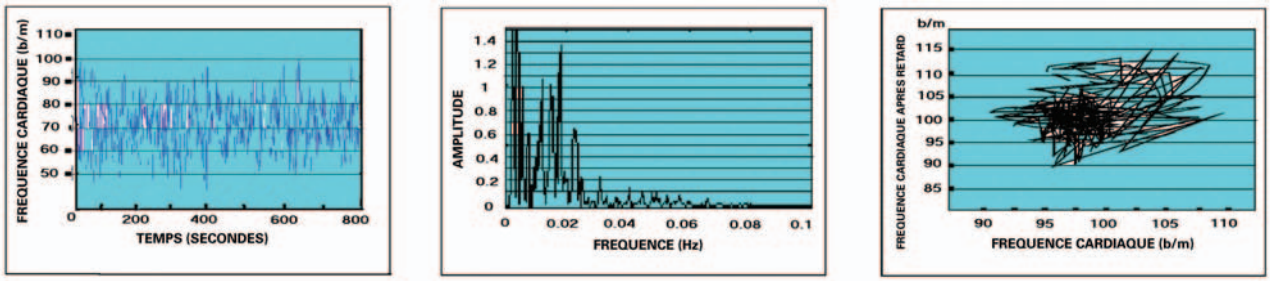
Fréquence cardiaque enregistrée douze heures avant un arrêt cardiaque.



Fréquence cardiaque précédant de neuf jours une mort cardiaque.



Fréquence cardiaque d'un cœur sain.



Contrairement à d'autres appareils de mesure utilisant des capteurs particuliers et sophistiqués, le nôtre se contente d'un économique faisceau thoracique émetteur, employé habituellement avec les cardiofréquencemètres pour "fitness" et d'un appareil portatif sans fil avec enregistrement des données sur SD-Card.

Avec notre appareil, il est possible d'enregistrer les données à bref intervalle (quelques minutes) mais aussi à grand intervalle (la journée). Les informations enregistrées sur SD-Card peuvent être ensuite transférées sur PC où des programmes plus ou moins complexes (ou spécifiques pour un certain type d'analyse) effectuent l'analyse des données. Le format utilisé est un simple fichier avec extension txt.

Le fichier peut être envoyé par Internet à un laboratoire ou à un spécialiste pour analyse et interprétation diagnostique.

Introduction à la Heart Rate Variability (HRV)

Nous avons pris l'habitude de considérer un cœur ayant un rythme "régulier" comme sain et efficace ; au contraire nous pensons qu'un cœur a quelque problème, plus ou moins grave, quand son rythme n'est pas régulier, en d'autres termes quand il présente la fameuse "arythmie". Ce n'est pas faux, mais seul un cardiologue pourra établir si c'est bien une arythmie et si elle est sans importance ou s'il faut la traiter avec une thérapie adéquate.

Nous devons toutefois prendre en compte le fait que l'arythmie en question est faite de variations macroscopiques du rythme cardiaque. En présence d'un épisode arythmique, le temps qui s'écoule entre une contraction cardiaque et l'autre varie de manière sensible par rapport au temps précédent et au suivant.

L'arythmie n'est donc pas le phénomène que nous appelons "variabilité du battement cardiaque". La variabilité du battement cardiaque se réfère à des différences très petites entre un battement et l'autre, mais leur existence est extrêmement importante. Un cœur sain et efficace aura des battements toujours différents et ils seront d'autant plus différents que le cœur est plus sain et plus fonctionnel.

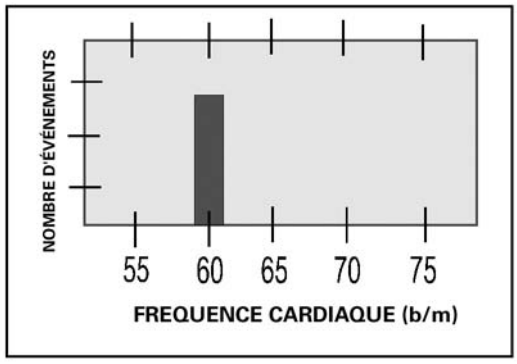


Figure 2a : Si une série temporelle a une fréquence cardiaque d'exactement un battement par seconde, le spectre correspondant est constitué d'un unique pic situé à la fréquence de 1 Hz.

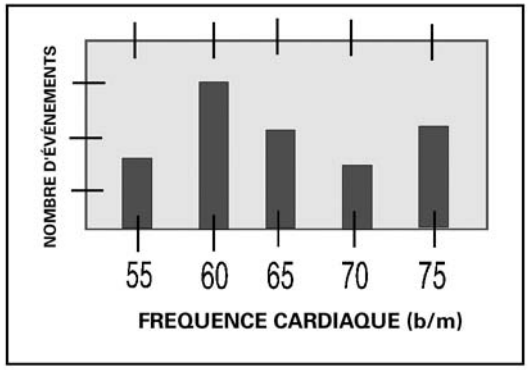


Figure 2b : L'analyse spectrale de la fréquence cardiaque normale donne un spectre des plus larges rappelant une situation chaotique.

Expliquons-nous mieux : même au repos et avec des fréquences moyennes constantes dans le temps (par exemple 70 b/m), les temps séparant les battements cardiaques seront toujours différents l'un de l'autre. Et il est bon que cette variabilité soit importante. Les facteurs influant sur la variabilité de la fréquence cardiaque sont :

- L'âge : cependant, avec l'âge, la variabilité du battement cardiaque se réduit progressivement.
- Le niveau de la fréquence cardiaque en b/m : la variabilité diminue rapidement avec l'augmentation des battements par minute.
- Les erreurs de comportement : drogue, tabac, excès de café ou d'alcool, sommeil insuffisant, stress, fatigue excessive, réduisent la variabilité du battement cardiaque.
- La génétique : nous pouvons naître avec une variabilité plus ou moins forte.
- La sédentarité : nous bougeons peu et quand nous le faisons c'est en voiture.
- L'état de santé : diverses pathologies sont recherchées aussi au moyen de la variabilité de la fréquence cardiaque.

Le chaos, les fractales et le cœur

La découverte du chaos déterministe en physique a produit une véritable révolution : ces modèles sont si prédictifs dans certains secteurs de le physique qu'on a pensé les appliquer aux phénomènes biologiques (comme une métaphore, en quelque sorte) et même au comportement et à l'esprit humains.

Tout à coup, dans l'observation du monde, les ressemblances deviennent plus importantes que les différences. Le chaos est plus fondamental que l'ordre. Il est la situation la plus commune dans la nature, l'ordre étant relativement rare et pouvant être détruit par la plus petite perturbation.

La nature utilise le chaos comme partie intégrante de son programme d'évolution pour résoudre le problème consistant à adapter les formes de vie pour leur survivance dans un environnement en perpétuelle transformation, complexe et apparemment chaotique : chaque schéma déterministe serait destiné à l'échec.

Par conséquent la nature choisit de combattre le chaos par le chaos, en engendrant une multitude de formes de vie à travers des mutations aléatoires.

En 1900, le physiologiste français Charles Richet soutenait que "l'instabilité est la condition nécessaire de la stabilité de l'organisme". En d'autres termes, le chaos est maladie selon la conception asclépiade*, mais c'est une forme de santé dynamique pour la conception hygéique*.

Parmi les types, en nombre infini, de flocons de neige, il n'existe aucun moyen d'être un flocon de neige "salubre" ou "correct". La mer n'est pas malade quand la tempête fait rage et soulève des montagnes d'eau. Dans le rapport entre la maladie et la santé, le modèle d'équilibre sain ne consiste pas à rester planté sur la terre mais à marcher sur une corde raide en funambules cherchant continûment à adapter et corriger ses propres fonctions psychophysiologiques.

La théorie du chaos suggère que l'on ne peut pas toujours prévoir les effets à long terme de nos actions et qu'il est par conséquent préférable d'être ouvert et flexible.

De même que la nature survit grâce à la biodiversité, il est fondamental pour l'homme d'entretenir une grande variété d'idées et d'approches ; quand on ferme une voie, la nature en a bien d'autres parmi lesquelles choisir. C'est là la philosophie que l'on devrait enseigner partout et à tous : une spécialisation excessive est un ferment de mort !

Jusqu'en 1980 les spécialistes dans divers domaines étaient convaincus que les systèmes biologiques n'avaient qu'une seule solution : tendre vers un état d'équilibre et, par conséquent, la présence de fluctuations désordonnées, imprévisibles et chaotique était attribuée à des causes externes ou pathologiques, exceptionnelles, normalement absentes ; en médecine, par exemple , on supposait des erreurs dans la récession du nombre de cas de maladie, crises d'épilepsie, arythmie cardiaque et ainsi de suite.

On commença alors, dans les années qui suivirent, à envisager que de telles variations "chaotiques" puissent être inhérentes aux systèmes, c'est-à-dire inclues dans les modèles théoriques déterministes qui décrivent l'évolution de ces systèmes. Ce nouveau mode de pensée a porté des fruits inespérés, en particulier dans les sciences médicales.

Beaucoup de chercheurs sont persuadés que le chaos procure au corps humain une flexibilité (une souplesse) qui lui permet de répondre à diverses stimulations.

On considère par exemple les propriétés électrophysiologiques du cœur ; on le sait, la fonction physiologique du cœur est de pomper le sang pour l'envoyer dans tout le corps. Afin que cela se produise, une excitation électrique, dont l'origine est située dans des zones spécialisées du muscle cardiaque, se diffuse dans tout le myocarde, activant ainsi la contraction musculaire.

Dans le champ de la physiologie cardiaque, on a récemment introduit des techniques d'analyse spectrale et c'est seulement à partir de 1990 que la dynamique non linéaire et la théorie du chaos ont été reconnues comme extrêmement prometteuses et mises en œuvre en recherche fondamentale cardiologique.

Il était temps pour les médecins de s'éveiller de leur torpeur et de commencer à se servir des sciences physico-mathématiques. Ce qui est normal pour le rythme cardiaque, c'est d'être chaotique et non la fibrillation. Cette affirmation prend son appui théorique sur le fait que le système d'engendrement du rythme cardiaque est formé d'un oscillateur périodique contrôlé par une multiplicité de mécanismes non linéaires (hormones, systèmes sympathique et parasympathique...).

On a comparé, par exemple, les spectres de fréquences d'électrocardiogrammes de sujets sains et de sujets présentant une cardiopathie (malades du cœur). Eh bien on a observé que les ECG (ElectroCardioGrammes) des premiers présentaient des irrégularités sur une échelle allant de quelques secondes à quelques jours ; les malades en revanche présentaient un spectre beaucoup plus plat. En approfondissant on a remarqué que des personnes très malades ont des battements cardiaques très réguliers avant leur décès !

En effet, le rythme cardiaque doit s'adapter à l'activité de l'organisme (respiration, activité mentale, etc.). Cet ajustement produit un rythme irrégulier. Dans certaines maladies, le cœur perd la capacité qu'il avait de s'adapter à l'activité de l'organisme et donc son rythme est extrêmement périodique ; dans le stress ce phénomène s'accentue.

Comme le montre la **Figure 1**, la fréquence cardiaque peut être visualisée sous la forme de graphes en série temporelle (à gauche), en spectres de Fourier (au centre) et en représentations dans l'espace des phases (à droite).

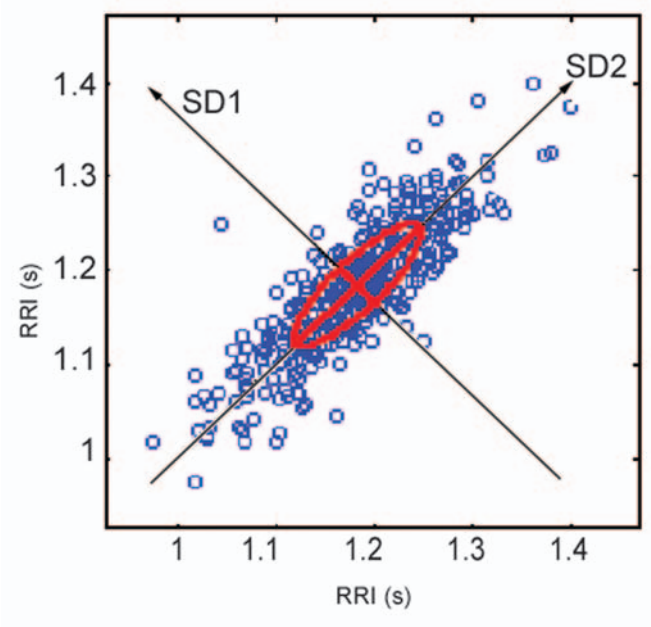


Figure 3 : La représentation dans l'espace des phases peut être réalisée en utilisant la méthode des "delay maps"

Une fréquence enregistrée douze heures avant un arrêt cardiaque (en haut) est presque constante : le spectre est plat et la trajectoire dans l'espace des phases fait penser à un attracteur à point fixe. Une fréquence précédant de neuf jours une mort cardiaque imprévue (au centre) est assez périodique : dans le spectre se trouve un seul pic et dans la représentation dans l'espace des phases on a une trajectoire à cycle limite.

La fréquence d'un cœur sain (en bas) apparaît erratique : elle a un spectre et une trajectoire de type à attracteur étrange.

Cette révolution scientifique nous fournit une leçon de toute première importance : ce ne sont pas nécessairement des lois simples qui sous-tendent les comportements simples.

Le cœur, centre fonctionnel de l'appareil circulatoire, est un muscle strié involontaire ayant les dimensions d'une grosse pomme et pompant cinq litres de sang à la minute. Dans le cœur, les structures fractales ont un rôle vital dans la mécanique de la contraction et dans la condition de la stimulation électrique excitatrice, par exemple, un réseau fractal d'artères et veines coronaires transporte le sang depuis et vers le cœur.

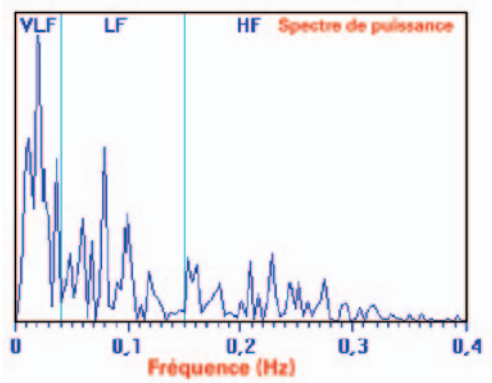
Des études récentes se sont servi de la géométrie fractale pour expliquer certaines anomalies du flux sanguin coronarien, dont l'interruption peut causer l'infarctus du myocarde. En outre, un enchevêtrement fractal de fibres de tissu conjonctif à l'intérieur du cœur lie les valves mitrales et tricuspides au muscle sous-jacent ; si ces tissus se rompaient, un important reflux de sang des ventricules vers les oreillettes se produirait, suivi d'une insuffisance cardiaque. Enfin, cette architecture aléatoire est évidente aussi dans les ramifications de certains muscles cardiaques.

Si on écoute le cœur avec un stéthoscope ou si on prend le pouls, le rythme cardiaque semble régulier ; pour un individu au repos, l'intensité et la fréquence des pulsations semblent plutôt constantes et, pour cette raison, les cardiologues décrivent d'ordinaire la fréquence cardiaque normale comme "rythme sinusal normal".

Une analyse plus attentive révèle que les individus sains ont des fréquences cardiaques variant considérablement même au repos ; chez de jeunes adultes sains, la fréquence cardiaque, que est en moyenne de 60 battements par minute, peut varier de 20 battements par minute en quelques secondes ; en une journée, la fréquence cardiaque peut passer de 40 à 180 battements par minute.

Pendant au moins un demi siècle, les médecins ont interprété les fluctuations de la fréquence cardiaque en termes d'homéostasie (soit le maintien interne d'un état

Figure 4 : Les diverses bandes de fréquences de la physiologie humaine.



VLF (Very Low Frequency) : fréquences comprises entre 0.01 et 0.04 Hz. La bande VLF est due en partie à l'activité du système nerveux sympathique et elle est influencée par les préoccupations et le stress.

LF (Low Frequency) : fréquences comprises entre 0.04 et 0.15 Hz. La bande LF est considérée comme due principalement à l'activité du système nerveux sympathique et à l'activité de régulation des barocepteurs (ou barorécepteurs).

HF (High Frequency) : fréquences comprises entre 0.15 et 0.4 Hz. La bande HF est considérée comme l'expression de l'activité du système nerveux parasympathique. Cette bande de fréquences subit une importante influence de la part du rythme et de la profondeur de la respiration.

stable, en dépit des variations de l'environnement extérieur). Les systèmes physiologiques se comportent de façon à réduire la variabilité et maintenir constantes les fonctions internes. Selon cette théorie, toute variabilité physiologique, fréquence cardiaque comprise, devrait revenir à son état stationnaire après avoir été perturbée.

Le principe de l'homéostasie suggère que les variations de la fréquence cardiaque sont simplement des réponses transitoires à un environnement oscillant ; on pourrait imaginer qu'avec la maladie ou le vieillissement l'organisme perde sa capacité de maintenir une fréquence cardiaque constante au repos et que par conséquent la variabilité augmente.

Mais les choses se présentent différemment pour qui mesure scrupuleusement les intervalles normaux entre les battements cardiaques et les enregistre pendant toute la journée : la série temporelle ainsi obtenue semble irrégulière et, à première vue, complètement aléatoire.

Pourtant, si on examine le graphe à différentes échelles temporelles, certaines caractéristiques apparaissent : si on focalise sur la série temporelle de quelques heures, on rencontre des fluctuations rapides, dont les excursions et la séquence semblent proches de celles trouvées dans des séries temporelles plus longues ; à des échelles temporelles encore plus restreintes (quelques minutes), il est possible d'observer des fluctuations encore plus rapides, toujours assez semblables au déroulement initial.

En conclusion, les fluctuations entre battements contigus dans des échelles temporelles différentes apparaissent semblables entre elles, exactement comme les ramifications d'une fractale géométrique et ce résultat suggère qu'un mécanisme de contrôle de la fréquence cardiaque puisse être intrinsèquement chaotique.

En d'autres termes la fréquence peut osciller considérablement, même en absence de stimulations extérieures, au lieu de revenir à un état stationnaire homéostatique.

Une méthode pour établir si les variations dans la fréquence cardiaque sont chaotiques ou périodiques consiste à calculer le spectre de Fourier de la série temporelle.

Le spectre de Fourier d'une forme d'onde quelconque (comme une série temporelle) révèle la présence de composantes périodiques.

Si une série temporelle a une fréquence cardiaque d'exactement un battement par seconde, le spectre correspondant est constitué d'un unique pic situé à la fréquence de 1 Hz (**Figure 2a**).

D'autre part, une série temporelle de battements cardiaques chaotiques devrait engendrer un spectre constitué de pics hauts et d'autres pics pas mieux connotés ; en réalité, l'analyse spectrale de la fréquence cardiaque normale donne un spectre des plus larges rappelant une situation chaotique (**Figure 2b**).

Un autre outil d'analyse des dynamiques des systèmes complexes non linéaires est la représentation dans l'espace des phases ou espacement des états : cette technique suit les valeurs des variables indépendantes se modifiant dans le temps. Le grand nombre de variables indépendantes présentes dans beaucoup de systèmes complexes les rend inidentifiables et immesurables immédiatement ; pour de tels systèmes, la représentation dans l'espace des phases peut être réalisée en utilisant la méthode des "delay maps" (**Figure 3**).

L'abscisse de chaque point correspond à la valeur d'une variable à un instant donné, l'ordonnée crée la valeur de cette variable après un retard constant ; la série de ces points forme une courbe ou trajectoire décrivant l'évolution du système. Pour identifier le type de système dynamique, chaotique ou périodique, on détermine les trajectoires pour différentes conditions initiales et on crée ensuite un attracteur, une région de l'espace des phases qui attire les trajectoires. Le type d'attracteur le plus simple est à point fixe : il décrit un système évoluant toujours vers le même état ; dans l'espace des phases voisines de l'attracteur à point fixe, toutes les trajectoires convergent vers ce même point.

Une forme plus compliquée d'attracteur consiste en un cycle limite, correspondant à un système évoluant vers un état périodique ; dans l'espace des phases voisines de ce cycle limite, les trajectoires suivent un parcours régulier pouvant être circulaire ou elliptique.

D'autres attracteurs définis comme "étranges", décrivent des systèmes qui ne sont ni statiques ni périodiques ; dans l'espace des phases voisines de cet attracteur, deux trajectoires présentant des conditions initiales identiques et qui divergent ensuite rapidement et sur de longues

distances temporelles deviennent très différentes : un système de ce type est dit chaotique. De nombreuses études ont analysé la représentation dans l'espace des phases pour le battement cardiaque normal : les résultats montrent un comportement plus semblable à un attracteur étrange qu'à un attracteur périodique, caractéristique d'un processus réellement régulier.

Ces observations concordent avec les enquêtes cliniques ayant démontré comment la dynamique d'un battement cardiaque normal peut être chaotique. Le mécanisme responsable d'une variabilité chaotique dans la fréquence cardiaque de l'individu sain, naît probablement dans le système nerveux.

Le nœud sinusoatrial (le "pacemaker" naturel du coeur), soit une petite zone où sont localisées des cellules qui, en se contractant légèrement avant les autres, déclenchent les contractions dans tout le muscle cardiaque, reçoit le signal de la partie involontaire du système nerveux, dite autonome.

Elle comporte à son tour deux composantes : le système parasympathique et le sympathique ; la stimulation parasympathique diminue la fréquence de décharge des cellules du nœud sinusoatrial, tandis qu'une stimulation sympathique a l'effet opposé ; ces deux composantes agissent comme un continuel jeu de "tir à la corde" sur le "pacemaker". Les fluctuations de la fréquence cardiaque chez les sujets sains sont le résultat de cette alternance continuelle de stimulations.

Beaucoup de pathologies présentent une augmentation de périodicité et une diminution de variabilité. Les premières indications du fait que même le cœur sur le point de s'arrêter peut se comporter avec périodicité, proviennent de l'analyse de Fourier sur des formes d'onde d'électrocardiogrammes pendant une tachycardie paroxystique ou fibrillation ventriculaire, rythmes très rapides conduisant assez souvent à l'arrêt cardiaque : l'activité de fibrillation à l'intérieur du cœur est un phénomène bien plus périodique que ce que l'on croyait.

Une étude rétrospective d'électrocardiogrammes de personnes ayant eu de graves pathologies cardiaques a permis de découvrir que la fréquence cardiaque de ces patients devenait souvent moins variable que la normale en un moment quelconque, de minutes à mois, avant la mort par arrêt cardiaque. De nombreux autres chercheurs sont arrivée à la même conclusion : Kleiger et ses collaborateurs ont démontré pour la première fois comment les patients présentant une déviation standard de la fréquence du battement cardiaque inférieure à 50 ms, présentaient un risque de mort quatre fois supérieur par rapport à des sujets ayant des valeurs supérieures à 100 ms. Cette valeur pronostique était, dans cette étude, indépendante de celle de la présence d'arythmie ventriculaire. Ces données ont été ensuite confirmées par diverses autres études cliniques.

Dans certains cas la variabilité globale de la fréquence était réduite, dans d'autres apparaissaient des oscillations périodiques de la fréquence qui ensuite s'interrompaient de manière inattendue. De façon quasi identique, le système nerveux peut présenter une perte de variabilité et une apparition de périodicité pathologique désordonnée comme dans l'épilepsie, la maladie de Parkinson et le syndrome maniaco-dépressif ; en particulier si l'organisme est attaqué par le stress, psychologique ou physiologique.

Le système cardiovasculaire se caractérise par un réseau complexe d'afférences localisées au niveau des vaisseaux, du muscle cardiaque, et des poumons, permettant un contrôle continu des paramètres biochimiques et hémodynamiques. Le contrôle est dévolu au système nerveux autonome qui, à travers les deux composantes sympathique et parasympathique répond à chaque modification –même infime– de l'appareil cardiovasculaire, avec une réaction de signe contraire afin de maintenir l'homéostasie du système.

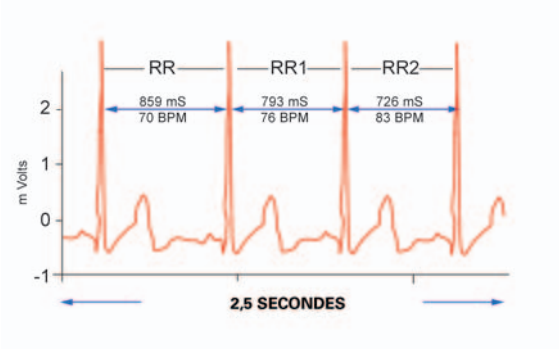
La variabilité des cycles cardiaques dépend de la modification continue du contrôle autonome du battement de la fonction du nœud du sinus en réponse à des variations chimiques et de tension. Il existe une variabilité de la fréquence cardiaque due à la composante oscillatoire et en particulier aux variations synchrones avec la respiration et avec le tonus vasomoteur ; et aussi une variabilité circadienne associée aux variations du cycle cardiaque en réponse à l'activité physique et à l'état de sommeil ou de veille.

On l'a dit, la fréquence cardiaque peut être indiquée par un nombre moyen de battements cardiaques à la minute. Ce nombre, par exemple 70 b/m, est seulement une valeur moyenne, car en réalité le temps écoulé entre un battement cardiaque et l'autre n'est pas constant, mais change continûment.

La Heart Rate Variability (HRV) est une méthode pour mesurer et analyser la variabilité de la fréquence cardiaque et elle est d'une grande importance, car à partir de ces mesures il est possible de déduire un grand nombre d'informations ; par exemple on peut évaluer le risque d'arythmie cardiaque et d'infarctus et même l'équilibre entre les systèmes nerveux sympathique et parasympathique.

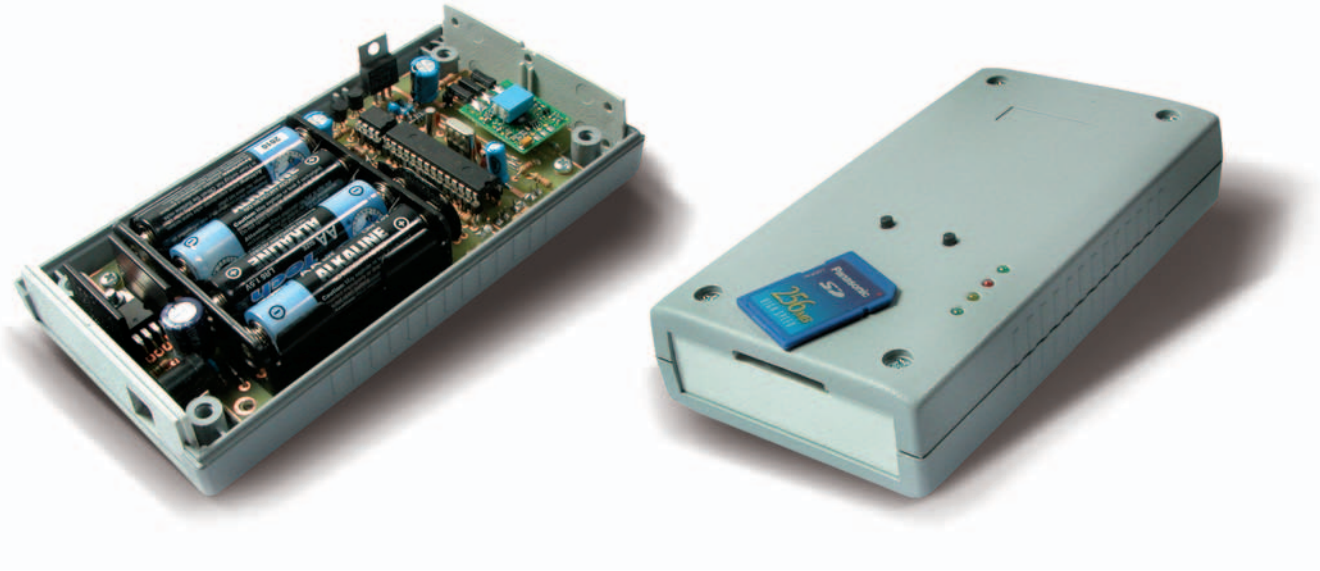
La HRV est née dans le domaine de la cardiologie mais de nombreuses études scientifiques ont montré, ces dernières années, son importance comme indicateur dans d'autres secteurs

Figure 5 : Le graphe ECG.



L'intervalle RR est défini comme le délai s'écoulant entre deux pics consécutifs du graphe ECG ; la séquence temporelle qui nous a servi pour chercher les caractéristiques statiques et dynamiques n'est autre que la séquence des valeurs numériques associées à la durée des délais. Chaque intervalle RR correspond donc au temps écoulé entre deux battements cardiaques consécutifs.

Figure 6 : Photos de prototypes de l'enregistreur cardiaque que nous construirons le mois prochain mais dont le matériel est d'ores et déjà disponible auprès de nos annonceurs.



Cet appareil reçoit les impulsions provenant de la cage thoracique, il calcule le délai écoulé entre deux battements consécutifs et enregistre ces données sur SD-Card.

comme, par exemple, la psychologie, la psychiatrie, la psychothérapie, la médecine holiste et la médecine sportive ; ce nombre de champs d'application possibles va croissant, les études cliniques sur la HRV publiées jusqu'ici touchent les domaines suivants :

- Cardiologie
- Hypnose
- Anxiété
- Stress
- Psychiatrie
- Psychothérapies
- Asthme
- Grossesse
- Diabète
- Surentraînement du sportif

De 1980 à aujourd'hui, ce sont environ 2130 publications dédiées à la HRV que l'on dénombre et les scientifiques qui s'y consacrent sont de plus en plus nombreux. La HRV est la variabilité naturelle de la fréquence cardiaque en réponse à des facteurs parmi lesquels figure le rythme de la respiration, les états émotionnels, comme l'anxiété, le stress, la colère, la relaxation, les pensées, etc.

Dans un cœur sain, la fréquence cardiaque répond rapidement à tous ces facteurs et se modifie en fonction de la situation vécue, afin de mieux adapter l'organisme aux diverses exigences auxquelles l'environnement nous soumet.

En général un individu sain présente un bon degré de variabilité de la fréquence cardiaque, c'est-à-dire un bon degré d'adaptabilité psychophysiologique aux différentes situations.La HRV est liée aux interactions entre les systèmes nerveux sympathique et parasympathique. En particulier, le système nerveux sympathique, quand il est activé, produit une série d'effets comme l'accélération du battement cardiaque, la dilatation des bronches, l'augmentation de la pression artérielle, la vasoconstriction périphérique, la dilatation pupillaire, l'augmentation de la sueur.

Les médiateurs chimiques de ces réponses végétatives sont la noradrénaline, l'adrénaline, la corticotropine et divers corticostéroïdes. Le système sympathique est la réponse normale de l'organisme à une situation d'alarme, de lutte, de stress.
Au contraire, le système nerveux parasympathique (appelé également activité vagale), quand il est activé, produit un ralentissement du rythme cardiaque, une augmentation du tonus musculaire bronchique, une dilatation des vaisseaux sanguins, une diminution de la pression artérielle, un ralentissement de la respiration, une augmentation de la relaxation musculaire ; la respiration devient plus calme et plus profonde, les parties génitales, les mains et les pieds deviennent plus chauds.

Cela agit à travers le médiateur chimique par excellence qu'est l'acétylcholine. Le système parasympathique constitue la réponse normale de l'organisme à une situation de calme, de repos, de tranquillité et d'absence de danger et de stress. Notre corps, à tout moment, se trouve dans une situation déterminée d'équilibre ou de prédominance de l'un des deux systèmes.

La capacité de l'organisme à modifier son équilibre dans un sens ou dans l'autre, vers l'un ou l'autre système, est très importante et c'est un mécanisme fondamental qui tend à l'équilibre dynamique de l'organisme des points de vue physiologique et psychologique.

D'où la grande importance de disposer aujourd'hui d'un outil scientifique comme la HRV, capable d'évaluer l'état des systèmes nerveux sympathique et parasympathique. Grâce à l'analyse de Fourier, n'importe quel signal, même irrégulier, peut être décomposé en une somme de fonctions sinusoïdales de diverses périodes et phases.

Le spectre de puissance est une représentation synthétique des sinusoïdales composant le signal. Le spectre de fréquence d'une fonction sinusoïdale apparaît comme un pic unique de grande hauteur (toute la puissance du signal est concentrée sur une seule fréquence).

Si nous faisons une analogie avec le système auditif, une seule sinusoïde peut être considérée comme l'analogue d'un son pur, par exemple celui d'un diapason.Le spectre de fréquence d'un bruit blanc, par exemple le son provenant d'un téléviseur à la fin des

émissions, est complètement plat, ce bruit est appelé “bruit blanc” et il se caractérise par la présence de toutes les fréquences possibles (audibles ou pas).

**Asclépios, dieu grec de la médecine est plus connu sous son nom romain d’Esculape. Hygeia (hygie pour simplifier) est la déesse grecque de la santé et elle nous a donné l’hygiène.*

L’analyse dynamique du battement cardiaque

La fondation expérimentale de la dynamique et la définition de certains des concepts fondamentaux de la description dynamique des phénomènes comme le concept de vitesse et d’accélération remonte aux travaux de Galilée, alors que la fondation définitive d’un traitement mathématique des phénomènes dynamiques commence avec Newton.

Ce n’est pas par hasard si la naissance de la science moderne coïncide avec la fondation expérimentale et quantitative des concepts de la dynamique : en effet, la possibilité d’une description temporelle des processus naturels a toujours été identifiée comme l’indice de l’entreprise scientifique.

La dynamique quantitative a résolu avec grand succès, au cours de ses trois premiers siècles d’existence, des problèmes se référant à des éléments plutôt simples comme le mouvement oscillatoire d’un pendule ou les orbites des planètes autour du soleil.

Pour ces phénomènes, les scientifiques ont fourni des descriptions mathématiques extrêmement claires et élégantes garantissant une capacité prédictive quasi absolue. Les autres phénomènes naturels en revanche se sont dérobés pendant des siècles aux tentatives d’une description dynamique exhaustive à cause de leur caractère irrégulier et donc difficilement prévisible.

Par exemple, les turbulences de l’hydrodynamique (en médecine des vortex se produisant dans la circulation sanguine), le temps (atmosphérique, la météo), mais encore la “simple” interaction gravitationnelle quand les corps intéressés par des interactions non négligeables sont en nombre supérieur à deux. Presque tous les systèmes intéressant l’univers biomédical tombent dans cette catégorie d’imprévisibilité essentielle ; c’est là l’un des motifs qui expliquent la faible mathématisation des sciences du vivant.

Malgré cela, la science médicale a toujours entretenu un rapport étroit avec les descriptions dynamiques : les maladies sont décrites en termes de “cours”, au sens d’écoulement du temps et la reconnaissance d’un état pathologique se résout en un “pronostic”, c’est-à-dire en une prévision de la vitesse avec laquelle on atteint un état stable (indépendant du temps) positif (guérison) ou négatif (mort).

L’approche dynamique a également eu une très grande importance pour la physiologie : le développement de l’organisme de l’embryon à la vieillesse et à la mort a été une des lignes principales de systématisation de la connaissance biomédicale. Enfin, il n’est pas douteux que l’analyse des signaux biologiques variables dans le temps comme l’électrocardiogramme ou l’électroencéphalogramme constituent une source irremplaçable d’informations sur l’état physiopathologique des systèmes cardiocirculatoire et nerveux.



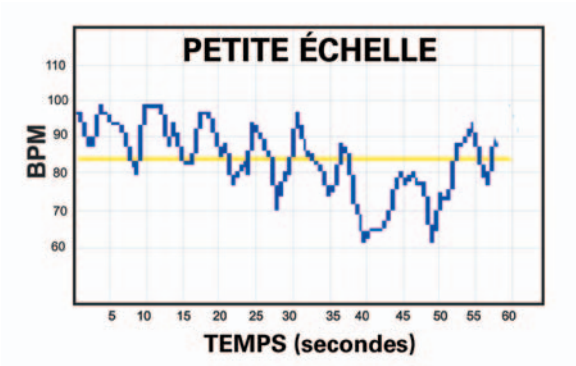


Figure 7a : Si nous réalisons un graphe de la fonction dans la petite échelle de variabilité (0<x<2) le caractère oscillant du processus s'avère évident.

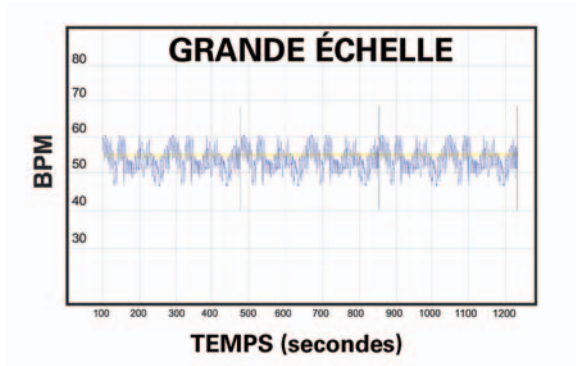


Figure 7b : Cette même fonction reportée sur la grande échelle de variabilité (0<x<200) nous apparaît essentiellement comme linéaire.

Jusqu'à 1980 environ, l'information que récupéraient les médecins dans les séquences de battements cardiaques (RR) se limitait à la moyenne des intervalles plus ou moins longs. Cette information était corrélée à des états macroscopiques comme la fatigue, la fièvre, l'émotion et ainsi de suite. Une grande partie de l'information du signal constitué par la séquence des intervalles RR restait donc inutilisée, ce qui revenait à négliger les deux aspects fondamentaux suivants :

- la variabilité de l'intervalle RR, c'est-à-dire le fait que, malgré la définissabilité d'une fréquence moyenne, les intervalles RR ne sont pas tous égaux ;
- l'existence de lois temporelles (dynamiques) qui organisent cette variabilité et la différencient du bruit de fond.

La question de l'existence et de la forme de la variabilité de l'intervalle RR n'est pas du tout négligeable car la régulation de la fréquence cardiaque est le carrefour de nombreux systèmes de contrôle physiologique opérant à des échelles temporelles multiples : cela va de la simple respiration jusqu'aux influences hormonales complexes en passant par le contrôle autonome mis en œuvre par les systèmes sympathique et parasympathique.

La complexité des systèmes de contrôle de la fréquence cardiaque est la conséquence de la nécessité pour l'organisme de surveiller sans faillir un environnement changeant.

Le premier aspect que la recherche a dû prendre en considération a été le plus évident et le plus simple à mesurer : la quantité moyenne de variabilité présente dans une séquence de RR mesurée par la déviation standard.

La SD ("Standard Deviation") de la séquence RR était très simple à mesurer et on a démontré qu'elle est un indice prédictif d'états physiologiques importants (analyse de l'espace des états) ainsi que des différences de base (analyse de l'espace des systèmes). On sait que l'infarctus est précédé d'une brusque réduction de SD : la vieillesse provoque une légère mais significative réduction de la SD, de même que chez le sportif le surentraînement provoque une réduction des intervalles RR de l'ECG mesurés au repos.

L'étape suivant le calcul de la moyenne, c'est-à-dire la considération de la SD, avait permis d'obtenir des informations importantes. L'étape d'après consista à étudier la distribution de la variabilité, soit savoir si les déviations de la moyenne des intervalles RR avaient des longueurs caractéristiques et identifiables.

L'outil pour l'obtenir se fait à l'aide de l'analyse de Fourier de la variabilité des intervalles RR : ici il suffit de dire que l'analyse permet d'exprimer la séquence des intervalles RR comme une somme (composition) de déroulements réguliers avec différentes fréquences (périodicité).

A partir de ces différentes fréquences on calcule le poids relatif dans la détermination du signal étudié et la distribution des poids est dite "spectre du signal".

L'analyse spectrale est un passage très important qui introduit le deuxième aspect de l'information apportée par le signal RR, le repérage d'éventuelles régularités dans la variabilité.

Ce n'est pas encore là, à proprement parler, une analyse de type véritablement dynamique. Les régularités du signal sont en effet extraites au moyen d'un échantillon : on suppose que dans l'intervalle d'échantillonnage le système ne modifie pas son état physiologique et qu'on peut par conséquent légitimement considérer ces caractéristiques spectrales comme invariables.

Pour les systèmes vivants, la caractéristique de "stationnarité" est plutôt difficile à obtenir et dans tous les cas il est très important de pouvoir analyser quantitativement des situations qui, par définition, ne sont pas stationnaires comme, par exemple, l'évolution d'une ischémie.

Par la suite nous verrons comment des informations biologiques importantes peuvent être obtenues par l'application à la séquence RR de techniques ne présupposant pas la stationnarité du signal, comme les méthodes d'analyses multivariées.

Supposons que nous voulions étudier un processus obéissant aux lois fonctionnelles suivantes :

$$Y = 0{,}01*x + \text{sen}(10*x)$$

Comme on peut le voir dans cette formule, la fonction est décomposable en un premier terme linéaire (0.01*x) et en un terme périodique (sen(10*x)).

Si nous réalisons un graphe de la fonction dans la petite échelle de variabilité (0<x<2) le caractère oscillant du processus s'avère évident (**voir la figure 7a**) ; cette même fonction reportée sur la

grande échelle de variabilité (0<x<200) nous apparaît essentiellement comme linéaire (**voir la figure 7b**).

Le même processus, étudié avec deux ordres de grandeur différents, nous apparaît de deux manières différentes. La connaissance que nous avons du phénomène fait que l'on peut rendre compte de la cause de cette différence ; mais s'il s'agissait de résultats empiriques, nous n'aurions eu à notre disposition aucun modèle fonctionnel et les choses seraient restées bien davantage énigmatiques.

Une expérimentation ou une mesure conduite à une petite échelle de variabilité aurait fourni, dans le meilleur des cas, l'idée d'un phénomène oscillant (ou, dans le cas d'un échantillonnage pauvre, de l'absence de relation entre les deux variables) ; une expérimentation ou une mesure conduite à grande échelle aurait fait croire à une relation linéaire entre ces mêmes variables.

Dans les deux cas, l'extrapolation directe des données trouvées dans une échelle ou dans l'autre nous aurait induits en erreur. Notez que ce comportement provient de termes non linéaires (l'oscillateur sinusoïdal).

Un exemple classique de ce type en physiologie est constitué par le rythme circadien des sécrétions endocriniennes (oscillateur) superposé à l'effet de développement de cette oscillation ("trend" linéaire).

Souvent, dans le monde physique, on peut négliger les interactions se produisant à des échelles très différentes de celles du processus qu'on étudie et se concentrer sur une unique échelle caractéristique.

Par exemple, si l'on s'intéresse à l'échelle moléculaire, le lien hydrogène entre deux molécules d'eau dans un verre aura les mêmes caractéristiques que ce lien entre deux molécules d'eau dans l'océan.

Alors que le phénomène des marées (échelle macroscopique et interaction gravitationnelle) aura une énorme importance pour la dynamique de l'océan et un effet pratiquement nul sur l'eau du verre.

Dans les systèmes biologiques, distinguer une seule échelle importante pour la compréhension d'un phénomène est plus difficile : des événements à l'échelle moléculaire peuvent influencer le comportement d'un organisme tout entier ; de même, des dynamiques de l'ordre de la ms, comme dans la conduction nerveuse, sont intimement connectées avec des processus se déroulant sur le mois, comme l'apprentissage, ou même l'année ou les décennies, comme la sénescence.

Ne pas prendre en considération la multiplicité des échelles de grandeurs associées dans un même phénomène peut donner lieu à de graves erreurs d'évaluation.

Rappelons le mot de Franco MISSOLI devenu proverbial dans le vaste domaine de la techno-science : "... mesurer pour connaître, connaître pour décider ...".

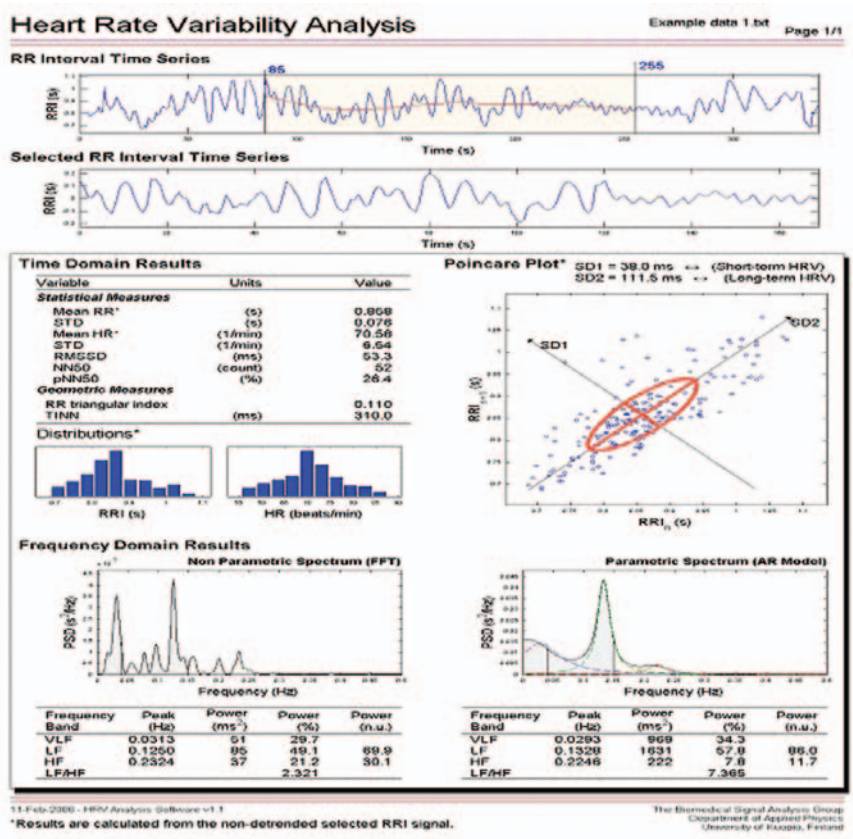


Figure 8 : Les données (au format txt) mémorisées sur la SD-Card sont ensuite transférées sur un PC où un programme spécifique les analyse. Différents programmes existent selon le champ d'application du test. Les programmes les plus complexes (comme celui représenté ici) fournissent une série de graphes faciles à interpréter, même si seul un spécialiste peut effectuer l'évaluation complète des résultats, en fonction de la pathologie du patient.

Conclusion et à suivre

Nous arrêtons là la description de la HRV : dans la troisième partie consacrée au logiciel utilisé pour l'analyse des informations nous reviendrons sur l'interprétation des données enregistrées.

Dans la deuxième nous décrirons le fonctionnement de principe et nous construirons l'appareil que nous avons mis au point et qui est dédié à l'enregistrement des séquences RR : schéma électrique, schéma d'implantation des composants et programme résident du microcontrôleur utilisé gérant l'appareil dans sa totalité.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire l'enregistreur cardiaque HRV ET631 est d'ores et déjà disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

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

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/099.zip.

Franco Missoli & Carlo Tauraso ◆

SPECIAL HI-FI

AMPLIFICATEUR HI-FI A LAMPES EL34



D'une qualité sonore équivalente aux plus grands, cet amplificateur vous restituera un son chaleureux et pur. Fourni avec son coffret en bois noir, son design est à la hauteur de ses performances musicales. Lampes de sorties : EL34. Indication de la puissance de sortie par deux vu-mètres.

Puissance musicale : 2 x 55 W - Réponse en fréquence : 15 à 20 000 Hz Impédance d'entrée : 1 MΩ - Impédance de sortie : 4 et 8Ω - Distorsion : 0,1 % à 1 000 Hz - Rapport signal/bruit : 100 dB

Les transformateurs de sortie sont à carcasses lamellées en acier doux à grains orientés et leur blindage est assuré par un écran de cuivre. L'ensemble est immobilisé dans une résine et moulé dans un boîtier métallique externe.

LX1113/K1 .....version EL34 ..... 615,00 €
LX1113/KM1 ..version montée EL34 ..... 870,00 €

AMPLIFICATEUR HI-FI A LAMPES KT88

Ses caractéristiques sont identiques à la version EL34 (Kit LX 1113/K1). Seule la puissance et les lampes changent.
Lampes de sorties : KT88 - **Puissance musicale de sortie :**2 x 80 W

LX1113/K2 .....version KT88..... 699,00 €
LX1113/K2 .....Version montée KT88..... 895,00 €

AMPLIFICATEUR HI-FI STEREO A LAMPES CLASSE A 2 X 16W MUSICAUX

Appartenant à la lignée des amplificateurs à lampes LX1113, ce kit vous restituera une qualité sonore professionnelle.
Puissance de sortie :
2 X 8 W RMS - 2 X 16 W musicaux.
Lampes de sortie :
EL34. Classe : A.



LX1240 .....Kit complet avec coffret.....333,90 €
LX1240KM. Kit version montée avec coffret.....523,00 €

AMPLIFICATEUR À LAMPES POUR CASQUE



Ce petit amplificateur Hi-Fi est doté d'une sensibilité élevée et d'une grande prestation. Il plaira sûrement à tous ceux qui veulent écouter au casque ce son chaud produit par les lampes. Tension d'alimentation des lampes : 170 V. Courant max. : 20 + 20 mA. Signal d'entrée max. : 1 V crête à crête . Puissance max. : 100 + 100 mW. Bande passante : 20 Hz - 25 kHz. Distorsion harmonique : < 1 %.

LX1309 .....Kit complet avec coffret.....333,90 €
LX1309KM. Kit version montée avec coffret.....523,00 €

AMPLI. 2 X 55 W HYBRIDE LAMPES/MOSFET

Notre amplificateur stéréo Hi-Fi utilise en entrée deux tubes montés en cascode et comme étage final deux MOSFET de puissance capables de produire 2 x 55 WRMS, ce qui fait tout de même 2 x 110 W musicaux.



Tension pour les lampes V1-V2: 340V Tension pour les MOSFET finaux: 2 x 35 V Courant de repos : 100 à 120 mA par canal Courant à la puissance maximale: 1,5 A par canal - Amplitude maximale du signal d'entrée: 2 Vpp - Puissance maximale sur 8 ohms: 55 WRMS par canal - Distorsion harmonique maximale: 0,08% - Réponse en fréquence: 8 Hz à 40 kHz.

EN1615.....Kit avec tubes et MOSFET sans coffret.....264,00 €
MO1615.....Coffret percé et sérigraphié ..... 43,00 €
EN1615KM Kit version montée aveccoffret .....399,00 €

PRÉAMPLIFICATEUR/AMPLIFICATEUR À LAMPES 2 X 80 W MUSICAUX

Avec son préamplificateur intégré, cet ampli classe AB1 à lampes regroupe l'esthétique, la puissance et la qualité. Basé autour de quatre lampes KT88 en sortie, la puissance peut atteindre 2 x 80 W musicaux. Un réglage de la balance et du volume permet de contrôler le préampli.

Caractéristiques techniques : Puissance max. en utilisation : 40+40 W RMS. 80 + 80 W musicaux. Classe : AB1. Bande Passante : 20 Hz à 25 kHz.
Distorsion max. : 0,08% à 1 kHz.
Rapport S/N : 94 dB.
Diaphonie : 96 dB.
Signal Pick-Up : 5 mV RMS.
Signal CD : 1 V RMS.
Signal Tuner : 350 mV RMS.
Signal AUX : 350 mV RMS.
Signal max. tape : 7 V RMS.
Signal tape : 350 mV RMS.
Gain total : 40 dB.



Impédance de sortie : 4 ou 8 Ω.
Consommation à vide : 400 mA. Consommation max. : 1,2 A.
Triode ECC83 : X 2 - Triode ECC82 : X 6 - Pentode KT88 : X 4.

LX1320.....Kit complet avec boîtier et tubes ..... 834,00 €
LX1320KM. Kit monté avec boîtier et tubes.. .....1110,00 €

PREAMPLIFICATEUR A LAMPES

Associé à l'amplificateur LX1113/K, ce préampli-ficateur à lampes apporte une qualité professionnelle de reproduction musicale.



Entrées: Pick-Up - CD - Aux. - Tuner -Tape. **Impédance d'entrée Pick-Up :** 50/100 kΩ. **Impédance des autres entrées :** 47 kΩ **Bande passante:** 15 à 25 000 Hz. **Normalisation RIAA:** 15 à 20 000 Hz. **Contrôle tonalité basses:** ±12 dB à 100 Hz. **Contrôle tonalité aigus :** ±12 dB à 10 000 Hz. **Distorsion THD à 1 000 Hz:** < à 0,08 %. **Rapport signal sur bruit aux entrées:** 90 dB. **Diaphonie :** 85 dB.

LX1140.....Kit complet avec boîtier et tubes ..... 431,35 €
LX1140KM. Kit t avec boîtier et tubes.....530,00 €

AMPLIFICATEUR STEREO HI-FI "CLASSE A" A MOSFET

Les amateurs d'audio les plus exigeants, même s'ils savent qu'un étage amplificateur classe A-B débite plus de puissance qu'un ampli classe A, préfèrent la configuration de ce dernier en raison de sa faible distorsion. Pour satisfaire ces amateurs, nous vous proposons ce kit d'amplificateur stéréo classe A équipé de deux transistors MOSFET de puissance par canal.



ension max. de travail : 35 V - Impédance de charge : 4 ou 8 Ω - Bande passante: 8 Hz à 60 kHz - Pmax sous 8 ohms 12 + 12 W RMS - Courant max. absorbé 1,4 A - Distorsion harmonique 0,03 % - V.in maximum 0,7 V RMS - P max sous 4 ohms 24 + 24 W RMS

LX1469 ..... Kit complet avec coffret..... 218,00 €
LX1469KM. Kit complet monté avec coffret..... 299,00 €

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

COMELEC 06/2006

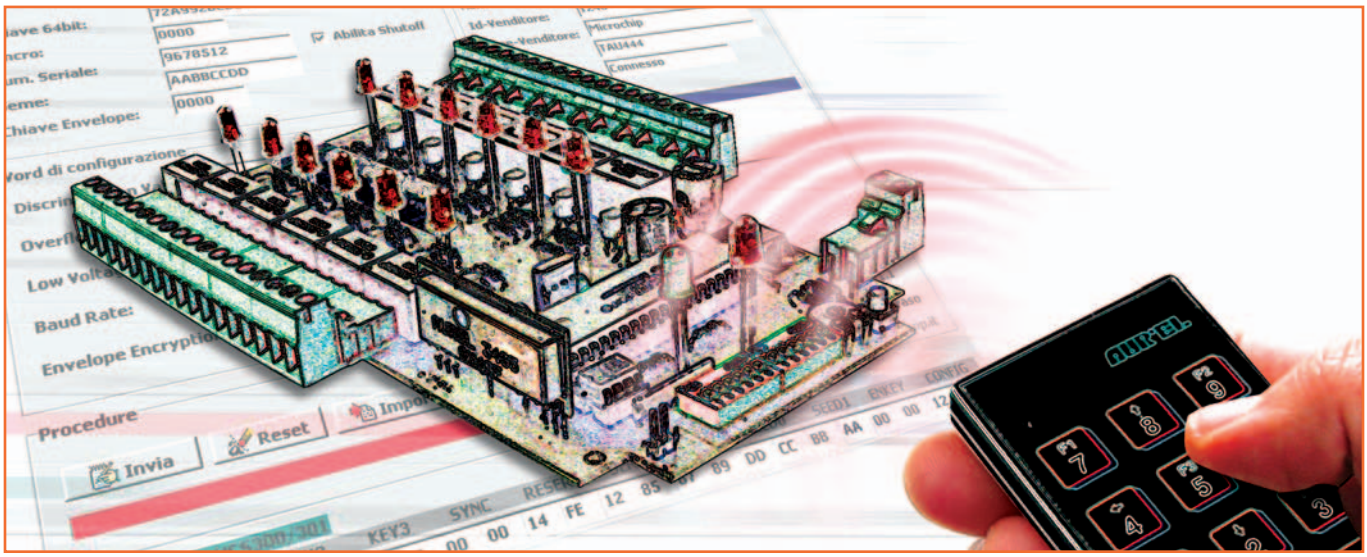
COMELEC Tél. :04 42 70 63 90 • Fax : 04 42 70 63 95
CD 908 - 13720 BELCODENE Visitez notre site www.comelec.fr

Expéditions dans toute la France. Moins de 5 kg : Port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou carte bancaire. Le port est en supplément. De nombreux kits sont disponibles, envoyez votre adresse et 5 timbres pour recevoir notre catalogue général ou téléchargez-le sur notre site.

Une radiocommande 12 canaux à “rolling code”

Troisième partie : analyse du logiciel

Nous terminons ce mois-ci la description de notre système de contrôle à distance à douze canaux avec codage HCS par l’analyse d’aspects importants touchant la sécurité. Pour cela nous vous proposons des expérimentations pratiques de programmation de la télécommande ; nous analysons les séquences émises et le programme résident nécessaire pour faire fonctionner le décodeur.



Après avoir réalisé le décodeur et le programmateur pour télécommandes à “rolling-code”, nous pouvons enfin analyser quelques aspects pratiques et fonctionnels qui nous permettront d’atteindre un bon niveau de sécurité. Paramétrer le codeur HCS300/301 est une étape fondamentale mais risque de demeurer sans effet si nous ne mettons pas à jour le programme résident du décodeur. En second lieu, dans le choix des paramètres de base comme la clé de cryptage, il est nécessaire d’effectuer des choix qui pourraient entacher la sécurité du mécanisme tout entier. Pour cela des règles de production ont été fixées : elles se divisent en beaucoup de systèmes professionnels et si on veut on peut les personnaliser. Si vous avez lu les deux premières parties de l’article, vous vous serez sans doute demandé quels poids ont les divers paramètres de programmation et comment il est possible de réaliser un système suffisamment sûr mais en même temps assez simple à implémenter. Le mois dernier en effet nous avons décrit en détail la signification de chaque champ et nous voulons maintenant vous fournir une clé de lecture afin que l’utilisation de ces paramètres soit le plus intuitif possible. Nous nous lancerons ensuite dans quelques expérimentations pratiques de programmation de la télécommande et analyserons les séquences transmises et les parties du programme résident nécessaires au fonctionnement du décodeur. Pour la première fois nous introduirons le concept d’”attaque de la sécurité”. L’électronique est désormais prépondérante dans ce domaine et quiconque développe un système à utilisation exclusive doit être conscient que ceux qui tenteront de le violer seront nombreux et habiles !

Nous essaierons de voir de quelles attaques peut être victime un décodeur à “rolling-code” et quelles sont les méthodes disponibles pour en limiter l’efficacité. Avant de commencer, permettez-nous de citer une phrase de Phil Zimmermann (www.philzimmermann.com), expert renommé en cryptographie et concepteur du fameux PGP (Pretty Good Privacy) : “Quiconque pense avoir inventé un algorithme cryptographique inviolable est soit un incroyable génie soit un ingénu inexpérimenté”.

Pavés de programmation des télécommandes Aurel TX1, TX2, TX3

Dans la deuxième partie, nous nous sommes occupés particulièrement de la télécommande à douze canaux que nous avons ensuite utilisée avec le décodeur. Pour nos expérimentations, nous nous réfèrerons cette fois à des émetteurs répondant au protocole HCS300 et insérés dans les télécommandes OVO à 1, 2, 3 canaux. Ce choix vient de ce qu’ils sont programmables plus facilement et sans piste à couper.

Nous pourrons ainsi tester les diverses configurations sans sortir le fer à souder. De plus, vu leur faible coût, si nous faisons une erreur et en détruisons un, nous ne nous lamenterons pas trop longtemps ! Ouvrons donc un TX1, sortons la pile et retournons la platine : le circuit qui nous apparaît est celui de la Figure 1.

Vous voyez les quatre pavés (pastilles carrées de cuivre étamé) présents en haut de la platine ronde ? Il est facile d’identifier le brochage. Si nous suivons les pistes du circuit imprimé nous voyons qu’elles arrivent aux quatre broches principales du codeur CMS HCS300. Numérotons les pavés de gauche à droite. Le Tableau 1 reprend le résultat de cette observation. Nous pouvons alors relier le circuit de la télécommande au programmateur que nous avons construit le mois dernier et commencer tout de suite à expérimenter le fonctionnement des différents paramètres.

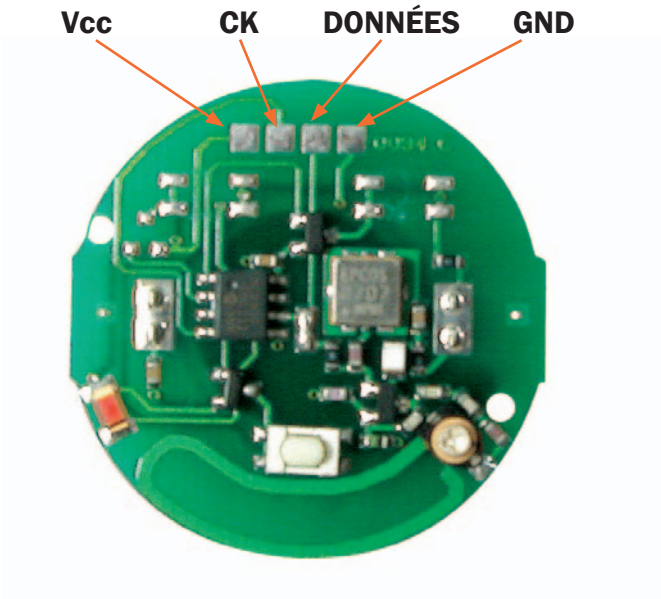


Figure 1 : Si nous suivons les pistes du circuit imprimé nous voyons qu’elles arrivent aux quatre broches principales du codeur CMS HCS300.

Algorithmes d’apprentissage

Pour le développement d’un décodeur “rolling-code”, il est nécessaire de choisir une méthode d’apprentissage des dispositifs autorisés pour l’activation et la désactivation des charges. Durant cette phase on active les diverses télécommandes à utiliser pour que le microcontrôleur puisse les identifier et mémoriser les informations nécessaires pour leur reconnaissance et pour connaître le cryptage utilisé. Durant le fonctionnement normal, il sera en mesure de comprendre si l’émission arrive d’une télécommande autorisée en décryptant le champ relatif à l’activation des charges. Trois modes d’apprentissage ou “learning” sont employés :

1) SIMPLE LEARNING (apprentissage simple)
2) NORMAL LEARNING (apprentissage normal)
3) SECURE LEARNING (apprentissage de sécurité)

Analysons-les séparément et précisons pour chacun les côtés positifs et les négatifs, en effectuant un essai concret de programmation.

Apprentissage simple

Chaque constructeur utilise un code à 64 bits appelé “Manufacturer’s Code” afin de différentier ses propres télécommandes. Naturellement ce code doit être conservé de manière à éviter toute utilisation abusive. Eh bien, dans ce mode chaque télécommande est identifiée par un numéro série spécifique, mais tous ont la même clé de cryptage, laquelle est justement égale au ManCode. Il est clair qu’il s’agit du système à la sécurité la plus basse et il est primordial de maintenir cette clé secrète. Si quelqu’un en effet venait à la connaître, il pourrait simuler d’un seul coup les séquences transmises par chaque télécommande de la série d’un constructeur. Pour éviter que cela n’arrive, certains logiciels de programmation (PRO MATE II de Microchip) établissent que la clé doit être produite sur la base de deux valeurs à vingt chiffres appelées “custodian key” et conservées par deux personnes différentes. On pense toutefois que ces informations sont faciles à trouver auprès des techniciens du secteur... L’aspect positif de ce système est bien sûr sa facilité d’implémentation. Il n’est en effet pas nécessaire ici d’insérer dans le décodeur des

Tableau 1.

Num. PAVÉ	Num. broche HCS	Désignation HCS	Fonction de programmation
1	8	VCC	Tension d’alimentation positive
2	4	S3	Ligne d’horloge
3	6	PWM	Ligne de données
4	5	GND	Masse GND

Tableau 2.

BLOC CRYPTÉ	N° SÉRIE	S2S1S0S3	VL	RP
2E15795D	9678510	8	0	0

algorithmes de production de la clé, la vérification de l'émission se faisant directement à travers le ManCode. En second lieu, la phase d'apprentissage est extrêmement simple puisqu'il suffit de mémoriser les numéros de série des émetteurs et les valeurs de synchronisation. Généralement les systèmes qui utilisent cette méthode se servent d'une "Discrimination Value" correspondant aux 10 bits les moins significatifs du numéro série; la vérification de l'émission se réduit donc à comparer les valeurs en EEPROM et celles reçues, sans autre transformation. En bref, ce système n'a qu'un niveau de sécurité donné par la clé de cryptage et il est donc facile à implémenter mais relativement peu sûr. Prenons un exemple pratique et programmons notre TX1 avec les valeurs suivantes tout en maintenant les autres champs par défaut:

MANCODE= ABCDEF0123456789
SERIAL NUM. = 9678512
DISCR. VALUE= 112

Voici ce que nous trouvons si nous enregistrons la séquence envoyée par la télécommande (Tableau 2). En appliquant la fonction de décryptage au bloc de 32 bits en utilisant comme clé la ManCode on a:

2E15795Dh---> 81120001h

Si nous analysons la séquence, nous voyons que les 10 bits du discriminant correspondent justement aux 10 bits les moins significatifs du numéro série, comme établi durant la programmation. Cette vérification permet d'identifier à nouveau la télécommande et de savoir si l'opération de décryptage a abouti.

Apprentissage normal

Dans ce mode, chaque télécommande est identifiée par un numéro de série et par une clé de cryptage spécifiques et différents d'un émetteur à l'autre. En particulier, la clé à 64 bits est produite sur la base du ManCode et du numéro de série à 32 bits utilisé comme noyau.

La fonction de décryptage est la propriété de KEELOQ et elle est disponible moyennant l'acquisition d'une licence adéquate. Il s'agit d'un algorithme de cryptage symétrique à clé à 64 bits travaillant sur des blocs à 32 bits et se basant sur le calcul d'une fonction non linéaire. Le cryptage symétrique est également appelé cryptage à clé secrète vu qu'on utilise la même clé pour le cryptage et le décryptage d'un bloc. On utilise deux types d'algorithmes de production que reprend le diagramme de la Figure 2.

En fait, deux noyaux différents sont calculés: ils correspondent au numéro de série du dispositif à 28 bits auquel on ajoute en tête 4 bits égaux à 02h pour le premier et 06h pour le second. Le code à 32 bits qui en résulte est utilisé avec le ManCode comme entrée pour une fonction de transformation qui peut être la fonction de décryptage ou un OR exclusif. Voyons les deux cas pratiquement en reprenant les mêmes valeurs de ManCode et numéro de série que précédemment:

Exemple 1:

Fonction de transformation XOR
SEME1=29678512
SEME2=69678512
MANCODE1=23456789
(les 32 bits les moins significatifs extraits)
MANCODE2=ABCDEF01
(les 32 bits les plus significatifs extraits)

Calculons le OR exclusif:
SEME2 XOR **MANCODE2 = C2AA6A13**
SEME1 XOR **MANCODE1 = 0A22E29B**

Donc la clé à 64 bits résultante est:
C2AA6A130A22E29B

Exemple 2:

Fonction de transformation
Décryptage KEELOQ
SEME1=29678512
SEME2=69678512
MANCODE= ABCDEF0123456789

Calculons la fonction en utilisant les deux noyaux comme blocs d'entrée:
DECIFRA**(MANCODE, SEME2) = 5CBBDA1F**
DECIFRA**(MANCODE, SEME1) = 531A2BDD**

Donc la clé à 64 bits résultante est:
5CBBDA1F531A2BDD

On voit clairement que dans les deux cas le ManCode est dûment caché afin de rendre plus difficile le travail d'un éventuel brigand.

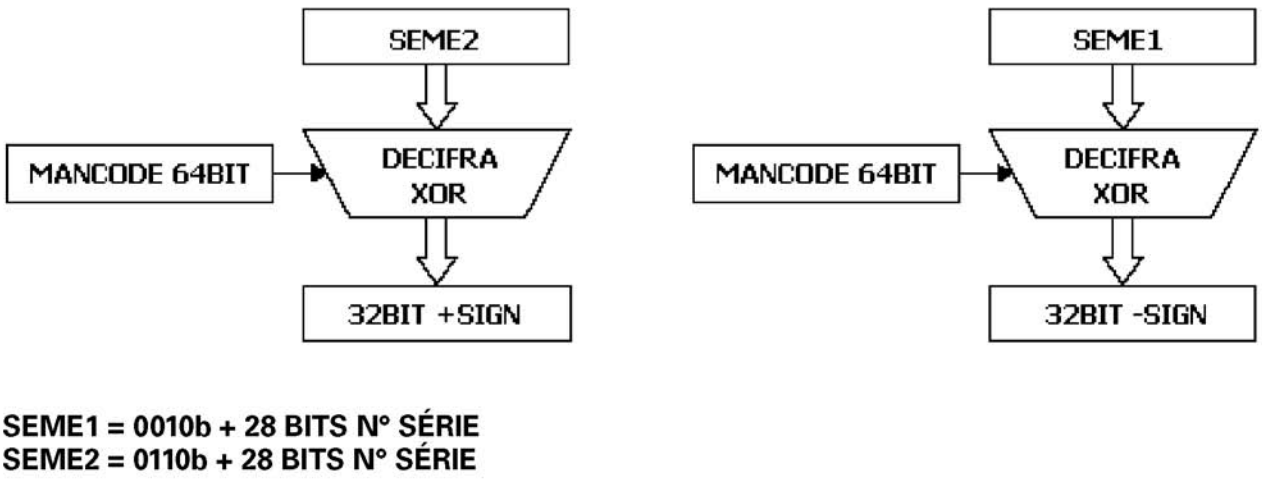


Figure 2: On utilise deux types d'algorithmes de production que reprend ce diagramme.

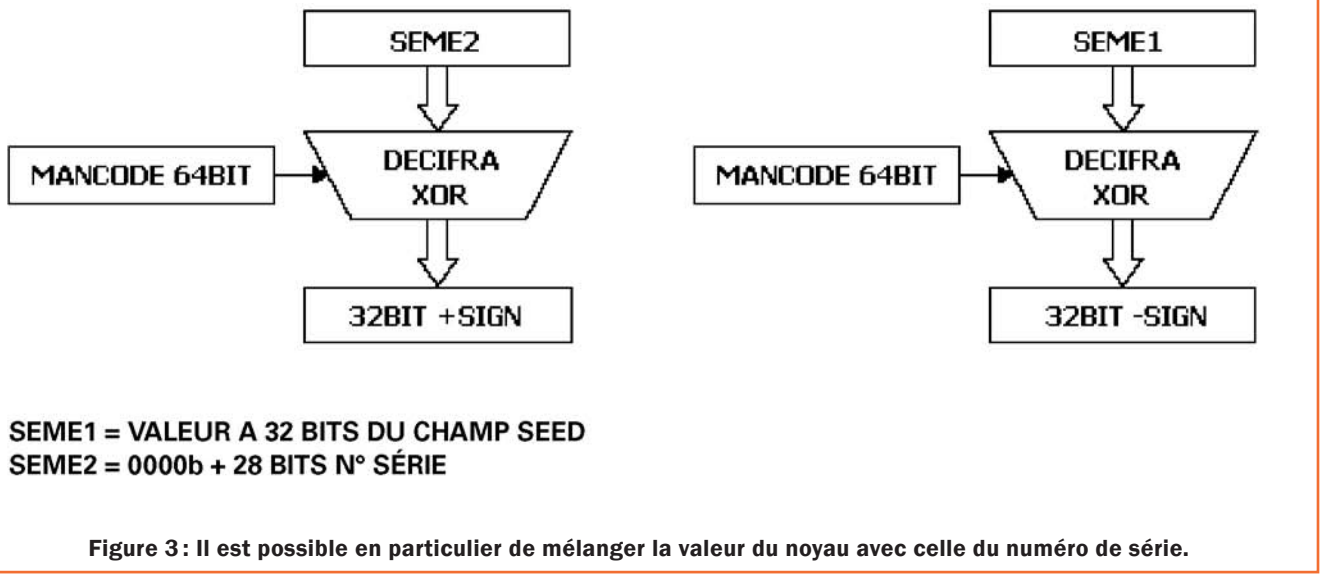


Figure 3 : Il est possible en particulier de mélanger la valeur du noyau avec celle du numéro de série.

En outre, la clé de cryptage change pour chaque télécommande vu qu'elle est liée au numéro de série qui l'identifie. La relation entre le numéro de série et la clé résultante n'est pas évidente. Par conséquent, avec ce système, nous ajoutons un autre niveau de sécurité donné par l'algorithme d'apprentissage, ce qui rend le programme résident plus complexe mais plus sûr.

Rien ne nous interdit d'implémenter des fonctions de transformation personnalisées, l'important est de rendre le lien entre le numéro de série et la clé résultante peu ou non intuitif.

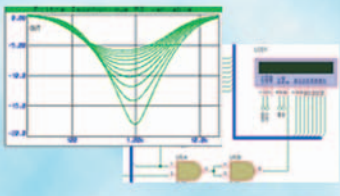
Apprentissage de sécurité

Dans cette dernière méthode on fait dépendre la clé d'un noyau à 32 bits qu'on mémorise à l'intérieur de la télécommande et qui est transmise exclusivement au moment de l'apprentissage.

On crée donc un autre niveau de sécurité car la connaissance de l'algorithme d'apprentissage ne donne aucune information utile pour accéder au système de manière frauduleuse.

Multipower

Proteus v7 : la maturité

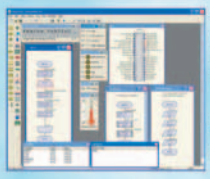


Proteus se décompose en trois logiciels :

ISIS : éditeur de schémas
ARES : placement et routage de circuits
VSM : au sein d'Isis, c'est un puissant simulateur SPICE, capable de simuler des microcontrôleurs PIC, AVR, 8051, HC11, et ARM.

Après 14 années passées à vos côtés, le logiciel de CAO électronique Proteus ne cesse d'évoluer pour atteindre aujourd'hui, une phase de maturité, avec des fonctionnalités maîtrisées et une interface utilisateur plus intuitive.

Flowcode v3...



Avec Flowcode, vous générez directement du code C et assembleur pour microcontrôleur PIC à partir d'un algorigramme, sans connaissance particulière en programmation.

Flowcode vous permet également de simuler les programmes ainsi réalisés.

... Carte de développement v3 ...

Compatible Flowcode



Testez physiquement vos programmes réalisés avec Flowcode ou un autre logiciel spécifique, sur une carte intégrant un nombre conséquent de périphériques (7 segments, LCD, ...).

Un ensemble de produits professionnels pour une solution complète





Multipower, c'est aussi :

- des modules d'acquisition de données,
- des cartes pour applications enfouies,
- des oscilloscopes numériques USB,
- et des analyseurs logiques USB.



... E-blocks

Compatible Flowcode

Les E-blocks sont des circuits électroniques compacts représentant chacun un bloc fonctionnel. Interconnectés, ils forment un système modulable vous permettant de réaliser rapidement des systèmes complexes.



VISA

Nouveau sur notre boutique en ligne : vous pouvez désormais régler vos achats par carte bancaire en toute sécurité.

www.multipower.fr Tél. : 01 53 94 79 90 - Fax : 01 53 94 08 51

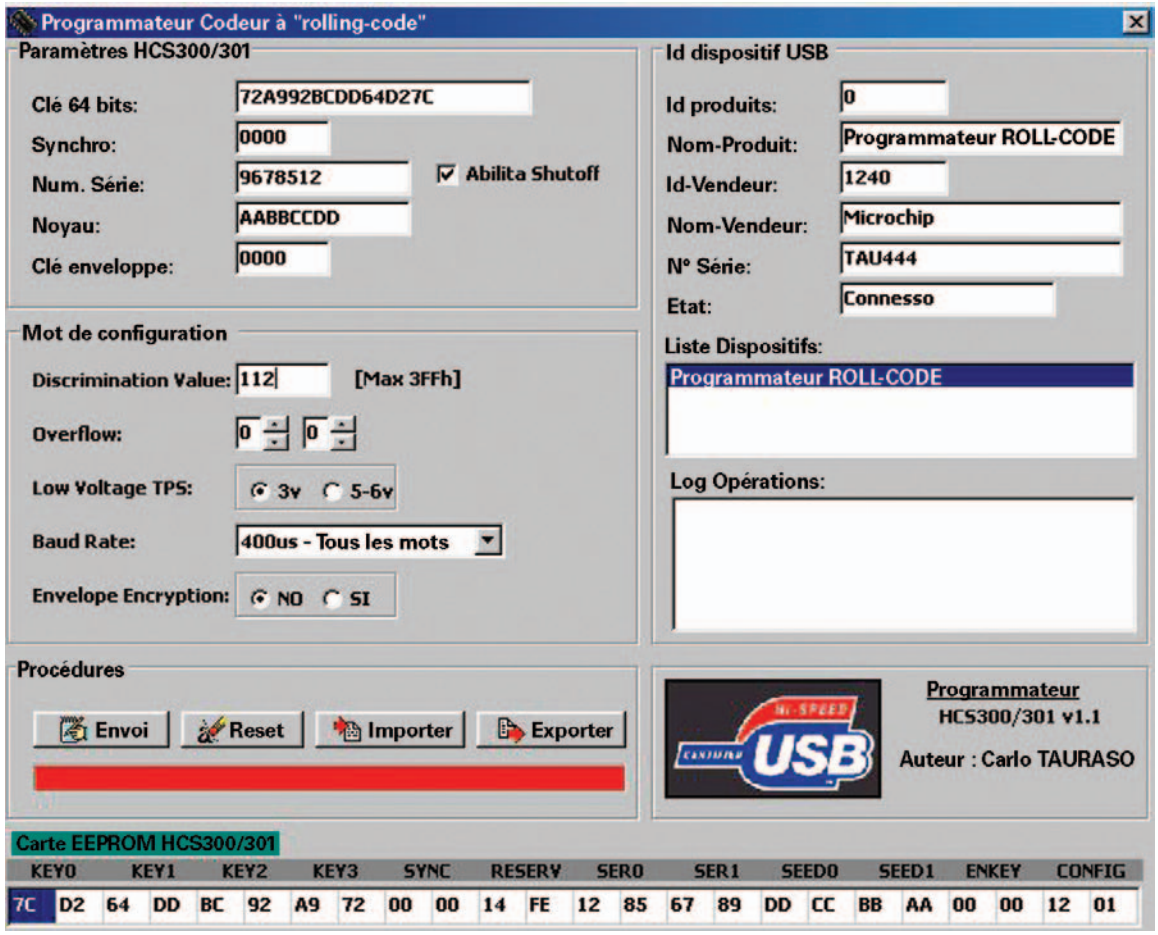


Figure 4 : Si nous nous servons du programme HCSPRG, l'écran principal au terme des opérations est celui-ci.

Là encore on peut utiliser soit un OR exclusif soit la fonction de décryptage comme fonction de transformation.

Il est possible en particulier de mélanger la valeur du noyau avec celle du numéro série (voir Figure 3).

À titre d'exemple pratique, supposons que nous ayons utilisé comme SEED la valeur à 32 bits AABBCCDDh.

Exemple 1 :
Fonction de transformation XOR

SEME1=AABBCCDD
SEME2=09678512

MANCODE1=23456789
(les 32 bits les moins significatifs extraits)
MANCODE2=ABCDEF01
(les 32 bits les plus significatifs extraits)

Calculons le OR exclusif :
SEME2 XOR **MANCODE2 = A2AA6A13**
SEME1 XOR **MANCODE1 = 89FEAB54**

Donc la clé à 64 bits résultante est :
A2AA6A1389FEAB54

Exemple 2 :
Fonction de transformation
Décryptage KEELOQ

SEME1= AABBCCDD
SEME2=09678512
MANCODE= ABCDEF0123456789

Calculons la fonction en utilisant les deux noyaux comme blocs d'entrée :
DECIFRA**(MANCODE, SEME2) = 72A992BC**
DECIFRA**(MANCODE, SEME1) = DD64D27C**

Donc la clé à 64 bits résultante est :
72A992BCDD64D27C

Ce qui rend cette méthode d'apprentissage plus sûre, c'est que la valeur à 32 bits qui distingue les SEED est transmise seulement dans une occasion particulière, c'est-à-dire quand on active en même temps les broches S0, S1, S2, S3 du HCS300/301. Cette opération est effectuée durant la phase d'apprentissage et plus ensuite, en utilisation normale de la télécommande. Cela est très important car le passage du noyau, avec lequel on produit la clé secrète de cryptage, se fait à un moment où le décodeur et la télécommande se trouvent en lieu sûr, c'est-à-dire protégés de toute possibilité d'interception.

Tableau 3.

SEME	N° SÉRIE	S2S1S0S3	VL	RP
AABBCCDD	9678512	F	0	0

Tableau 4.

COD. CRYPTÉ	N° SÉRIE	S2S1S0S3	VL	RP
E4E72B79	9678512	8	0	0

“Listing” 1 :

```
TEMP7= CSR7 + %01100000             'Ajoute le 6h en tête du numéro série
TEMP6 = CSR6
TEMP5 = CSR5
TEMP4 = CSR4

CHIAVE7 = TEMP7 ^ MCODE7            'Génère les 32 bits les plus significatifs de la clé
CHIAVE6 = TEMP6 ^ MCODE6
CHIAVE5 = TEMP5 ^ MCODE5
CHIAVE4 = TEMP4 ^ MCODE4

TEMP7= CSR7 + %00100000             'Ajoute le 2h en tête du numéro série
TEMP6 = CSR6
TEMP5 = CSR5
TEMP4 = CSR4

CHIAVE3 = TEMP7 ^ MCODE3            'Génère les 32 bits les moins significatifs de la clé
CHIAVE2 = TEMP6 ^ MCODE2
CHIAVE1 = TEMP5 ^ MCODE1
CHIAVE0 = TEMP4 ^ MCODE0
```

“Listing” 2 :

```
I2CREAD SDA,SCL,CTL,IND,[SEME3,SEME2,SEME1,SEME0]
        WHILE (SEME3!=$FF && SEME2!=$FF && SEME1!=$FF && SEME0!=$FF && CONTA=0)
        IF (SEME3=CSR7 && SEME2=CSR6 && SEME1=CSR5 && SEME0=CSR4) THEN
        CONTA=1
        ENDIF
        IND=IND+8
        I2CREAD SDA,SCL,CTL,IND,[SEME3,SEME2,SEME1,SEME0]
        WEND
        IF CONTA=1 THEN
        I2CREAD SDA,SCL,CTL,IND-4,[SEME3,SEME2,SEME1,SEME0]

       CHIAVE7 = CSR7 ^ MCODE7      'Génère les 32 bits les plus significatifs de la clé
       CHIAVE6 = CSR6 ^ MCODE6
       CHIAVE5 = CSR5 ^ MCODE5
       CHIAVE4 = CSR4 ^ MCODE4
       CHIAVE3 = SEME3 ^ MCODE3     'Génère les 32 bits les moins significatifs de la clé
       CHIAVE2 = SEME2 ^ MCODE2
       CHIAVE1 = SEME1 ^ MCODE1
       CHIAVE0 = SEME0 ^ MCODE0

                 SEME3=CSR3
            SEME2=CSR2
            SEME1=CSR1
            SEME0=CSR0
            GOSUB DECIFRA
        ENDIF
```

Cherche dans l’EEPROM si la télécommande figure parmi celles autorisées en comparant le numéro de série reçu CSR7...CSR4 avec celui mémorisé.

Si la télécommande est trouvée, charge en SEME3...SEME0 le seed mémorisé pendant la phase d’apprentissage.

Une fois la clé produite, appelle la fonction de décryptage sur le bloc CSR3...CSR0..

Ensuite, on ne pourra plus extraire la valeur du SEED sans habiliter les quatre broches du codeur, procédure qui oblige à démonter la télécommande. En second lieu cette valeur est conservée en EEPROM, mémoire qui ne peut être lue qu’en effectuant la programmation, c’est-à-dire la surécriture des données précédentes lesquelles sont alors irrémédiablement perdues. Si on utilise des codeurs HCS360, il est possible de mettre à profit un champ SEED plus long (48 bits) et éventuellement de bloquer la possibilité d’envoi de cette valeur après que le compteur de synchronisation ait atteint le quota 128. Ainsi, même si la télécommande arrive dans des mains scélérates, il ne sera pas possible d’extraire la valeur recherchée même si on active en même temps les quatre broches S0, S1, S2, S3.

Essayons de programmer notre télécommande (cette fois une TX2) en utilisant les paramètres précédents. Si nous nous servons du programme HCSPRG, l’écran principal au terme des opérations est celui que montre la Figure 4.

Si nous essayons maintenant d’effectuer une émission en mettant au niveau logique haut les quatre broches du HCS300, nous verrons que le code crypté à 32 bits est remplacé directement par le champ noyau en clair. Le décodeur est ainsi en mesure de calculer la clé de manière autonome pour décrypter les séquences suivantes. Séquence envoyée avec S0,S1,S2,S3=1111b (Tableau 3).

Si en revanche nous effectuons une émission normalement, nous verrons que la séquence envoyée change

"Listing" 3 :

```
TEMP5 = CSR5 & %00000011
TEMP7 = SEME3 & %00000011
IF (CSR4=SEME2)  AND (TEMP5=TEMP7) THEN
...Décryptage OK Télécommande Autorisée....
ENDIF
```

"Listing" 4 :

```
      SYN1, SYN0  Contiennent la valeur de synchronisation mémorisée en EEPROM
      TEMPWA, TEMPWB  Ce sont deux variables à 16 bits temporaires

      TEMPWA.BYTE0 = SYN0
      TEMPWA.BYTE1 = SYN1
      TEMPWB.BYTE0 = SEME0
      TEMPWB.BYTE1 = SEME1

      IF (TEMPWB > TEMPWA) THEN
          IF (TEMPWB - TEMPWA <= 16) THEN
               I2CWRITE SDA,SCL,CTL,IND,[SEME1,SEME0]
               ...Active charges...
          ELSE
               IF (TEMPWB - TEMPWA <= 32000) THEN
                ...Attend une nouvelle transmission...
               ELSE
                ... Écarte le paquet...
          ENDIF
      ELSE
               ...Écarte le paquet...
      ENDIF
```

La valeur de synchronisation reçue rentre dans la fenêtre d'autorisation, elle est mémorisée en EEPROM et les charges sont activées.

La valeur de synchronisation reçue sort de la fenêtre de synchronisation, on attend une nouvelle transmission pour éventuellement mettre à jour la valeur.

La valeur de synchronisation reçue sort des extrêmes autorisés ou même est identique à la transmission précédente, il est définitivement écarté.

et que le noyau est remplacé par le code crypté à 32 bits (Tableau 4). Si nous décodons le champ en question en utilisant la clé à 64 bits insérée (72A992BCDD64D27C) nous trouvons :

E4E72B79h ---> 41120003h

Là encore la présence de la séquence mise en évidence nous assure que l'opération a abouti, ce qui permet une vérification supplémentaire de l'identité de la télécommande.

Rendre le programme résident plus sûr

Selon la méthode d'apprentissage utilisée, il est nécessaire de développer dans le programme résident du microcontrôleur la séquence permettant de la gérer. Dans notre projet initial, on suit une procédure d'apprentissage simple. En fait, quand on enlève le cavalier J1, le décodeur se met en attente d'une séquence à apprendre.

Dès que nous pressons le poussoir de la télécommande, le micro enregistre simplement la séquence reçue dans l'EEPROM en créant un tableau spécifique ayant comme clé primaire le numéro de série de la télécommande. Pour nous, il n'est pas nécessaire de produire la clé de cryptage vu que nous utilisons des télécommandes non paramétrables "tout à zéro".

Quand l'apprentissage est terminé, le micro se met en attente d'une émission. Dès qu'il la reçoit, il recherche le numéro de série émis en clair à l'intérieur de l'EEPROM ; quand il la trouve, il décrypte le champ à 32 bits et active les charges. Si en revanche nous utilisions un apprentissage normal, le micro devrait produire la clé de décryptage en fonction des informations transférées lorsque le cavalier J1 est retiré.

Dans ce cas, il faut choisir si on veut produire la clé au moment de l'apprentissage et la sauvegarder à l'intérieur de l'EEPROM (attention, ce choix pourrait compromettre la sécurité du système) ou bien effectuer le recalcul à chaque réception. Le second cas est de toute évidence le plus sûr. Si vous regardez le "listing" vous verrez que les séquences reçues sont disposées dans un "buffer" spécial CSR7...CSR0.

Il est nécessaire de déclarer une constante MCODE7...MCODE0 contenant le ManCode (ABCDEF0123456789h), alors que nous utiliserons la variable CHIAVE7...CHIAVE0 déjà présente dans le "listing" pour conserver la clé produite. Rappelez-vous que le sous programme de réception effectue la mise à zéro des quatre bits les plus significatifs du numéro de série.

Supposons que nous ayons utilisé une fonction de transformation XOR, nous obtiendrons ce que montre le "Listing" 1. Il est alors possible d'appeler la fonction "DECIFRA" qui nécessite en entrée la variable SEME3...SEME0 comme code à décrypter et la variable CHIAVE7...CHIAVE0 comme clé de décryptage. Le code décrypté peut être utilisé pour le "check" (contrôle, vérification) de l'émission et l'activation des charges.

De même, si nous devions développer un système d'apprentissage sûr, nous devrions nécessairement utiliser la valeur du SEED conservée en EEPROM. Le code du compilateur PICBasic, utilisant toujours le XOR comme fonction de transformation, devient ce que montre le "Listing" 2.

Une autre phase revêt une certaine importance pour augmenter la sécurité du système : c'est la phase de vérification de la séquence reçue.

Dans notre "listing" initial, une fois décryptée la séquence des quatre "Function bits" qui identifient la touche pressée, on passe directement à l'activation des charges. Un contrôle ("check") de l'émission devenait alors superflu vu que l'on se sert de télécommandes non paramétrables.

Maintenant que vous avez construit le programmateur, vous pouvez introduire le concept de vérification de la valeur discriminante et de synchronisation. Dans le premier cas on effectue une double vérification sur la télécommande émettrice.

La première touche le numéro de série qui est comparé avec ceux des dispositifs autorisés. La seconde la comparaison de la valeur discriminante contenue dans le code crypté avec celle mémorisée durant l'apprentissage. Cette vérification permet d'établir encore une fois que l'émetteur est un de ceux autorisés et elle permet implicitement de contrôler que l'opération de décryptage a abouti.

On a l'habitude de valoriser le discriminant avec les 10 bits les moins significatifs du numéro de série. Attention, après avoir appelé la fonction "DECIFRA" on obtient le code en clair dans la variable SEME3...SEME0 selon la séquence suivante :

SEME3: 4 Function bit + 2 Overflow bit + 2 Discrimination bit (MS)
SEME2: 8 Discrimination bit (LS)
SEME1: 8 Synchronisation bit (MS)
SEME0: 8 Synchronisation bit (LS)

Le code correspondant est visible "Listing" 3. De même on gère la synchronisation en établissant une fenêtre d'autorisation à l'intérieur de laquelle la valeur de synchronisation doit rester pour pouvoir considérer l'émission comme acceptable. Par exemple, nous établissons que le compteur ne doit pas dépasser 16 pas ("steps") successifs par rapport à ce qui a été mémorisé lors de la transmission précédente. Dans le cas d'un "Normal Learning", le code correspondant est celui décrit dans le "Listing" 4.

Résumons-nous : le programme résident, pour atteindre un bon niveau de sécurité doit prévoir :

1) Production de la clé de cryptage au vol en fonction d'un algorithme associant des données échangées en environnement protégé (SEED mémorisé seulement au moment de l'apprentissage) ;
2) Vérification du numéro de série reçu dans la liste mémorisée durant l'apprentissage ;
3) Vérification de la valeur discriminante en fonction de ce qui a été mémorisé durant l'apprentissage ;
4) Vérification de la valeur de synchronisation par l'utilisation d'une fenêtre d'autorisation.

Les attaques les plus fréquentes

Il existe en gros deux types d'attaques connues, appelées respectivement "Code Scanning" et "Code Grabbing". Dans le premier cas on utilise un petit émetteur numérique réglé sur la même fréquence que le décodeur. Le malotru effectue un balayage des codes possibles en fonction de la longueur de la séquence envoyée par les télécommandes à simuler. Dans notre cas ce type d'attaque est plutôt faible car les HCS300 utilisent des séquences à 66 bits, ce qui fait tout de même environ 7,3 * 10 puissance 19 combinaisons. Vu qu'une émission dans le cas d'un Te=400µs dure environ 100 ms, cela prendra au voleur 2,3 * 10 puissance 11 années pour les parcourir toutes !

On peut, il est vrai, réduire ce nombre en considérant qu'une partie à 34 bits de la séquence reste fixe. La recherche restante doit encore être faite sur 32 bits au lieu de 66 et le nombre de combinaisons devient nettement inférieur (environ 4,3 milliards). En comptant toujours 100 ms par émission, il est clair que cela prend encore beaucoup de temps ! Ces tentatives portent leur fruit lorsque les télécommandes envoient des séquences relativement courtes, basées par exemple sur la position d'un micro-interrupteur. Dans ces cas, 8 ou 16 bits sont assez faciles à déjouer (de quelques secondes à quelques heures au maximum).

L'autre système est légèrement plus insidieux et se base sur un émetteur/récepteur qui enregistre les séquences envoyées par le légitime propriétaire, pour ensuite en envoyer une comme commande. Le décodeur en réalité ne se laisse pas tromper si facilement car, si vous avez inséré le contrôle de synchronisation, au moment où la séquence est retransmise, il écarte le paquet puisqu'il n'entre pas dans la fenêtre d'autorisation.

La valeur de synchronisation doit être augmentée à chaque émission, mais le "grabber" n'a pas la possibilité de le faire car le code à 32 bits est crypté et il n'y a pas de relation intuitive entre la valeur contenue et celle émise. L'unique point d'attaque vraiment efficace dans les systèmes à "rolling-code" est la clé à 64 bits.

Pour le moment on ne connaît pas de point faible à l'algorithme et les attaques brutales ne sont pas efficaces, même en considérant que certaines parties du code en clair sont connues a priori. Dans ces cas, la seule porte d'accès peut venir d'une programmation ingénue ou de la conception du décodeur.

Dans le premier cas, l'utilisation de clés à 0, de codes connus ou avec des valeurs très intuitives, peuvent facilement occasionner la faillite des systèmes de défense. De même pour la mémorisation de la clé en EEPROM facilement accessible durant une intervention d'entretien.

À partir du moment où on a connaissance de la clé de cryptage, il devient assez facile, avec un "grabbing" des séquences transmises, de cloner la télécommande. Il suffit d'intercepter une seule séquence pour calculer la valeur de synchronisation et ensuite retransmettre la séquence suivante correctement.

Conclusion

Ainsi se termine ce long article consacré à une télécommande à 12 canaux qui nous a donné la possibilité d'effectuer un tour complet des problèmes de sécurité inhérents aux systèmes à "rolling-code" et de vous donner les éléments nécessaires pour une meilleure utilisation – plus sûre – de cette technologie.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette radiocommande à "rolling code" ET605 et le programmateur pour HCS ET633 est disponible chez certains de nos annonceurs.

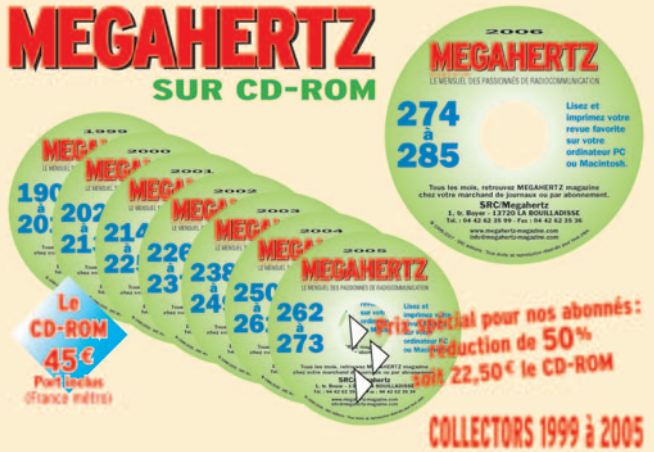
Voir les publicités dans la revue.

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

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/099.zip.

Carlo Tauraso ◆

MEGAHERTZ
SUR CD-ROM



COLLECTORS 1999 à 2005

Chaque CD-ROM contient la liste des articles parus dans MEGAHERTZ magazine depuis le numéro 70. Au format .RTF, ce fichier peut être chargé dans votre éditeur de texte ce qui vous permettra de faire des recherches sur les titres des articles, les noms d'auteur, les numéros, etc.

Votre collection de magazines prend trop de place ? Pourquoi ne pas la remplacer par des CD-ROM ? chaque numéro contient, en format PDF (Acrobat Reader présent sur le CD), 12 numéros de MEGAHERTZ magazine (à l'identique de la revue sur papier) pour PC ou MAC.

Avec votre carte bancaire, vous pouvez commander par l'Internet www.megahertz-magazine.com

Des articles vous intéressent ?
Vous pourrez les consulter à l'écran, les imprimer en tout ou partie, faire des captures d'écran avec votre logiciel de traitement d'images, etc.

Avantages

- Gain de place incontestable
- Possibilité d'imprimer seulement les pages que l'on souhaite
- Possibilité d'imprimer les typons de circuits
- Possibilité de faire des recherches sur des mots via Acrobat Reader ...

SRC - 1 tr. Boyer - 13720 LA BOUILLADISSE
Tél. / Fax : 04 42 62 35 99



Cours audio de télégraphie

Cours de CW en 20 leçons sur 2 CD-ROM et un livret

Ce cours de télégraphie a servi à la formation de centaines d'opérateurs radiotélégraphistes. Adapté des méthodes utilisées dans l'Armée, il vous amènera progressivement à la vitesse nécessaire au passage de l'examen radioamateur...

Le Cours de Télégraphie : 30,00€ Port inclus France métro

Bon de commande page 77 de ce numéro

SRC - 1 tr. Boyer - 13720 LA BOUILLADISSE
Tél. / Fax : 04 42 62 35 99

COMELEC

RÉALISATION:
CIRCUITS SIMPLE FACE
CIRCUITS DOUBLE FACE

SPÉCIALISATION:
PROTOTYPE
PETITES ET MOYENNES SERIES

WWW.COMELEC-CIRCUIT.COM

VERNIS
SÉRIGRAPHIE
E-TEST
DEVIS EN LIGNE

FABRICATION DE CIRCUITS IMPRIMÉS

COMMENT FABRIQUER FACILEMENT VOS CIRCUITS IMPRIMES ?

Nouveau produit qui arrive tout droit des États-Unis et qui a révolutionné les méthodes de préparation des circuits imprimés réalisés en petites séries :

plus de sérigraphie grâce à une pellicule sur laquelle il suffit de photocopier ou d'imprimer le master...



ET-PNP5
Lot de 5 feuilles au format A4
18,75€

12/2003

COMELEC • CD908 • 13720 BELCODÈNE • Tél. : 04 42 70 63 90 Fax : 04 42 70 63 95

Introduction à la domotique

Deuxième Leçon :

Une première installation domotique avec Can-Bus

Nous commençons à utiliser les modules Velbus pour réaliser une petite installation domestique qui nous donnera la possibilité d'approfondir notre connaissance des divers modules et systèmes de programmation manuelle.



Au cours de la Leçon précédente nous nous sommes attachés à donner une vision panoramique de la domotique, technologie émergente consistant à ajouter de nouvelles fonctions aux lieux habités ou fréquentés par l'homme. Nous avons vu qu'elle unifie les fonctions des divers appareils électriques et électroniques de la maison en les faisant dialoguer entre eux à travers un moyen de communication et un protocole communs. Ainsi chaque centrale électronique domotique peut échanger des informations non seulement avec les périphériques de son ressort mais également avec tous les périphériques de toutes les centrales. Souvenez-vous de la première Leçon, dans le numéro 95 d'ELM : nous disions que, grâce à la domotique, une fuite de gaz peut être détectée par un capteur qui, en communiquant avec les diverses centrales, ordonne la fermeture de l'électrovanne gaz, l'activation de l'extracteur d'aération, la coupure du courant dans les pièces concernées par un danger d'explosion et l'envoi d'un SMS d'alarme aux propriétaires.

Nous parlions aussi de solutions commerciales fournies par des sociétés importantes du secteur domotique et enfin nous vous présentions la nouvelle gamme Velbus, groupe de produits domotiques communiquant à travers le CAN Bus et fabriqués par Velleman. Nous concluions en vous promettant des applications pratiques. Les voici enfin !

Dans cette deuxième Leçon nous ne décrirons pas un après l'autre les divers modules Velbus, nous ne donnerons pas froidement des séquences d'instructions ni n'expliquerons en détail toutes les fonctions de chaque module Velbus utilisé : tout cela peut être facilement appris en compulsant les manuels fournis avec chaque dispositif.

Nous ferons beaucoup plus et certainement de manière bien plus divertissante : nous concevrons ensemble l'éclairage et les automatismes du petit T1 dont la figure 1 donne le plan par zone.

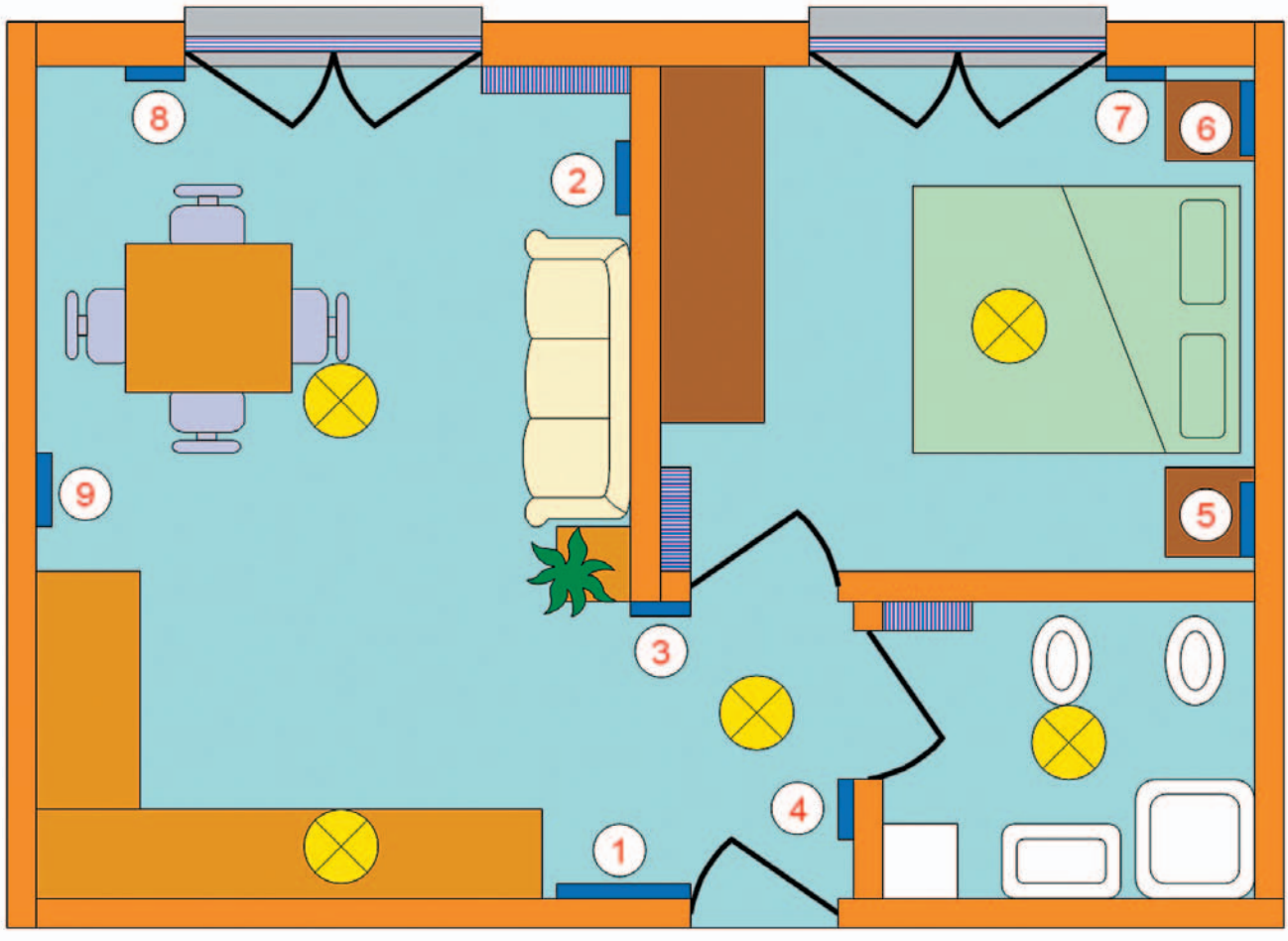
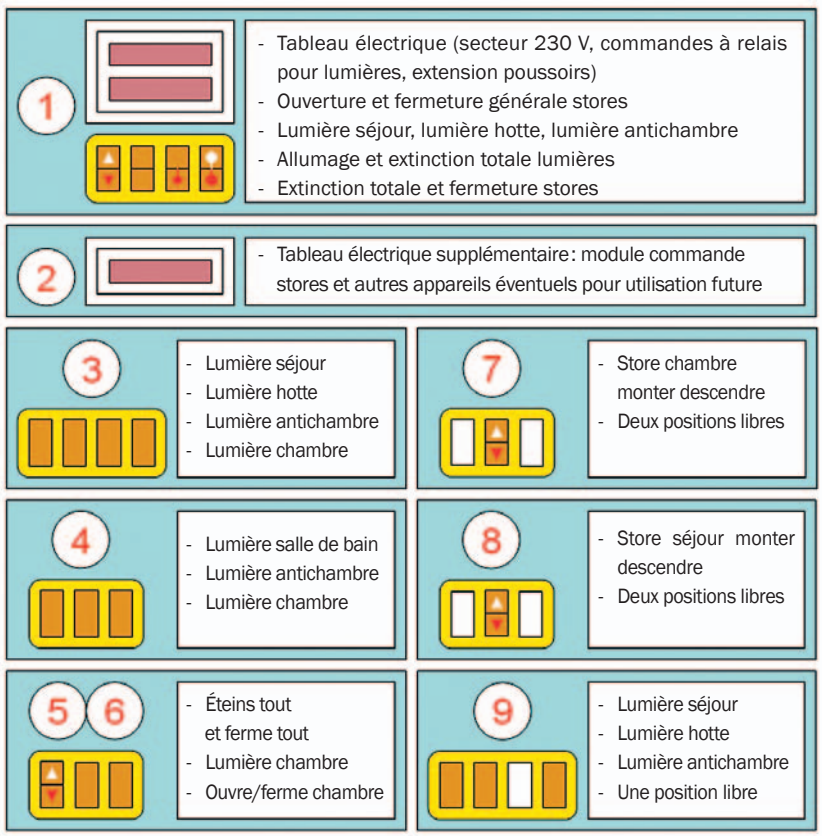


Figure 1 : Appartement T1 câblé avec des produits Velbus. Les nombres en rouge sur fond blanc, commentés au-dessous du schéma, identifient un groupe de poussoirs et/ou une centrale.

Le petit T1 d'ELM

Avant d'entrer dans le vif du sujet il faut dire d'abord que le but de ces Leçons est d'ouvrir une voie, d'entamer une nouvelle manière de penser ; nous concevrons donc une installation électrique pratique mais non exhaustive de toutes les fonctions qu'un appartement peut comporter. En effet, nous n'avons volontairement pas tenu compte du câblage de la ligne de puissance (16 A) pour nous consacrer à la ligne d'éclairage, là où se trouve le maximum de commandes.

Ceci précisé, identifions immédiatement les éléments actifs : nous devons commander cinq points d'éclairage (ampoules) et deux stores motorisés. Pour ce faire nous avons à notre disposition huit groupes de boîtiers muraux plus une centrale principale et une secondaire. Un appartement T1 est plutôt simple à câbler en classique, avec un interrupteur pour la salle de bain, une paire de va et vient et un interrupteur pour le séjour et la hotte*, une paire de va et vient et deux interrupteurs pour l'antichambre** et la chambre, deux poussoirs pour chacun



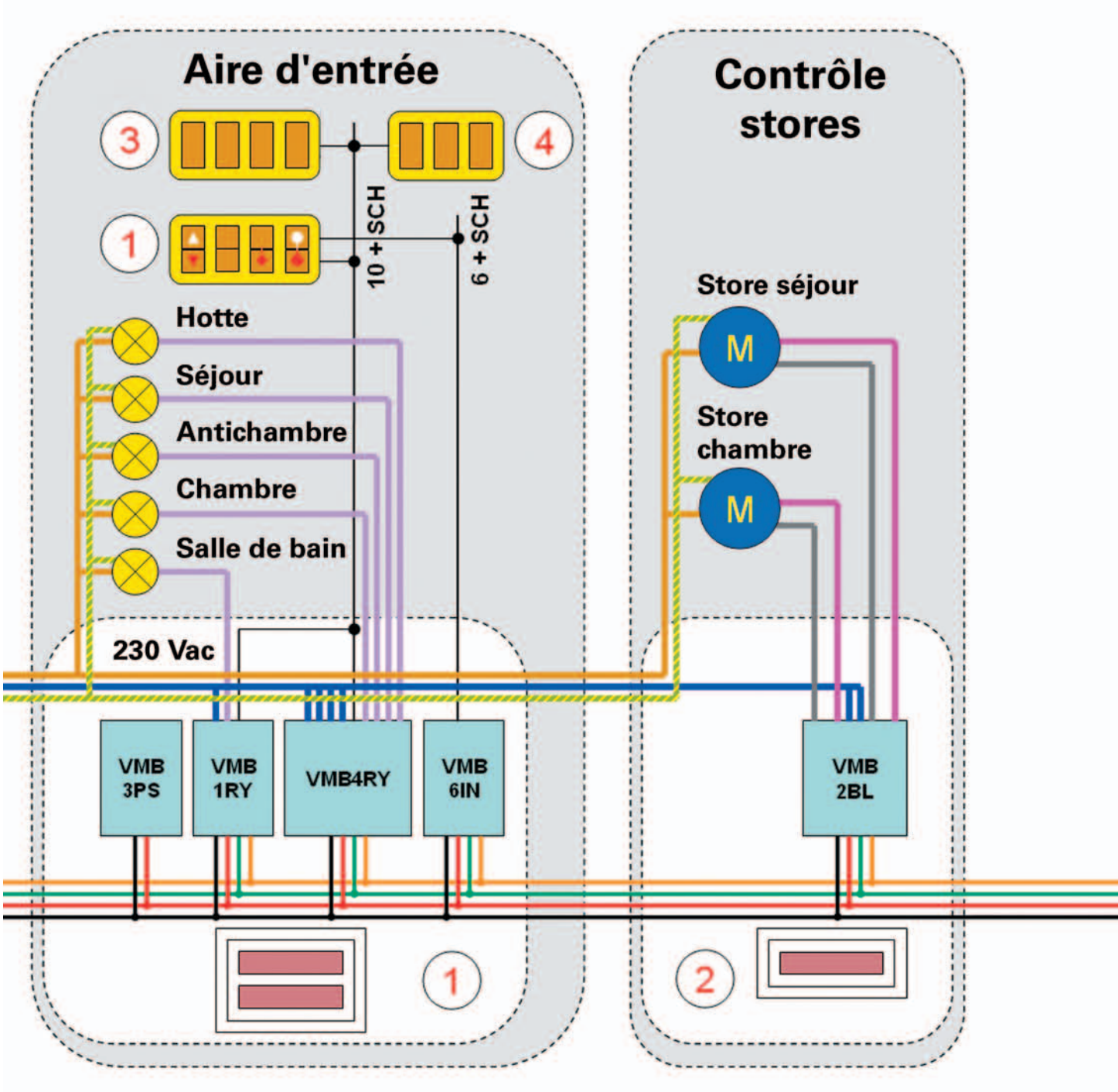
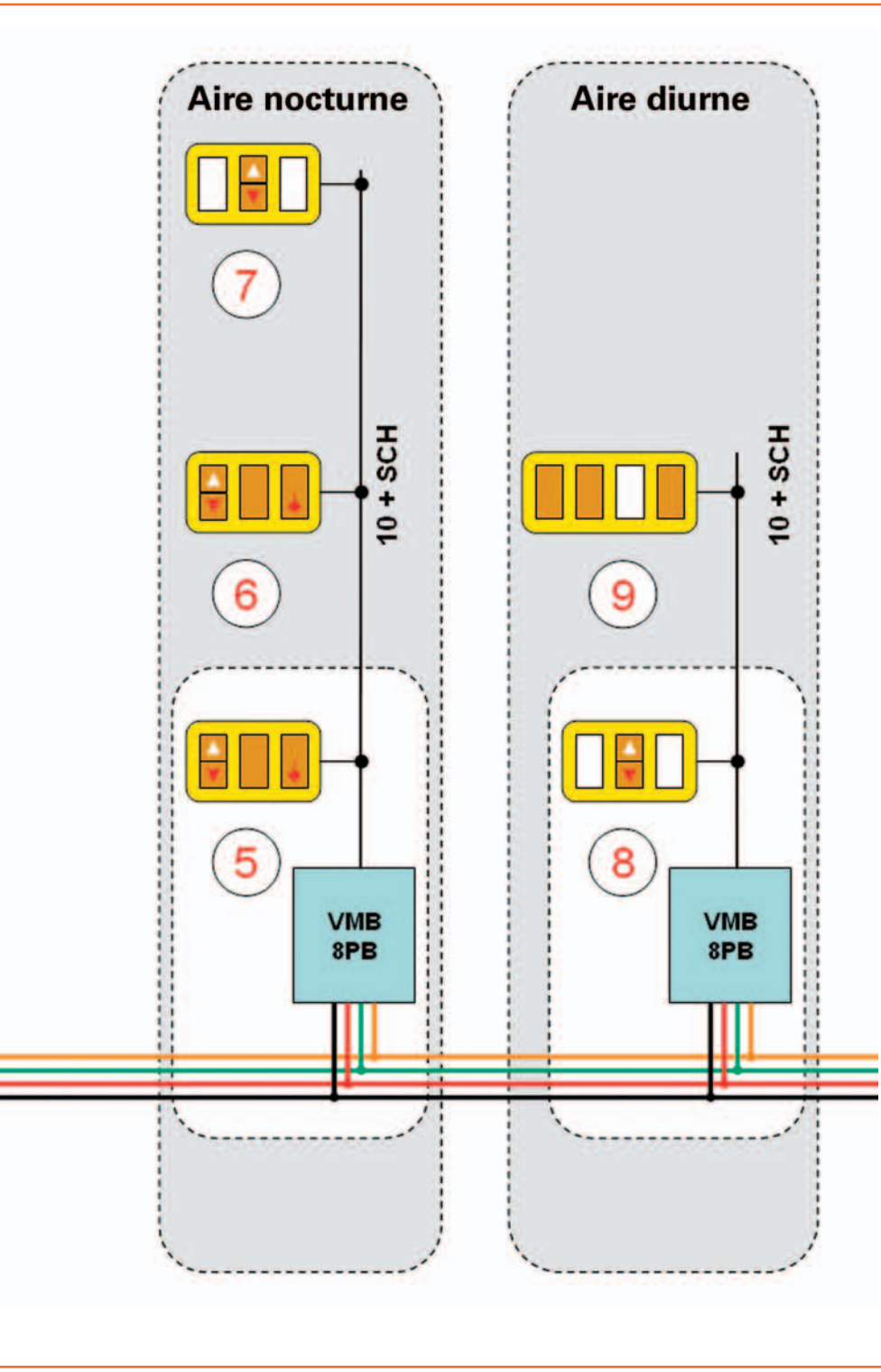


Figure 2 : Schéma de l'installation.

des deux stores et c'est tout. Sachant qu'un câblage avec des modules intelligents permet d'implémenter de nouvelles fonctions, nous pouvons déjà nous demander comment rendre cet appartement plus pratique... Eh bien, il serait intéressant de pouvoir allumer toutes les lumières avec une seule commande en rentrant à la maison et de pouvoir les éteindre toutes par le même moyen au moment de sortir ; de même il serait très commode en pressant un poussoir d'éteindre toutes les lumières et de baisser tous les stores, indépendamment de l'état dans lequel **ils** (les lumières et les stores) se trouvent. Ainsi certaines ampoules pourraient être allumées, d'autres éteintes, un store pourrait être entr'ouvert et l'autre fermé, peu importe, cette commande éteindrait et fermerait tout. Ensuite dans la chambre, une personne souffrante incapable de se lever pourrait, au moyen des poussoirs placés à sa portée, relever ou abaisser le store. Une personne étourdie s'étant couchée sans avoir éteint toutes les lumières de l'appartement, ou abaissé tous les stores, pourrait commander toutes les extinctions et toutes les descentes de stores directement à partir de la chambre. Ces exemples montrent que la domotique peut apporter des bénéfices appréciables, même dans un appartement de petites dimensions comme un modeste T1.

**Dans un tel appartement, la "hotte" tient lieu de coin cuisine.*
***Nous appelons "antichambre" l'entrée de l'appartement, permettant en outre d'accéder aux trois pièces sans avoir à en traverser une autre que celle où l'on se trouve (ce qui est, convenez-en, le B-A BA de l'architecture !).*



Définissons l'installation

Toujours figure 1, une légende donne les fonctions requises pour cette installation ; elle est accompagnée de dessins qui éclairent (oui ? Alors c'est parfait !) la configuration du câblage, dimensionné en tenant compte de ce qui précède. Pour que ce soit encore plus clair (attention, mettez les lunettes de soleil !), nous donnons ci-après une description de chaque groupe de commandes en insistant sur les fonctions spécifiquement domotiques.

Groupe 1

C'est le plus complexe, il se trouve à gauche de l'entrée et comporte deux éléments : la centrale principale encastrée, à rail DIN oméga standard recevant les modules Velbus (disjoncteur d'arrivée, disjoncteurs différentiels 30 mA sont déjà présents et nous n'en parlerons donc pas) et un boîtier d'encastrement à quatre doubles poussoirs ainsi utilisés :

- la première paire commande l'ouverture et la fermeture des deux stores ;
- la deuxième paire allume et éteint les lumières de la hotte et du séjour en mode bistable (avec une pression on allume, avec une autre on éteint) ;
- la troisième paire utilise un poussoir pour allumer et éteindre la lumière de l'antichambre (bistable) et l'autre pour commander l'extinction de toutes les lumières et en même temps la fermeture des deux stores ;
- dans la quatrième paire un poussoir allume et l'autre poussoir éteint toutes les lumières en même temps.

Groupe 2

Il s'agit d'une centrale secondaire dans laquelle on peut insérer éventuellement de nouveaux dispositifs, elle est située sur la cloison entre chambre et séjour.

Groupe 3

Situé en face de l'entrée, ce groupe boîtier comporte quatre poussoirs qui allument et éteignent individuellement les lumières du séjour, de la hotte, de l'antichambre et de la chambre en mode bistable.

Groupe 4

Contrôle au moyen de trois poussoirs l'allumage et l'extinction des lumières de la salle de bain, de l'antichambre et de la chambre, là encore en mode bistable. Se trouve à droite de l'entrée.

Groupes 5 et 6

Fonctionnellement identiques, se trouvent dans la chambre aux chevets du lit et disposent de :

- un double poussoir commandant l'ouverture et la fermeture des stores dans la chambre ;
- deux poussoirs simples qui contrôlent, pour le premier la lumière de la chambre en mode bistable et pour le second la fermeture et l'extinction totale.

Points 7 et 8

Ce sont des groupes de contrôle plus simples : il ne comportent qu'un double poussoir avec lequel on commande l'ouverture et la fermeture des stores. Ils se trouvent près des fenêtres et offrent deux unités libres pour implémenter éventuellement de nouvelles fonctions.

Point 8

Situé dans le séjour, près de la table, ce groupe aussi est fort simple : il est constitué de trois poussoirs contrôlant

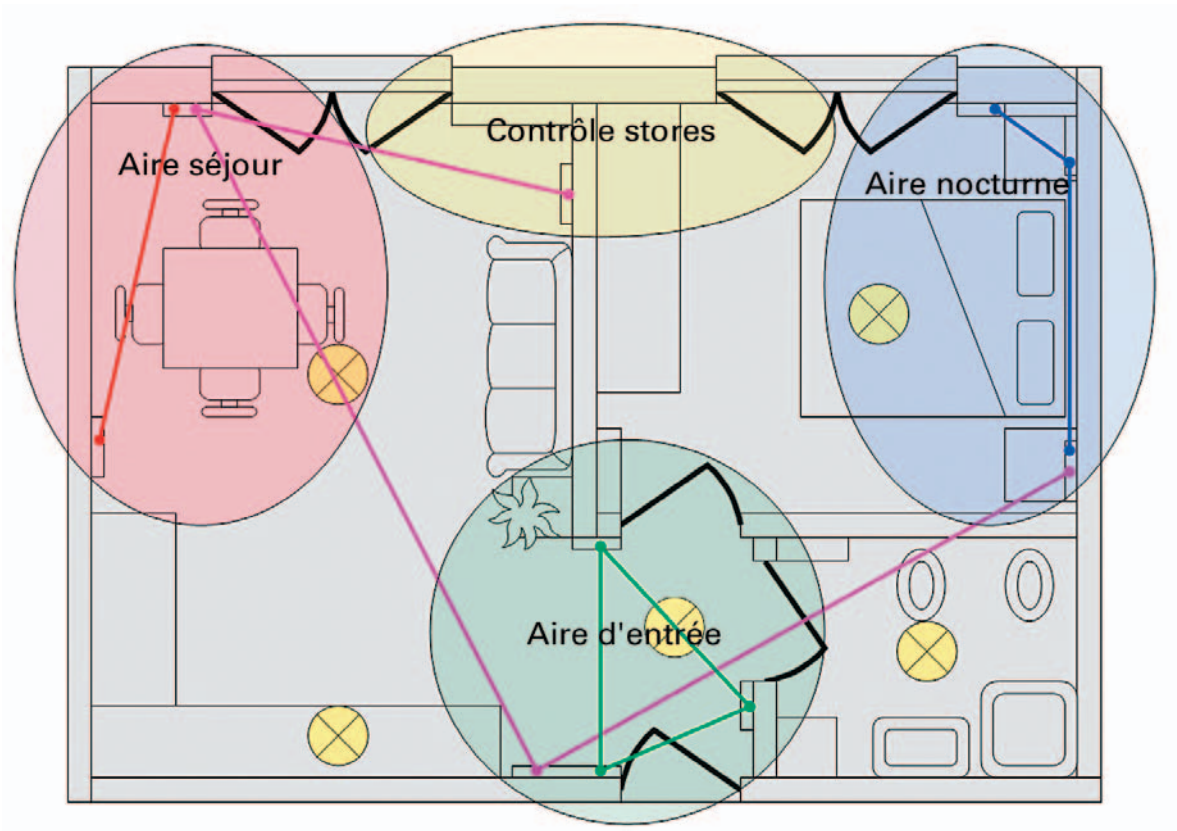


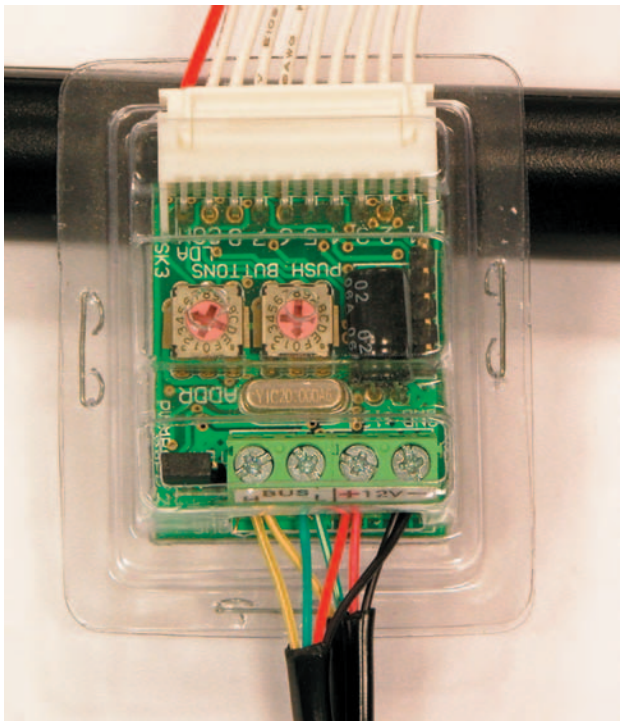
Figure 3 : Schéma de l'appartement avec ses différentes aires.

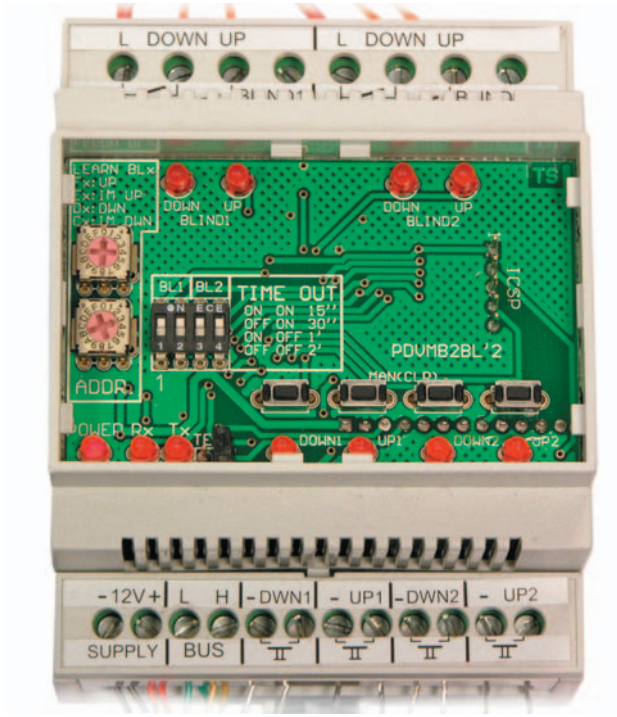
les lumières du séjour, de la hotte et de l'antichambre, toujours en mode bistable, plus un autre libre. Attention, nous n'avons prévu aucun interrupteur ou va et vient, nous travaillons exclusivement avec des poussoirs normalement ouverts.

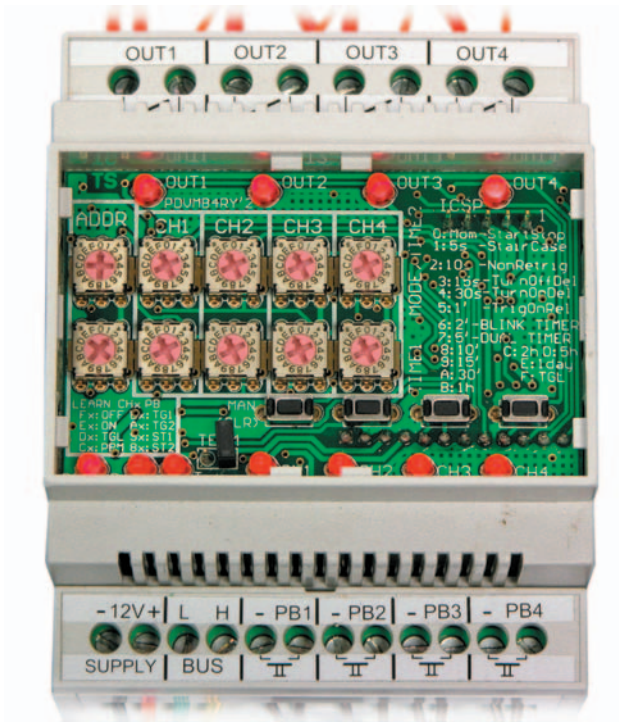
Nous savons maintenant exactement ce que nous devons commander et comment : les lumières sont toujours gérées en mode ON/OFF bistable, les stores nécessitent un contrôle de rotation réversible ; enfin nous avons une série de commandes multifonctions, au sens où elles agissent en même temps sur plusieurs modules de contrôle. Nous sommes donc en possession de tous les éléments nécessaires pour savoir quels dispositifs de commande Velbus implémenter : il nous faut cinq commandes à relais, deux commandes de store et trois extensions poussoir. Il nous faut bien sûr également une alimentation avec un transformateur qui, théoriquement, pourrait être celui du complexe sonnerie-portier-interphone. En réalité, le transformateur n'est pas au centre des problèmes dont nous entendons traiter ici ; aussi nous ne nous en occuperons pas et considèrerons que nous disposons d'une tension de 12 Vac 1 A protégée pour alimenter notre Velbus. Nous choisissons comme commandes des lumières un module VMB1RY (commande à relais, monocanal, montage sur rail DIN oméga standard) et un VMB4RY (commande à relais, quatre canaux, montage sur rail DIN oméga standard) : nous les montons dans la centrale principale (Groupe 1), réalisant ainsi les cinq "interrupteurs" pour les ampoules. Nous montons aussi un VMB6IN (extension poussoirs commande, six entrées, montage sur rail DIN) et un VMB3PS (alimentation 12 Vdc, montage sur rail DIN). Nous avons ainsi terminé la centrale principale.

Dans la centrale secondaire (Groupe 2) nous installons le contrôle des stores, obtenu au moyen d'un module VMB2BL (contrôle moteur store, deux canaux, montage sur rail DIN). Enfin, nous mettons dans les Groupes 5 et 8 un VMB8PB (extension poussoirs commande, huit entrées, montage encastré en boîtier). La figure 2 donne le schéma électrique de l'installation ainsi conçue : elle suit une logique fort simple que nous allons maintenant expliquer avec la figure 3.Les groupes 1, 3 et 4 (définis comme "Aire d'entrée") sont très voisins entre eux, ils peuvent donc être câblés directement à partir de la centrale principale, de laquelle partiront, outre ceux du 230 Vac, deux câbles, un à dix conducteurs plus blindage et un à six conducteurs plus blindage, tous deux localisés dans la seule Aire Entrées (traits verts figure 3). Dans le groupe 5 nous avons placé une extension d'entrées (VMB8PB, figure 4a) avec lequel nous gèrerons tous les poussoirs des groupes 5, 6 et 7, définis comme "Aire nocturne". Le trait bleu représente un conducteur à dix pôles plus blindage. Enfin, dans le groupe 8 nous avons inséré une autre extension d'entrées encastrable, avec lesquelles nous gèrerons les poussoirs des groupes 8 et 9 ; nous définissons ce dernier comme "Aire diurne". Le trait rouge de la figure 3 est là encore un conducteur à dix pôles plus blindage.

Le dernier câblage nécessaire (trait violet figure 3) est le plus important : il s'agit du câble à quatre conducteurs plus blindage acheminant l'alimentation à la fois au CAN Bus et à tous les dispositifs Velbus. Ainsi s'achève la description du schéma électrique, même si nous devons encore aborder deux arguments d'importance : les connexions des poussoirs aux modules et leur programmation. Nous allons les développer ci-après.







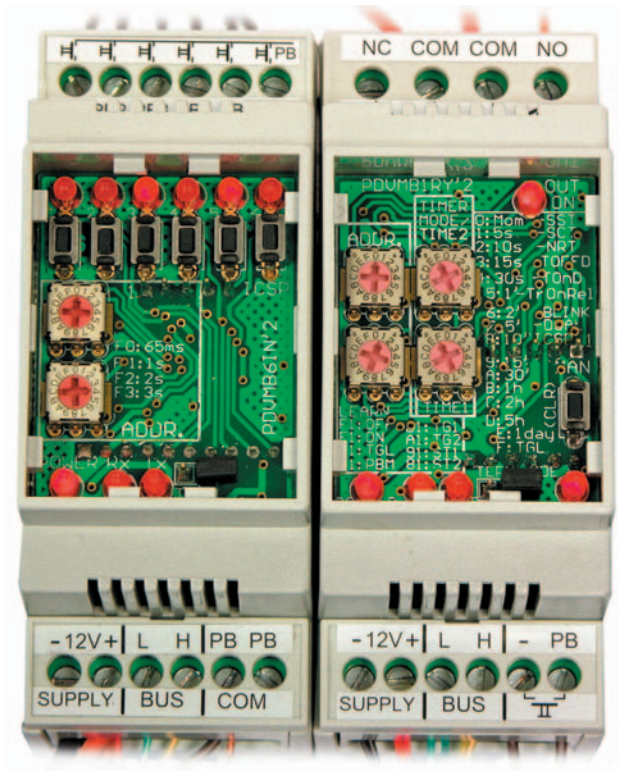


Figure 4 : Les divers types de modules Velbus.

Connexion du bus et des poussoirs

Risquons de nous répéter : l'aire d'entrée comporte un câble à 10 conducteurs plus blindage et un à 6 conducteurs plus blindage ; l'aire nocturne un câble à 10 conducteurs plus blindage ; idem pour l'aire diurne.

Un câble à 4 conducteurs plus blindage est commun à toutes ces aires : il constitue le bus et l'alimentation des modules Velbus. Les câbles ont été enfilés dans des conduites plastiques protectrices (rien de plus classique) et les modules placés dans leurs boîtiers muraux respectifs. Première opération : il faut relier l'alimentation et le CAN Bus aux 6 modules VMB, prélever le +12 Vdc sur l'alimentation VMB3PS. Allumons provisoirement l'alimentation VMB3PS et, si tout a été bien câblé, nous verrons la ou les LED de chaque élément Velbus s'allumer. Si ce n'est pas le cas, il convient de recontrôler toutes les connexions car chaque module possède une LED de

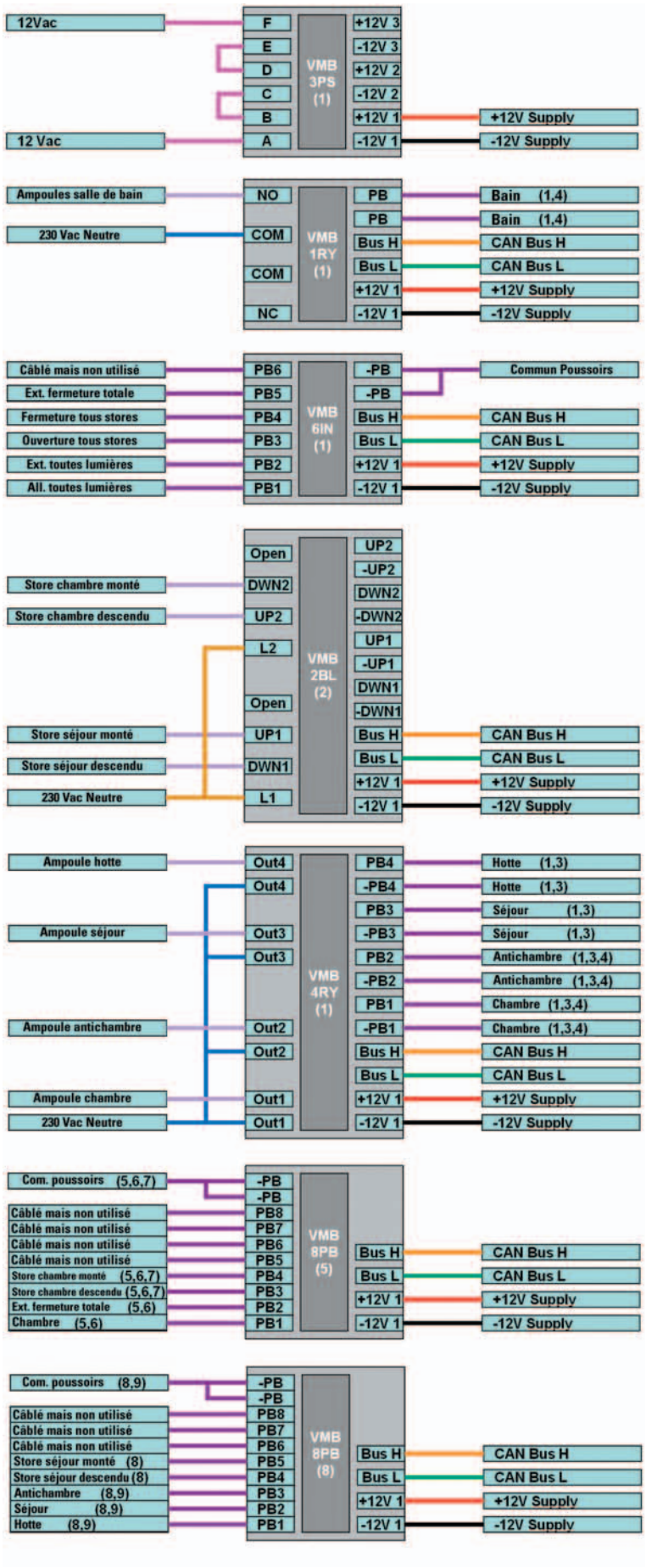


Figure 5 : Les rectangles représentent les modules Velbus. Dans les rectangles bleus on a le nom d'une connexion (fil) et les groupes dans lesquels cette connexion est physiquement présente.

présence tension (avec d'autres LED de signalisation d'activité) qui doit être allumée. Une fois vérifié que tous les modules sont bien sous tension, on peut éteindre l'alimentation et poursuivre le câblage.

Nous ne décrirons pas la procédure pas à pas, car une série de dessins est bien plus efficace, comme aurait dit Napoléon s'il s'était occupé de domotique ! Le câblage peut être facilement effectué en suivant les figures 5 et 6.

En gris on a tous les éléments Velbus : faites bien attention au nom situé au centre de l'objet car entre parenthèses nous avons mis un nombre indiquant le groupe où se trouve cet élément.

Par exemple l'objet VMB2BL (2) est le contrôle moteur des stores et il se trouve dans la centrale secondaire du groupe 2 ; le VMB6IN (1) est une extension poussoirs localisée dans la centrale primaire du groupe 1, avec le VMB3PS (1). Les objets VMB8PS (5) et (8) sont en revanche les extensions poussoirs insérées dans les boîtiers des groupes 5 et 8.

Les groupes poussoirs sont en jaune (couleur maintenue dans tout l'article). Les borniers des modules comme ceux des poussoirs font face à des rectangles bleus : chacun d'eux représente une connexion physique (fil) et le texte contenu indique la fonction de ce fil et les groupes poussoirs où il est présent : par exemple, "Antichambre (1, 3, 4)" (groupe 1 de la figure 7) identifie le fil qui commande la lumière de l'antichambre et il est présent dans les groupes 1, 3 et 4. "Store Cham. Monter (5,6,7)" identifie le fil qui commande la remontée du store de la chambre et il est présent dans les groupes 5, 6 et 7.

Quand toute l'installation est câblée et que la tension arrive à tous les modules, il ne reste qu'à nous consacrer à la partie finale, c'est-à-dire programmer tous les modules en fonction de nos besoins et attentes.

La programmation des modules et les essais de l'installation

Vous aurez certainement lu attentivement le manuel de chaque module Velbus et aurez saisi que les points les plus importants sont les suivants :

1) Chaque module nécessite une adresse propre et une programmation adéquate pour les fonctions à remplir.

2) Les modules de commande (pour les lumières comme pour les stores) peuvent être activés via le bus à travers les platines d'extension, mais disposent aussi d'entrées à poussoir propres, utilisables soit en groupe soit seules.
3) Alors que les commandes à relais sont activées soit au moyen des poussoirs locaux (aire d'entrée) soit par les poussoirs distants (aires diurne et nocturne), les commandes des stores ne sont envoyées que via le bus.
4) Il faut effectuer une procédure longue mais relativement simple par laquelle on "couple" les diverses fonctions et les divers poussoirs.

Note (sur l'opérationnalité du système): nous avons décidé que tous les poussoirs agissant ensemble sur plusieurs modules Velbus nécessitent un temps de réaction de 3 s; pour les autres 65 ms suffisent. Cela signifie que si nous voulons allumer ou éteindre une ampoule, les poussoirs correspondants réagissent avec une pression d'au moins 65 ms; si donc nous voulons une extinction générale ou un allumage général, il faudra presser le poussoir pendant au moins 3 s, ce qui est destiné à éviter toute pression accidentelle.

Le Tableau 1 donne la programmation de chaque module. Ayez-en une copie à portée de la main car il vous sera aussi utile à tout moment qu'un tournevis à la maison ou à l'atelier.

Tout d'abord, installation éteinte, programmez les adresses des modules avec les présélecteurs rotatifs binaires (01 pour VMB1RY, 02 pour VMB4RY et ainsi de suite); attention, ils pourraient être les seuls présents ou bien, s'il y en a d'autres, les deux premiers de gauche. De toute façon le couvercle est transparent: cela aide à identifier les présélecteurs des adresses et des modes opérationnels; éventuellement aidez-vous des figures 4a à 4d.

Ensuite, comme le montre le tableau, il faut paramétrer tous les commutateurs de "Mode/Time2" des modules de commande à relais FF (commande bistable). Enfin il faut court-circuiter le cavalier TERM du dernier module de la série (et seulement ce dernier): l'extension poussoirs du groupe 5 ou bien le contrôle stores du groupe 2.

En réalité, ce qui est vraiment important, c'est qu'un seul cavalier de terminaison soit fermé et que tous les autres soient ouverts.

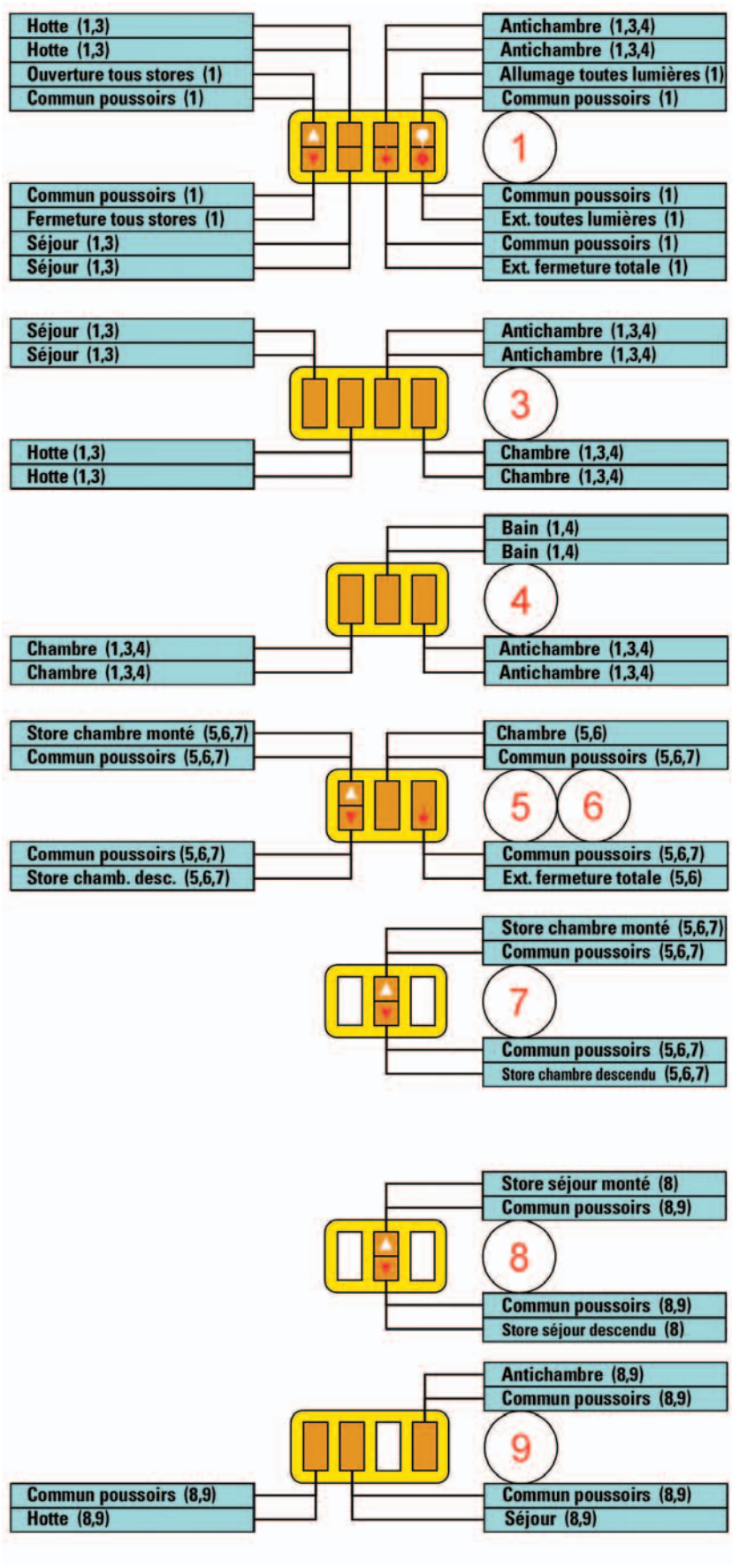


Figure 6: Les rectangles jaunes représentent les platines porte-poussoirs. Les poussoirs sont en marron. En blanc les emplacements libres. Ce qui est écrit dans les rectangles bleus indique le nom d'une connexion (fil) et les groupes dans lesquels cette connexion est physiquement présente.

Tableau 1.

Module	Ind.	OUT/IN Canal 1 Poussoir 1	OUT/IN Canal 2 Poussoir 2	OUT/IN Canal 3 Poussoir 3	OUT/IN Canal 4 Poussoir 4	OUT/IN Canal 5 Poussoir 5	OUT/IN Canal 6 Poussoir 6	OUT/IN Canal 7 Poussoir 7	OUT/IN Canal 8 Poussoir 8
VMB1RY (1)	01	Bistable Toggle = FF	Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non applicable
VMB4RY (1)	02	Bistable Toggle = FF	Bistable Toggle = FF	Bistable Toggle = FF	Bistable Toggle = FF	Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non applicable
VMB6IN (1)	03	Réaction en 3 secondes	Réaction en 3 secondes	Réaction en 3 secondes	Réaction en 3 secondes	Réaction en 3 secondes	Réaction en 3 secondes	Non applicable	Non applicable
VMB2BL (2)	04	15 s délai (mint3 et 4 sur ON)	15 s délai (mint3 et 4 sur ON)	Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non applicable
VMB8PB (5)	05	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms
VMB8PB (8)		Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms	Réaction en 65 ms

Vous pouvez allumer l'installation ; on reste dans l'aire d'entrée et si on presse un quelconque poussoir lumière (bain, hotte, antichambre...) des groupes 1, 3 et 4, on voit l'ampoule correspondante s'allumer sous une pression et s'éteindre sous la pression suivante du même poussoir.

Tout autre poussoir en dehors de l'aire entrée ne provoque aucune réaction car on n'a encore rien programmé. Nous devons maintenant définir le temps de réponse des poussoirs.

La programmation des temps de réponse des poussoirs

Commençons avec l'extension à 6 poussoirs : installation allumée, paramétrons F3 sur les présélecteurs binaires (nous avons forcé le module à apprendre quel poussoir doit réagir en 3 s) et nous voyons que les 6 LED indicatrices de l'état d'entrée clignotent rapidement. Maintenons pressé pendant au moins 3 s chaque poussoir interne au module et, quand la procédure est faite, si les LED restent allumées fixes, c'est que nous avons correctement défini le temps de réponse à 3 s.

Si au contraire les LED continuent de clignoter rapidement, c'est que nous n'avons pas maintenu la pression assez longtemps. Pressons-les à nouveau jusqu'à ce que les LED restent allumées fixes. Puis repositionnons les présélecteurs à l'adresse d'origine (c'était 03).

Exécutons la même procédure pour les extensions à 8 entrées : dans ce cas aucun micro-interrupteur n'est présent à bord et par conséquent nous devons agir directement sur les poussoirs des platines. Pour l'extension du groupe 8 nous devons paramétrer F0 pour définir le temps de réaction à 65 ms mais pour tous les poussoirs (commandes individuelles) de l'extension du groupe 5 nous devons effectuer la procédure avec l'adressage F3 pour le seul poussoir de l'entrée 2 (fermeture et extinction totales, tous à 3 s) et F0 pour les autres (65 ms) ; ensuite nous restaurons les adresses originales. Nous avons terminé la programmation des poussoirs et nous pouvons passer aux dispositifs de commande.

La programmation des modules actuateurs

Il peut sembler facile d'exécuter les divers couplages entre poussoirs et dispositifs de commande et c'est vrai, c'est facile ; mais il est tout aussi facile de se mélanger les pinceaux durant les différentes programmations.

Nous avons cherché à vous aider avec le Tableau 2 qui résume toutes les combinaisons possibles dans notre exemple. Faites attention, car si vous trouvez dans le tableau un "D" vous devrez l'interpréter comme "connexion DIRECTE entre poussoir et entrée de commande" ; si vous trouvez un "X" comme "connexion à travers le BUS".

En fait les paires "touche-fonction" identifiées par un "D" ne doivent pas être utilisées en programmation car il existe un fil direct entre le poussoir et l'entrée de commande du module Velbus concerné. Après cette brève mise au point, commençons la programmation en partant d'une commande facile : la lumière de la salle de bain.

Dans le Tableau 2 nous trouvons qu'elle est commandée en bistable par un seul poussoir direct du groupe 4 : en ON par le poussoir "Allumage total des lumières" (Groupe 1) et en OFF par les poussoirs "Extinction totale des lumières" (Groupe 1) et "Extinction et fermeture totale" (Groupe 1, 5, 6,).

Donc sur le module VMB1RY, qui commande la lumière de la salle de bain, nous paramétrons sur les présélecteurs binaires la valeur F1, avec laquelle nous lui communiquons que tous les poussoirs qui seront pressés pendant toute la durée de la valeur F1 sont à mémoriser comme poussoirs pour l'extinction de la lumière.

Maintenons pressé le poussoir "Extinction Totale Lumières" du groupe 1 pendant au moins 3 s. Le VMB1RY nous communique qu'il a appris ce poussoir en activant son relais et en le désactivant après environ deux secondes. Répétons cette même procédure pour le poussoir "Extinction et Fermeture totale" du groupe 1.

Enfin, encore la même procédure pour ce même poussoir mais dans le groupe 5 (il n'est pas nécessaire de mémoriser aussi le poussoir du groupe 6 car il est en parallèle avec celui du groupe 5).

Nous allons voir maintenant que sur le module d'extension VMB6IN les deux LED des entrées 2 et 5 clignotent, en même temps que la LED indicatrice du poussoir sur le VMB1RY. Si nous avions relié les LED fournies avec la platine VMB8PB nous verrions clignoter là encore une LED correspondant à l'entrée PB2. Restaurons sur la commande à relais l'adresse originale (01) et vérifions que le fonctionnement est bien correct :

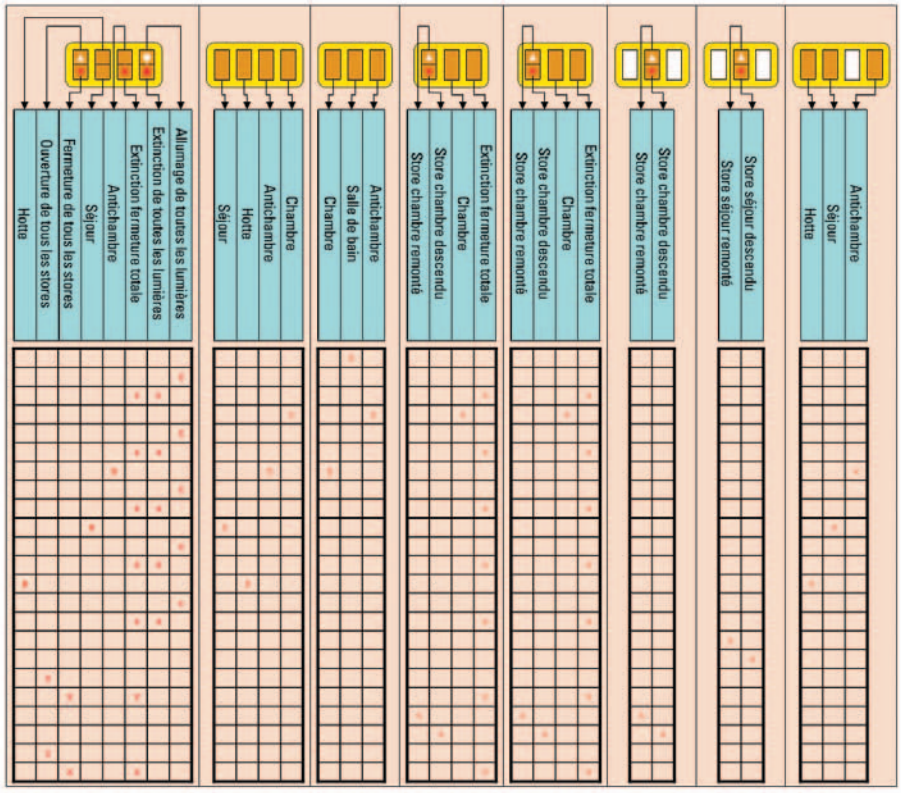


Tableau 2.

VMB1RY Salle de bain	Bistable On Off
VMB4RY CH1 Chambre	CH1 Bistable CH1 On CH1 Off
VMB4RY CH2 Antichambre	CH2 Bistable CH2 On CH2 Off
VMB4RY CH3 Séjour	CH3 Bistable CH3 On CH3 Off
VMB4RY CH4 Hotte	CH4 Bistable CH4 On CH4 Off
VMB2DL CH1 Séjour	CH1 Up CH1 Down CH1 Immediate Up CH1 Immediate Down
VMB2DL CH2 Chambre	CH2 Up CH2 Down CH2 Immediate Up CH2 Immediate down

- le poussoir du groupe 4 allume et éteint la lumière de la salle de bain en mode bistable ; laissons-la allumée.
- le poussoir “Extinction Totale Lumières” et tous les poussoirs “Extinction et fermeture totale” font s’éteindre la lumière quand on les maintient pressés pour 3 secondes.

Maintenant nous devons encore programmer le poussoir qui remplit la fonction “Allumage total lumières” : paramétrons sur les présélecteurs d’adresse du VMB1RY la valeur EI (elle apprend les poussoirs qui allument) et voyons que la LED en bas à droite clignote.

Maintenons pressé le poussoir que nous devons mémoriser (allumage totale lumières, groupe 1) jusqu’à ce que le relais s’active. Ensuite restaurons l’adresse originale (01) et vérifions que le fonctionnement est correct.

Voyons un autre exemple, mais plus rapidement : la lumière de la hotte. Elle est commandée en bistable directement par deux fils des groupes 1 et 3 et via le bus par un fil du groupe 9 ; en ON avec le poussoir “Allumage Totale Lumières” (groupe 1) ; enfin en OFF par le poussoir “Extinction totale Lumières” (groupe 1) et par les poussoirs “Extinction et fermeture totale” (groupes 1 et 5/6).

Cette lumière est associée au canal 4 du VMB4RY, dont l’adresse est 02. Changeons l’adresse en D4 (le canal 4 apprend les poussoirs bistables) et pressons le poussoir “Hotte” du groupe 9 jusqu’à l’activation du relais ; attendons ensuite qu’il se désactive. Changeons l’adresse en E4 (le canal 4 apprend les poussoirs qui allument) et pressons le poussoir “Allumage Total lumières” du groupe 1 ; attendons que le relais s’active et puis se désactive. Changeons à nouveau l’adresse en F4 (le canal 4 apprend les poussoirs qui éteignent) et pressons – toujours en respectant les durées de pression – les poussoirs “Extinction totale lumières” du groupe 1 et “Extinction et fermeture totale” des groupes 1 et 5. Restaurons l’adresse 01 et vérifions manuellement que les poussoirs ont été appris comme il faut.

Nous pouvons programmer exactement de la même manière tous les couplages possibles entre poussoirs et dispositifs de commande, en se souvenant bien toutefois qu’il existe une limite maximale de poussoirs mémorisables pour chaque module : il convient donc de suivre une certaine logique pour disposer les commandes.

Étant donné que la série Velbus est un modèle d’intelligence distribuée, il faut faire en sorte que les modules inter agissants soient placés dans des zones contiguës de l’habitation, ceci pour simplifier l’installation et la programmation.

Mais surtout il faut mettre en œuvre un raisonnement logique et définir les fonctions à regrouper. Rappelons que les couplages logiques (allumage total, extinction totale et ainsi de suite) sont faciles à mémoriser ; si en revanche ils sont inutiles et montés seulement parce qu’on a des ressources à ne plus savoir qu’en faire, ils rendent l’utilisation compliquée et par conséquent difficile à se rappeler.

Conclusion et à suivre

De toute façon nous vous avons donné dans cette Leçon une ligne directrice ; c’est maintenant à vous de constituer votre bagage et de polir votre expérience. Rendez-vous le mois prochain pour la troisième Leçon : nous installerons un variateur de lumière, un port série et nous communiquerons avec l’installation au moyen d’un ordinateur.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire une installation domotique à base de modules Velbus est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue. ◆

PETITES ANNONCES

Vends très belle alimentation de laboratoire SODILEC type SDR 5040 0/40 V 0/50 A réglable et régulée. Réglages gros et fin sur V et I 175 €. Wobuloscope RHUDE et SCHWARZ type SWOBS POLYSKOP de 0.1 à 1300 Mhz avec tiroirs 1 et 2 + notice complète faire offre. Tél : 02 48 64 68 48

Vends AMSTRAD : 1 moniteur vert GT65 2 moniteurs couleurs CTM644 3 ordi CPC464 1 ordi CPC 664 1 tuner TV 1 tuner radio FMMWLW 1 imprimante DMP2000 2 lecteurs disquettes 19 disquettes le lot 200 €. 1 ordi APPLE 2C 1 ordi APPLE 2E 3 lecteurs disq doc prog disq le lot 200 €. Tél : 04 91 69 06 84 après 18 H.

Cherche datasheet ou note application MSA806 (OKI) UAA2022 (MOTOROLA 1986). Frais remboursés Tél : 04 68 80 08 96

Vends ordinateur de collection 8 bits, en parfait état de marche et de présentation, avec périphériques au complet : MATRA ALICE 90, THOMSON TO8D et TO9+, avec très nombreux programmes utilitaires et jeux, accessoires techniques et rechanges TO. Abondante documentation. Log. et technique. Tél : 02 31 92 14 80

Recherche kits années 50 à 80 marque IMD, AMTRON, POLYKIT, PERLOR, HEATHKIT, RADIOKIT ou autre. Cours et kits EURELEC, jeux scientifiques PHILIPS, LAFFONT,GEGE, FISCHERTECHNIK etc.. complets non montés état neuf ou proche seulement. Faire offre au : 04 70 07 03 39

Vends magnéto à bande 27 cm AKAI GX 620 révisé bandes magnétiques 18 cm et 27 cm 1100 m. Tél : 02 33 52 20 99

Vends revues techniques : Haut-Parleur 1983 à 1999, Electronique-Radio-Plans 1993 à 1995, Electronique Pratique 1991 à 2000, Elex 1989 à 1993, Nouvelle Electronique 1995 à 2000, + des décennies de Science et Vie jusqu'à 2000. Prix à débattre. Renseignements au 02 31 92 14 80

Recherche schéma électrique pour machine à coudre SINGER modèle 2210 RHAPSODIE 3000. Tél : 03 21 75 71 95

INDEX DES ANNONCEURS

ELC Générateurs	2
COMELEC – Kits du mois	4
PCB POOL – Réalisation de prototypes	12
ARQUIE Catalogue N°65	12
SELECTRONIC	19
COMELEC Laboratoire & Mesure	44
COMELEC Laboratoire & Mesure	45
MICRELEC	53
COMELEC HIFI	56
MULTIPOWER	60
SRC MEGAHERTZ CR ROM & Télégraphie	65
COMELEC Circuits imprimés & PNP BLUE	65
JMJ – Anciens numéros ELM	77
JMJ – Bulletin d'abonnement à ELM	78
JMJ – CD cours	79
COMELEC – Médical	80

ANNONCEZ-VOUS !

VOTRE ANNONCE POUR SEULEMENT 2 TIMBRES* À 0,54 € !

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 0,54 € - Professionnels : La grille : 90,00 € TTC - PA avec photo : + 30,00 € - PA encadrée : + 8,00 €

Nom ..... **Prénom** .....

Adresse .....

Code postal ..... **Ville** .....

Toute annonce professionnelle doit être accompagnée de son règlement libellé à l'ordre de JMJ éditions. Envoyez la grille, avant le 10 précédent le mois de parution, accompagnée de votre règlement à l'adresse:

JMJ/ELECTRONIQUE • Service PA • BP 20025 • 13720 LA BOUILLADISSE

Directeur de Publication
Rédacteur en chef
J-M MOSCATI
redaction@electronique-magazine.com

Direction - Administration
JMJ éditions
B.P. 20025
13720 LA BOUILLADISSE
Tél. : 0820 820 534
Fax : 0820 820 722

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
SAJIC VIEIRA - Angoulême
Imprimé en France / Printed in France

Distribution
NMPP

Hot Line Technique
0820 000 787*
du lundi au vendredi de 16 h à 18 h

Web
www.electronique-magazine.com

e-mail
info@electronique-magazine.com

* N° INDIGO : 0,12 € / MN

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

EST RÉALISÉ EN COLLABORATION AVEC :

NUOVA ELETTRONICA
Elettronica In

JMJ éditions
Sarl au capital social de 7800 €
RCS MARSEILLE : 421 860 925
APE 221E
Commission paritaire: 1000T79056
ISSN: 1295-9693
Dépôt légal à parution

I M P O R T A N T

Reproduction, totale ou partielle, par tous moyens et sur tous supports, y compris l'internet, interdite sans accord écrit de l'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.

ELECTRONIQUE ET LOISIRS magazine

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



Au sommaire : Un lecteur/enregistreur de données sur mémoire Secure Digital (carte SD) pour port USB - Un contrôle à distance GSM avec antenne intégrée (mémoire 200 numéros) : seconde partie: le logiciel et la configuration à distance Une platine d'expérimentation pour Bluetooth à module Ezurio : première partie : la réalisation des platines. Un allumage progressif (PWM) pour ampoules de 12V en courant continu Une télécommande à courant porteur pour une installation électrique 230 Vac - Une radiocommande codée à deux canaux - À la découverte du BUS CAN : partie 6B : La platine d'expérimentation suite.

6,00 € port inclus



Au sommaire : Un testeur de rapidité pour diodes - Un transmetteur téléphonique d'alarme GSM : le matériel (étude et réalisation) - Une platine d'expérimentation pour Bluetooth le logiciel pour PC (Seconde partie) - Un Stéthoscope électronique pour écouter les battements du cœur - Un variateur pour ampoules de 12 à 24 V (dont halogènes 12 V) - Un temporisateur pour extinction automatique - REGIE DE LUMIERES Un variateur DMX monocanal - À la découverte du BUS CAN platine d'expérimentation Partie 7. COURS: Comment utiliser l'oscilloscope, La double base de temps de l'oscilloscope: Deuxième partie

6,00 € port inclus



Au sommaire : Un contrôle de présence à empreintes digitales - Une interface USB pour PC à 33 E/S numériques et analogiques avec logiciel et programmes DLL: - Première partie : étude théorique et réalisation Un transmetteur téléphonique d'alarme GSM : Seconde partie: le logiciel - Un générateur d'ultrasons anticellulite 3 MHz : Première partie : étude théorique et réalisation pratique - Une alarme pour cabriolets et bateaux - Un système embarqué à microcontrôleur - À la découverte du BUS CAN : Huitième partie : analyse du mode de fonctionnement de la librairie ECAN - Erratum testeur de diodes EN1642 & cours sur l'oscilloscope EN5060

6,00 € port inclus



Au sommaire : Cours sur les rayons infrarouges et réalisation d'un détecteur EN1658 - Une alimentation double symétrique à découpage à circuit intégré SG3524 : tension réglable entre +/–5 V et +/–32 V pour un courant de 2 A par branche.- Un générateur d'ultrasons anticellulite 3 MHz seconde partie : l'utilisation - Un modem GSM USB ou comment réaliser une connexion de données en temps réel - Une interface USB pour PC à 33 E/S : seconde partie le logiciel de gestion et l'analyse des fichiers DLL - Un système embarqué à microcontrôleur seconde partie : le logiciel BASCOM-AVR - À la découverte du BUS CAN neuvième partie : étude d'une application

6,00 € port inclus



Au sommaire : Un amplificateur Hi-Fi à FET et MOSFET 2 x 100 W RMS avec protection active - Une antenne active de 2,5 MHz à 33 MHz - Un robot pour débutant - Une protection thermique pour votre PC gérée par microcontrôleur- Un variateur de lumière sans fil à rfPIC pour commande à distance - Un récepteur universel pour radiocommande compatible avec les anciens codes à 12 bits ainsi que ceux utilisant le protocole KeeLoq - Le brochage des jacks - À la découverte du BUS CAN Dixième partie : enregistrement de messages sur un noeud - Tout sur le web : tibbo.com - ezurio.com - tkb-4u.com - ftdichip.com -datasheetcatalog.com- cosmosignite.com

6,00 € port inclus



Au sommaire : Un mini transmetteur téléphonique pour téléphone portable GSM avec audio jusqu'à huit numéros par canal - Un régénérateur de tube cathodique pour téléviseur, ordinateur ou oscilloscope - Un compteur Geiger ultrasensible de nouvelle génération pour savoir si la radioactivité d'un lieu ou d'un objet est normale - Un émetteur/récepteur pour transmission de données en 2,4 GHz USB avec le module AUREL XTR-CYP-2,4 de 15 dBm - Un chargeur d'accumulateurs universel type "bâton" pour éléments Ni-Cd, Ni-Mh et Li-Ion À la découverte du BUS CAN - Onzième et dernière partie : analyse du fonctionnement des registres du module CAN du PIC18F458

6,00 € port inclus



Au sommaire : Un instrument de musique électronique : le Thérémin - Un système de remontée automatique des stores en cas de vent et de pluie utilisant la logique de programmation d'états (machines à états infinis - Une platine d'expérimentation pour Bluetooth : troisième partie : les essais avec un téléphone mobile Bluetooth - Comment calculer les transformateurs de sortie pour amplis HIFI à lampes: adaptation de l'impédance de sortie des lampes aux impédances caractéristiques des hauts-parleurs -Introduction à la domotique : Première partie : description des modules Velbus : transformation d'une maison individuelle en une installation domotique

6,00 € port inclus



Au sommaire : Allumer une LED en 1,5 V - Détecteur de verglas-Variateur de lumière pour halogène-Temporisateur programmable - Chambre d'écho-Truqueur de voix-Préampli pour guitare - Thermomètre numérique - Message vocal d'accueil-Modulateur de lumières 3 voies - Détecteur de faux billets - Surveillance vidéo UMTS-Chandelle électronique - Journal lumineux - L'ICD2 : outil de développement pour PIC-Antivol haute fréquence - Afficheur géant - Afficheur géant multifonctions - Ouverture de portail par GSM - Programmateur de PIC à support d'insertion nulle - ICPROG : logiciel de programmation pour PIC - Afficheur LCD programmable - Sonnerie à trois tons - Amplificateur audio 1 W - etc...

6,00 € port inclus



Au sommaire : Une liaison audio numérique sans fil RX et TX - Une table de mixage stéréo à trois canaux - Un ampli RF large bande pour notre générateur DDS EN1644 - Un récepteur bande aviation 110 à 140 MHz AM à double changement de fréquence, pour écouter les conversations entre les pilotes des aéronefs (avions de transport, avions de tourisme, hélicoptères, ULM) et les tours de contrôle - Un ampèremètre à LED avec indicateur de polarité - Une radiocommande 12 canaux à "rolling code" Première partie : Analyse théorique et réalisation du récepteur Un "attirœil" pour cycliste ou piéton Une photorésistance pilotant un relais - 9-6 V sur l'allume-cigares de la voiture

6,00 € port inclus



Au sommaire : L'actualité de l'électronique, les dernières innovations technologiques - Un commutateur vidéo 32 canaux CCTV - Une nouvelle interface Client FTP avec Microchip ENC28J60 - Un compteur Geiger modifié plus précis utilisant un nouveau microcontrôleur ST7 - Un oscilloscope pour PC avec interface USB "appareil qui transforme un ordinateur PC en oscilloscope numérique" - Une radiocommande 12 canaux à "rolling code Deuxième partie : analyse et réalisation du programmateur pour circuits HCS - Un sourcier électronique, un instrument capable de percevoir et d'amplifier le son produit par l'écoulement de l'eau - Le courrier des lecteurs

6,00 € port inclus

Frais de port pour la CEE les DOM-TOM et l'étranger : Nous consulter.

Renseignements sur les disponibilités des revues depuis le numéro 1
Tél. : 0820 820 534 du lundi au vendredi de 9h à 12h
JMJ Editions B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE

ABONNEZ-VOUS

ABONNEZ-VOUS



ABONNEZ-VOUS

ET PROFITEZ DE VOS PRIVILEGES



L'ASSURANCE de ne manquer aucun numéro en recevant votre revue directement dans votre boîte aux lettres près d'une semaine avant sa sortie en kiosques.

BÉNÉFICIER de **50%** de remise** sur les CD-ROM des anciens numéros (voir page 79 de ce numéro)

RECEVOIR un cadeau* !

* Pour un abonnement de 22 numéros uniquement (délai de livraison : 4 semaines environ). ** Réservé aux abonnés 11 et 22 numéros.

OUI, Je m'abonne à ELECTRONIQUE ET LOISIRS magazine — LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS

A PARTIR DU N° 100 ou supérieur

E099

Ci-joint mon règlement de _____ € correspondant à l'abonnement de mon choix.

Adresser mon abonnement à : Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. _____ e-mail _____

❑ chèque bancaire ❑ chèque postal ❑ mandat

❑ Je désire payer avec une carte bancaire
Mastercard – Eurocard – Visa

Date d'expiration : ____

Cryptogramme visuel : ____
(3 derniers chiffres du n° au dos de la carte)

Date, le _____

Signature obligatoire ▷

Avec votre carte bancaire, vous pouvez vous abonner par téléphone.

TARIFS FRANCE

❑ **6 numéros** — au lieu de 30,00 € en kiosque, soit **5,00 € d'économie** — **25,00 €**

❑ **11 numéros** — au lieu de 55,00 € en kiosque, soit **10,00 € d'économie** — **45,00 €**

❑ **22 numéros** — au lieu de 110,00 € en kiosque, soit **25,00 € d'économie** — **85,00 €**

Pour un abonnement 22 numéros, cochez la case du cadeau désiré.

TARIFS CEE/EUROPE

❑ **11 numéros** — **55,00 €**

DOM-TOM/HORS CEE OU EUROPE : NOUS CONSULTER

1 CADEAU au choix parmi les 5

POUR UN ABONNEMENT DE 22 numéros

Gratuit :



❑ **Un money-tester**
❑ **Un multimètre**
❑ **Un réveil à quartz**
❑ **Une revue supplémentaire**



Avec 2,00 €
en plus de votre règlement ou
(4 timbres à 0.54 €)

❑ **Un set confort pour voyager**
❑ **Un Hub USB à 4 ports**

délai de livraison :
4 semaines dans la limite des stocks disponibles

Photos non contractuelles

POUR TOUT CHANGEMENT D'ADRESSE, N'OUBLIEZ PAS DE NOUS INDIQUER VOTRE NUMÉRO D'ABONNÉ (INSCRIT SUR L'EMBALLAGE)

Bulletin à retourner à : JMJ – Abo. ELM

B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE – Tél. 0820 820 534 – Fax 0820 820 722

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 NIVEAU 3

SOMMAIRE INTERACTIF

ENTIÈREMENT IMPRIMABLE





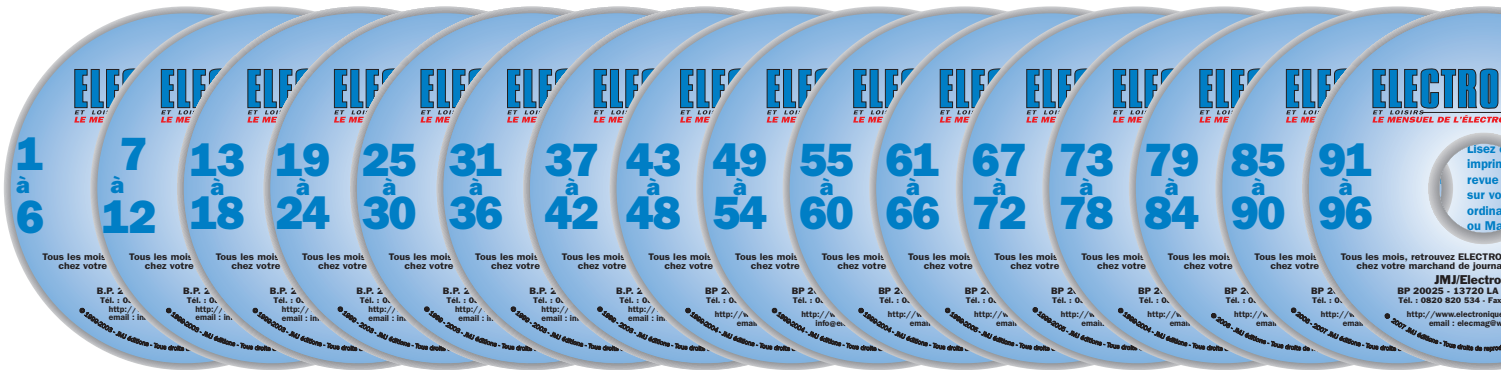


5.50 € LE CD

50 % DE REMISE POUR LES ABONNÉS DE 1 OU 2 ANS

SUR TOUS LES CD DES ANCIENS NUMÉROS CI - DESSOUS

LE CD 6 NUMÉROS 25€





45€ LE CD 12 NUMÉROS

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

adressez votre commande à :

JMJ/ELECTRONIQUE - B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE *avec un règlement par Chèque à l'ordre de* ***JMJ***

Par téléphone : 0820 820 534 ou par fax : 0820 820 722 *avec un règlement par Carte Bancaire*

Vous pouvez également commander par l'Internet : www.electronique-magazine.com/anc_num.asp

RESTEZ EN FORME

GÉNÉRATEUR D'ULTRASONS À USAGE MÉDICAL



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

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

CESSEZ DE FUMER GRÂCE À ÉLECTRONIQUE LM ET SON ÉLECTROPUNCTEUR



Bien que les pires malédictions soient écrites de plus en plus gros au fil des ans (comme une analogie des progrès de la tumeur qui nous envahit ?) sur chaque paquet de cigarettes (bout filtre ou sans), cesser de fumer sans l'aide de contributeurs externes est plutôt difficile ! La menace ci-dessus aide à nous décider d'arrêter mais pas à nous tenir à cette décision. L'électrostimulateur, ou électropuncteur, que nous vous proposons de construire réveillera dans votre corps l'énergie nécessaire (ce que l'on appelle à tort la volonté) pour tenir bon jusqu'au sevrage et à la désintoxication définitive.

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

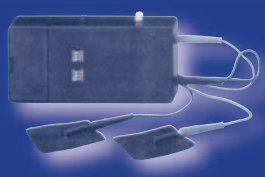
APPAREIL DE MAGNÉTOTHÉRAPIE À MICROCONTRÔLEUR ST7



Beaucoup de médecins et de praticiens de santé, comme les kinésithérapeutes, utilisent la magnétothérapie : certains ont découvert qu'en faisant varier de manière continue la fréquence des impulsions on accélère la guérison et on élimine plus rapidement la douleur. Les maladies que l'on peut traiter avec cet appareil de magnétothérapie sont très nombreuses. Vous trouverez ci-dessous la liste des plus communes, suggérées par le corps médical et le personnel paramédical, : arthrose, arthrite, sciatique, lombalgie, tendinite, talalgie, déchirure et douleur musculaires, luxation, fractures ect.

EN1610 .... Kit complet avec boitier mais sans nappe ..... 92,00 €
PC1293 .... Nappe dimensions 22 x 42 cm ..... 31,00 €
PC1325 .... Nappe dimensions 13 x 85 cm ..... 31,50 €
EN1610 KM Version montée sans nappe..... 129,00 €

STIMULATEUR ANALGESIQUE



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

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

MAGNETOTHERAPIE VERSION VOITURE



La magnétothéraphie est très souvent utilisée pour soigner les maladies de notre organisme (rhumatismes, douleurs musculaires, arthroses lombaires et dorsales) et ne nécessite aucun médicament, c'est pour cela que tout le monde peut la pratiquer sans contre indication. (Interdit uniquement pour les porteurs de Pace-Maker.

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

GÉNÉRATEUR D'ONDES DE KOTZ POUR SPORTIFS ET KINÉS



Le générateur d'ondes de Kotz est utilisé en médecine pour la récupération musculaire des personnes ayant eu un accident ou une maladie et qui sont donc restées longtemps inactives, comme pour le sport ou l'esthétique corporelle afin de tonifier et raffermir les muscles sains.

EN1520-1521 .... Kit complet avec boîtier, plaques et bat. .... 206,80 €
EN1520-1521KM Version montée ..... 247,00 €

STIMULATEUR MUSCULAIRE



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

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

LA IONOTHERAPIE: TRAITER ELECTRONIQUEMENT LES AFFECTIONS DE LA PEAU



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

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

GÉNÉRATEUR D'IONS NÉGATIFS POUR AUTOMOBILE



Ce petit appareil, qui se branche sur l'allume-cigare a un effet curatif contre les nausées provoquées par le mal de voiture. De plus, il permet d'épurer et de désodoriser l'habitacle de la voiture.

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

DIFFUSEUR POUR LA IONOPHORÈSE



Ce kit paramédical, à microcontrôleur, permet de soigner l'arthrite, l'arthrose, la sciatique et les crampes musculaires. De nombreux thérapeutes préfèrent utiliser la ionophorese pour inoculer dans l'organisme les produits pharmaceutiques à travers l'épiderme plutôt qu'à travers l'estomac, le foie ou les reins. La ionophorèse est aussi utilisée en esthétique pour combattre certaines affections cutannées comme la cellulite par exemple.

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

COMELEC

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

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 0,54 €) ou téléchargeable gratuitement sur notre site.

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

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

COMELEC 10 / 2007