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

ELECTRONIQUE
ET LOISIRS magazine

http://www.electronique-magazine.com

n°87 OCTOBRE 2006

ELECTRONIQUE n°87

L'ELECTRONIQUE POUR TOUS

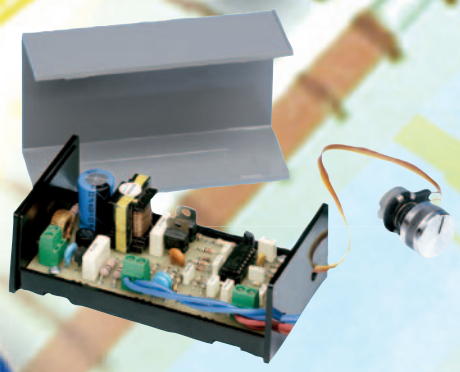
AMPLIFICATEUR FM 88-108 MHZ 10 W





SOMMAIRE DÉTAILLÉ PAGE 3







Générateur numérique 1Hz à 120 MHz à circuit intégré DDS

Variateur pour tubes au néon

Alimentation professionnelle réglable 0-25 V 0-5 A

Interface Client FTP

Contrôle à distance de lumières domestiques

Cours BUS CAN

Imprimé en France / Printed in France

M 04662 - 87 - F: 5,00 €

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

N° 87 - OCTOBRE 2006

elc
la qualité au sommet

«Toujours moins d'échauffement et plus de légèreté avec les nouvelles alimentations»

- Tension continue et alternatives simultanées
- Générateur de courant
- Sorties protégées

- Ventilation contrôlée
- Véritable troisième voie
- Série ou parallèle avec lecture directe

AL 936N — Transfo torique



Voies principales
2 x 0 à 30V / 2 x 0 à 3A séparé
ou 1 x ±0 à 30V / 0 à 3A tracking
ou 1 x 0 à 30V / 0 à 6A parallèle
ou 1 x 0 à 60V / 0 à 3A série

Sortie auxilliaire
2 à 5,5V / 3A
5,5V à 15V / 1A
lecture U ou I 592,02 €

NOUVEAU

ALR3002M



0 à 5, 6, 12 ou 30V
0-25mA, 250mA ou 2,5A =
6 ou 12 ou 24V 5A ~ 227,24 €

NOUVEAU

ALR3003 — Transfo torique



0 à 30V / 0 à 3A 161,46 €

ALR3003D — Transfo torique



2 x 0 à 30V / 2 x 0 à 3A séparé
ou 1 x ±0 à 30V / 0 à 3A tracking
ou 1 x 0 à 60V / 0 à 3A série
ou 1 x 0 à 30V / 0 à 6A *parallèle
(*mise en parallèle extérieure possible par l'utilisateur)
478,40 €

- Trois voies simultanées
- Mémorisation des réglages
- Logiciel fourni

AL 991S — Interface RS 232



±0 à 15V / 1A ou 0 à 30V / 1A
2 à 5,5V / 3A
-15 à +15V / 200mA 238,00 €

AL 843A



6V ou 12V / 10A = et ~
ou 24V / 5A = et ~ 238,00 €

AL925



6 ou 12V / 5A = et ~ 133,95 €

AL 924A



0 à 30V / 0 à 10A 416,21 €

AL923A



1,5V à 30V / 5A à 30V et
1,5A à 1,5V 157,87 €

ALF1205M



6V et 12V / 5A 155,48 €

AL841B



3V 4,5V 6V 7,5V 9V
12V / 1A 43,06 €

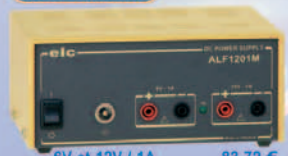
AL 781NX



0 à 30V / 0 à 5A 321,72 €

PrixTTC

ALF1201M



6V et 12V / 1A 83,72 €

AL890NX



+ et - 15V / 500mA
51,43 €

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.

Je souhaite recevoir une documentation sur :

Nom

Adresse

Ville Code postal

FRANÇOISE BAUDOUX CRÉATION GRAPHIQUE 25 / 11 / 2005

87 SOMMAIRE 87

Une interface Client FTP avec PIC et SD-Card 05
Seconde partie: le logiciel



Nous utilisons un microcontrôleur Microchip pour publier via FTP des données sur Internet. Pour la première fois nous adoptons une interface réseau entièrement construite par nous à partir d'une des plus populaires puces Ethernet : la RTL8019 de Realtek. Avec un programme résident spécifique, ce circuit peut également servir de serveur Web.

Une alimentation professionnelle réglable 0-25 V 0-5 A .. 14



L'appareil que nous vous proposons ici est une alimentation de labo professionnelle des plus fiables : la tension de sortie, précise et stable peut être réglée à volonté et continûment de 0 V à 25 V en fonction de vos besoins ; la limitation de courant, elle aussi réglable en continu de 0 à 5 A protège l'appareil contre les courts-circuits éventuels.

Un contrôle à distance de lumières domestiques 28



Avec un boîtier de télécommande IR nous allons pouvoir allumer/éteindre à distance deux appareils domestiques au choix (téléviseur, home-cinéma, chaîne Hi-Fi, etc.) et disposer en plus de trois canaux pour régler continûment la luminosité de trois ampoules à filament.

Un amplificateur de 10 à 15 W bande FM 88-108 MHz 38



Si vous avez construit notre exciteur FM EN1619 ou un autre exciteur ou VFO (nous en avons proposé beaucoup) émettant en FM dans la bande 88 à 108 MHz, vous allez pouvoir en augmenter la puissance et la porter jusqu'à 15 W afin de couvrir une distance bien plus grande que celle que vous atteigniez avec vos 250 mW. Vous n'aurez aucun mal à construire vous-même cet ampli linéaire et vous pourrez l'attaquer avec n'importe quel générateur FM, pourvu que son signal de sortie (que vous relierez à l'entrée de l'ampli) ait une puissance ne dépassant pas 300 mW. Voilà de quoi sonoriser une vaste propriété et, si vous obtenez les autorisations, créer une petite station de radiodiffusion FM de village ou de canton.

Un variateur pour tubes au néon 50



Si vous cherchez un «varilight» (variateur de lumière) pour charges résistives permettant d'allumer des ampoules à filament, vous en trouverez une infinité. Si en revanche vous cherchez un variateur pour tubes au néon (sans filament) vous aurez beaucoup de mal à en trouver un : ne le cherchez plus, nous vous proposons de le construire.

Un générateur BF-VHF à circuit intégré DDS 58
Première partie: l'analyse théorique



Ce générateur de signaux BF à VHF, réalisé à partir du fameux circuit intégré DDS AD9951, permet de prélever à sa sortie un signal sinusoïdal dont la fréquence peut varier d'un minimum de 1 Hz à un maximum de 120 MHz. Les DDS étant appelés à devenir les circuits intégrés incontournables de beaucoup d'appareils électroniques du futur, nous allons vous expliquer, dans cette première partie, comment ils fonctionnent (vocation didactique oblige : c'est la rentrée ou pas ?).

À la découverte du BUS CAN 67
Cinquième partie:



Conçu comme protocole de communication série pour faire communiquer entre eux tous les systèmes électroniques présents à bord d'une voiture, le bus CAN gagne aussi du terrain dans les domaines de l'automatisation industrielle (robotique) et de la domotique. Dans cette série d'articles, ou de Leçons (comme vous voudrez), nous allons aborder la théorie de son fonctionnement et nous prendrons de nombreux exemples dans le domaine domotique (c'est-à-dire des automatismes dédiés à la maison). Dans cette cinquième partie, nous décrirons les instructions du programme principal.

L'index des annonceurs 76

Les Petites Annonces 76

Le bon d'abonnement 77

Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 24 septembre 2006

Crédits Photos : Corel, Futura, Nuova, JMJ

ABONNEZ-VOUS À

ELECTRONIQUE ET LOISIRS magazine

LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS

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

UN AMPLIFICATEUR LINÉAIRE DE 10 À 15 W BANDE FM 88-108 MHZ



Si vous avez construit notre exciteur FM EN1619 ou un autre exciteur ou VFO émettant en FM dans la bande 88 à 108 MHz, vous allez pouvoir en augmenter la puissance et la porter jusqu'à 15 W afin de couvrir une distance bien plus grande que celle que vous atteigniez avec vos 250 mW. Vous n'aurez aucun mal à construire vous-même cet ampli linéaire et vous pourrez l'attaquer avec n'importe quel générateur FM, pourvu que son signal de sortie (que vous relierez à l'entrée de l'ampli) ait une puissance ne dépassant pas 300 mW. Voilà de quoi sonoriser une vaste propriété et, si vous obtenez les autorisations, créer une petite station de radiodiffusion FM de village ou de canton. Le kit utilise le MOSFET de puissance PD55015
CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU PD55015 : Tension drain-source maximale 40 V - Tension gâchette-source maximale 20 V - Courant de drain maximal 5 A - Puissance maximale de sortie 16 W - Gain de puissance moyen 14 dB - Puissance max du signal en entrée 300 mW dans la bande FM - Fréquence moyenne de travail 500 MHz - Fréquence maximale de travail 900 MHz .

EN1636..... Kit complet sans boîtier ..... 48,00 €
MO1636..... Boîtier du EN1633 ..... 13,00 €

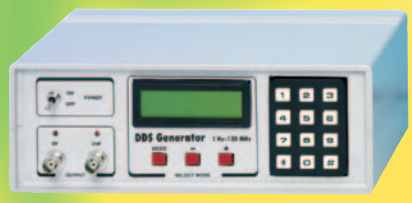
UNE ALIMENTATION PROFESSIONNELLE RÉGLABLE 0-25 V 0-5 A



Ce répéteur VHF pour télécommande L'appareil que nous vous proposons ici est une alimentation de labo professionnelle des plus fiables : la tension de sortie, précise et stable peut être réglée à volonté et continûment de 0 V à 25 V en fonction de vos besoins ; la limitation de courant, elle aussi réglable en continu de 0 à 5 A protège l'appareil contre les courts-circuits éventuels.
Le kit complet est constitué du kit EN1643, du transformateur TT15.02, du boîtier MO1643, du radiateur AL90.07 et du kit voltmètre ampèremètre EN1556 .

EN1643..... Kit alimentation ..... 72,00 €
TT15.02..... Transformateur torique 150 VA..... 28,00 €
MO1643..... Boîtier percé et sérigraphié du EN1643 ..... 35,00 €
AL90.07 ..... Radiateur percé..... 12,05 €
EN1556..... kit voltmètre ampèremètre ..... 57,70 €

UN GÉNÉRATEUR BF-VHF À CIRCUIT INTÉGRÉ DDS



Ce générateur de signaux BF à VHF, réalisé à partir du fameux circuit intégré DDS AD9951, permet de prélever à sa sortie un signal sinusoïdal dont la fréquence peut varier d'un minimum de 1 Hz à un maximum de 120 MHz. Les DDS étant appelés à devenir les circuits intégrés incontournables de beaucoup d'appareils électroniques du futur.
Le générateur complet est constitué du kit EN1645, du module CMS KM1644 et de l'alimentation EN1646.

EN1645..... Kit générateur BF-VHF avec son boîtier..... 99,00 €
KM1644..... Module CMS livré monté ..... 79,00 €
EN1646..... Kit alimentation avec transformateur..... 26,00 €

UN ÉMETTEUR FM STÉRÉO À PLL 205 CANAUX COUVRANT LA GAMME 88 À 108 MHZ



Si vous avez besoin d'un exciteur FM pour construire un émetteur complet de radiodiffusion 88-108 MHz (associé à un amplificateur final HF de puissance) ou d'un générateur de labo pour cette gamme d'ondes (vous permettant de régler les récepteurs FM) ou bien simplement d'un microphone HF de qualité Hi-Fi mono ou stéréo, ce kit va vous réjouir ! Cet émetteur FM stéréo à synthèse de fréquence et PLL ne comporte pas moins de 205 canaux. Alimentation: 12 Volts - sortie: 75 Ohms

EN1618..... Kit étage de contrôle avec coffret MO1618 ..... 68,00 €
KM1619..... Kit étage PLL en CMS monté et réglé + antenne..... 67,00 €
CDR1619 ... Logiciel MULTIMEDIA avec source VB6 ..... 9,00 €

UN VARIATEUR POUR TUBES AU NÉON



Si vous cherchez un «varilight» (variateur de lumière) pour charges résistives permettant d'allumer les ampoules à filament, vous en trouverez une infinité. Si en revanche vous cherchez un variateur pour tubes au néon (sans filament) vous aurez beaucoup de mal à en trouver un : ne le cherchez plus, nous vous proposons de le construire.

EN1638..... Kit complet sans boîtier ..... 39 €
MTK14.2 .... Boîtier pour EN1638 ..... 4.5 €

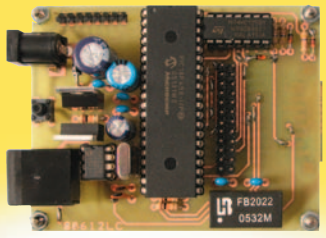
UN CONTRÔLE À DISTANCE DE LUMIÈRES DOMESTIQUES



Avec un boîtier de télécommande IR nous allons pouvoir allumer/éteindre à distance deux appareils domestiques au choix (téléviseur, home-cinéma, chaîne Hi-Fi, etc.) et disposer en plus de trois canaux pour régler continûment la luminosité de trois ampoules à filament.

EN1641..... Kit complet avec télécommande sans boîtier ..... 115,00 €
MO1641..... Boîtier percé et sérigraphié ..... 17,00 €

UNE INTERFACE CLIENT FTP AVEC PIC ET SD-CARD



Nous utilisons un microcontrôleur Microchip pour publier via FTP des données sur Internet. Pour la première fois nous adoptons une interface réseau entièrement construite par nous à partir d'une des plus populaires puces Ethernet : la RTL8019 de Realtek. Avec un programme résident spécifique, ce circuit peut également servir de serveur Web.

ET612..... Microcontrôleur seul ..... 30,00 €

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

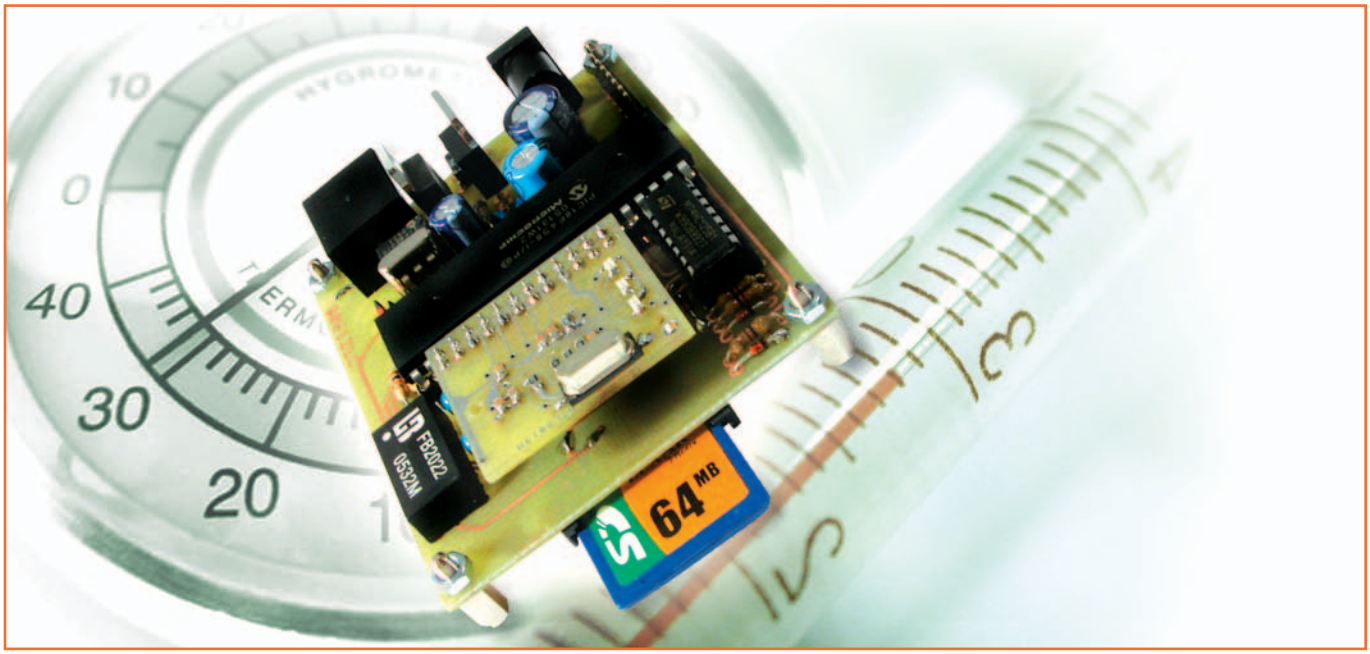
Expéditions dans toute la France.Moins de 5 Kg : port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. Bons administratifs acceptés. De nombreux kits sont disponibles, envoyez nous votre adresse et cinq timbres, nous vous ferons parvenir notre catalogue général de 96 pages.

Une interface Client FTP*

avec PIC et SD-Card

Deuxième partie : le logiciel

Nous utilisons un microcontrôleur Microchip pour publier via FTP* des données sur Internet. Pour la première fois nous adoptons une interface réseau entièrement construite par nous à partir d'une des plus populaires puces Ethernet : la RTL8019 de Realtek. Avec un programme résident spécifique, ce circuit peut également servir de serveur Web.



En effet, construire un Client pour publier des données dans un serveur FTP en utilisant un microcontrôleur et quelques rares composants circonstanciels est désormais une réalité. Après avoir (dans la première partie de l'article) un peu détaillé l'analyse du fonctionnement du protocole FTP et certains aspects des données échangées entre Client et serveur durant une session de communication, dans la seconde nous allons éclaircir les points fondamentaux du développement du programme résident. Pour finir, nous expliquerons comment configurer notre nœud en reliant une sonde thermique à l'une des cinq entrées disponibles : nous verrons comment les données acquises sont transférées sur un serveur Web pour y être visualisées dans une page Web accessible par le réseau.

***FTP** = File Transfer Protocol, protocole de transfert de fichier.

L'intégration avec la sonde

Le circuit de base peut être facilement intégré au moyen de sa barrette à huit broches. Nous avons donc conçu une petite platine portant la sonde DS18B20 et une LED permettant d'en contrôler le bon fonctionnement. RA3 est configurée en ligne d'acquisition de la température (entrée analogique) et RA4 en sortie numérique pour la LED de signalisation. Le schéma est visible figure 1.

La sonde DS18B20 utilise un protocole de communication nommé One-Wire et permet de mesurer la température

ambiante de –55 à +150 °C (de –10 °C à +85 °C avec une précision de +/– 0,5 °C). Durant l'échantillonnage, le résultat de la mesure est disponible dans deux registres, comme le montre la figure 2 : nous y voyons qu'un registre contient l'octet le plus significatif ; sa première partie se compose des bits S, lesquels permettent d'établir le signe de la température relevée (S=0 indique les valeurs positives et S=1 les négatives). Les premiers bits du MSB sont au nombre de 4.

Le programme résident configure la sonde pour 4 bits de signe et 12 de données. Parmi ces derniers (4 résident dans le MSB et 8 dans l'octet le moins significatif ou LSB) les huit premiers expriment la partie entière de la valeur absolue de la température et les 4 bits restants forment les décimales. La valeur effective complète est obtenue en additionnant les valeurs de chaque chiffre ou position binaire avant la virgule (partie entière) et après la virgule (décimales).

Par exemple, si les 12 derniers bits sont du type 0000 0001 0000, la température lue est de 1 degré Celsius ; nous obtenons la valeur en considérant que la partie entière (à gauche de la virgule) vaut 1 et la décimale (les 4 bits à droite de la virgule) 0. Si nous avons 0111 1101 0000 la sonde a mesuré 125 °C : en effet les quatre bits à droite donnent 0 et la partie de gauche vaut 1+4+8+16+32+64, soit 125. Et 0111 1101 1000 correspond à 125,5 °C ; en effet , 1000 à droite de la virgule correspond à 2^1+0+0+0, soit 1/2=0,5. Une portion décimale 0001 vaut 2-4, soit 0,0625.

Tous ces exemples valent à condition que les 4 bits de signe soient à 0000 ; s'ils sont à 1111 les températures représentées par les bits restants sont négatives.

Les lectures peuvent aussi être exprimées au format hexadécimal qui représente l'ensemble des deux octets dans l'ordre (et sans oublier que le moins significatif est le décimal le plus à droite, alors que le plus significatif est le premier des bits de signe). Par exemple, 00A2h correspond à une température de 10,125 °C et FFF8h à –0,5 °C.

Il faut accorder de l'importance au format de la sonde, car le micro ne le convertit pas, il le laisse tel quel : les données sont utilisées telles quelles dans la préparation du fichier binaire transféré ensuite au serveur FTP. Ce sera à l'application Web d'interpréter correctement

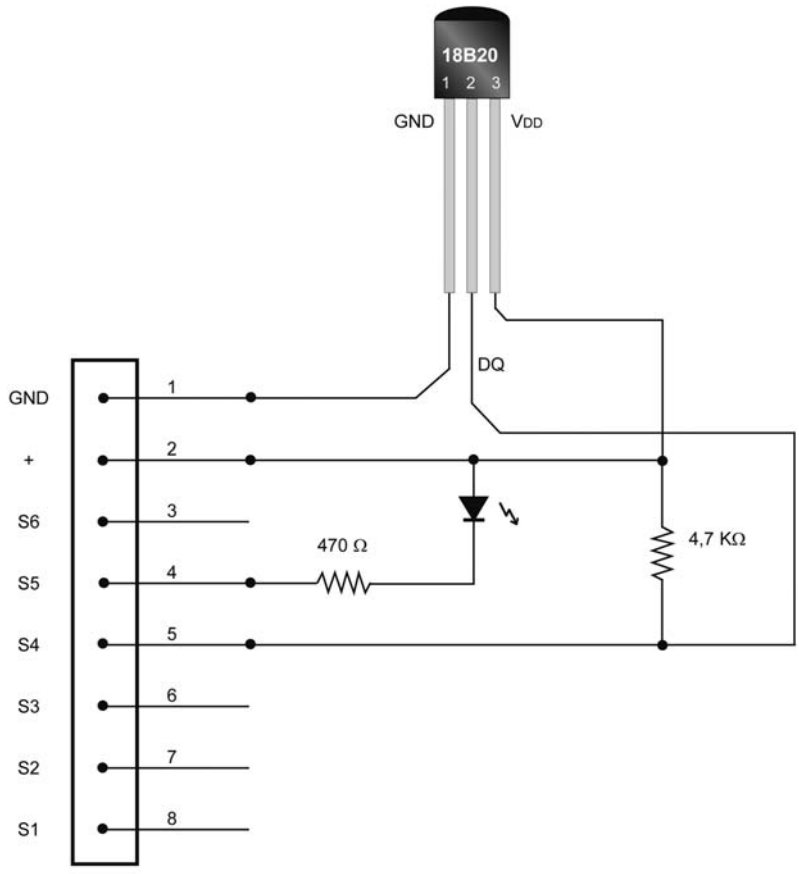


Figure 1 : L'intégration avec la sonde.

les données de la sonde. L'emploi de ce procédé a un objectif : distribuer entre serveur et Client la logique d'élaboration de notre application pour alléger le programme résident du Client FTP.

Pour communiquer avec la sonde Dallas, nous avons utilisé une librairie du protocole One-Wire, selon lequel chaque opération est lancée par le dispositif Maître (dans notre cas le PIC).

La première phase à prendre en compte est le "reset" du dispositif qui se compose d'une impulsion provenant du Maître suivie d'un signal de présence de la part de la sonde. Durant cette phase, le micro met la ligne au niveau logique bas pendant au moins 480 µs puis se met en réception en relâchant le bus. La résistance de tirage met ensuite la ligne au niveau logique haut. Dès que la sonde détecte ce changement elle attend pendant un délai allant de 15 à 60 µs puis envoie une impulsion de présence qui met la ligne au niveau logique bas pendant un délai de 60 à 240 µs. A la fin elle relâche à nouveau le bus et la résistance de tirage remet la ligne de données au niveau logique haut. Pour nous, il suffit d'extraire les deux premiers octets (correspondant à la température) et donc pendant la lecture nous écarterons les sept octets restants.

La librairie en question se compose de 4 fonctions regroupées synthétiquement dans le Tableau 1. Cette même librairie comporte deux fichiers : onewire.c contient le code source et onewire.h contient les définitions correspondantes.

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
LS Byte	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
	bit 15	bit 14	bit 13	bit 12	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8
MS Byte	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

Figure 2 : Les deux registre d'échantillonnage.

Tableau 1.

DEFINITIONS	DESCRIPTION
void OWTX (unsigned char DATO);	Envoie un octet à la sonde. Sert à envoyer des commandes comme par exemple la séquence de lancement de la conversion de température.
unsigned char OWRX(void);	Reçoit un octet de la sonde. Sert à recevoir en réponse de la sonde les valeurs de température.
unsigned char OWReset(void);	Permet d'effectuer un "reset" du dispositif. La fonction renvoie une valeur égale à 1 si la sonde répond correctement en envoyant le bit de présence et une valeur égale à 0 si la sonde n'est pas présente.
unsigned char OWRX1(void);	Permet de gérer la réception d'un bit par le dispositif. Permet d'établir la fin de l'opération de conversion de la part de la sonde.

La phase d'initialisation

Le flux logique permettant de faire fonctionner correctement le circuit du Client-FTP peut être divisé idéalement en trois phases fondamentales : 1) initialisation des dispositifs et du Stack TCP/IP** ; 2) cycle d'échantillonnage avec enregistrement sur SD ; 3) session FTP temporisée (toutes les 6 heures) avec dépôt des données.

A l'intérieur de ces phases un sous programme ("routine") est appelé régulièrement : il gère les activités du "stack" nommé StackTask().

Ainsi, pendant qu'il effectue une opération d'enregistrement de données, le dispositif est en mesure de répondre à d'éventuelles interactions se produisant à travers l'interface réseau. Un exemple typique est fourni par les demandes ICMP comme celle engendrée durant le "ping".

Nous avons clairement réduit au minimum de telles possibilités afin d'éviter une perte dans les prestations générales. Mais nous n'analyserons pas concrètement tout le fonctionnement du "stack" TCP/IP, nous le ferons peut-être au cours d'une série d'articles dédiés. Ici, nous nous contentons de vous donner les seules informations dont vous avez besoin pour comprendre certaines fonctions du protocole FTP. Voyons comment se fait l'initialisation de notre platine. Le code du programme principal est visible dans le "Listing" 1.

Comme on peut le voir, nous appelons toute une série de fonctions qui ont chacune une initialisation spécifique. La première est la SCHEDAInit() qui contient les instructions de préparation du PIC (voir le "Listing" 2).

A travers le registre CMCON, nous désactivons les comparateurs agissant sur le PORTD, qui pour nous est utilisé principalement pour la communication avec le RTL8019. Nous configurons ensuite toutes les lignes du PORTA comme sorties, désactivons les modules A/N et définissons les lignes en sortie à travers le registre TRISA. Nous initialisons alors la carte SD avec la fonction SDInit(). Cette dernière renvoie une valeur 0 seulement quand la carte entre en mode SPI correctement. Sinon a lieu un cycle infini bloquant le lancement de la platine. On évite ainsi que les opérations d'échantillonnage ne commencent alors que le dispositif de mémorisation n'est pas normalement inséré dans le "slot" ou qu'il ne répond pas aux commandes de manière appropriée.

Notez que nous avons utilisé une carte SD de 64 Mo que nous gérons comme une énorme matrice, sans créer en elle des structures de type FAT16. En procédant ainsi, si la carte est insérée dans un lecteur de carte de PC, il n'est pas possible d'en lire les données. Quand la carte est initialisée, nous mettons à zéro le compteur des valeurs mémorisées et nous attribuons le premier secteur d'écriture. Ces variables sont nécessaires pour établir la fin de la transaction d'écriture pour chaque secteur écrit sur carte SD et pour déterminer le moment où il faut lancer la session FTP pour l'envoi vers le serveur.

Dans ce montage, nous utilisons l'écriture par blocs de 512 octets et il faut donc à chaque fois mettre à jour l'adresse de secteur. Si nous considérons que l'échantillonnage a lieu une fois par seconde et que la valeur a une longueur de 16 bits, chaque secteur conserve les données de modification de la température pendant environ 4 minutes. La procédure se poursuit en appelant la fonction OWReset() qui, comme nous l'avons vu au paragraphe précédent, permet d'établir si la sonde est correctement reliée à la platine et si elle fonctionne. Là encore nous avons préféré bloquer la platine si quelque chose ne va pas ; en effet, le cycle "while" ne se termine pas si le bit de présence de la sonde n'a pas été reçu. Après le "reset", nous avons introduit une pause de stabilisation, afin d'éviter un accès trop immédiat aux registres de la sonde, qui impliquerait la lecture de la valeur de "power-up" +85 °C. Nous mettons ensuite à zéro le registre compteur pour le TIMER0 et activons les interruptions du PIC.

Attention, le "stack" TCP/IP utilise une temporisation précise avec le TIMER0 ; en particulier, le code de gestion de l'interruption ne fait qu'appeler une fonction nommée TickUpdate() comme le montre le "Listing" 3. Cette fonction gère justement la mise à jour de certains compteurs internes utilisés pour calculer l'écoulement du temps. Cela est très important pour réaliser une vraie coopération entre les niveaux ISO/OSI dont se compose le "stack". En particulier, chaque seconde est divisée en plusieurs "ticks" en fonction de la fréquence de l'oscillateur utilisé. Après l'initialisation de la platine, nous utilisons la TickInit() justement afin de lancer cet processus. C'est un passage obligé pour bien faire fonctionner le "stack" (voir "Listing" 4).

Le TIMER0 est initialisé avec les compteurs correspondants puis on configure le prédiviseur ("prescaler") de manière

"Listing" 1.

```
SCHEDAInit();
   TickInit();
    XEEInit(EE_BAUD(CLOCK_FREQ, 400000));
    PGMInit();
    StackInit();
    FTPInit();
    SDBeginWrite(CONTAS);
    inizio = TickGet();
```

"Listing" 2.

```
static void SCHEDAInit(void)
{
     CMCON = 0b00000111;
     ADCON1 = 0x07;
     TRISA = 0x00;
     while(SDInit());
     CONTAS = 0x00;
     CONTAR = 0x00;
     while (OWReset()!=1);
     DelayMs(1000);
     T0CON = 0;
     INTCON_GIEH = 1;
     INTCON_GIEL = 1;
}
```

PORT configuré comme lignes de sortie.

Initialisation en mode SPI de la carte SD.

Remise à zéro compteur secteurs et enregistrements inscrits sur SD.

"Reset" de la sonde DS18B20 avec pause..

Activation des signaux d'interruption.

"Listing" 3.

```
#pragma interrupt HighISR save=section(«.tmpdata»)
void HighISR(void)
{
     TickUpdate();
}
#pragma code highVector=0x08
void HighVector (void)
{
     _asm goto HighISR _endasm
}
#pragma code
```

La fonction HighISR appelle à son tour une fonction de la librairie Tick.c qui met à jour les compteurs pour la temporisation des échanges de données.

Le vecteur des interruptions prévoit exclusivement un saut à la procédure de gestion nommée HighISR implémentée sous forme de fonction C18.

"Listing" 4.

```
TMR0L = TICK_COUNTER_LOW;
     TMR0H = TICK_COUNTER_HIGH;
     T0CON = 0b00000000 | TIMER_PRESCALE;
     T0CON_TMR0ON = 1;
     INTCON_TMR0IF = 1;
     INTCON_TMR0IE = 1;
```

à établir que la fréquence source doit être divisée par 256. Le TIMER0 est lancé par l'activation du signal d'interruption correspondant. La XEEInit est une fonction permettant de lancer la communication avec la 24LC256 dont la platine est dotée. Nous l'avons extraite de la librairie XEEPROM.c inclue dans le "stack" TCP/IP fourni par Microchip et elle diffère de celle présente dans les librairies standard du compilateur C18 par le fait qu'elle permet d'utiliser l'adressage à 16 bits.

L'initialisation concerne le module MSSP (Master Synchronous Serial Port) dont est doté le PIC18F458. Il est configuré comme I2C "Master" (Maître) en fixant un "baud-rate" (vitesse de communication) compatible avec les mémoires à 400 kHz. Les lignes utilisées pour l'horloge (RC3) et pour les données (RC4) sont configurées comme entrées. Les instructions correspondantes sont visibles dans le "Listing" 5.

Attention, le registre SSPADD a une double fonction selon le mode d'initialisation du module MSSP. Ce dernier élément a un nom (MSSP Address Register) qui pourrait être trompeur: ceci car dès le moment où le registre MSSP est configuré comme Esclave ("SLAVE"), il contient l'adresse du dispositif. Pour nous, en revanche, le module fonctionne comme Maître ("MASTER") et les 7 bits les moins significatifs de ce registre contiennent la valeur chargée dans le BRG (Baud Rate Generator). Ce dernier composant est un compteur qui décompte deux fois par cycle d'horloge du système (TCY) et il est utilisé pour synchroniser la ligne SCL. Naturellement, il est rechargé automatiquement avec la valeur conservée dans le registre SSPADD. Pour obtenir des éclaircissements supplémentaires sur ce sujet, nous vous conseillons de jeter un coup d'œil sur les "datasheets" du PIC18F458, dans la section MSSP. Nous arrivons maintenant à la PGMInit(), une fonction dont le but est de valoriser les paramètres de notre application; nous avons voulu ainsi concentrer en un point unique le chargement des paramètres réseau fondamentaux pour l'interfaçage par la puce Ethernet RTL8019. Attention, nous considérons comme adresses IP primaires, l'adresse MAC, le masque de sous réseau et l'adresse de la passerelle ("gateway"). Comme secondaires l'adresse du Serveur FTP, le port de données et les accréditations d'accès.

Nous distinguons, en fait, les paramètres caractérisant notre dispositif de ceux utilisés pour gérer une session de communication. Cette différence peut vous paraître bien mince, mais elle opère une première séparation entre le logique de fonctionnement et celle de sécurité, c'est-à-dire, si vous préférez, entre les paramètres caractéristiques du Client et ceux utilisés pour se connecter, au moyen du réseau, au serveur FTP.

Quant à nous, nous utilisons une connexion non codée et donc potentiellement peu sûre. Les deux ensembles

"Listing" 5.

```
SSPSTAT &= 0x3F;
  SSPCON1 = 0x00;
  SSPCON2 = 0x00;
  SSPCON1 |= MASTER;
  SSPSTAT |= SLEW_ON;
  TRISC_RC3 = 1;
  TRISC_RC4 = 1;
  SSPCON1 |= SSPENB;
  SSPADD = baud;
```

La variable baud correspond au paramètre passé par la XEEInit. Dans ce cas un calcul du baud rate est effectué en fonction de la définition suivante:
#define EE_BAUD(CLOCK, BAUD) (((CLOCK / BAUD) / 4) - 1)
L'horloge utilisée pour la ligne SCL est synchronisée en fonction de SSPADD. Pour des éclaircissements supplémentaires, voir les "datasheets" du PIC18F458 à la section MSSP.

"Listing" 6.

```
typedef struct _APP_CONFIG
{
    IP_ADDR       MyIPAddr;          ------------------> ADRESSE IP
    MAC_ADDR    MyMACAddr;           ------------------> ADRESSE MAC
    IP_ADDR       MyMask;                 ------------------> MASQUE DE SOUS RESEAU
    IP_ADDR       MyGateway;         ------------------> GATEWAY (passerelle)
    struct
    {
        unsigned int bIsDHCPEnabled : 1;    ------------------> FLAG POUR ADRESSAGE DYNA-
MIQUE
    } Flags;                                                    (drapeau)
} APP_CONFIG;
```

"Listing" 7.

```
typedef struct _MAC_ADDR
{
    BYTE v[6];
} MAC_ADDR;
typedef union _IP_ADDR
{
    BYTE        v[4];
    DWORD       Val;
} IP_ADDR;
```

"Listing" 8.

```
    BYTE c;
    BYTE *p;

    AppConfig.Flags.bIsDHCPEnabled = FALSE;
    p = (BYTE*)&AppConfig;
    XEEBeginRead(EEPROM_CONTROL, 0x01);
    for ( c = 0; c < sizeof(AppConfig); c++ )
    *p++ = XEERead();
     XEEEndRead();
```

d'informations sont conservés dans l'EEPROM; toutefois, alors que les primaires sont chargées dès le démarrage, les autres ne sont lues que lorsque cela est nécessaire. La séparation logique s'avèrera utile quand nous commencerons à parler de clé de codage et d'interfaces reconfigurables dynamiquement par l'utilisation de Smart-Cards. Toutes les données primaires de fonctionnement de l'interface réseau sont conservées dans la structure des données du "Listing" 6.

Notez que chaque champ correspondant a un type redéfini selon les déclarations décrites dans le "Listing" 7.

Le MAC se définit pratiquement comme un vecteur de six octets et pour l'adresse IP on définit la distinction en octets et sa valeur complexe à 32 bits. Le drapeau ("flag") pour l'adressage dynamique permet en l'occurrence au périphérique de réseau de se faire attribuer sa propre configuration IP par un serveur DHCP; notez à ce propos que, bien que le "stack" TCP/IP Microchip prévoie cette possibilité (IP dynamique, c'est-à-dire attribution de l'adresse IP par le serveur), nous ne l'utiliserons pas car nous préférons un adressage statique.

Si nous avons cette structure présente à l'esprit, il est très facile de comprendre la séquence de code nécessaire pour initialiser l'application ("Listing" 8). Tout d'abord nous désactivons l'adressage dynamique et lisons le premier octet de l'EEPROM. La librairie XEEPROM.c prévoit la possibilité de gérer les transactions avec la mémoire en question à travers les lectures et écritures séquentielles sans nécessité de gérer la mise à jour de l'adresse à laquelle on accède.

Le fichier "bin" inséré dans la mémoire a une étiquette initiale égale à 0x55 et il contient en séquence toutes les données primaires. Le chargement se fait très simplement avec le pointeur p qui adresse la structure de données vue précédemment. Pour les limites dimensionnelles, on utilise la sizeof directement dans l'en-tête du cycle for, de manière à éviter la définition d'une autre variable temporaire. Si tout fonctionne correctement, nous sommes prêts à lancer le "stack" TCP/IP, dont l'initialisation se fait par la fonction StackInit() qui appelle les fonctions de démarrage de chacun des composants insérés dans les divers niveaux ISO/OSI.

Laissons de côté l'analyse de cette partie du code (faute de place!) et passons à l'initialisation du module s'occupant de la gestion du protocole FTP. Il faut se souvenir que ce protocole fait partie du niveau Application et que dans la structure du "stack" il doit s'interfacer avec le niveau inférieur Transport. Notez que, sur le même modèle, nous pourrions réaliser

"Listing" 9.

```
typedef enum _SM_FTP
{
    SM_ARPID_CMD,  ------>Envoi paquet ARP au serveur
    SM_ARPID_REP,  ------>Reçoit paquet ARP avec adresse MAC du serveur
    SM_CONNETTI_CMD,      ------>Ouvre Socket sur port commandes (21)
    SM_CONNESSO_U, ------>Phase commande USER
    SM_CONNESSO_P, ------>Phase commande PASS
    SM_CONNESSO_PP,       ------>Phase commande PORT
    SM_CONNESSO_S, ------>Phase commande STOR
    SM_CONNETTI_DAT,      ------>Ouvre Socket sur port données (1012)
    SM_ATTESA_CMD, ------>Attente ouverture Socket port commandes
    SM_ATTESA_DAT, ------>Attente ouverture Socket port données
    SM_TRASMETTI,  ------>Transmission données
    SM_CHIUDI,            ------>Fermeture Socket données et commandes
    SM_FINE,                    ------>Fin session FTP
} SM_FTP;
```

n'importe quel autre protocole au niveau supérieur au "stack". Pour intégrer de manière correcte le code correspondant avec celui développé pour la gestion du "stack", il faut le structurer comme une machine à états infinis: en fait, chaque fois que le contrôle d'exécution incombe à ce module, des instructions spécifiques seront exécutées en fonction de l'état dans lequel la machine virtuelle se trouve.

Pour simplifier un peu, nous avons identifié 13 états possibles permettant de préciser chaque phase de la session FTP. Voir "Listing" 9, où l'on peut clairement identifier les séquences vues dans la première partie de l'article: tout d'abord notre dispositif envoie un paquet ARP dans le but de recevoir l'adresse MAC du serveur, puis sur le port 21 un "socket" est ouvert pour le transfert de commandes et réponses entre serveur et Client. Notez qu'on a prévu un état d'attente de l'ouverture correcte de ce "socket" et la gestion d'un éventuel dépassement de délai ("time-out") SM_ATTESA_CMD.

Ensuite le Client effectue la procédure de login, en transférant les accréditations d'accès au moyen des commandes USER et PASS. Au moment où le Client se connecte, il envoie une commande PORT permettant de créer un canal de communication pour le transfert des données à travers un port (nous évitons ainsi d'utiliser celui défini précédemment, soit le 20)

"Listing" 10.

```
smFTP = SM_ARPID_CMD;
      timeout = 0;
      nrbyte = 0;
      nrsettori = 0;
      scarico = 1;
```

déterminé par le Client. Là encore on prévoit un état d'attente jusqu'à la création du "socket" correspondant.

L'instruction STOR est alors envoyée au serveur pour lancer le transfert des données; quand c'est terminé, la commande QUIT est transmise; les deux connexions données et commandes sont fermées et la couche de transport est à nouveau initialisée pour la préparer à une nouvelle session. Le lancement du module correspondant est relativement simple: on précise seulement l'état initial de la machine virtuelle et on met à zéro certains compteurs (voir "Listing" 10).

Nous utilisons la variable timeout pour calculer le délai des phases d'attente durant la session FTP; comme vous le voyez, dans cette fonction nous trouvons deux variables qui rappellent beaucoup les compteurs CONTAS et CONTAR du programme principal.

En effet, ces variables remplissent une fonction semblable et complémentaire. Toutefois, alors que les compteurs sont relatifs aux opérations de lecture, celles-là calculent les enregistrements et les secteurs lus de la carte durant les phases de lecture et de déchargement.

Nous arrivons presque au bout de la phase d'initialisation; nous devons seulement procéder de telle manière que la carte soit prête à se remplir de données et pour cela nous lançons une opération d'écriture à travers la SDBeginWrite, en donnant comme paramètre la valeur de la variable CONTAS qui contient le secteur initial.

Considérons enfin la fonction TickGet(): nous avons vu que la temporisation des opérations accomplies par le "stack" TCP/IP est réalisée par le TIMER0 et le signal d'interruption correspondant. Microchip rend disponible la fonction TickGet() pour utiliser les mêmes compteurs dans d'autres cas.
Par exemple, nous la mettons à profit pour calculer la fréquence d'échantillonnage de la température. Les variables début et fin seront utilisées pour définir le délai entre deux interrogations consécutives de la sonde.

Dans notre procédure d'initialisation nous nous contentons de valoriser début de l'intervalle; à chaque cycle on détermine la fin et à partir de la différence entre les deux on pourra évaluer si le délai est dépassé ou non.

Ceci dit, passons à la phase d'échantillonnage proprement dite.

****TCP/IP** = Transmission Control Protocol/Internet Protocol.

L'échantillonnage

Après avoir initialisé les variables nécessaires et avoir préparé le matériel, le programme résident entre dans un cycle infini contenant deux procédures fondamentales: l'échantillonnage et la session FTP. La première est exécutée au moment où la différence entre les extrêmes de début et de fin dépasse les 10 "ticks", en synchronisant la fréquence d'échantillonnage avec la seconde.

Le calcul est fait en utilisant une autre fonction mise à disposition du "stack" TickGetDiff qui veut en entrée deux paramètres relatifs à la valeur des compteurs à deux moments différents du processus. Si la différence dépasse le nombre de "ticks" nécessaires, la fin devient le début du prochain délai à calculer. Le "reset" de la sonde est alors effectué et

“Listing” 11.

```
union
    {
        unsigned short Val;
        struct
        {
            unsigned char LSB; /*Last significant byte*/
            unsigned char MSB; /*Most significant byte*/
        } bytes;
    } tempera;      /*Température divisée en deux champs*/
```

“Listing” 12.

```
while(1)
    {
          StackTask();

------ > SESSIONE FTP

          fine = TickGet();
          if (TickGetDiff(fine, inizio) >= 10)
          {
          inizio=fine;
          OWReset();
          OWTX(0xCC);
          OWTX(0x44);
          while (OWRX1());
          OWReset();
          OWTX(0xCC);
          OWTX(0xBE);
          tempera.bytes.LSB = OWRX();
          tempera.bytes.MSB = OWRX();
          for (CONTAG=1;CONTAG<=7;CONTAG++)
          OWRX();
          SDWrite(tempera.bytes.MSB);
          SDWrite(tempera.bytes.LSB);
          CONTAR = CONTAR + 2;
          if (CONTAR >= 512)
             {
              SDEndWrite();
              CONTAR=0;
              CONTAS++;
              if (CONTAS<=84)
              SDBeginWrite(CONTAS);
              }
          }
    }
```

La température est relevée à travers la séquence mise en évidence. La valeur à 16 bits est transférée à la variable “tempera” et on saute les 7 octets suivants.

La valeur à 16 bits est écrite sur la carte SD en mettant à jour le compteur des enregistrements inscrits.

Dans le cas où l’écriture d’un secteur entier de la carte est terminée, on finalise l’opération et on met à jour le compteur des secteurs écrits. Si la limite des 6 heures d’échantillonnage n’a pas été dépassée, une nouvelle opération est lancée.

à travers la fonction OWTX() la commande de lecture de la température (CCh - 44h) est transmise. Durant la conversion, le programme résident attend de recevoir un bit signalant la présence de la valeur échantillonnée dans les registres de la sonde. Après le “reset” suivant on envoie la commande permettant de lire la séquence de 9 octets correspondante. Les deux premiers sont sauvegardés dans la variable tempera dont la structure est montrée dans le “Listing” 11.

“Listing” 13.

```
typedef enum _SD_RES
{
    SD_OK = 0,
    SD_ERR1 = 0x31,
    SD_ERR2 = 0x32
} SD_RES;
```

La subdivision des octets composant la variable permet d’adresser les bits les plus significatifs et les moins significatifs plus facilement, puisque l’accès à la valeur enregistrée dans la sonde se fait octet par octet. Après avoir sauté les 7 octets restants, il faut charger la valeur à 16 bits dans la carte : cela peut se faire aisément avec une fonction (SDWrite) prenant en entrée l’octet à écrire.

Après chaque décharge il est nécessaire de mettre à jour le compteur correspondant aux enregistrements transférés sur la SD. Si ce nombre atteint la limite des 512,cela signifie qu’un secteur complet a été écrit et qu’il faut finaliser l’opération. Cela se fait avec la fonction SDEndWrite.

Le compteur des enregistrements est mis à zéro ; celui qui conserve le nombre

"Listing" 14.

```
...
while(SDInit());
...
```

Ce cycle continue tant que la carte n'est pas initialisée correctement. La présence d'erreurs fait en sorte que l'expression logique qui commande le cycle soit vraie.

"Listing" 15.

```
SD_RES SDInit(void)
{-------------------------------------------------------------------------
    TRISBbits.TRISB7 = 0;
    PORTBbits.RB7 = 1;          //SS=1
    for (CONTA=0;CONTA<10;CONTA++)
     {
      SHOUT(0xFF);
     }
    PORTBbits.RB7 = 0;          //SS=0
    Delay1KTCYx(250);
 ------------------------------------------------------------------------
     SHOUT(0x40);
     SHOUT(0x00);
     SHOUT(0x00);
     SHOUT(0x00);
     SHOUT(0x00);
     SHOUT(0x95);

     RISP1=SHIN();
     CONTA=0;
     while ( RISP1 != 0x01 && CONTA <= 50000 )
     {
     RISP1=SHIN();
     CONTA++;
     }
     if (CONTA > 50000)
     return SD_ERR1;
   ------------------------------------------------------------------------

     PORTBbits.RB7 = 1;          //SS=1
     Delay1KTCYx(250);
     PORTBbits.RB7 = 0;          //SS=0

     CONTA=0;
     RISP1=0x01;
     while ( RISP1 != 0x00 && CONTA <= 50000 )
     {
     PORTBbits.RB7 = 1;          //SS=1
     SHOUT(0xFF);
     RISP1=SHIN();
     PORTBbits.RB7 = 0;          //SS=0
     Delay1KTCYx(250);
     SHOUT(0x41);
     SHOUT(0x00);
     SHOUT(0x00);
     SHOUT(0x00);
     SHOUT(0x00);
     SHOUT(0xFF);
     SHOUT(0xFF);
     RISP1=SHIN();
     CONTA++;
     }
     if (CONTA > 50000)
     return SD_ERR1;
     else
     return SD_OK;
}-------------------------------------------------------------------------
```

"Dummy Clock" (horloge fictive) : 80 impulsions d'horloge sont envoyées pour commencer la communication avec le contrôleur de la SD.

"CMD0" : la commande 0 (GO-IDLE_STATE) est envoyée en maintenant la ligne de sélection au niveau logique bas. On attend la réponse à 1 et on gère l'éventuel "time-out" (dépassement de délai).

**"CMD1" : la commande (SEND_OP_COND) est envoyée à répétition jusqu'à la réponse 0 et l'éventuel dépassement de délai est géré.
A partir de ce point la carte est en mode SPI et attend les commandes de lecture et écriture.**

Tableau 2.

FONCTION	PARAMETRE ENTREE	PARAMETRE SORTIE	DESCRIPTION
SDInit	Aucun	Etat Opération	Initialise la carte en la mettant en mode commandes SPI. Renvoie une valeur 0 si l'opération s'achève correctement.
SDBeginWrite	Secteur initial	Etat Opération	Lance une transaction d'écriture à partir du secteur indiqué dans le paramètre d'entrée. Renvoie une valeur 0 si l'opération s'achève correctement.
SDWrite	Octet à écrire	Etat Opération	Est utilisée seulement après avoir appelé une SDBeginWrite achevée correctement. Ecrit sur la SD la donnée passée en entrée. Renvoie une valeur 0 si l'opération s'achève correctement.
SDEndWrite	Aucun	Etat Opération	La transaction d'écriture est finalisée. Cette opération est nécessaire après envoi de 512 octets à travers la SDWrite. Le CRC est envoyé et l'état de la carte est vérifié après l'écriture. Renvoie une valeur 0 si l'opération s'achève correctement.
SDBeginRead	Secteur initial	Etat Opération	Lance une transaction de lecture à partir du secteur indiqué dans le paramètre d'entrée. Renvoie une valeur 0 si l'opération s'achève correctement.
SDRead	Aucun	Octet Lu	Est utilisée seulement après avoir appelé une SDBeginRead achevée correctement. Lit la SD en fonction de l'adresse préparée pendant l'initialisation de l'opération. La donnée lu est passée à travers le paramètre de sortie.
SDEndRead	Aucun	Etat Opération	La transaction de lecture est finalisée. Cette opération est nécessaire après envoi de 512 octets à travers la SDRead. Là encore l'état de la carte est vérifié après la lecture..

de secteurs écrits est en revanche augmenté. Nous avons prévu un envoi par FTP toutes les 6 heures : il est aisé de calculer que le nombre de secteurs à écrire pour chaque session est égal à 85. Durant chaque connexion nous transfèrerons du Client au serveur un fichier d'environ 43 ko. Naturellement, ce n'est là qu'une des possibilités de fonctionnement car si nous modifions la fréquence d'échantillonnage et le nombre de secteurs à conserver, on peut modifier la taille des fichiers insérés sur le disque fixe du serveur.

Dans le cas où la limite de secteurs pour lancer la session FTP n'est pas atteinte, il est nécessaire de commencer une nouvelle transaction d'écriture avec la "SDBeginWrite" à laquelle nous passons le nombre de secteurs à enregistrer.

Attention, à la différence des autres procédures développées pour des montages précédents, ici nous ne transférons pas l'adresse à 32 bits à utiliser dans la transaction d'écriture, mais exactement le numéro du secteur. Ce sera ensuite le rôle de la fonction appelée de calculer l'adresse de destination. Le code de cette opération est visible dans le "Listing" 12.

Jetons un coup d'œil supplémentaire aux fonctions permettant la lecture/écriture des données sur la carte : afin de rendre le développement assez simple à utiliser, nous avons recueilli toutes les fonctions relatives aux opérations d'accès à la carte en un unique fichier SD.c. Les déclarations ont été en revanche insérées dans le fichier SD.h. Les fonctions en question s'appuient à leur tour sur deux petits modules écrits en Assembleur et nommés SHIN.asm et SHOUT.asm. Il s'agit de fonctions optimisées correspondant aux instructions SHIFTIN et SHIFTOUT du PICBasic, que vous reconnaissez certainement.

L'accès à la SD-Card se fait en gérant l'état de l'opération et donc, au cas où la procédure comporte une erreur de type 1 ou 2, la fonction renvoie une valeur entière, selon la définition décrite dans le "Listing" 13.

Afin de pouvoir utiliser des cycles "while", qui se terminent uniquement si l'opération a abouti, nous avons utilisé la valeur 0 pour signaler l'absence d'erreur. C'est ainsi que se déroule la procédure SCHEDAInit() exposée dans le "Listing" 14. Voyons concrètement quelles sont les fonctions utilisables pour la lecture/écriture par blocs sur la carte SD (voir Tableau 2).

Comme on le voit, les séquences sont facilement réutilisables pour d'autres montages utilisant une SD comme dispositif de mémorisation. Dans le "Listing" 15, nous voyons en détail la fonction d'initialisation de la carte. Le développement en C18 nous permet de voir clairement les diverses phases que nous avons déjà rencontrées. Les modifications nécessaires pour réutiliser ces séquences dans d'autres montages concernent uniquement les broches à utiliser comme lignes de communication avec la carte SD.

A suivre

Bon, eh bien c'est tout pour ce mois-ci ! Dans la troisième et dernière partie nous aborderons l'analyse du développement du protocole FTP et nous verrons enfin comment utiliser le logiciel pour produire le fichier .bin à insérer dans l'EEPROM de notre unité. Nous terminerons donc ce propos en vous proposant une application pratique du projet décrit.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette interface-platine d'expérimentation Client FTP avec PIC et SD-Card ET616 et ET612 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes disponibles sont téléchargeables à l'adresse suivante : http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/087.zip. ◆

EN1643

Une alimentation professionnelle réglable 0-25 V 0-5 A

L'appareil que nous vous proposons ici est une alimentation de labo professionnelle des plus fiables : la tension de sortie, précise et stable peut être réglée à volonté et continûment de 0 V à 25 V en fonction de vos besoins ; la limitation de courant, elle aussi réglable en continu de 0 à 5 A protège l'appareil contre les courts-circuits éventuels.



Vous avez véritablement plébiscité notre super alimentation ETALI proposée pendant les trois numéros d'été d'ELM (juin, juillet/août et septembre) et nous vous remercions pour ce beau succès ; cependant, certains de ceux qui nous ont envoyé des courriels à ce sujet ont déploré sa grande complexité, le fait qu'elle soit gérée par microcontrôleur et son caractère "double symétrique". "Vous n'auriez rien de plus simple pour le labo d'un électronicien amateur ?" est en substance ce qui revient dans les mails précités.

Nous aurions bien pu leur répondre : "Si, il y en a une dans votre Cours Apprendre l'électronique en partant de zéro (première partie), la EN5004 !" ; mais il faut aller de l'avant et mettre en œuvre de nouveaux concepts, alors voici une alimentation plus simple qu'ETALI (pas de gestion des tensions et courants par microcontrôleur, tensions positives uniquement) mais plus moderne que EN5004 et professionnelle (tension réglable de 0 V à 25 V – un vrai 0 V stable – et limitation de courant réglable de 0 A à 5 A), capable de rendre la plupart des services demandés à une alimentation de labo, même de professionnel (quand on est concepteur, monteur-câbleur ou dépanneur).

Une "bonne alimentation" professionnelle doit pouvoir débiter le courant dont on a besoin et fournir les tensions exactes qu'on lui demande sans s'effondrer quand la demande de courant augmente.

Ces deux paramètres doivent être stables (tout en étant réglables bien sûr) et l'alimentation doit être protégée afin de ne pas être détruite (et de ne pas détruire le montage qu'elle alimente) à la moindre maladresse de l'usager : en cas de court-circuit elle doit se bloquer, informer l'usager du problème (lequel lui trouve une solution) et pouvoir redémarrer sans tarder (fonction de réinitialisation après blocage de protection).

Eh bien notre alimentation fait tout cela : la visualisation se fait sur un afficheur LCD voltmètre ampèremètre EN1556 (voir figures 10-11) que nous avons proposé il y a quelque temps (numéro 57 d'ELM) et que nous réutiliserons dans ce



Figure 1: Le boîtier métallique que nous avons choisi pour abriter cette alimentation professionnelle a un profil assez plat et il pourra facilement s'intégrer à votre laboratoire. Les potentiomètres (commandés par les deux boutons de la face avant) permettent de régler la tension (de 0 à 25 V) que vous souhaitez prélever sur les douilles R/N et de paramétrer la limitation de courant (réglable de 0 à 5 A). Voir photo de première page. Le panneau arrière comporte en revanche le dissipateur et l'embase secteur recevant le cordon d'alimentation 230 VAC.

montage (à moins que vous ne préfériez vous contenter de deux classiques galvanomètres V et A, voir figure 13).

Le schéma électrique

Nous avons choisi de doter cette alimentation d'un transformateur T1 en mesure de fournir deux tensions différentes dont dépend la sortie principale, de façon à réduire la dissipation de chaleur sur les transistors finaux et ce surtout pour de faibles tensions de sortie et de forts courants.

Comme le montre le schéma électrique complet de la figure 2, ce transformateur comporte en fait trois secondaires. Le premier en haut fournit 14 + 14 VAC, ce qui met à notre disposition du 28 V alternatif (utilisé pour les tensions de sortie hautes, supérieures à 12 V) et du 14 V alternatif (utilisé pour les tensions de sortie basses, inférieures à 12 V). Ces tensions sont sélectionnées automatiquement par le relais RL1.

On trouve ensuite un secondaire de 28 VAC servant à alimenter le MOSFET MFT1 monté en interrupteur et agissant exclusivement au cours de la phase d'extinction de l'alimentation pour empêcher qu'un pic de tension ne soit présent sur les douilles de sortie lors de cette phase (pic dû au fait que la tension négative de référence va à zéro avant la tension emmagasinée dans le gros condensateur électrolytique de lissage C7).

Enfin, un dernier secondaire de 10 VAC permet d'obtenir, au moyen de DS4, de C11 et du régulateur IC1 L7805, le 5 V continu stabilisé que réclame l'alimentation de l'afficheur LCD voltmètre ampèremètre EN1556.

Nous tirons aussi de ce secondaire, grâce à DS3, à l'électrolytique C12 et au régulateur IC2, une tension négative qui devient la référence de tension négative continue –2 V à –6 V, acheminée vers la broche R de IC3 (LM317) afin de réguler la tension générale de sortie. Si nous ne pilotions pas le régulateur de tension IC3 avec une tension négative, celui-ci, à cause de sa référence interne, fournirait comme tension minimale de sortie 1,25 V et non 0 V comme nous l'avons projeté.

Quand le montage est terminé, le point de test TP1, relié à la broche 3 de IC2, nous permet de vérifier que l'étage comprenant IC2 fonctionne. Le schéma électrique indique pour ce TP1 une tension négative de 6 V: cette valeur est purement indicative et vous pourrez trouver des valeurs légèrement supérieures ou inférieures. Pour amener jusqu'à 0 V la tension minimale prélevée sur la broche U du LM317, nous avons appliqué le principe exemplifié dans les schémas des figures 3 et 4.

Dans la figure 3, le régulateur LM317 peut réguler la tension de sortie d'une valeur maximale inférieure de 3 à 4 V à la tension d'entrée jusqu'à 1,25 V.

A travers le pont diviseur R1/R2 ; habituellement pour R2 –c'est un potentiomètre– on choisit 4,7 k et pour R1 220 ohms. Si, à la place de la masse, nous mettons une référence négative (voir figure 4), le seuil minimal se déplace en dessous du fatidique 1,25 V.

Le contrôle de la tension

Le réglage de la tension de sortie est confié au régulateur IC3 LM317. Si la tension de sortie est réglée au dessus de 12 V, le comparateur de tension IC5 enclenche le relais RL1 qui relie le pont redresseur RS1 à la tension 28 VAC. Si en revanche la tension de sortie est réglée au dessous de 12 V, le comparateur de tension décolle RL1 et RS1 est cette fois relié au 14 VAC. Ce système automatique évite que dans les cas d'utilisation extrêmes (faible tension de sortie demandée + fort courant consommé = importante quantité d'énergie à dissiper en chaleur) les transistors n'aient à évacuer vers le dissipateur plus de chaleur qu'ils ne le peuvent et à assumer une température de jonction destructrice. En effet, si nous devons alimenter à partir d'une tension continue de 24 V une charge consommant 1 A sous 12 V, nous devrons dissiper sous forme de chaleur la puissance P égale à la tension de déchet Vdéch (c'est-à-dire la différence de tension entre l'entrée et la sortie) multipliée par l'intensité I consommée:

(24 – 12) x 1 = 12 W

(Vdéch en V, I en A pour P en W).

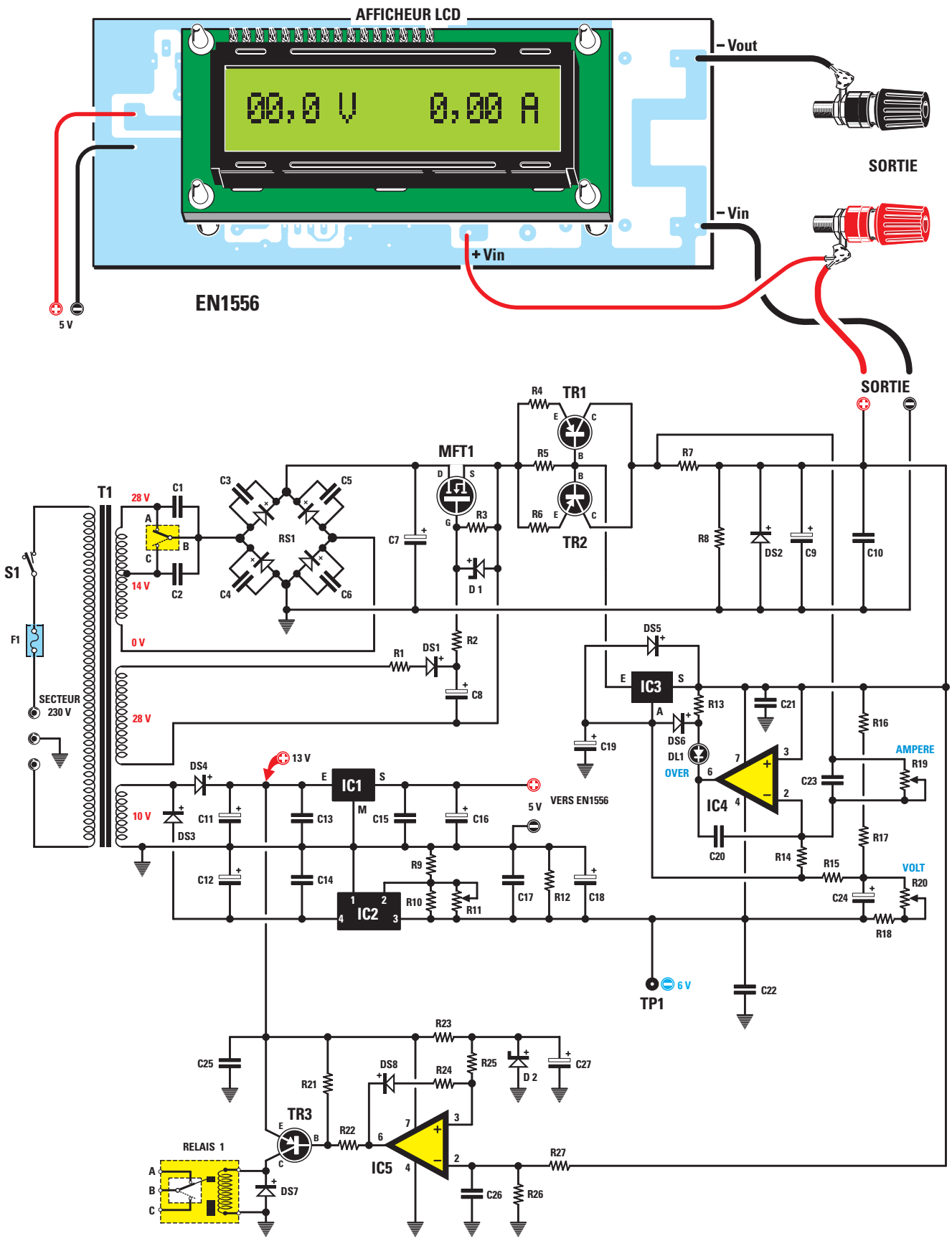


Figure 2 : Schéma électrique de la platine de base de l'alimentation professionnelle EN1643. Les trois secondaires du transformateur torique (ce composant un peu spécial est disponible auprès de nos annonceurs) fournissent toutes les tensions nécessaires pour alimenter ce circuit et pour pouvoir prélever en sortie des tensions de 0 à 25 V.

Liste des composants EN1643

R1 ..... 1 k
R2 560
R3 ..... 10 k
R4 ..... 0,1 3 W
R5 ..... 10 1 W
R6 ..... 0,1 3 W
R7 ..... 0,1 7 W
R8 ..... 1 k 1 W
R9 ..... 2,2 k
R10 ... 10 k
R11 ... 5 k trimmer
R12 ... 330
R13 ... 680
R14 ... 330 k
R15 ... 220
R16 ... 100
R17 ... 100
R18 ... 680
R19 ... 220 k pot. lin.
R20 ... 4,7 k pot. lin.
R21 ... 10 k
R22 ... 10 k
R23 ... 680
R24 ... 470 k
R25 ... 47 k
R26 ... 10 k
R27 ... 6,8 k

C1..... 47 nF 400 V polyester
C2..... 47 nF 400 V polyester
C3..... 47 nF 400 V polyester
C4..... 47 nF 400 V polyester
C5 ..... 47 nF 400 V polyester
C6..... 47 nF 400 V polyester
C7..... 10 000 µF électrolytique
C8..... 4,7 µF électrolytique
C9..... 470 µF électrolytique
C10 ... 470 nF polyester
C11 ... 1 000 µF électrolytique
C12 ... 470 µF électrolytique
C13 ... 100 nF polyester
C14 ... 470 nF polyester
C15 .. 100 nF polyester
C16 ... 100 µF électrolytique
C17.... 470 nF polyester
C18 ... 100 µF électrolytique
C19 ... 47 µF électrolytique
C20 ... 100 pF céramique
C21 ... 100 nF polyester
C22 ... 100 nF polyester
C23 ... 100 pF céramique
C24 ... 10 µF électrolytique
C25 ... 100 nF polyester
C26 ... 100 nF polyester
C27 ... 10 µF électrolytique

RS1 ... pont redr. 800 V 4 A
DS1 ... 1N4148
DS2 ... BY255
DS3 ... 1N4007
DS4 ... 1N4007
DS5 ... 1N4007
DS6 ... 1N4148
DS7 ... 1N4007
DS8 ... 1N4148
DZ1 ... zener 10 V 1/2 W
DZ2 .. zener 6,2 V 1/2 W
DL1 ... LED
TR1.... PNP TIP34C
TR2.... PNP TIP34C
TR3.... PNP BC557

MFT1. MOSFET IRFZ44

IC1..... L7805
IC2..... UA79MG
IC3..... LM317
IC4..... TL081
IC5..... µA748

T1 transformateur secteur 150 VA 230 V mod. TT15.02 à trois secondaires:
0-14-28 V 5 A
28 V 0,5 A
10 V 0,5 A
F1 fusible 3 A

S1..... interrupteur
RL1.... relais 12 V 1 ontact

Note: *toutes les résistances sont des 1/4 W sauf spécification différente.*

Liste des composants EN1556

R1 ..... 90,9 k 1%
R2 ..... 10,1 k 1%
R3 ..... 1 k
R4 ..... 1 k
R5 ..... 15 k
R6 ..... 10 k trimmer 20 tours
R7 ..... 10 k trimmer 20 tours
R8 ..... 1 M
R9 ..... 10 k
R10 ... 150
R11 ... 15 k
R12 ... 10 k trimmer 1 tour
R13 ... 10 k
RCS ... piste du ci

C1..... 470 nF polyester
C2..... 100 nF polyester
C3..... 100 nF polyester
C4..... 100 pF céramique
C5 ..... 100 nF polyester
C6..... 100 nF polyester
C7..... 100 nF polyester
C8..... 47 µF électrolytique
C9..... 100 nF polyester
C10 ... 100 µF électrolytique
C11 ... 100 µF électrolytique
C12 ... 1 µF électrolytique
C13 ... 100 nF polyester
C14 ... 100 µF électrolytique

FC1 ..... résonateur céramique 8 MHz

DS1 ... 1N4148
DS2 ... 1N4148
DS3 ... 1N4148
DS4 ... 1N4148
DZ1 ... LM4040 zener 4,096 V

IC1..... CA3130
IC2..... MCP3202
IC3..... EP1556 disponible déjà programmé en usine

LCD.... LCD CMC116L01

Note: *toutes les résistances sont des 1/4 W 5 % sauf spécification différente.*

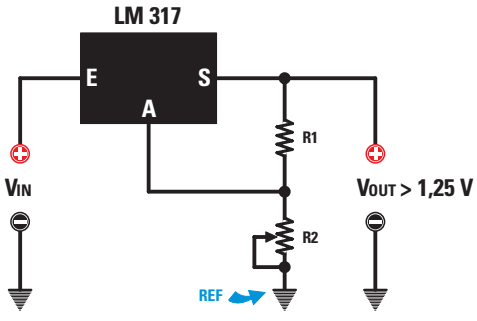


Figure 3: Si on relie la broche R du circuit intégré LM317 à la masse, la tension sur la broche de sortie U ne peut être inférieure à la valeur de seuil de 1,25 V.

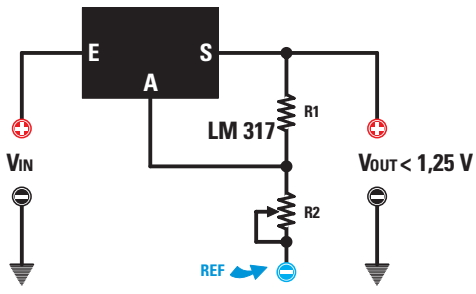


Figure 4: Si l'on pilote la broche R avec une tension négative, la tension sur la broche de sortie U peut atteindre 0 V, soit une tension inférieure à la tension de seuil de 1,25 V.

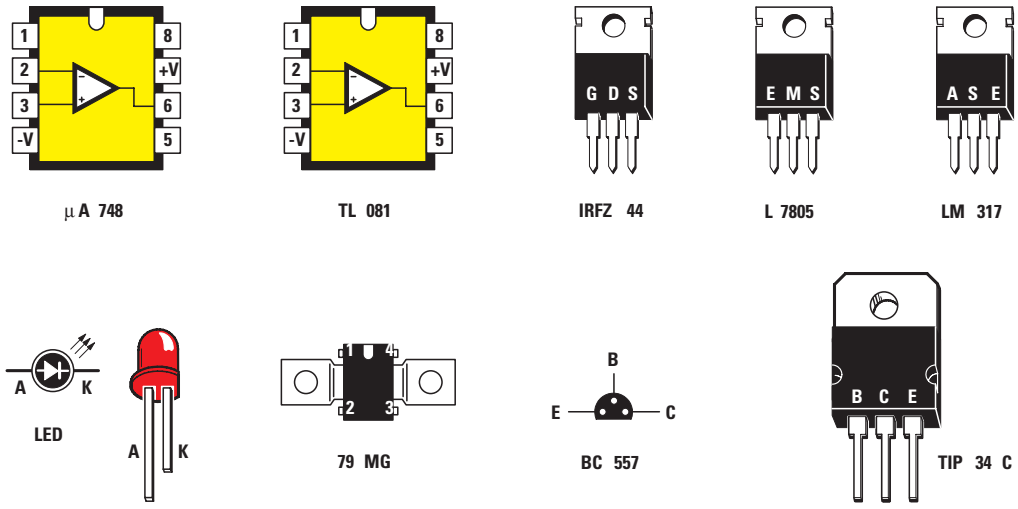


Figure 5: Brochages des circuits intégrés µA748, TL081 et 79MG vus de dessus; du transistor BC557 vu de dessous; du MOSFET IRFZ44, du régulateur L7805, du régulateur LM317, du transistor TIP34C et de la LED vus de face.

Si nous devions alimenter cette même charge (12 V 1 A) à partir d'une tension de 13 V, la puissance P à dissiper en chaleur ne serait que de:

(13 – 12) x 1 = 1 W.

Ce procédé nous a permis de choisir un dissipateur à ailettes de très petites dimensions pour les transistors finaux TR1-TR2.

Le contrôle du courant

Comme le LM317 ne peut débiter que 1,5 A, nous lui avons en effet adjoint les services de deux transistors de puissance PNP TR1 et TR2 qui prennent en charge le passage du courant jusqu'à 5 A. Quand une charge consomme plus de 50 mA, la tension sur les bases de TR1-TR2 dépasse la tension de seuil et les fait entrer en conduction.

Si l'on règle le seuil maximal de courant avec le potentiomètre R19, on modifie le seuil de tension de l'amplificateur opérationnel IC4 de telle manière que, si la charge dépasse la consommation de courant paramétrée, DL1 s'allume et la tension de sortie allant à cette charge diminue afin de conserver constant le courant. Voilà le principe d'une limitation en courant réglable: elle protège à la fois la charge et l'alimentation.

La réalisation pratique

La platine de base **EN1643** prendra place au fond du boîtier, à côté du transfo torique et la platine afficheur LCD voltmètre ampèremètre **EN1556** derrière la face avant (voir figures 14 et 15).

La platine EN1643

Occupons-nous d'abord de la première: son grand circuit imprimé est un double face à trous métallisés dont la figure 6b-1 et 2 donne les dessins à l'échelle 1 (vous pouvez la réaliser à l'aide de la "pellicule bleue", voir le numéro 26 d'ELM; ou vous la procurer; dans les deux cas consultez nos annonceurs).

Quand vous l'avez devant vous, commencez par enfoncer puis souder les picots, les supports des trois circuits intégrés DIL, puis vérifiez soigneusement vos soudures (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée). N'insérez les circuits intégrés dans leurs supports qu'après le montage dans le boîtier, vous éviterez ainsi tout échauffement inutile et tout choc électrostatique: à ce moment là, faites attention à leur identification et à l'orientation des repère-détrompeurs en U (vers R14 pour IC4, vers DS8 pour IC5 et vers C14 pour IC2).

Pour le reste, si vous observez bien les figures 6a et 7 et la liste des composants, vous n'aurez aucune difficulté à les monter. Montez toutes les résistances (en repérant bien celles dont la puissance est supérieure à 1/4 W): maintenez les trois résistances "sucres" à deux ou trois millimères de la surface afin de ne pas surchauffer l'époxy du circuit imprimé.

Montez les diodes et zener en les distinguant bien et bagues repère-détrompeurs correctement orientées, la LED (attention à la polarité, la patte la plus longue est l'anode, à souder avec un fil rouge sur le picot A).
Montez les condensateurs sauf C7 (attention à la polarité des électrolytiques), le transistor en boîtier TO 92 (demi lune) TR3 (méplat vers R22), le MOSFET MFT1 (semelle métallique vers C3), IC2 (repère-détrompeur en U vers C14) et le régulateur IC1 (couché dans son dissipateur et fixé avec un petit boulon 3MA).

Montez ensuite le relais RL1 puis le gros électrolytique C7 (– vers C18). Montez enfin les cinq borniers périphériques.

Vérifiez, deux fois si possible, l'identification et l'orientation des composants et la qualité de toutes les soudures (vous n'avez pas encore inséré les trois circuits intégrés dans leurs supports, vous le ferez à la fin et vous monterez TR1-TR2, IC3 et RS1 au cours de l'installation dans le boîtier métallique) et mettez cette platine de côté.

La platine EN1556

Passons maintenant à la réalisation de la seconde platine afficheur LCD voltmètre ampèremètre (voir le numéro 57 d'ELM): son circuit imprimé est également un double face à trous métallisés dont la figure 6c-1 et 2 donne les dessins à l'échelle 1 (vous pouvez la réaliser à l'aide de la "pellicule bleue", voir le numéro 26 d'ELM; ou vous la procurer; dans les deux cas consultez nos annonceurs).

Tout d'abord, percez deux trous de fixation de 3 mm, comme le montrent les figures 6a, 10 et 11.

Commencez par enfoncer puis souder les cinq picots, les supports des trois circuits intégrés DIL, puis vérifiez soigneusement vos soudures (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée). N'insérez les circuits intégrés dans leurs supports qu'à la fin : à ce moment là, faites attention à leur identification et à l'orientation des repère-détrompeurs en U (vers C9 pour IC2, vers FC1 pour IC3 et vers C4 pour IC1). Si vous suivez avec attention les figures 6a, 10 et 11 et la liste des composants, vous ne devriez pas rencontrer de problème pour monter ce voltmètre ampèremètre.

Montez d'abord toutes les résistances : R1 est une résistance de précision de 90,9 k (blanc-noir-blanc-rouge-marron) et R2 de 10,1 k (marron-noir-marron-rouge-marron). Montez ensuite les diodes en les distinguant bien et bagues repère-détrompeurs correctement orientées. Montez la zener LM4040 (en boîtier plastique demi lune) : orientez-la méplat vers C8.

Montez enfin les condensateurs (attention à la polarité des électrolytiques : le – est inscrit sur le côté du boîtier cylindrique), le résonateur céramique FC1 et les trois trimmers.

Vérifiez, deux fois si possible, l'identification et l'orientation des composants et la qualité de toutes les soudures (vous n'avez pas encore inséré les trois circuits intégrés dans leurs supports, vous le ferez à la fin) et retournez la platine du côté "soudures" : insérez et soudez d'abord le connecteur barrette femelle à seize trous. Ensuite, dans le petit circuit imprimé de l'afficheur LCD, insérez et soudez le double connecteur mâle à seize broches. Vérifiez bien toutes ces soudures. Là encore, ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée. Otez l'éventuel excès de flux décapant avec un solvant approprié. Insérez le LCD sur la platine voltmètre ampèremètre grâce à son connecteur barrette à seize broches et fixez-la à l'aide de quatre entretoises plastiques, comme le montre la figure 11.

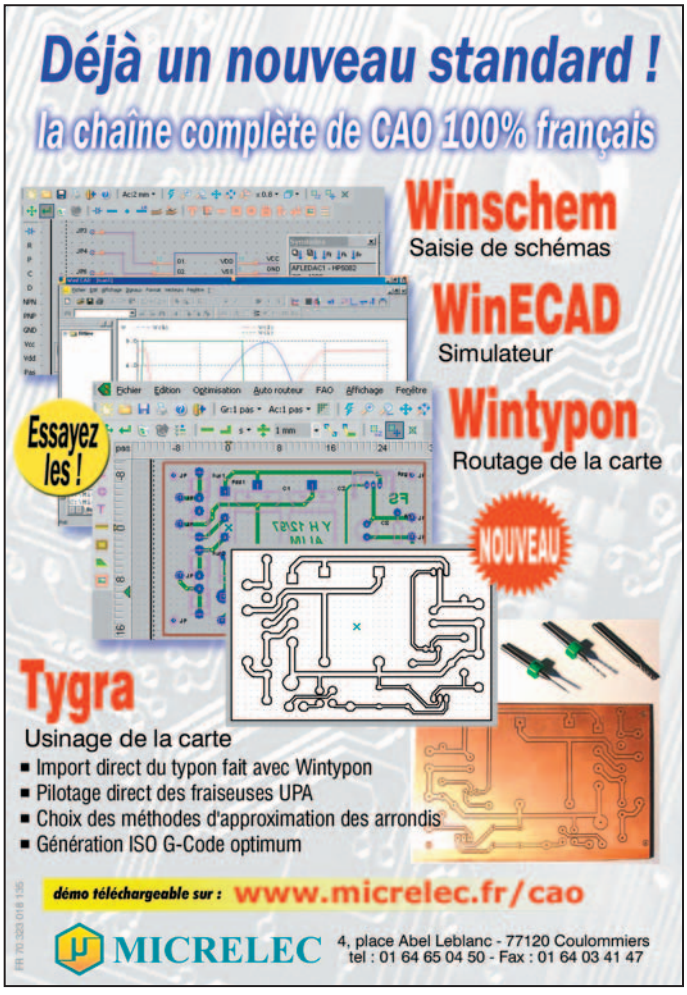
Il ne reste qu'à enfoncer dans leurs supports les trois circuits intégrés, repère-détrompeurs en U orientés comme on l'a dit.

Vous pouvez alors tout de suite monter cette platine derrière la face avant. Pour ce faire, démontez ladite face avant (déjà percée et sérigraphiée) et fixez la platine afficheur LCD à l'aide de deux entretoises autocollantes, de telle manière que le LCD affleure à la surface de la face avant. Dans la foulée, fixez les deux douilles R/N (voir figure 12), les deux potentiomètres (raccourcissez éventuellement leurs axes afin de permettre l'insertion des deux boutons) et l'interrupteur M/A. Vous pouvez alors remonter la face avant avec ses boulons.

Toujours dans la foulée, démontez le panneau arrière.

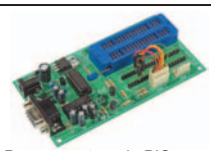
Montage des transistors de puissance et du régulateur sur le dissipateur et sur la platine

Montez le dissipateur à ailettes derrière la fenêtre rectangulaire du panneau arrière à l'aide de quatre boulons (voir figures 14 et 15). Montez les deux transistors et le régulateur sur le dissipateur (les trois trous ont été préalablement percés) avec des micas et des canons isolants (voir figure 8), mais serrez les écrous des boulons à la main pour l'instant. Dans la foulée, montez sur ce panneau arrière la prise secteur et vérifiez qu'elle est bien munie de ses deux fusibles ; soudez la



GO TRONIC
35ter, Route Nationale - B.P. 45
F-08110 BLAGNY (FRANCE)
E-mail: contacts@gotronic.fr
Tél.: 03.24.27.93.42
Fax: 03.24.27.93.50

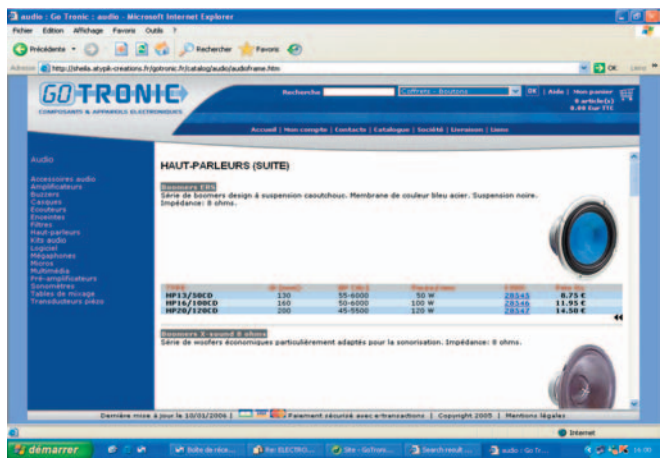

Chargeur alimenté par USB pour 1 ou 2 R3 ou R6 NiMh.
Code: 09562 Prix : 19.95 €


Programmateur de PIC avec support ZIF. Kit à souder. (nécessite alim 15Vcc/300mA)
Code: 24238 Prix : 39.95 €


Oscillo numérique USB 2 canaux PCSU1000. Bande passante DC à 60 MHz. Fonctions analyseur de spectre et enregistreur de signaux transitoires. Livré avec 2 sondes.
Code: 14254 Prix : 495.00 €

Consultez notre nouveau site
www.gotronic.fr

Port: 4.60 (ordinaire) ou 7.50 (colissimo)
Paiement: CB ou chèque à la commande



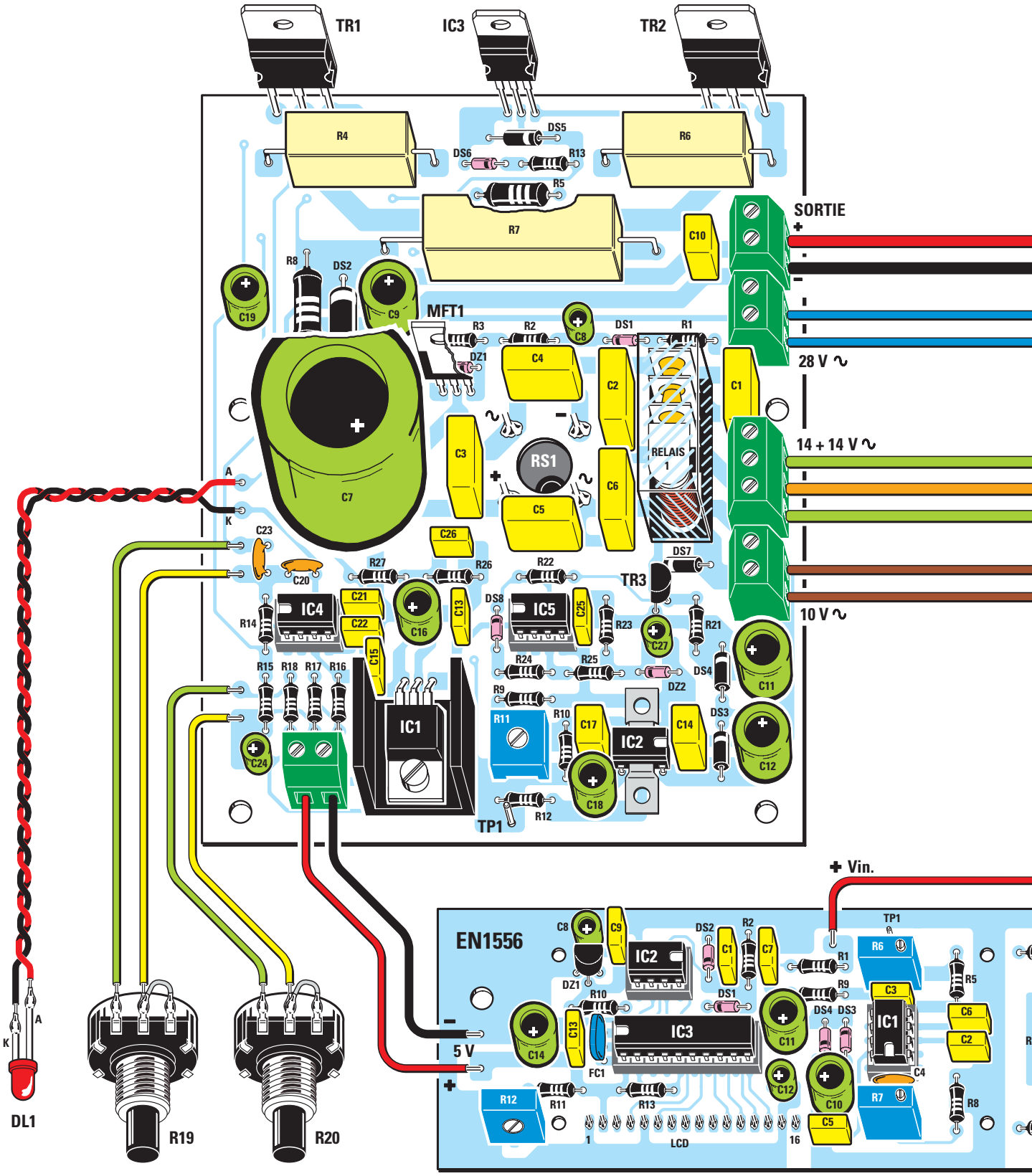
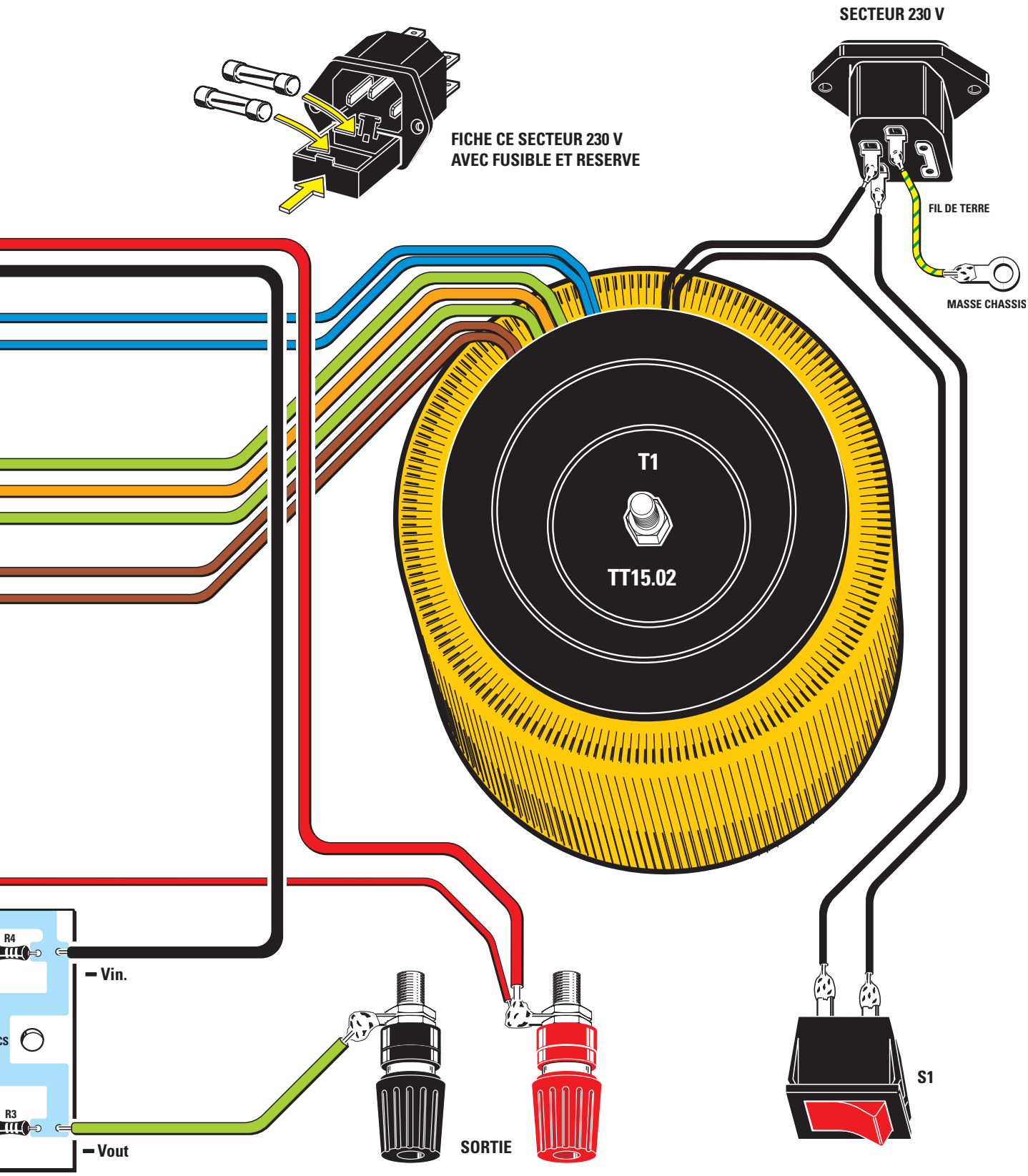


Figure 6a: Schéma d'implantation des composants de la platine de base EN1643 et de la platine afficheur LCD EN1556 de l'alimentation professionnelle. Avant de souder le pont redresseur RS1, les transistors TR1 et TR2 et le circuit intégré IC3 sur le circuit imprimé, assemblez provisoirement le boîtier métallique en respectant les phases de montage indiquées dans l'article.

Note : avant de monter la fiche CE secteur sur le panneau arrière, vérifiez la présence des deux fusibles 3 A.



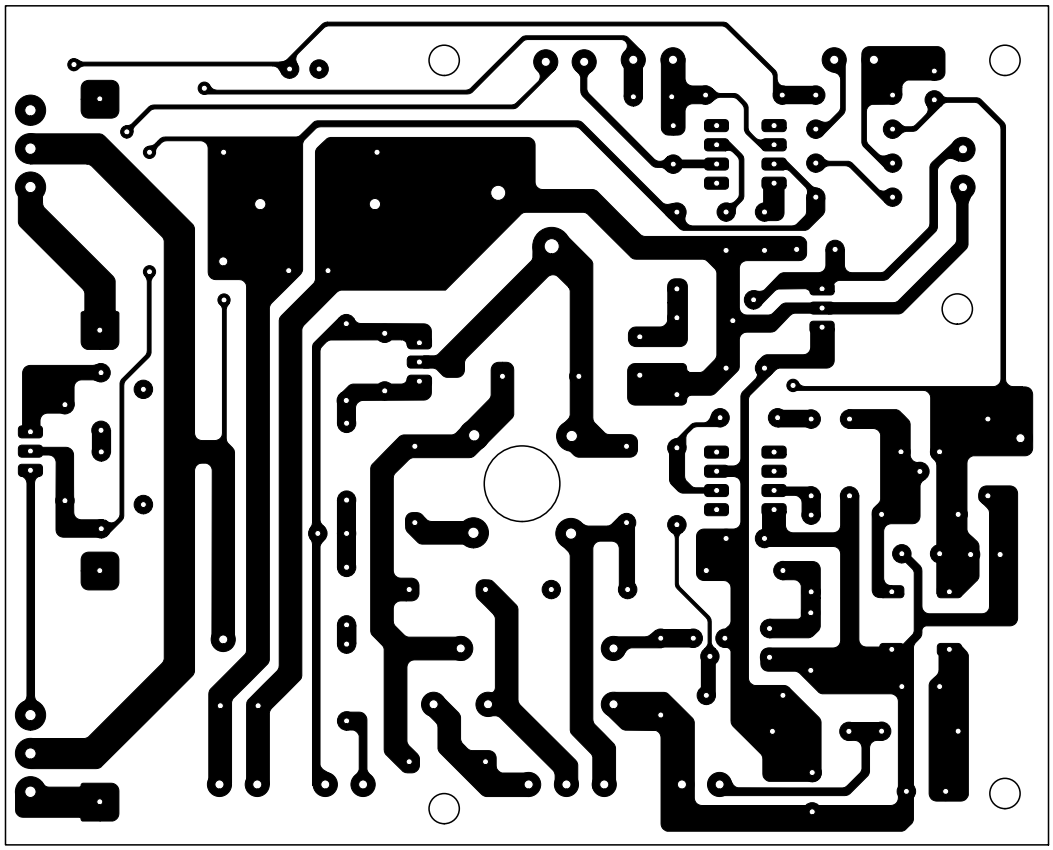


Figure 6b-1 : Dessin à l'échelle 1 du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine de base EN1643 de l'alimentation professionnelle, côté soudures.

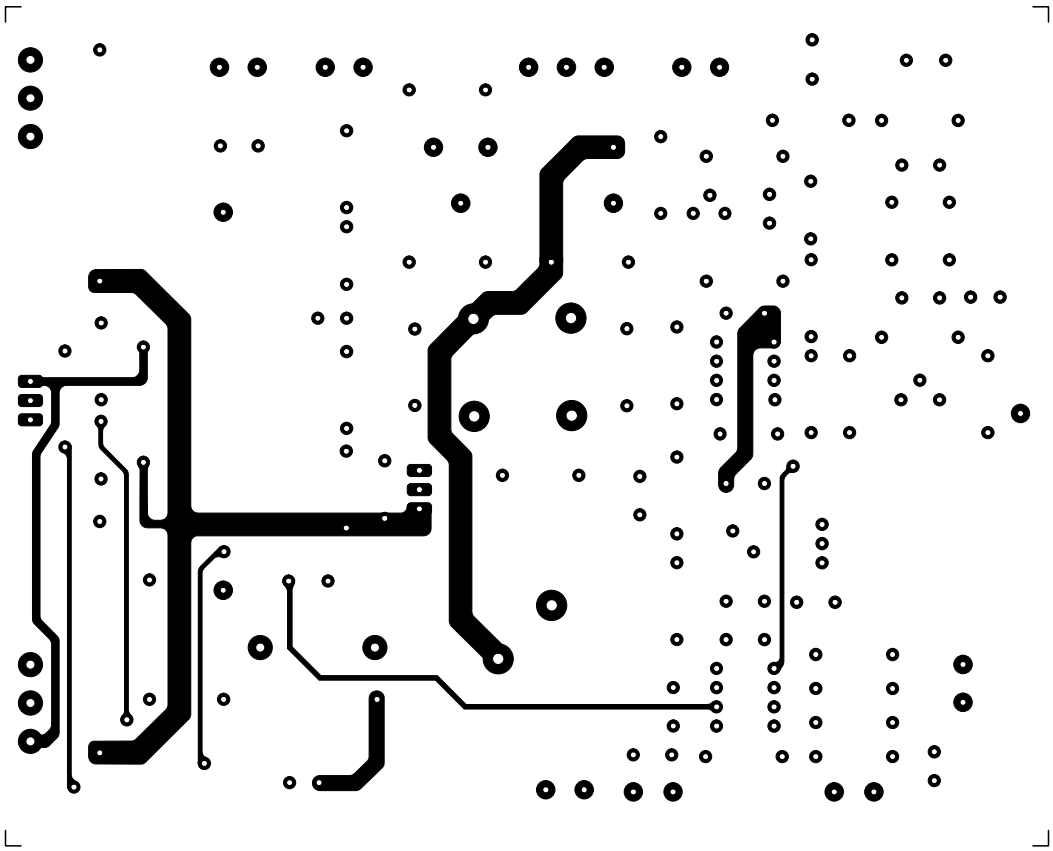


Figure 6b-2 : Dessin à l'échelle 1 du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine de base EN1643 de l'alimentation professionnelle, côté composants.

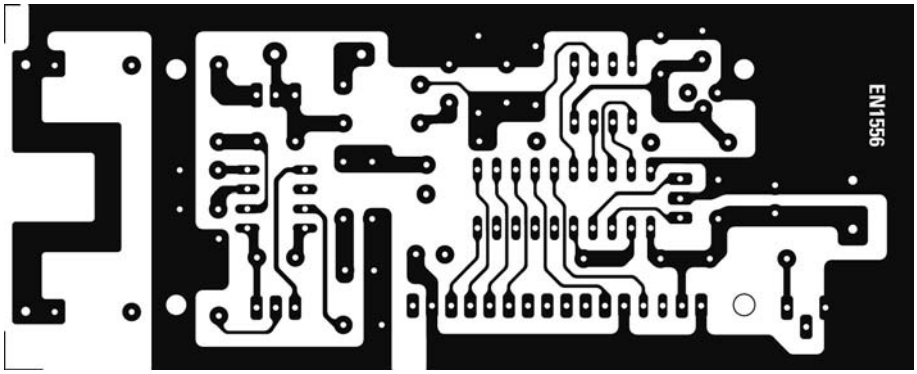


Figure 6c-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine afficheur LCD voltmètre ampèremètre, côté soudures.

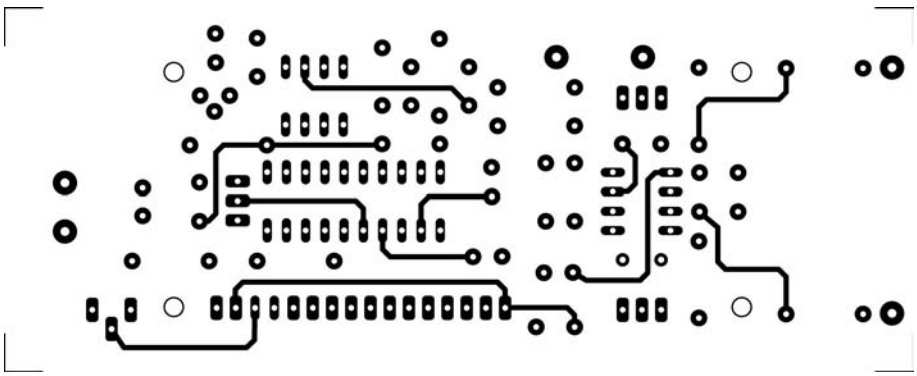


Figure 6c-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine afficheur LCD voltmètre ampèremètre, côté composants.

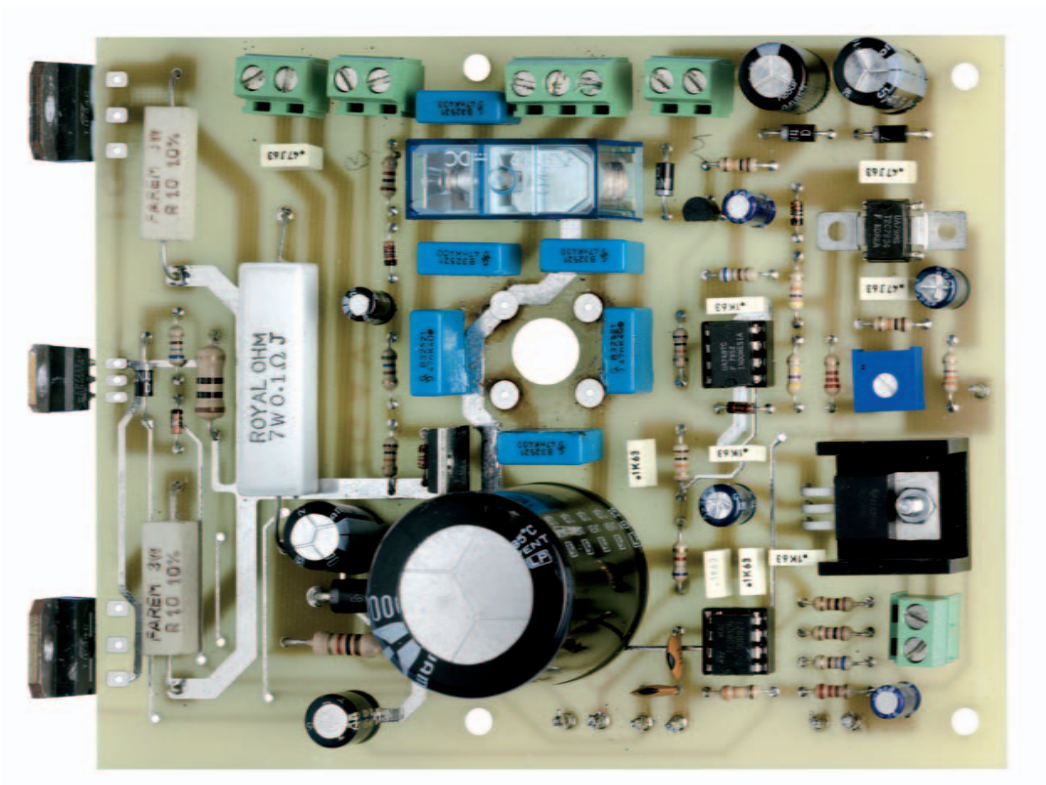


Figure 7 : Photo d'un des prototypes de la platine de base EN1643. On remarque en bas à gauche le régulateur L7805 monté couché dans son dissipateur et fixé par un petit boulon 3MA (il sert à régler l'alimentation pour que le potentiomètre des volts tourné tout à gauche corresponde à une tension de sortie de 0 V).

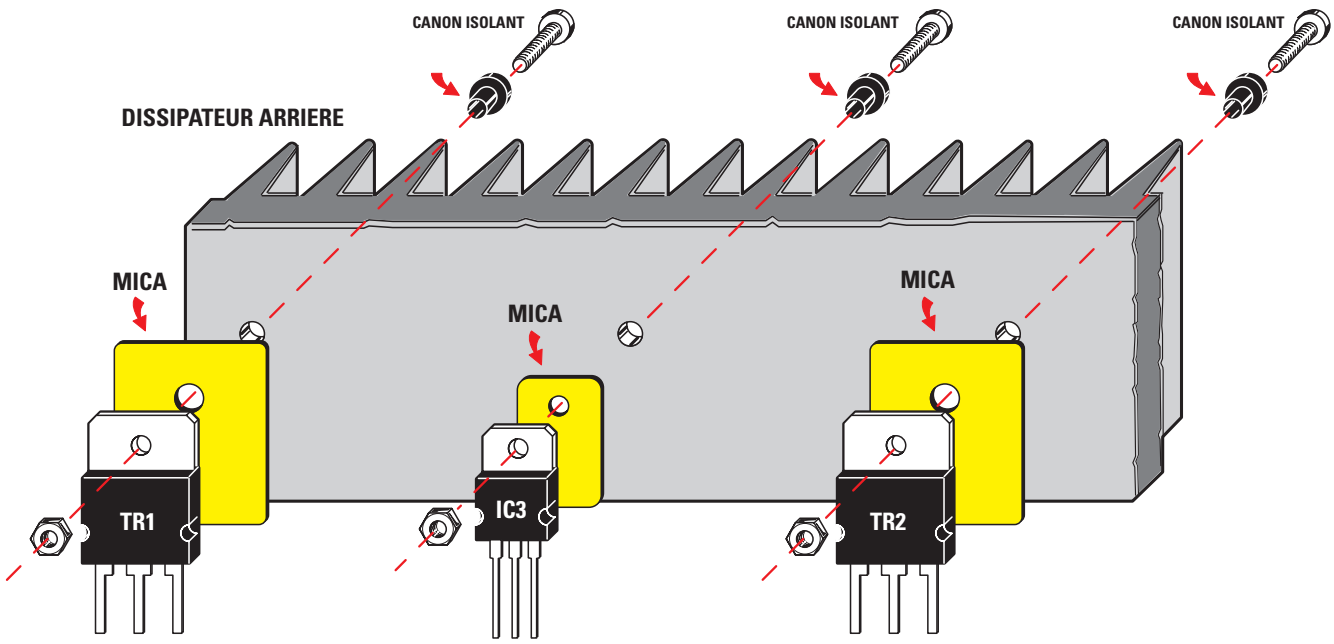


Figure 8 : Phases de montage des PNP TIP34C (TR1-TR2) et du régulateur LM317 (IC3) sur le dissipateur situé sur le panneau arrière du boîtier métallique de l'alimentation. Tous trois se montent avec des micas et des canons isolants.

broche de terre à la cosse de masse du châssis (voir figure 15).

Le montage dans le boîtier

Vous pouvez remonter ce panneau arrière, mais toujours en serrant les quatre boulons à la main.

Montez, au fond du boîtier métallique, le pont redresseur RS1 en l'orientant comme le montrent les figures 9, 14 et 15, mais ne serrez son boulon qu'à la main pour l'instant.

Prenez la platine de base EN1643 et, en l'orientant habilement (!), enfilez les 9 pattes des transistors de puissance et du régulateur dans les 9 trous du circuit imprimé et, conjointement, enfilez les 4 pattes de RS1 dans les 4 trous du centre de la platine (attention à la polarité, c'est-à-dire à l'orientation de ce pont, comme le montre la figure 9). Quand vous êtes certain de tous ces alignements, soulevez légèrement la platine (peu importe si les pattes du pont s'échappent des 4 trous, mais restez bien au dessus) et insérez les quatre entretoises autocollantes dans les quatre trous de la platine et, sans rater les 4 pattes de RS1 ni laisser échapper les 9 pattes des transistors et régulateur, collez les quatre entretoises au fond du boîtier métallique. Il ne vous reste qu'à souder les 9 pattes sur les 9 pastilles et les 4 pattes du pont sur ses 4 pastilles (faites des soudures de grande qualité car les courants en jeu sont relativement importants).

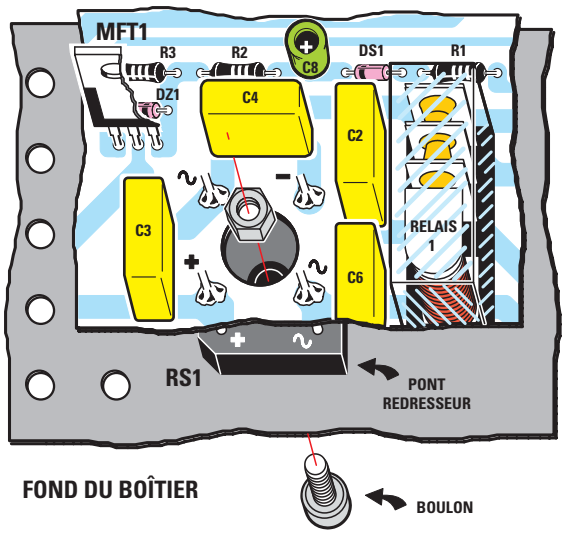


Figure 9 : Le pont redresseur est placé sous la platine (au centre, à droite du gros électrolytique, voir figure 7), il est en contact thermique avec le fond du boîtier métallique qui fait office de dissipateur ; il est solidaire de ce fond grâce à un boulon traversant. D'autre part, il ne faut pas oublier que ce pont est un composant polarisé et il convient donc de respecter son orientation (le pan coupé servant de repère-détrompeur doit être situé sous C3 et il correspond à la sortie +).

Quand c'est fait et que vous ne constatez pas de contraintes mécaniques excessives, serrez modérément le boulon du pont, les trois boulons des transistors et régulateur et tous les boulons du boîtier métallique que le nécessitent.

Si vous trouvez cette méthode de montage mécanique compliquée et que vous en imaginez une plus simple, n'hésitez pas à vous faire confiance, car la nôtre n'a aucun caractère impératif : il suffit qu'au bout du compte toutes les soudures soient exécutées et que les contraintes sur les sorties (des transistors et du régulateur surtout, car celles du pont sont très robustes) ne soient pas trop importantes.

Prenez maintenant le transformateur torique et fixez-le au fond du boîtier à l'aide du matériel fourni (coupelle, rondelles

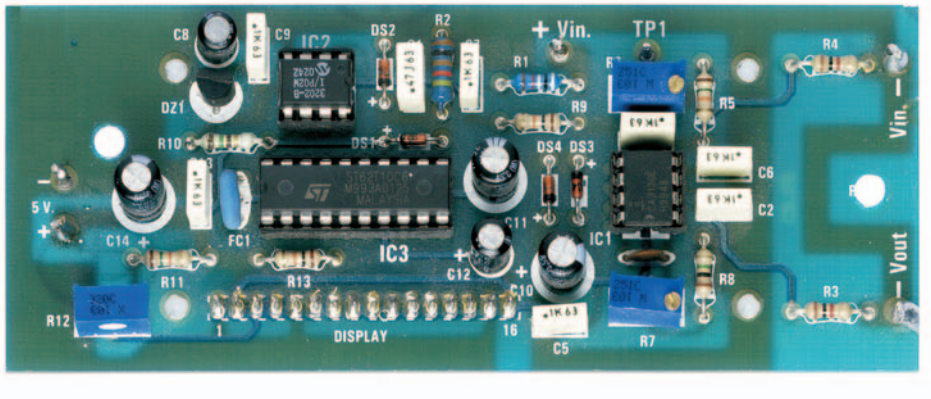


Figure 10 : Photo d'un des prototypes de la platine afficheur LCD voltmètre ampèremètre EN1556, côté composants.

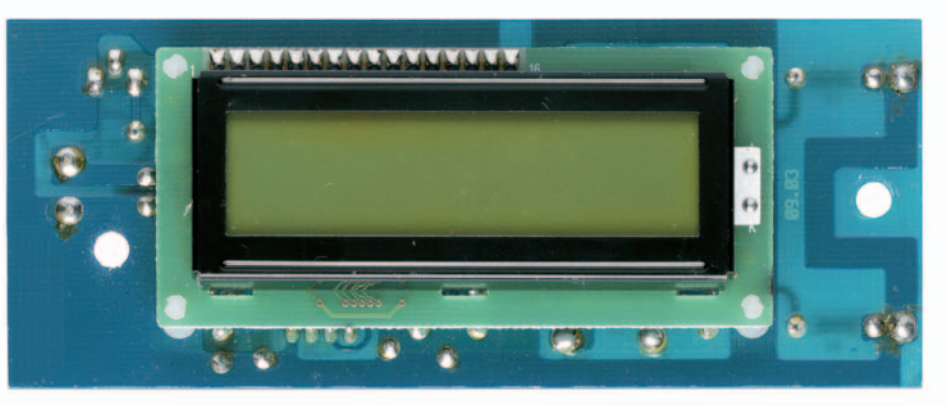


Figure 11 : Photo d'un des prototypes de la platine afficheur LCD voltmètre ampèremètre EN1556, côté LCD où est insérée la petite platine comportant l'afficheur. Tous les composants pour réaliser ce montage autrefois proposé (numéro 57 d'ELM) sont disponibles auprès de nos annonceurs.

et boulon long) ; distinguez les fils de sortie du secondaire (gros diamètre) et ceux du primaire (plus fins) et vissez les fils du secondaire sur les borniers de la platine de base **en respectant bien les couleurs** (voir figures 6a, 14 et 15).

La LED, reliée à la platine de base par deux fils R/N, s'enfonce dans le trou de la face avant et y affleure ; les deux douilles de sortie R/N vont, la noire à la platine afficheur LCD avec un gros fil soudé des deux côtés, la rouge par un petit fil à cette même platine, soudé des deux côtés et un gros à la platine de base vissé sur le + du bornier SORTIE, un gros fil noir relie ce même bornier à la platine afficheur LCD sur laquelle il est soudé ; deux petits fils R/N vont de cette platine au bornier 5 V

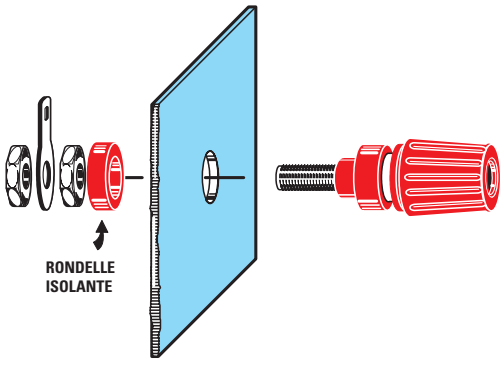


Figure 12 : Chaque fois que vous montez une douille en face avant ou sur le panneau arrière, si vous ne voulez pas qu'elle entre en court-circuit avec la masse du châssis, vous ne devez pas oublier d'enfiler derrière le panneau, avant les écrous et la cosse à souder, une rondelle isolante.

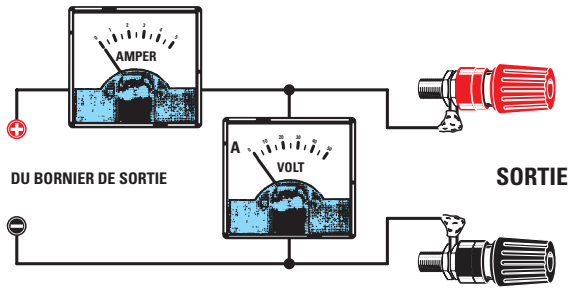


Figure 13 : Pour visualiser la tension et le courant de sortie, vous pouvez également utiliser deux classiques galvanomètres analogiques à aiguille (à condition toutefois de les monter conformément à ce schéma).

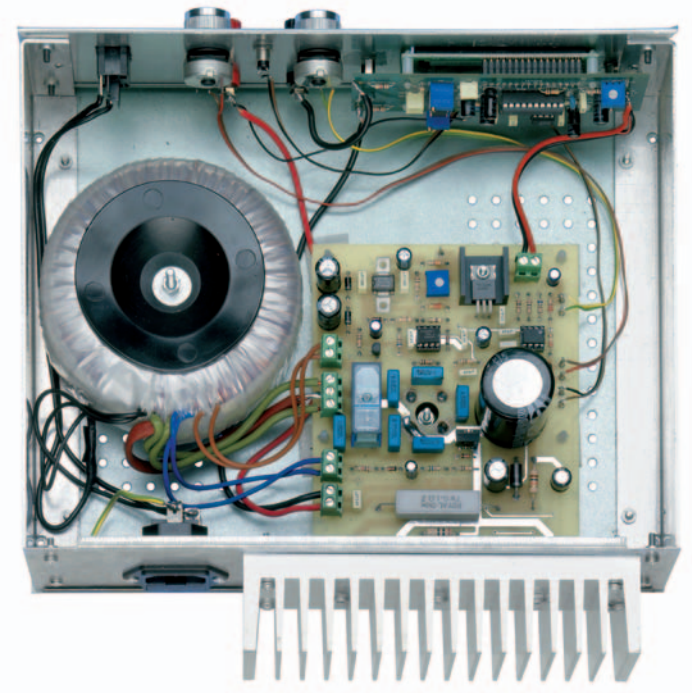


Figure 14 : Cette photo vue de l'arrière montre que l'on doit monter la platine afficheur LCD EN1556 derrière la face avant (vous pouvez ne fixer la face avant qu'à la fin), la platine de base EN1643 au fond du boîtier à l'aide de quatre entretoises autocollantes et le dissipateur doté de ses trois semiconducteurs sur le panneau arrière. Pour ce faire, ne serrez pas les trois boulons de fixation au dissipateur ; enfilez les 9 pattes dans les trous du circuit imprimé ; exécutez les 9 soudures et serrez à fond les trois boulons (le plus pratique est de ne boulonner et serrer le dissipateur sur le panneau arrière et/ou le panneau arrière au boîtier métallique qu'à la fin des opérations). Montez aussi en face avant les deux potentiomètres, les deux douilles et l'interrupteur ; sur le panneau arrière le connecteur secteur à cuvette avec fusible incorporé.

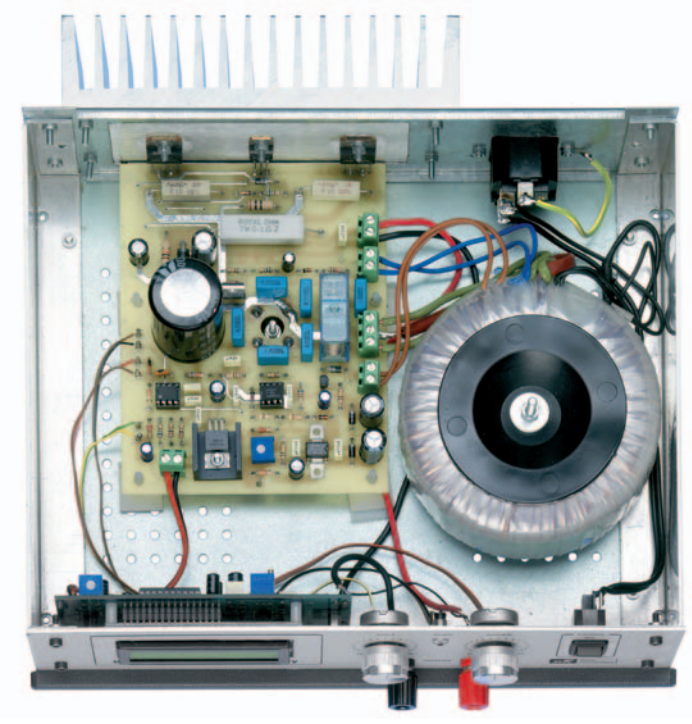


Figure 15 : Cette photo vue de l'avant montre comment réaliser ensuite les connexions entre la platine de base, la platine afficheur LCD, la face avant et le panneau arrière (voir aussi figure 6a).

de la platine de base ; des quatre picots de cette même platine partent deux paires à souder aux potentiomètres (ne pas oublier les "straps" sur ceux-ci) ; enfin, de l'interrupteur de face avant partent deux fils soudés (l'un est le primaire du transformateur, l'autre est à souder sur la fiche secteur), l'autre fil du primaire est à souder sur la fiche secteur (ne pas oublier de connecter la broche de terre au châssis).

Vérifiez au moins deux fois systématiquement, fil par fil, que vous n'avez rien oublié ni fait aucune erreur, par exemple d'inversion. Après seulement vous pourrez mettre sous tension et procéder au réglage.

Les essais et le réglage

Le réglage consiste à obtenir une tension d'exactement 0 V en sortie lorsque le bouton du potentiomètre de réglage des tensions est entièrement tourné vers la gauche. Insérez donc le cordon secteur dans la prise CE secteur (au fait, vous avez vérifié la présence des deux fusibles, l'un des deux est en réserve) et branchez-le ; allumez l'appareil avec son interrupteur M/A. Tournez le bouton des tensions tout à gauche : il est probable que le LCD affiche une valeur différente de 0 V. Pour régler l'appareil de manière à ce que la tension de sortie soit égale à 0 V quand le bouton des tensions est tourné complètement vers la gauche, vous n'avez qu'à agir (avec un petit tournevis) sur le trimmer R11.

Conclusion

Votre alimentation "toute simple" de labo a fière allure sur votre banc de travail et surtout elle va vous rendre de nombreux et bons services. Comparez-la avec une de celles qui inondent le marché...La vôtre est une alimentation professionnelle et elle vous a coûté le prix d'un modèle bas de gamme !

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette alimentation professionnelle EN1643 (ainsi que la platine afficheur EN1556) est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes disponibles sont téléchargeables à l'adresse suivante :
http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/087.zip. ◆

MESURES - DIVERS



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 ..... 115,00 €
EN1407KM Version montée ..... 149,00 €



LOCALISEUR GPS / GSM MINIATURE

Grâce au minuscule module GPS / GSM Wavecom nous allons réaliser un localiseur à distance alimenté par une batterie rechargeable ; il est tellement minuscule (58 x 32 x 6 mm) qu'on pourra le mettre dans la poche et pas seulement à bord d'un véhicule (pour ce dernier cas cependant nous vous proposons un adaptateur d'alimentation à découpage ET601). Avec Internet et la cartographie disponible, une utilisation en réseau permet de visualiser la position du localiseur sur une carte. **CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES** : Connexion GSM : 900 / 1800 MHz - Récepteur GPS : 16 canaux - Précision : 3 m CEP - Vitesse de ré-acquisition : 1 à 41,5 s - Paramétrage à distance - Mot de passe d'accès - Envoi des données : SMS et courriel - Formats des coordonnées : 3 - Alimentation : 3,6 VDC - Consommation moyenne : 30 mA - Températures de travail : comprises entre –35 et +85 °C - **Poids: 15 g**. L'appareil ET596 est livré pré monté avec le module Q2501, le câble adaptateur d'antenne (MMS/SMA), l'antenne active GPS et l'antenne GSM bi-bande. Le pack batterie n'est pas compris et il est disponible séparement.

ET596..... Localisateur monté ..... 449,00 €
Bat T 3006C...Pack batterie ..... 8,50 €

LOCALISEUR GPS AVEC ENREGISTREMENT SUR SD-CARD



Installé à bord d'un véhicule routier ou d'un bateau, cet appareil «embarqué» enregistre sur carte SD le parcours effectué et permet de le visualiser, à l'aide d'un programme de cartographie GPS, dans les moindres détails. La carte mémoire SD de 64 Mo permet de mémoriser environ 1 700 000 positions, ce qui permet d'enregistrer pendant 20 jours avec une précision d'un enregistrement par seconde. Alimentation 12 à 24 VDC

ET597K..... Kit complet sans BR305.. 79,00 €
BR305 ..... Récepteur GPS BR305 .. 125,00 €



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 modulateur montée 19,00 €
MO1630 ..... Coffret usiné, sérigraphié54,,00 €



POLLUOMÈTRE 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.

EN1435.....Kit complet avec boîtier ..... 106,00 €
EN1435K ..Version montée avec boîtier ..... 146,00 €



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 ..... 71,20 €
TM1310..... Bobine pour étalonnage .... 8,40 €
EN1310KM Version monté ..... 106,80 €



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 .. 19,05 €



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 ets l'alimentation est disponible à part.

EN1431 ..... Kit & boîtier ..... 100,60 €
EN1432 ..... Kit alimentation ..... 30,60 €



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 .. 19,70 €



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

EN1426 ..... Kit complet avec boîtier .. 27,30 €



TRANSISTOR PIN-OUT CHECKER

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

EN1421 ..... Kit complet vec boîtier .... 38,10 €



TESTEUR DE FET

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

EN5018 ..... Kit complet avec boîtier .. 51,80 €



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 : 27,00 €



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 ..... 66,30 €



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 ..... 51,70 €



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 €



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 avec boîtier.. 210,00 €



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 ..... 33,55 €



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.

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



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 €



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 avec boîtier 29,00 €



DÉTECTEUR DE FILS SECTEUR

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

EN1433.....Kit complet avec boîtier ..... 13,55 €



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.

ET370..... Kit complet avec boîtier .. 37,00 €



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 boîtier .. 89,00 €
SE1.20..... Capteur de vent seul ..... 50,10 €



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 .. 42,70 €

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 0,53 €) ou téléchargeable gratuitement sur notre site.

EN1641

Un contrôle à distance

des lumières domestiques

Avec un boîtier de télécommande IR nous allons pouvoir allumer/éteindre à distance deux appareils domestiques au choix (téléviseur, home-cinéma, chaîne Hi-Fi, etc.) et disposer en plus de trois canaux pour régler continûment la luminosité de trois ampoules à filament.



On trouve dans le commerce de nombreux “varilights” ou variateurs de luminosité pour ampoules à incandescence ; d’autre part les télécommandes infrarouges permettant d’allumer/éteindre le téléviseur, l’ampli Hi-Fi, etc., envahissent nos appartements ; par contre, on ne trouve pas de système de télécommande IR qui fasse les deux en n’utilisant qu’un seul boîtier.

C’est le défi que relève le montage que cet article vous propose : un boîtier émetteur d’aspect ordinaire (voyez vous-même ci-dessus) et un récepteur. Deux canaux vous permettront d’allumer/éteindre deux appareils électriques au choix (par exemple l’écran à plasma et l’ampli AV) et trois autres canaux, séparés et fonctionnant indépendamment l’un de l’autre, feront varier graduellement à volonté en + ou en – la luminosité de trois luminaires (dotés d’ampoules à filaments).

Utilisation possible typique : on baisse à zéro l’éclairage de plafond du salon, on allume faiblement le chevet (le troisième canal LP3 reste cette fois inutilisé, il commande l’éclairage extérieur), on allume l’écran à plasma et on allume l’ampli “home cinema” AV ; plus tard dans la soirée, on augmentera la luminosité du lustre du salon, on règlera à zéro le chevet, on augmentera la luminosité de l’éclairage de terrasse au maximum (pour permettre à nos amis de regagner leur voiture), on éteindra ampli AV et écran à plasma (pas forcément dans cet ordre-là). Ce ne sont là que des exemples, bien sûr et l’on peut envisager de commander n’importe quel appareil dépourvu de commande IR (vieux poste de radio, ventilateur), il suffit qu’il soit électrique !

Le schéma électrique

Avant de passer à la description complète du schéma électrique du récepteur, figure 4, parlons un peu du circuit intégré IC1 qui en est le cerveau.

Le circuit intégré d’entrée U250B

La figure 1 en donne le schéma synoptique interne. Sur ses

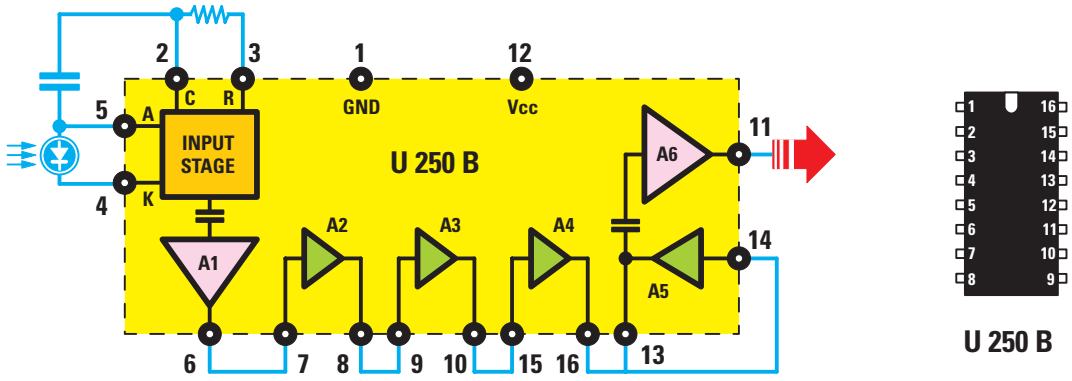


Figure 1 : Schéma synoptique interne et brochage vu de dessus du détecteur U250B. Le signal capté par la diode FD1 est amplifié, puis filtré par les étages A2-A3-A4-A5 puis prélevé sur la broche 11 pour être transféré vers IC3 (voir figure 4).

broches 5-4 on monte une photodiode IR réceptrice FD1 BPW41 qui capte le signal codé émis par le boîtier de télécommande (ou zapette : c'est l'émetteur, voir figure 2) et l'amplifie. Sur la broche 6 on prélève donc un signal dûment amplifié, ensuite appliqué à quatre amplificateurs internes A2-A3-A4-A5 ; ces derniers servent à filtrer les signaux émis par la télécommande afin d'empêcher qu'un signal provenant d'une autre télécommande ne puisse influencer le circuit.

De la broche 11 sort le signal codé parfaitement nettoyé, prêt à être appliqué à la broche 2 du circuit intégré IC3 suivant U336M lequel, on le verra, a pour rôle de le démoduler.

Le reste du schéma électrique

Commençons par la photodiode réceptrice FD1, reliée aux broches 4-5 de IC1 U250B : les impulsions qu'elle reçoit à travers l'émetteur de télécommande (la zapette visible figure 2) sont transférées au moyen de C1 sur la broche 2 de IC1 pour être adéquatement amplifiées.

Le signal amplifié est prélevé sur la broche 6 puis, réintroduit par la broche 7, on le fait passer à travers les filtres RC sélectifs passe-bande internes A2-A3-A4-A5 tous en série (voir figure 1) et destinés à éliminer tous les éventuels signaux parasites que la photodiode réceptrice pourrait capter d'une autre source.

Le signal filtré est ensuite transféré à l'étage final A6 qui l'amplifie afin de compenser l'atténuation introduite par les filtres sélectifs A2-A3-A4-A5.

Comme le montre la figure 4 (à gauche), les broches de IC1 sont dotés de nombreux condensateurs et résistances, nécessaires au bon fonctionnement de ces filtres sélectifs : pas de problème, notre circuit imprimé double face est parfaitement dessiné pour un montage aisé (voir figure 8a et b).

Rassurés, revenons donc au schéma électrique de la figure 4 pour préciser que sur la broche 11 de IC1 nous prélevons le signal IR capté par la photodiode réceptrice FD1 rendu parfaitement propre par ce traitement. Ce signal traité est acheminé vers la broche 2 du démodulateur IC3 : pour qu'il fonctionne, on doit appliquer entre ses broches 1 et 27 un quartz de 4 MHz fournissant la fréquence d'horloge.

Première fonction : la commande des relais

Pour activer les relais RL1 ou RL2, il faut presser (sur la zapette visible figure 2, bien sûr) les touches 1-2-3-4, comme le montre la figure 6. Quand on presse une de ces touches, sur les broches 12 et 13 de IC3 nous obtenons les niveaux logiques suivants :

Télécommande	broche12	broche 13
touche 1 pressée	0	0
touche 2 pressée	1	0
touche 3 pressée	0	1
touche 4 pressée	1	1

Note : rappelons que le zéro logique est une absence de tension et que le un logique est une tension positive. Les autres touches de la télécommande peuvent activer ou désactiver les relais RL1 et RL2.

Les niveaux logiques présents sur les broches de sortie 12-13 de IC3 sont transférés sur les broches 2-3 du décodeur IC4 CD4555 (à l'intérieur, il comporte deux décodeurs identiques, mais nous n'en utiliserons qu'un seul) au moyen d'un signal d'horloge présent sur la broche 11 de IC3.

Si nous pressons la touche 1 de la télécommande, c'est une impulsion positive qui arrivera sur la broche 6 de Set de IC5/A : cette impulsion positionne le FLIP-FLOP interne et sur la broche 1 Q nous obtenons une tension positive qui atteint la base de TR4 lequel, en se mettant à conduire, colle RL1.

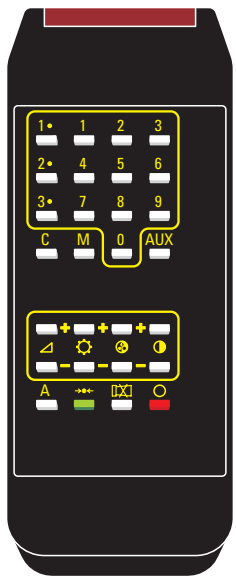


Figure 2 : Aspect extérieur du boîtier de télécommande IR utilisée pour commander notre contrôle de lumières à distance. Une pile 6F22 de 9 V prend place dans le compartiment prévu à cette effet (elle n'est pas fournie avec le boîtier).

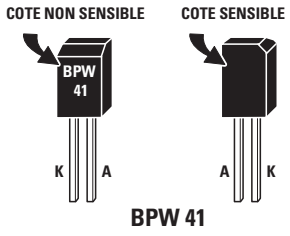
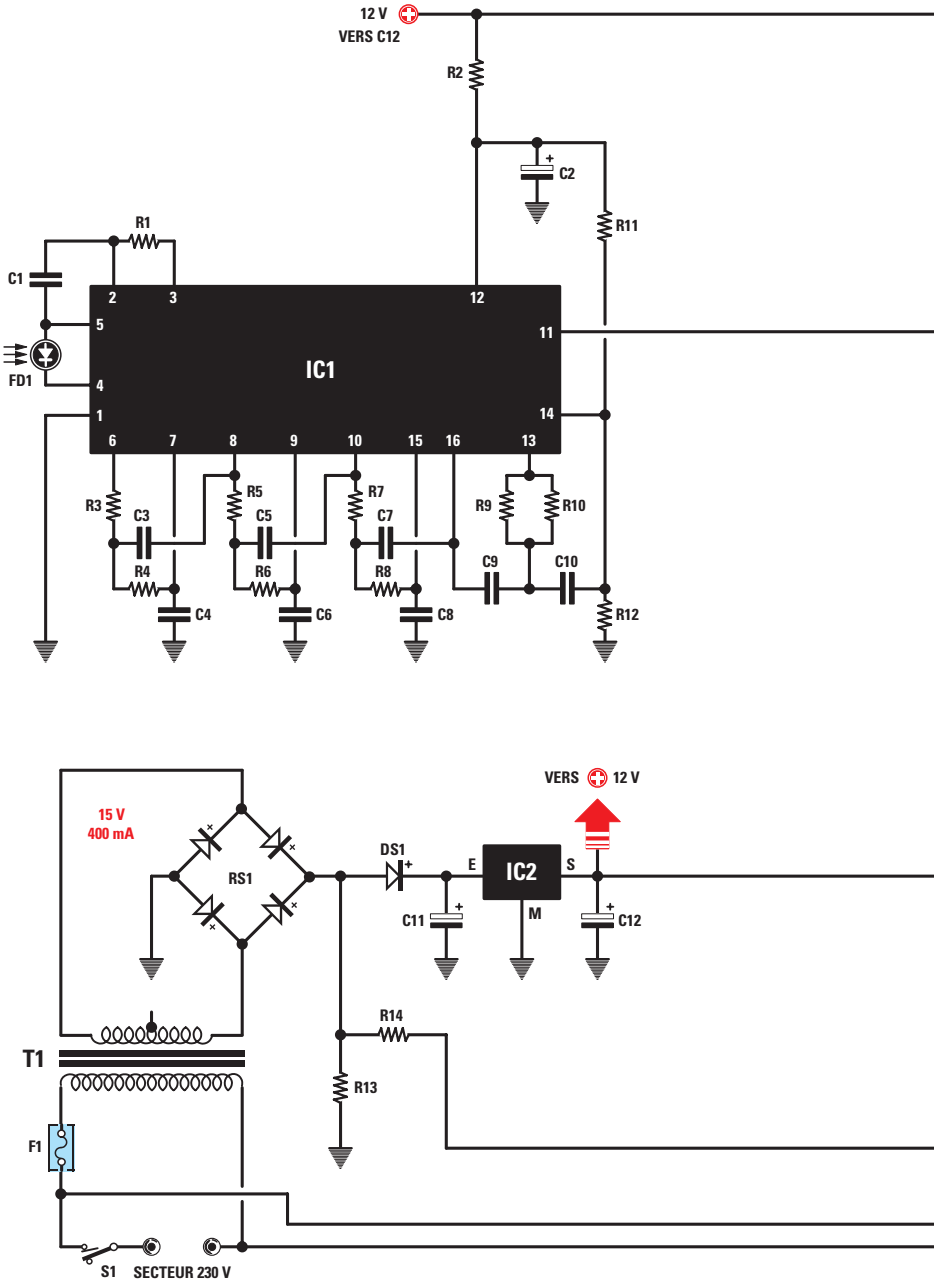


Figure 3 : Brochage de la photodiode vue de devant et de derrière. La face sensible est celle qui NE COMPORTE PAS D'INSCRIPTION.

Si maintenant nous pressons la touche 2 de la télécommande, c'est une impulsion positive qui arrivera sur la broche 4 de Reset de IC5/A : cette impulsion repositionne le FLIP-FLOP interne et sur la broche 1 Q nous n'obtenons plus aucune tension positive, TR4 ne peut conduire, ce qui décolle RL1. Le réseau C16/DS4/DS6 sert à repositionner (à réinitialiser en fait) automatiquement les deux FLIP-FLOP seulement quand nous alimentons pour la première fois le circuit, afin d'éviter que les deux relais ne prennent une condition anormale (phénomène d'oscillation).

Seconde fonction : augmentation et diminution graduelles de la luminosité de trois ampoules

Trois canaux indépendants LP1-LP2-LP3 agissent en tant que variateurs de tension sur le secteur 230 V au moyen des TRIACS TRC1-TRC2-TRC3. Cette variation de tension a pour effet de modifier en + ou en – et graduellement la luminosité de trois luminaires, à la condition qu'ils soient constitués d'ampoules à filaments : cela est obtenu



Liste des composants

R1 ..... 100 k
R2 47
R3 ..... 18 k
R4 ..... 18 k
R5 ..... 8,2 k
R6 ..... 8,2 k
R7 ..... 10 k
R8 ..... 10 k
R9 ..... 15 k
R10 ..... 15 k
R11 ..... 33 k
R12 ..... 33 k
R13 ..... 1 k
R14 ..... 10 k
R15 ..... 10 k
R16 ..... 10 k
R17 ..... 10 k
R18 ..... 100 k
R19 ..... 100 k
R20 ..... 10 k
R21 ..... 1 k
R22 ..... 10 k
R23 ..... 1 k
R24 ..... 10 k
R25 ..... 10 k
R26 ..... 10 k
R27 680
R28 ..... 10 k
R29 ..... 1 k
R30 ..... 10 k
R31 ..... 100 k
R32 ..... 22 k
R33 ..... 10 k
R34 ..... 1 M
R35 ..... 1 M
R36 ..... 100 k
R37 .... 100 k
R38 .... 100 k
R39 ... 1 k
R40 ... 1 k 1/2 W
R41 ... 1 k
R42 ... 1 k 1/2 W
R43 ... 1 k
R44 ... 1 k 1/2 W
C1..... 220 pF céramique
C2..... 47 µF électrolytique
C3..... 220 pF céramique
C4..... 220 pF céramique
C5..... 680 pF céramique
C6..... 330 pF céramique
C7..... 1,5 nF céramique
C8..... 100 pF céramique
C9..... 470 pF céramique
C10 ... 470 pF céramique
C11 ... 1 000 µF électrolytique

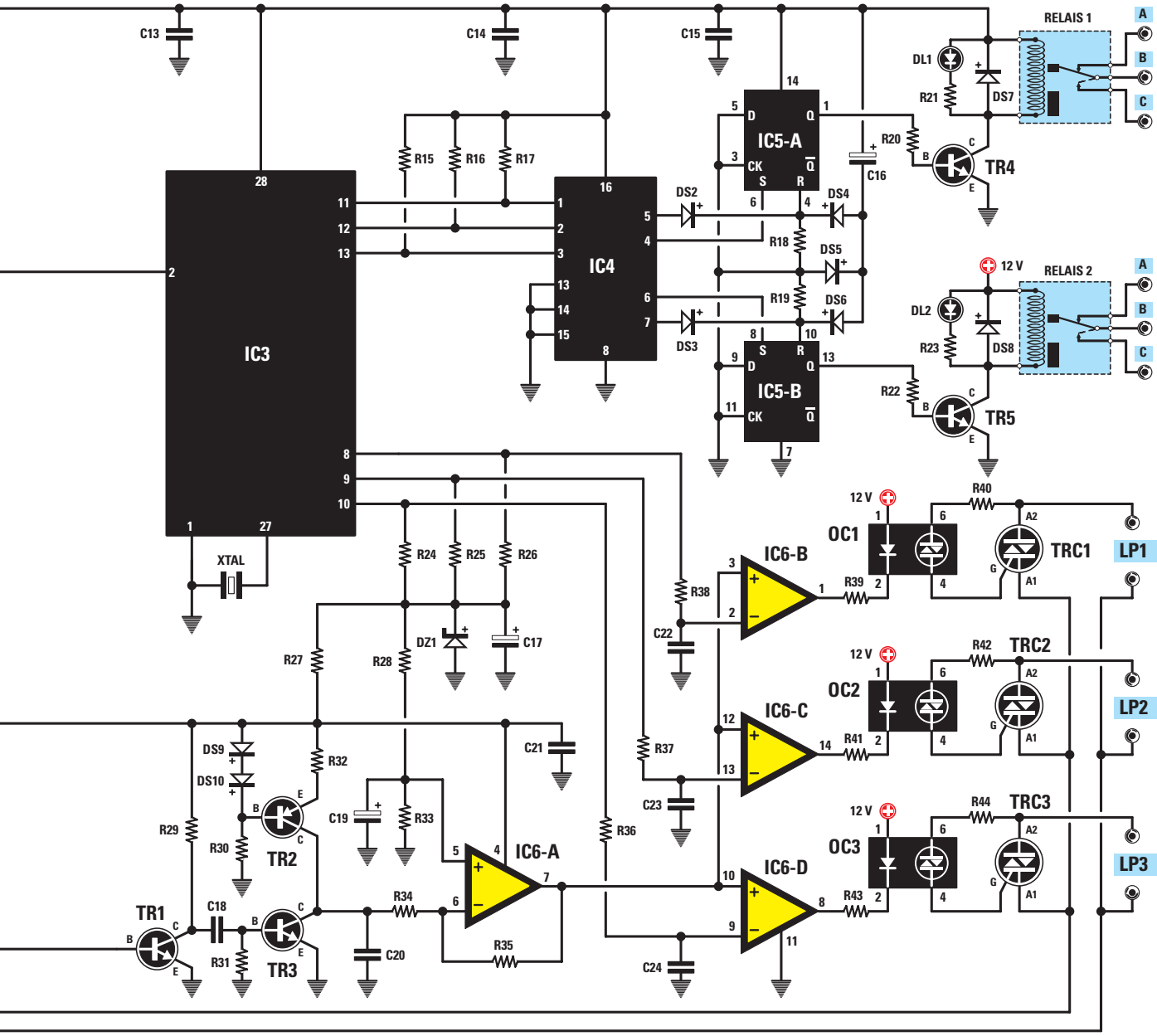


Figure 4 : Schéma électrique du contrôle IR à distance complet, alimentation secteur 230 V comprise. Vous pourrez l'utiliser pour commander deux relais ou bien faire varier indépendamment la luminosité de trois lampes (LP1-LP2-LP3) reliées à sa sortie, tout cela au moyen du boîtier de télécommande (voir figure 2).

C12 ... 47 µF électrolytique
C13 ... 100 nF polyester
C14 ... 100 nF céramique
C15 ... 100 nF polyester
C16 ... 2,2 µF électrolytique
C17.... 10 µF électrolytique
C18 ... 3,3 nF polyester
C19 ... 10 µF électrolytique
C20 ... 100 nF polyester
C21 ... 100 nF polyester
C22 ... 470 nF polyester
C23 ... 470 nF polyester
C24 ... 470 nF polyester
XTAL .. quartz 4 MHz
RS1 ... pont redr. 100 V 1 A
DS1 ... 1N4007
DS2 ... 1N4150
DS3 ... 1N4150
DS4 ... 1N4150

DS5 ... 1N4150
DS6 ... 1N4150
DS7 ... 1N4007
DS8 ... 1N4007
DS9 ... 1N4150
DS10. 1N4150
DZ1 ... 6,2 V 1/2 W
FD1 ... BPW41 photodiode réceptrice
DL1 ... LED
DL2 ... LED
TR1.... NPN BC547
TR2.... PNP BC557
TR3.... NPN BC547
TR4.... NPN BC547
TR5.... NPN BC547
IC1..... U250B
IC2..... L7812
IC3..... U336M

IC4..... CMOS 4555
IC5..... CMOS 4013
IC6..... LM324
OC1 ... MOC3020 photocoupleur
OC2 ... MOC3020 photocoupleur
OC3 ... MOC3020 photocoupleur
TRC1 . BT137 TRIAC 500 V 5 A
TRC2 . BT137 TRIAC 500 V 5 A
TRC3 . BT137 TRIAC 500 V 5 A
F1..... fusible 145 mA auto-réarmable
T1.....transformateur 6 VA (T006.02) sec. 8-15 V 0,4 A
S1..... interrupteur à levier
RL1.... relais 12 V 1 contact
RL2.... relais 12 V 1 contact
S1..... interrupteur à levier

Note : *toutes les résistances sont des 1/4 W, sauf spécification différente.*

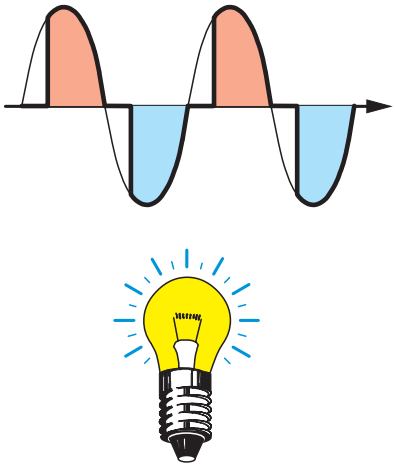


Figure 5: Pour régler à volonté la luminosité des ampoules reliées aux sorties LP1-LP2-LP3, il suffit de détecter le “zero crossing” (point de passage par zéro) du 100 Hz au moyen de TR1, puis de commander les TRIACS avec un retard approprié.

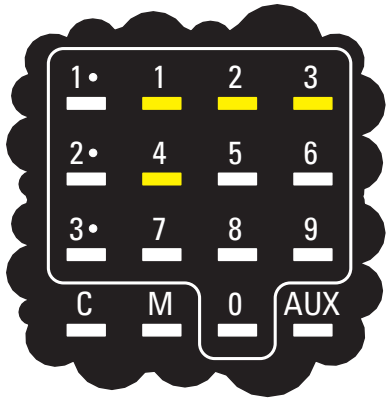
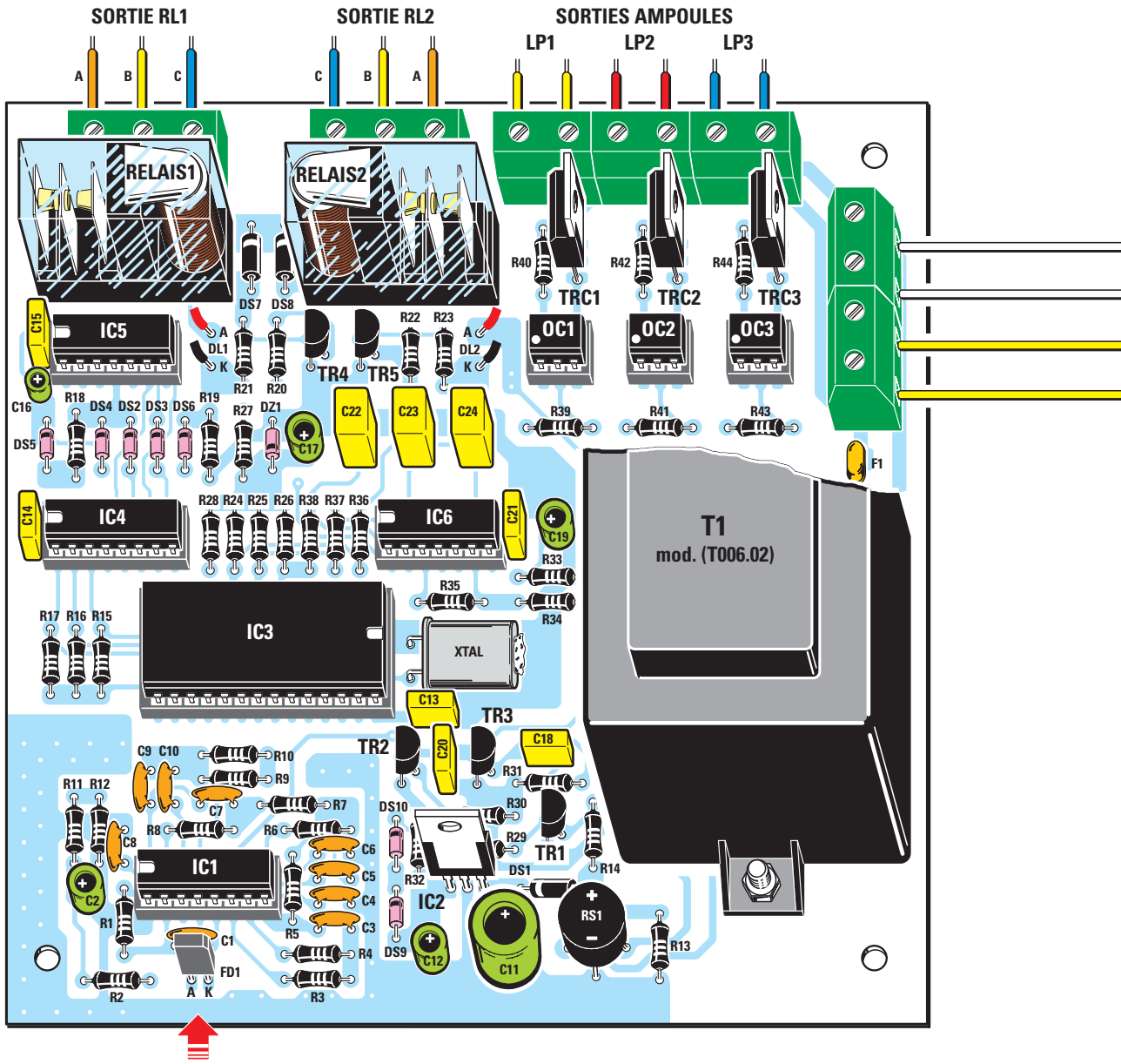


Figure 6: Pour commander les relais RL1 et RL2, vous devez presser les touches 1-2-3-4 (représentées ici en jaune). Si on presse 1 on colle le RL1, si on presse 2 on le décolle; si on presse 3 on colle RL2, si on presse 4 on le décolle. Quand le relais est collé, la LED montée en parallèle sur sa bobine s’allume (voir figure 4).



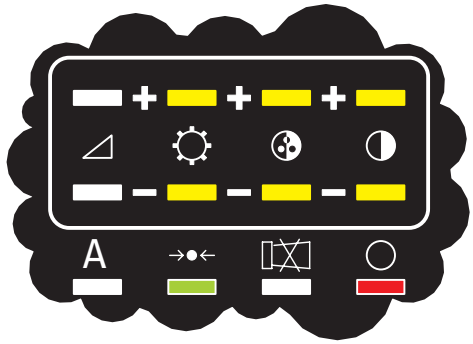


Figure 7 : Pour régler à volonté la luminosité des ampoules LP1-LP2-LP3, pressez les touches +/– (représentées ici en jaune). Si on presse le + situé au dessus du deuxième symbole à partir de la gauche, on augmente la luminosité de LP1, si on presse le – on la diminue ; si on presse le + situé au dessus du troisième symbole à partir de la gauche, on augmente la luminosité de LP2, si on presse le – on la diminue ; si on presse le + situé au dessus du quatrième symbole à partir de la gauche, on augmente la luminosité de LP3, si on presse le – on la diminue.

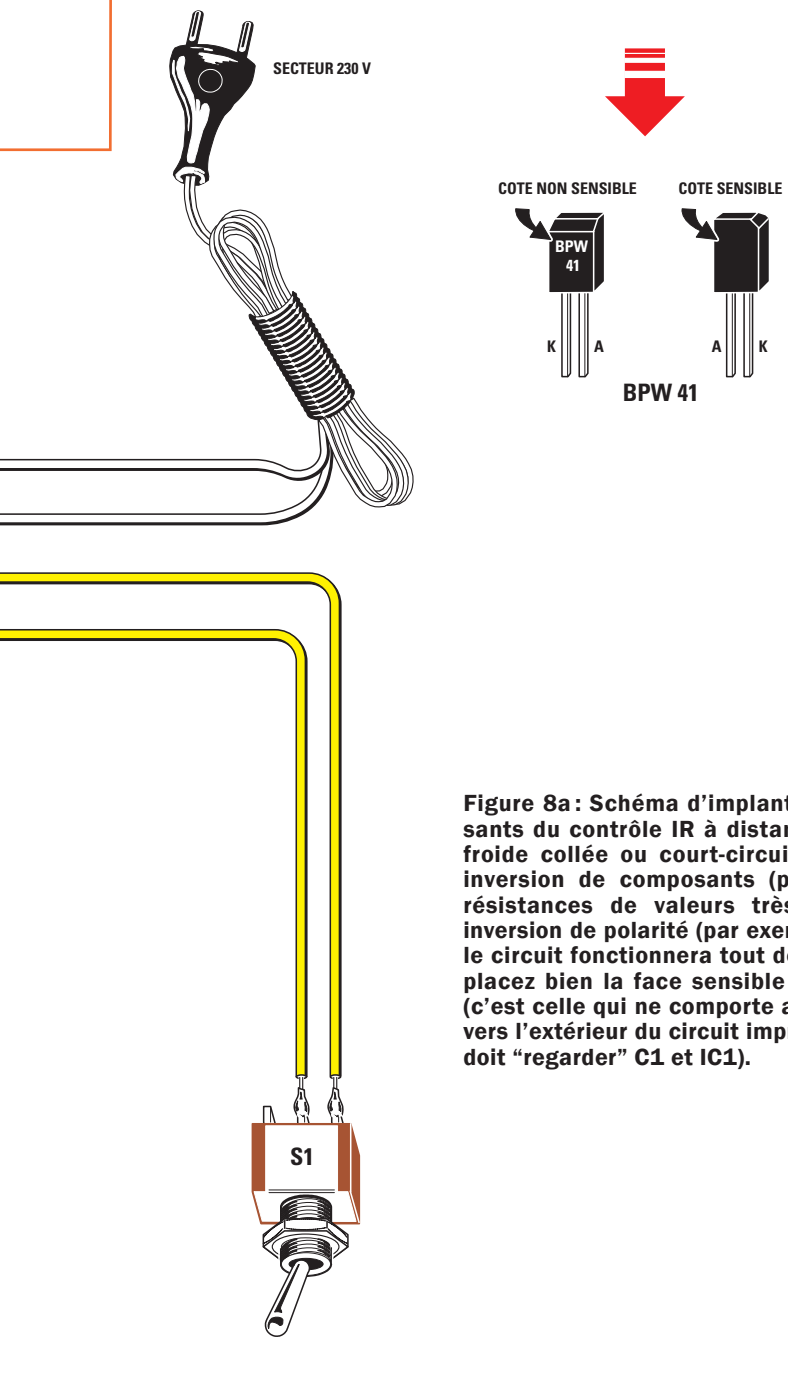


Figure 8a : Schéma d'implantation des composants du contrôle IR à distance. Sauf soudure froide collée ou court-circuit entre pistes ou inversion de composants (par exemple deux résistances de valeurs très différentes) ou inversion de polarité (par exemple d'une diode), le circuit fonctionnera tout de suite. Attention, placez bien la face sensible de la photodiode (c'est celle qui ne comporte aucune indication) vers l'extérieur du circuit imprimé (le marquage doit "regarder" C1 et IC1).

simplement en commandant les TRIACS en retard par rapport au passage par zéro de la tension du secteur (voir figure 5) ; ce détecteur de "zero crossing" (passage par zéro) engendre une impulsion au moment précis où la demi onde alternative passe de la polarité positive à la négative et vice-versa ; pour nous, la détection de passage par zéro est faite par le NPN TR1, lequel prélève la tension impulsionnelle à 100 Hz sur le pont redresseur RS1. Ces impulsions sont appliquées sur la base du NPN TR3.

Note : une parenthèse pour préciser que le PNP TR2 est monté ici en générateur de courant constant ; il alimente C20 afin que nous obtenions une rampe de tension pour l'appliquer sur la broche 6 inverseuse de l'amplificateur opérationnel IC6/A.

Sur la broche 7 de IC6/A on obtient donc une rampe de tension, ensuite elle est acheminée vers les entrées non-inverseuses (signe +) des trois comparateurs IC6/B-IC6/C-IC6/D. Les entrées inverseuses (signe –) de ces mêmes comparateurs sont pilotées par les broches 8-9-10 de IC3.

Quand on appuie sur les touches + ou – de la télécommande (voir figure 7) on fait varier en + ou en – la luminosité des ampoules reliées indépendamment à la sortie des trois canaux, c'est-à-dire à chaque TRIAC. Les photocoupleurs OC1-OC2-OC3, montés entre les sorties des amplificateurs opérationnels IC6/B-IC6/C-IC6/D et les TRIACS, servent bien sûr à isoler électriquement notre circuit récepteur de la tension du secteur 230 V.

L'alimentation

Pour alimenter ce récepteur, il faut une tension stabilisée de 12 V : le transformateur secteur 230 V comporte un secondaire fournissant 8 et 15 V, c'est

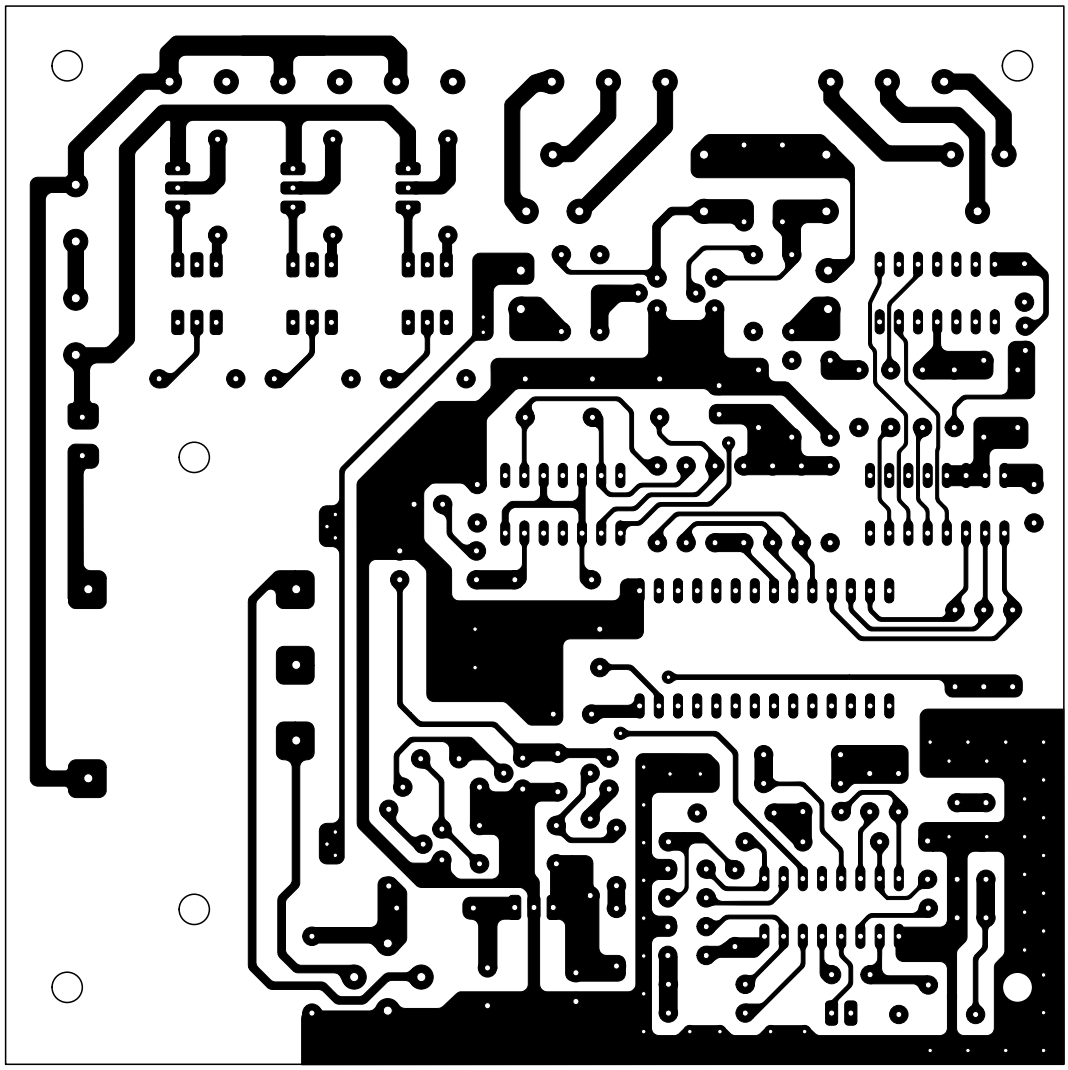


Figure 8b-1: Dessin, a l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine du contrôle IR à distance, côté soudures.

le 15 V qui nous intéresse ; après l'avoir redressée grâce à RS1, cette tension est stabilisée à 12 V par le classique régulateur IC2, L7812 ou uA7812.

La réalisation pratique

Pour réaliser ce système de télécommande IR **EN1641**, vous n'aurez qu'à construire le récepteur. En effet, le boîtier de télécommande (l'émetteur, la zapette si vous préférez) est disponible tout monté et prêt à "attaquer" le récepteur (il n'y manque que la pile 6F22 de 9 V que vous devrez vous procurer à part).

Pour construire ce récepteur, il vous faut le circuit imprimé double face à trous métallisés EN1641, sur lequel tous les composants seront montés, hormis l'interrupteur M/A et les deux LED à placer en face avant (par le panneau arrière sortent le cordon secteur et les paires de commande des cinq canaux), comme le montrent la figure 12. Les figures 8b-1 et 2 donnent les dessins des deux faces à l'échelle 1.

Il serait bon de commencer par enfoncer les quatre seuls picots de la platine, situés vers l'arrière, près des relais et servant à relier les deux LED.

Montez ensuite les huit supports des CI et des OC (attention, ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée), vérifiez bien ce premier travail puis montez tous les autres composants en allant des plus bas (résistances, diodes, etc.) aux plus hauts (électrolytiques, relais, régulateur, borniers, transformateur secteur). Contrôlez avant soudure l'orientation des composants polarisés (électrolytiques, diodes, transistors, pont redresseur, régulateur et circuits intégrés, n'insérez ces derniers dans leurs supports qu'après le montage dans le boîtier et vérification des connexions). Il n'y a aucune difficulté si vous regardez bien les figures 8a, 9, 10, 11 et la liste des composants. Le quartz se monte couché et l'extrémité supérieure de son boîtier métallique soudée sur une pastille de masse.

Le régulateur est debout sans dissipateur, semelle "regardant" C11-C12. Les trois TRIACS sont montés également debout sans dissipateur, semelles tournées vers la droite.

Les transistors demi lune ont leurs méplats qui "regardent" tous vers la gauche. Toutes les bagues des diodes sont vers le haut de la platine, sauf DZ1 dont la bague "regarde" R25-R26

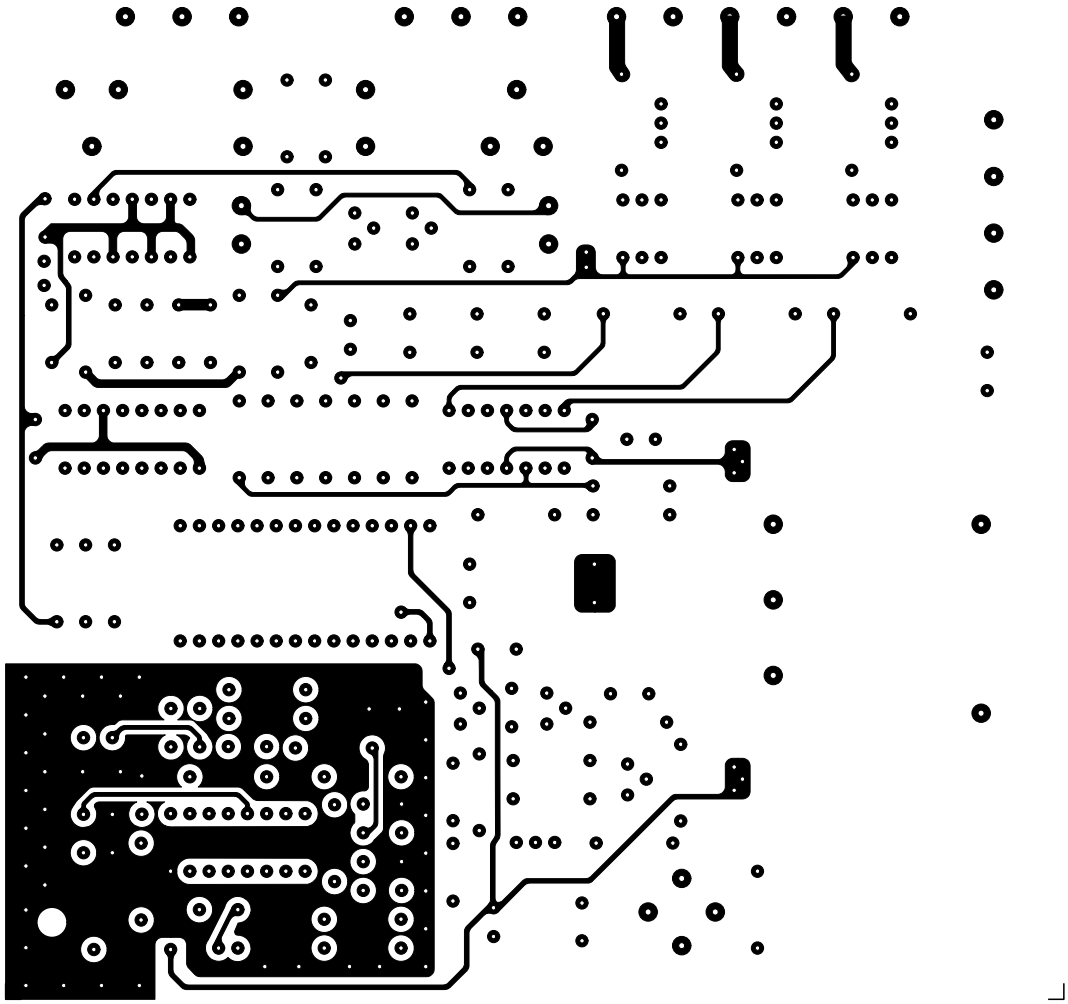


Figure 8b-2 : Dessin, a l'échelles 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine du contrôle IR à distance, côté composants.

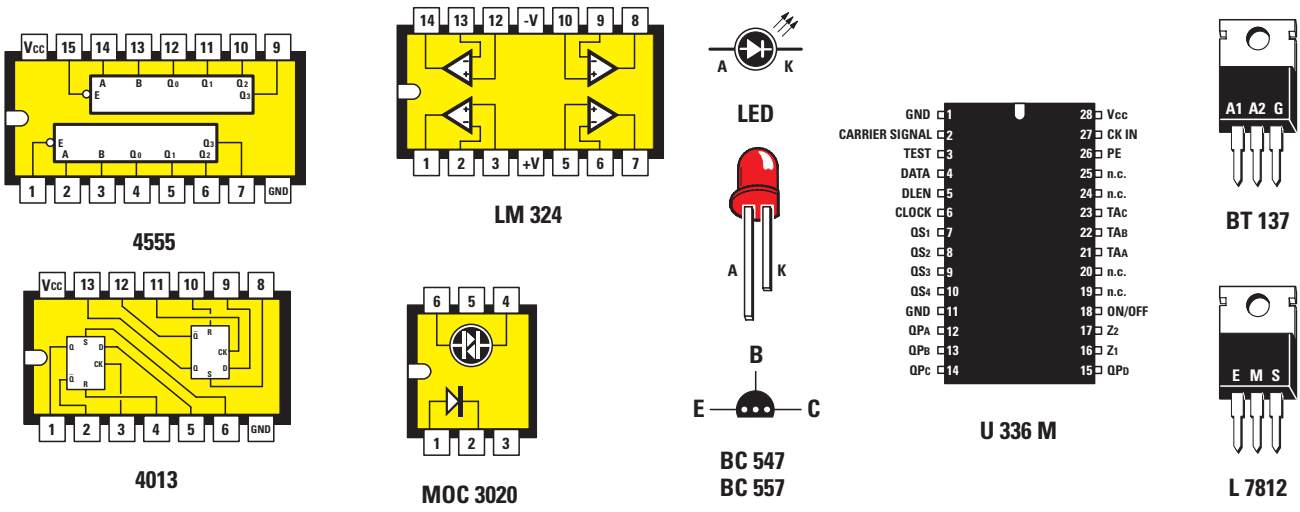


Figure 9 : Brochages vus de dessus des circuits intégrés utilisés pour ce montage ; celui de la LED est vu de face, tout comme ceux du TRIAC BT137 et du régulateur L7812 en boîtier TO220 ; enfin, ceux des transistors en boîtier plastique demi lune sont vus de dessous.

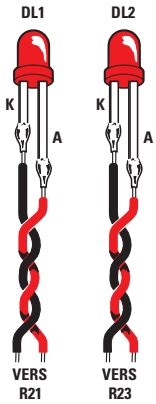


Figure 10 : Petit rappel toujours utile, des deux pattes A anode et K cathode d'une LED, la plus longue est l'anode et c'este elle qui est reliée au positif (fil de couleur rouge) ; alors, retenez bien ANODE LONGUE ROUGE.

et DS1 dont la bague est tournée vers IC2. Le – du pont RS1 est vers le bas de la platine.

Attention, la face sensible de la photodiode réceptrice FD1 (c'est celle qui ne comporte aucune inscription) doit bien sûr être tournée vers l'extérieur (un trou dans la face avant permet à cette face d'être touchée par les IR provenant de l'émetteur). Voir figure 11. Vérifiez bien, plusieurs fois, l'identification et l'orientation de ces composants polarisés et la qualité de toutes les soudures, puis passez à l'installation dans le boîtier.

L'installation dans le boîtier

Prenez la face avant en aluminium anodisé et sérigraphié du boîtier et montez les deux voyants à LED (attention à la polarité : la patte la plus longue est l'anode, comme le montre la figure 10) et l'interrupteur M/A, comme le montrent les figures 8a et 11. Prenez la platine, fixez-la au fond du boîtier, à l'aide des quatre entretoises autocollantes, comme le montre la figure 11. Saisissez-vous enfin du panneau arrière, montez-y les passe-fils en caoutchouc, enfilez le cordon secteur et faites un nœud à l'intérieur afin d'éviter les contraintes mécaniques sur les borniers et les soudures, dans les autres passez les paires de commande des cinq canaux (voir figure 12).

Vous pouvez effectuer les connexions entre la platine et la face avant. Utilisez des paires. Celles des LED sont soudées sur les picots (voir figures 8a et 10), les

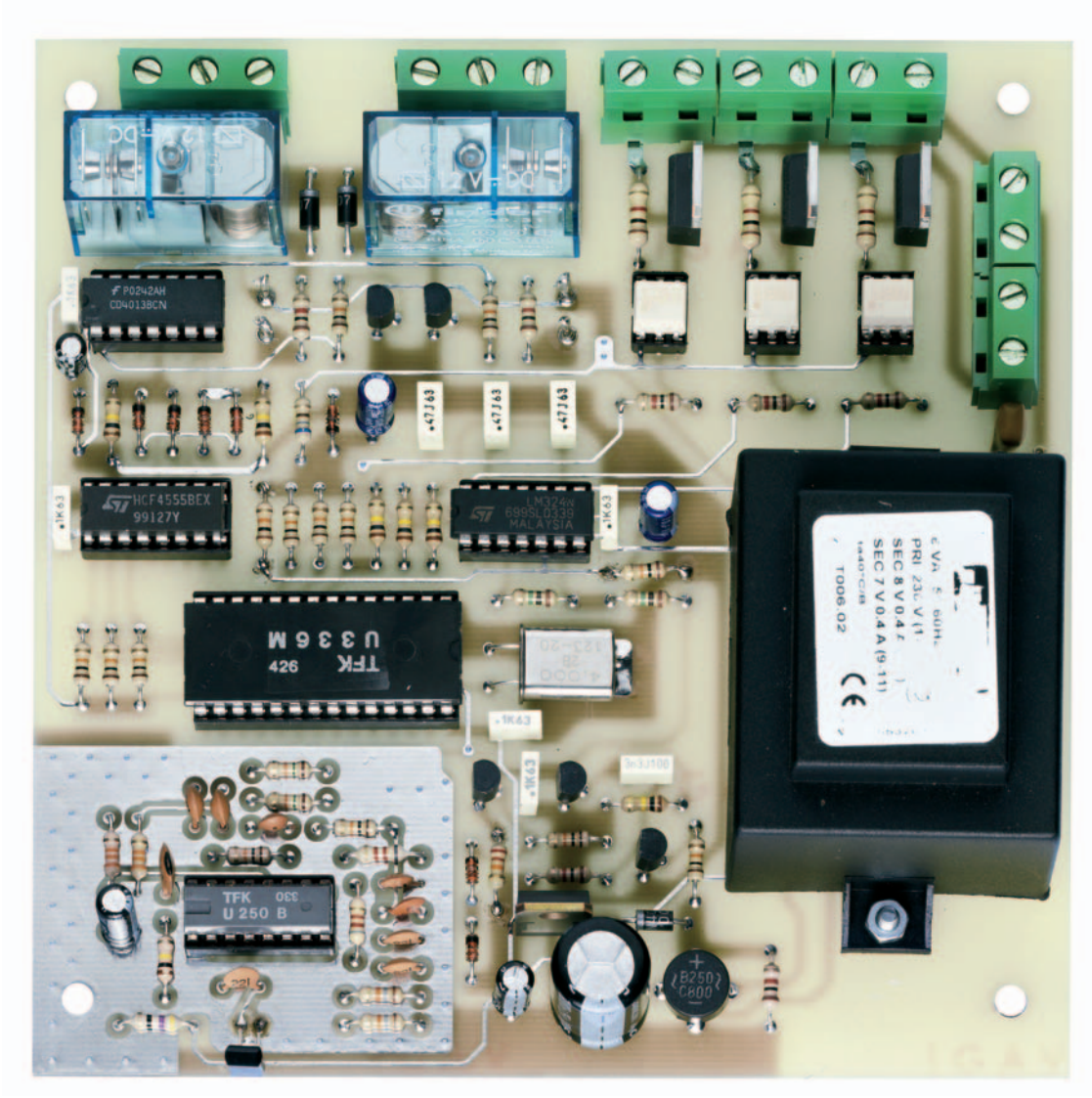


Figure 11 : Photo d'un des prototypes de la platine du contrôle IR à distance. En bas à droite, ce n'est pas une seconde platine superposée que vous voyez, mais localement le côté composants est recouvert d'un plan de masse. Le transfo secteur est boulonné directement sur la platine. Le quartz est monté couché et soudé au plan de masse qu'il côtoie. Les TRIACS sont montés debout sans dissipateur, tout comme le régulateur IC2 (attention, leurs semelles métalliques servent de repère-détrompeurs).

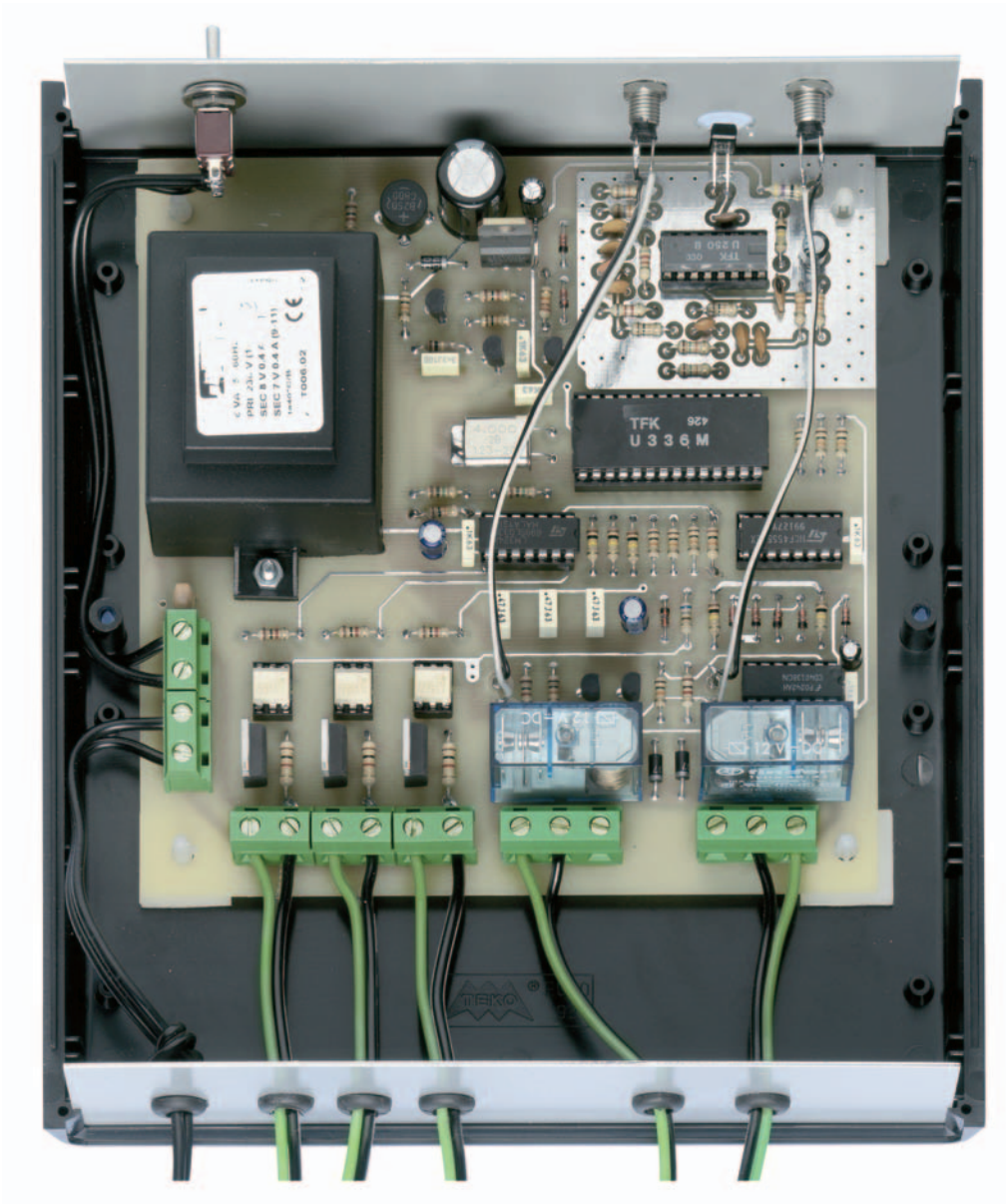


Figure 12 : Photo d'un des prototypes de la platine du contrôle IR à distance installée dans le boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium percés et sérigraphiés (voir aussi figures 8a et 11). La fixation se fait par quatre entretoises autocollantes au fond du boîtier et les connexions avec la face avant et le panneau arrière se font au moyen de borniers à vis (picots à souder pour les LED) et de paires, y compris le cordon secteur. Les seules soudures sont en face avant (interrupteur et LED).Vous n'enfoncerez les circuits intégrés DIL dans leurs supports qu'une fois toutes les soudures et interconnexions terminées, c'est-à-dire lorsque la platine aura été installée dans le boîtier.

autres sont vissées sur les borniers (voir figure 12). Toutes ces connexions étant faites et vérifiées, vous pouvez alors insérer les huit circuits intégrés et photocoupleurs dans leurs supports avec beaucoup de soin et dans le bon sens (le repère-détrompeur en U doit "regarder" dans la bonne direction, basez-vous sur les composants voisins, comme le montre la figure 8a : tous regardent vers la gauche sauf le circuit intégré IC3 qui est tourné vers le quartz XTAL). Vérifiiez une dernière fois toutes les connexions et notamment celles au niveau des borniers des sorties ampoules (évitez tout court-circuit sur le secteur 230 V).

L'émetteur de télécommande

Ce boîtier disponible tout monté et prêt à l'emploi est visible en figure 2 : installez simplement une pile de 9 V (6F22) dans le compartiment qui lui est destiné. Dirigez la partie avant de la télécommande (zapette) vers le boîtier récepteur : la portée est de 7 à 8 mètres. Comme le montre la figure 6, pour commander les relais utilisez les touches 1-2-3-4.

Comme le montre le dessin de la figure 7, pour régler la luminosité des ampoules LP1-LP2-LP3, servez-vous des trois touches + et des trois touches – (il y en a deux fois quatre, n'utilisez que les deux fois trois de droite).

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce contrôle IR à distance EN1641 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes disponibles sont téléchargeables à l'adresse suivante : http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/087.zip. ◆

Un amplificateur linéaire de 10 à 15 W bande FM 88-108 MHz

Si vous avez construit notre exciteur FM EN1619 ou un autre exciteur ou VFO (nous en avons proposé beaucoup) émettant en FM dans la bande 88 à 108 MHz, vous allez pouvoir en augmenter la puissance et la porter jusqu'à 15 W afin de couvrir une distance bien plus grande que celle que vous atteigniez avec vos 250 mW. Vous n'aurez aucun mal à construire vous-même cet ampli linéaire et vous pourrez l'attaquer avec n'importe quel générateur FM, pourvu que son signal de sortie (que vous relierez à l'entrée de l'ampli) ait une puissance ne dépassant pas 300 mW. Voilà de quoi sonoriser une vaste propriété et, si vous obtenez les autorisations, créer une petite station de radiodiffusion FM de village ou de canton.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU PD55015

Puissance max du signal en entrée	300 mW dans la bande FM
Tension drain-source maximale	40 V
Tension gâchette-source maximale	20 V
Courant de drain maximal	5 A
Puissance maximale de sortie	16 W
Gain de puissance moyen	14 dB
Fréquence moyenne de travail	500 MHz
Fréquence maximale de travail	900 MHz



Lors de la réalisation de l'exciteur EN1619, nous vous conseillons d'utiliser –si toutefois vous aviez besoin de porter sa puissance à une vingtaine de watts, afin de bénéficier d'une plus grande portée ou même de créer une petite station de radiodiffusion de village ou de quartier– un module hybride large bande 88-108 MHz PHILIPS-RTC MF20 (entrée 100 mW ➜ sortie 20 W pour une alimentation de 12 VDC typique) ; en effet, nous en avons conservé quelques uns des années 80 et cela fonctionne très très bien...hélas ce composant est désormais introuvable, même chez les spécialistes de composants anciens et obsolètes. Nous avons surfé des heures entières sur les sites les plus improbables et, ô surprise, même PHILIPS semble avoir oublié ce module qu'il fabriquait autrefois, quand il était allié en France avec La Radiotechnique Compelec (RTC) : si nous n'en avions pas encore une poignée sous la main, avec toutes les références ci-dessus pas du tout effacées, nous croirions avoir rêvé ! Nous nous souvenons même qu'il en existait deux autres : le ML20 pour la gamme en dessous 68-88 MHz et un autre pour une gamme supérieure dont nous avons oublié le nom et la plage couverte. Si un de nos lecteurs possède quelque renseignement sur le MF20 (et a fortiori s'il connaît un moyen de s'en procurer), qu'il contacte la rédaction et nous lui en saurons gré.

Une fois cette phase de dépit passée, nous sommes partis à la recherche d'un composant moderne digne de suivre un exciteur à DDS afin d'augmenter la puissance du signal qu'il synthétise si bien et nous avons trouvé la perle rare : le MOSFET de puissance SGS-THOMSON PD55015 (voir ci-dessus ses caractéristiques techniques) est bien plus économique qu'un transistor de puissance VHF TRW, MOTOROLA ou PHILIPS. Il est capable de fournir 16 W à 900 MHz (nous le ferons travailler au dixième de sa fréquence maximale)...de plus ce composant

est très bien approvisionné –pourvu que ça dure! Nous l'alimenterons avec une tension continue de 12 à 15 V, ce qui lui fera consommer 2,2 à 2,5 A environ pour une puissance HF de sortie de 10 à 15 W...pas mal pour un composant disponible à moins de quinze euro! Allez donc voir le prix d'un PHILIPS BLY87, 88 ou 89 (sachant qu'il en faut deux pour un gain comparable de 60)...En effet, le PD55015 a un gain (à 100 MHz) de:

G = Pout : Pin

avec Pout et Pin en W ou en mW

15 : 0,25 = 60 (cet étage amplifie le signal d'entrée 60 fois).

Le schéma électrique de l'ampli linéaire

Tout le schéma électrique de la figure 3 se développe autour de ce MOSFET de puissance MFT1. Premier problème à résoudre pour le mettre en œuvre et en tirer tout ce qu'il est en mesure de nous donner: adapter la valeur de son impédance d'entrée –autour de 4 ohms– à l'impédance caractéristique de la sortie de notre exciteur EN1619 qui est de 75 ohms.

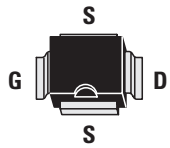
Note: si vous utilisez un autre exciteur ou VFO ou générateur HF dont l'impédance de sortie est de 50 ohms, ne vous désolez pas car la conjugaison de ces deux impédances 75 et 50 ohms ne produit qu'un ROS de 1,5:1, ce qui est tout à fait dérisoire en terme de perte de puissance (d'autant qu'il vous faudra dans ce cas peut-être atténuer votre puissance d'excitation Pin –si elle est réglable c'est parfait).

Pour réaliser cette adaptation, il faut interposer un circuit qui abaisse cette impédance de 75 ohms aux 4 ohms du MOSFET. Il faut aussi adapter la valeur de l'impédance de sortie de ce dernier (autour de 6-8 ohms) à l'impédance caractéristique de sortie, c'est-à-dire à l'impédance caractéristique du câble coaxial que nous entendons utiliser pour alimenter (on dit aussi attaquer) l'antenne choisie (pour commencer nous préconisons un dipôle demi onde): 52 ou 75 ohms? Cette fois le circuit adaptateur devra élever la valeur de l'impédance de 6-8 à 52-75 ohms.

Si nous passions outre la nécessité de réaliser ces deux adaptateurs d'impédances à l'entrée puis à la sortie du MOSFET, la plus grande partie du signal serait perdue et la puissance disponible à la sortie vers l'antenne serait quasiment nulle (cet étage serait davantage un atténuateur qu'un amplificateur).

Note: si vous souhaitez en savoir plus sur les adaptations d'impédance, revoyez votre Cours Apprendre l'électronique en partant de zéro (deuxième partie)...ou faites-en l'acquisition sous forme de CD.

Bien peu de composants entourent le MOSFET. Commençons par la BNC d'entrée, celle de gauche, comme le montrent les figures 3, 4, 5, 6, 13 et 14. Elle reçoit le signal provenant de l'exciteur ou du VFO ou du générateur HF; le signal prélevé sur notre exciteur EN1619 a une puissance de 250 mW environ. Attention toutefois, si vous vous servez d'un autre exciteur que ce dernier, sachez qu'avec quelques mW de plus (que ces 250 mW) la puissance de sortie sera supérieure de quelques W (rappelez-vous, le gain est de 60!) et cela risque d'endommager ou de détruire le MOSFET de puissance dont la capacité de dissipation est certes élevée mais pas infinie. En revanche, avec une excitation inférieure à 250 mW vous pourrez obtenir à la sortie un signal d'une puissance inférieure à 10 W.



PD 55015

Figure 1: Aspect et brochage (vu de dessus: gâchette-source-source-drain) du MOSFET PD55015, seul semiconducteur de ce montage (à part le régulateur). Attention, le repère-détrompeur en U de ce circuit intégré indique l'une des deux broches de source (quand elle est en bas, comme le montre la figure, la gâchette est à gauche et le drain à droite).

La BNC d'entrée est reliée à la gâchette du PD55015 à travers C1-C2-C3 et L1 (les quatre selfs L sont à bobiner et cela est très facile, comme le montrent les figures 8, 9 et 10): ce sont ces composants qui réalisent l'adaptation de l'impédance d'entrée dont nous parlions plus haut (de 75 à 4 ohms). Pour faire fonctionner ce MOSFET comme amplificateur HF (on dit de plus en plus RF pour Radiofréquence), il nous faut polariser sa gâchette avec une tension fixe d'environ 2,7 V: pour l'obtenir, nous montons un pont de résistances R2-R3 à la sortie stabilisée du régulateur

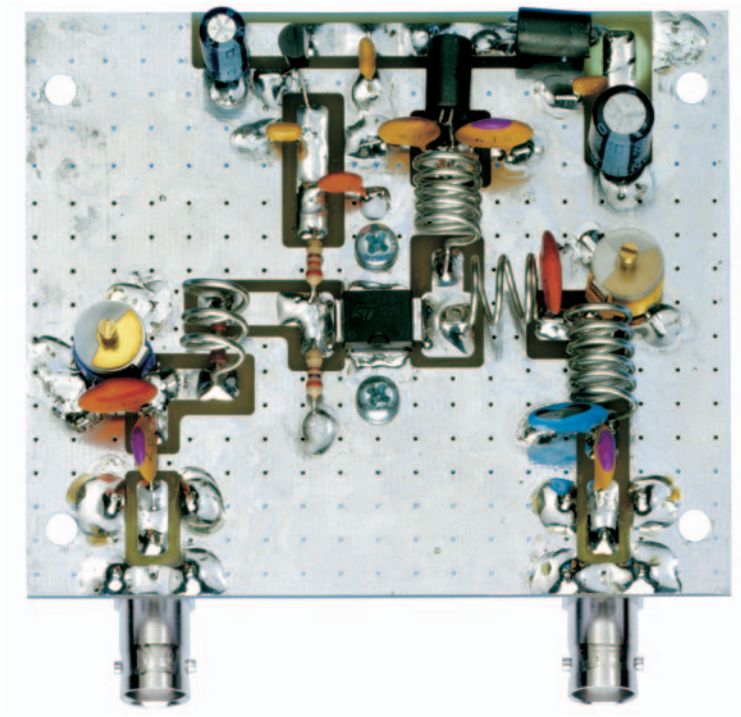


Figure 2: Photo d'un des prototypes de l'amplificateur linéaire FM de 10-15 W. Tous les composants sont soudés directement sur les pistes de cuivre étamé et le plan de masse supérieur (le circuit imprimé de cette platine est un double face à trous métallisés, le plan de masse inférieur constitue toute la surface du verso qu'on ne voit pas ici et les trous qu'on aperçoit relient les deux plans de masse supérieur et inférieur).

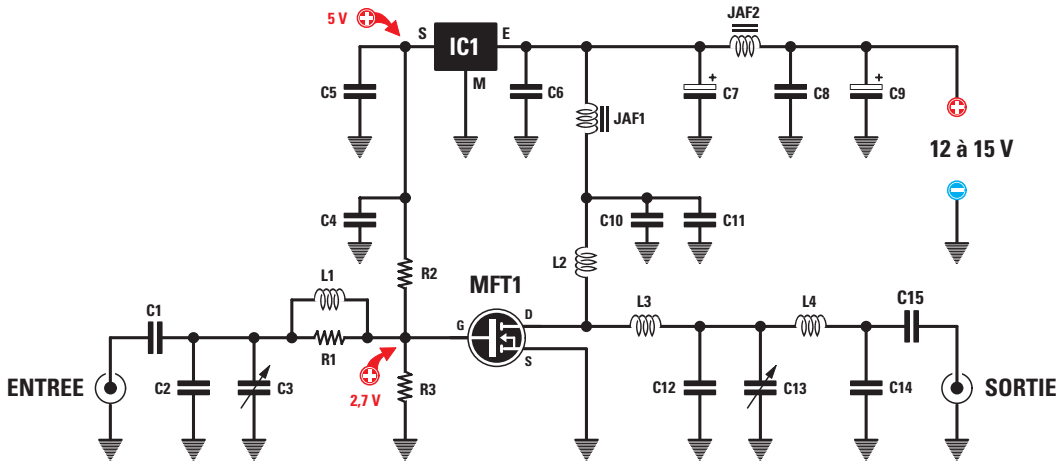


Figure 3 : Schéma électrique de l'amplificateur linéaire FM.

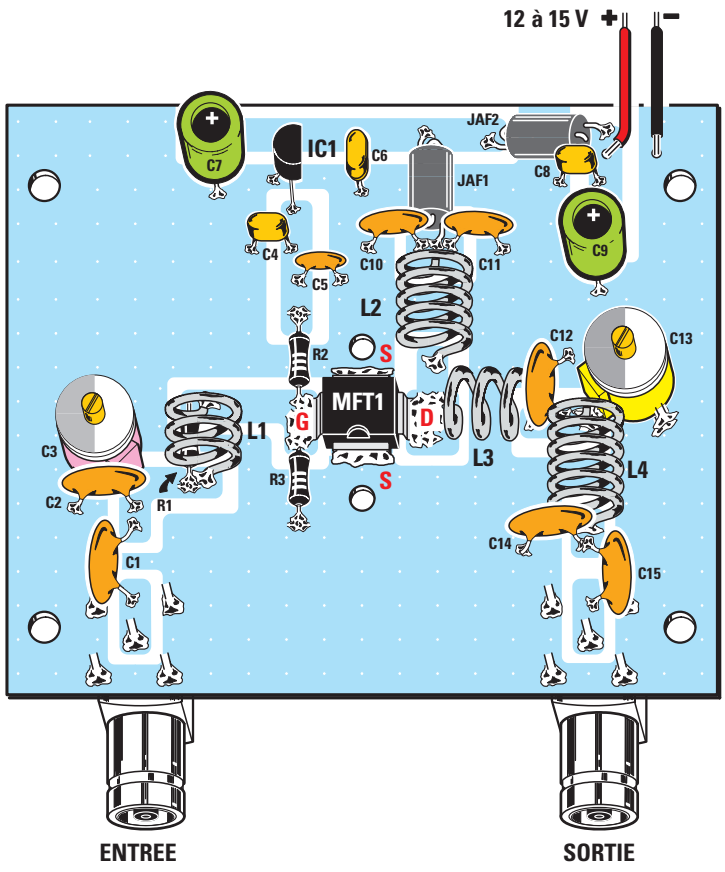


Figure 4a : Schéma d'implantation des composants de l'amplificateur linéaire FM. Le MOSFET MFT1 est à monter repère-détrompeur en U vers le bas (les pattes de source "regardent" les deux trous de fixation du dissipateur). Le régulateur IC1 est à monter méplat repère-détrompeur orienté vers C6. Les JAF1 et JAF2, les fameuses VK200, sont à noyau multitrou (elles évitent que la HF ne fasse auto-osciller le régulateur ou même l'alimentation se trouvant en amont). Quant à l'impédance des BNC et du câble coaxial allant à l'antenne dipôle (50 ou 75 ohms), elle n'a pas trop d'importance : la différence entre 50 et 75 ohms ne produit qu'un ROS de 1,5:1, ce qui est très acceptable. Par contre, si vous choisissez une antenne directive Yagi ou Log-periodic ou colinéaire, prenez du câble coaxial de 50 ohms (ou 52, c'est pareil) , de diamètre 10 mm si le câble doit dépasser une longueur de quelques mètres (un adaptateur BNC/N sera alors nécessaire) et prenez du "Pope" à faible pertes au delà de 10 mètres (et même en deçà).

IC1 MC78L05 fournissant une tension de 5 V. La source de ce MOSFET, constituée de deux broches plates situées dans le même axe (voir figure 1), sont à la masse (comme le montre la figure 4a, elles sont reliées au plus court, VHF oblige, c'est-à-dire sur le plan de masse supérieur, recouvrant toute la surface laissée par les pistes qu'emprunte le signal et par celles qui acheminent la polarisation de la gâchette).

Et nous voici de l'autre côté du MOSFET de puissance, c'est-à-dire déjà sur le versant de la BNC de sortie. La broche de sortie –le drain– est reliée à L2 et L3. La self de choc JAF1 (la bonne vieille VK200 à noyau multitrou qu'on ne présente plus) empêche tout résidu de RF (oh pardon, de HF) d'entrer par la piste positive et d'aller faire auto-osciller l'alimentation extérieure et le régulateur IC1. C10-C11, reliés à la jonction de L2 et JAF1, servent en revanche à empêcher cette même RF d'aller se perdre à la masse où elle n'aurait rien de bien utile à faire.

Sur le drain, on a monté L3 : avec C12 et C13, elle sert à adapter l'impédance de sortie du MOSFET (6 à 8 ohms) à l'impédance caractéristique du câble coaxial (52 ou 75 ohms). L4, avec C14 et C15, constitue un filtre passe-bas qui ne laisse passer que les fréquences inférieures à 120 MHz et empêche toutes celles qui sont supérieures à 130 MHz d'atteindre l'antenne et de risquer de perturber les fréquences voisines (par exemple de créer des interférences pouvant être gênantes pour l'aviation civile).

Cet ampli linéaire de puissance RF peut être alimenté par une tension continue comprise entre 12 et 15 V et il consommera un courant allant de 2,2 à 2,5 A

Liste des composants

R1 330
R2 220
R3 270

C1 ..... 4,7 nF céramique VHF
C2 ..... 51 pF céramique VHF
C3 ..... 7-105 pF ajustable (violet)
C4 ..... 100 nF multicouche
C5 ..... 1,5 nF céramique VHF
C6 ..... 100 nF multicouche
C7 ..... 100 µF électrolytique
C8 ..... 100 nF multicouche
C9 ..... 220 µF électrolytique
C10 .... 4,7 nF céramique VHF
C11 .... 100 pF céramique VHF
C12 .... 51 pF céramique VHF
C13 .... 5-65 pF ajustable (jaune)
C14 .... 27 nF céramique VHF
C15 .... 4,7 nF céramique VHF

L1..... self à air 3 spires sur diamètre 7 mm (voir figure 8)
L2..... self à air 5 spires sur diamètre 7 mm (voir figure 9)
L3..... self à air 3 spires sur diamètre 7 mm (voir figure 8)
L4..... self à air 6 spires sur diamètre 7 mm (voir figure 10)

JAF1... self de choc VK200
JAF2... self de choc VK200

MFT1 . MOSFET PD55015

IC1 ..... régulateur MC78L05

ANT .... dipôle ou autre accordée 88 à 108 MHz

(environ, cela dépend entre autres de la fréquence de travail, de la puissance d'excitation et de l'adaptation de l'entrée et de la sortie).

La réalisation pratique de l'ampli linéaire

Cela n'a rien d'étonnant pour vous si vous avez déjà monté un amplificateur de puissance RF : les deux faces du circuit imprimé comportent un plan de masse relié par des trous métallisés ; le plan de masse inférieur recouvre presque entièrement la surface de la platine (il sera tourné vers la surface plane du dissipateur, comme le montre la figure 12) et le plan de masse supérieur occupe toute la place laissée libre par les pistes positives ou acheminant le signal. C'est sur la face, qu'on aurait tendance à appeler "composants", que tous les composants sont, en effet, montés, mais c'est sur cette face également qu'ils sont soudés (or ce ne sont pas des CMS !)

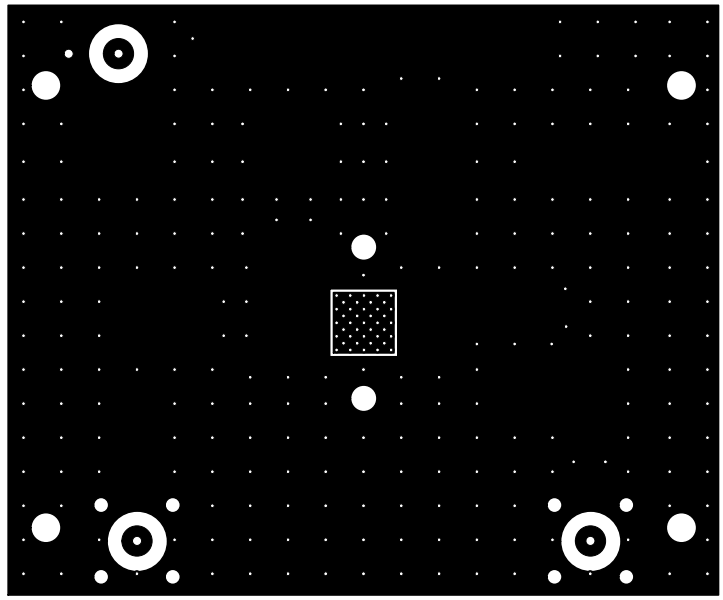


Figure 4b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine de l'amplificateur linéaire FM, côté soudures, où se trouvent tous les composants.

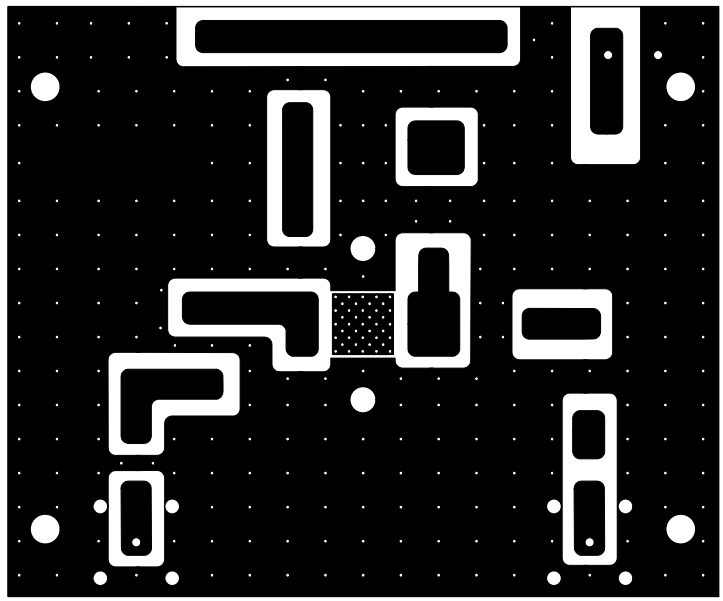


Figure 4b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine du linéaire FM, côté plan de masse inférieur et tourné vers le dissipateur (cette face doit tout de même être gravée puisque le plan de masse inférieur laisse passer le point chaud des deux BNC d'E/S).

Quand vous avez réalisé le circuit imprimé double face dont la figure 4b-1 et 2 donne les dessins à l'échelle 1 ou que vous vous l'êtes procuré, montez tout de suite la platine sur le dissipateur à ailettes, à l'aide de deux boulons situés près des broches de source du MOSFET, comme le montrent les figures 11 et 12 et laissez cet ensemble de côté. Fabriquez les quatre selfs (L1 et L3 sont identiques), comme le montrent les figures 8, 9 et 10, en bobinant le nombre exact de spires sur un support rigide cylindrique (comme une queue de foret) de 7 millimètres de diamètre et en espaçant régulièrement les spires pour que le solénoïde ait la longueur requise (après soudure, vous pourrez "arranger" quelque peu cet espacement).

Utilisez du fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre : vous pouvez prendre du fil rigide monobrin isolé plastique que vous dénuderez soigneusement sans le griffer

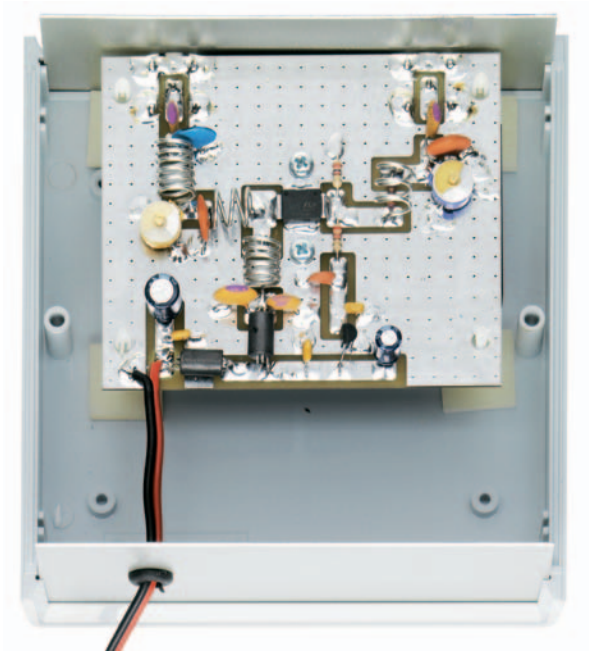


Figure 5: Montage dans le boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium percé et sérigraphié, vu de derrière. La platine est fixée au fond au moyen de quatre entretoises autocollantes.

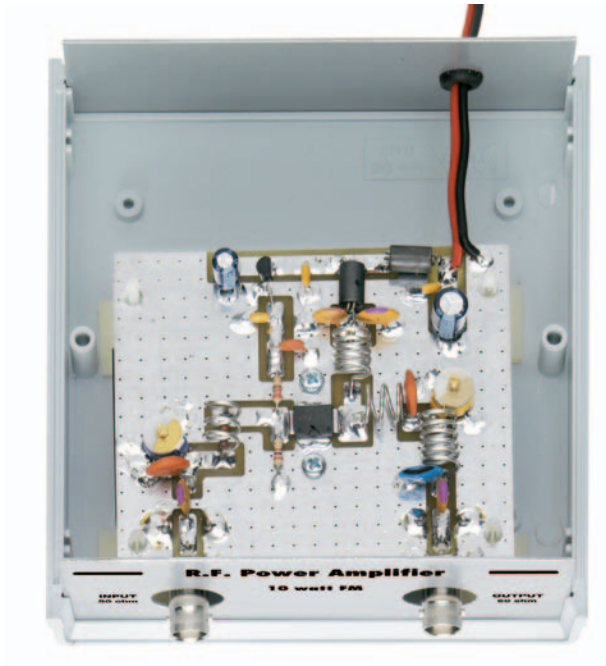


Figure 6: Montage dans le boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium percé et sérigraphié, vu de devant. Les deux BNC d'entrée (à gauche) et de sortie vers l'antenne (à droite) ne sont pas vissées sur la face avant mais montées directement sur le circuit imprimé. La tension d'alimentation continue de 12 à 15 V entre par le panneau arrière au moyen d'un câble méplat R/N à travers un passe-fils.

et que vous pourrez étamer au fer. Vous pouvez aussi vous procurer du fil étamé ou argenté.

Reprenez la platine dotée de son dissipateur et montez avec beaucoup de minutie le MOSFET de puissance, sans vous tromper dans son orientation (voir figures 2, 4a et 13): ses broches de source sont soudées de part et d'autre de son boîtier vers les trous de fixation du dissipateur à la platine, la **g**âchette étant à **g**auche et le **d**rain à **d**roite. Faites de bonnes soudures (pas de soudure froide collée ni en excès et enlevez ensuite l'excès de flux décapant avec un solvant approprié): soudez la gâchette puis attendez que cela refroidisse; soudez la broche inférieure de la source puis attendez que cela refroidisse; soudez le drain puis attendez que cela refroidisse; soudez enfin la broche supérieure de la source et laissez refroidir cette zone. La surface portante du MOSFET de puissance doit être parfaitement en contact avec la surface du circuit imprimé; n'hésitez pas à l'enduire d'une fine couche régulière de pâte thermique au silicone (couleur blanche).

Soudez les quatre selfs L1 à L4. Tout d'abord, vérifiez que les extrémités à souder ne sont pas oxydées (si elles le sont, ravivez-les et étamez-les). Ensuite, raccourcissez ces extrémités que vous allez souder sur les pistes du circuit imprimé, afin que le solénoïde que les selfs forment soit maintenu à un millimètre environ de la surface de la platine. Soudez ces selfs en respectant au mieux la longueur indiquée et centrez bien le fil des extrémités sur les pistes de destination, comme le montre la figure 4a. Une fois soudées correctement, retouchez s'il y a lieu l'espacement des spires pour qu'il soit régulier, tout en respectant la longueur de bobinage indiqué figures 8, 9 et 10. Avant de souder L1, soudez R1 (après avoir raccourci ses pattes) tout contre la surface: les points d'aboutissement des deux composants sont les mêmes. Dans la foulée, montez R2 et R3 au plus court, contre la surface.

Quand c'est terminé et que ces soudures ont été vérifiées, montez les deux condensateurs ajustables: les trois pattes (voir figure 7) doivent être raccourcies et aplaties pour que ces composants soient très proches de la surface du circuit imprimé. C3 (couleur violette) a sa broche C soudée dans l'angle de la piste où vous avez soudé l'extrémité de L1 et où vous allez souder C2 (voir figure 4a); soudez ses broches M sur le plan de masse.

Dans la foulée, soudez (toujours avec des restes de pattes les plus courts possibles) C2 et C1 puis mettez en place la BNC d'entrée (modèle pour circuit imprimé) et soudez-la en cinq points. Vous en avez terminé pour le circuit d'entrée (côté gâchette).

C13 (couleur jaune) a sa broche C soudée dans l'angle de la piste à 90° reliant L3 et L4 et ses broches M sur la piste de masse (tout cela toujours au plus court).

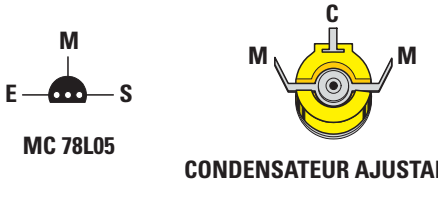


Figure 7: Brochages du régulateur en boîtier de type transistor TO92 "demi lune" (le méplat sert de repère-détrompeur) vu de dessous et du condensateur ajustable (les deux broches M sont en court-circuit et sont soudées sur le plan de masse supérieur; la broche C est soudée sur les pistes des selfs, voir figure 4a).

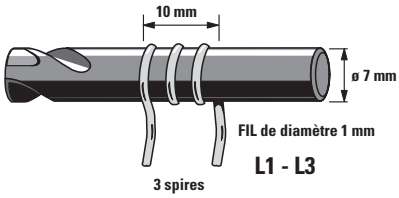


Figure 8: Pour bobiner les selfs L1 et L3, prenez un foret de 7 mm et enroulez sur sa queue 3 spires de fil de cuivre nu de 1 millimètre de diamètre; espacez régulièrement les spires pour obtenir une longueur d'enroulement de 10 mm environ (naturellement, retirez ensuite le foret!).

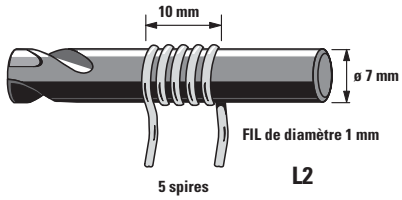


Figure 9: Pour bobiner la self L2, prenez un foret de 7 mm et enroulez sur sa queue 5 spires de fil de cuivre nu de 1 millimètre de diamètre; espacez régulièrement les spires pour obtenir une longueur d'enroulement de 10 mm environ (naturellement, retirez ensuite le foret!).

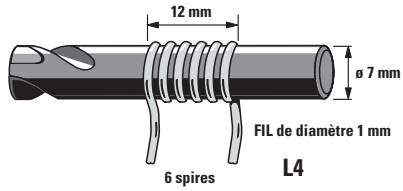


Figure 10: Pour bobiner la self L4, prenez un foret de 7 mm et enroulez sur sa queue 6 spires de fil de cuivre nu de 1 millimètre de diamètre; espacez régulièrement les spires pour obtenir une longueur d'enroulement de 12 mm environ (naturellement, retirez ensuite le foret!).

Dans la foulée, soudez au plus court C12, C14 et C15 puis mettez en place la BNC de sortie (modèle pour circuit imprimé) et soudez-la en cinq points. Vous en avez terminé avec le circuit de sortie.

Note: comme le montrent les figures, les deux BNC se montent côté plan de masse inférieur et sont à souder sur les pistes et le plan de masse supérieur.

Reportez-vous maintenant dans le haut de la platine et soudez les selfs de choc JAF1 et JAF2 (leur noyau s'appuie contre la surface du circuit imprimé). Dans la foulée, soudez C10 et C11 puis C5 et enfin C4, C6 et C8 (cet ordre n'a rien d'impératif, mais notre énumération vous permet de ne rien oublier). Soudez maintenant le régulateur IC1 méplat repère-détrompeur "regardant" C6, auquel sa patte E est reliée par la piste du bord haut de la platine. La broche M est à la masse (comme l'autre extrémité de C6) et la broche S soudée sur la piste allant à la gâchette G. Soudez enfin les deux condensateurs électrolytiques, + sur la piste d'alimentation et – sur le plan de masse.

Note: si vous avez du mal à identifier la

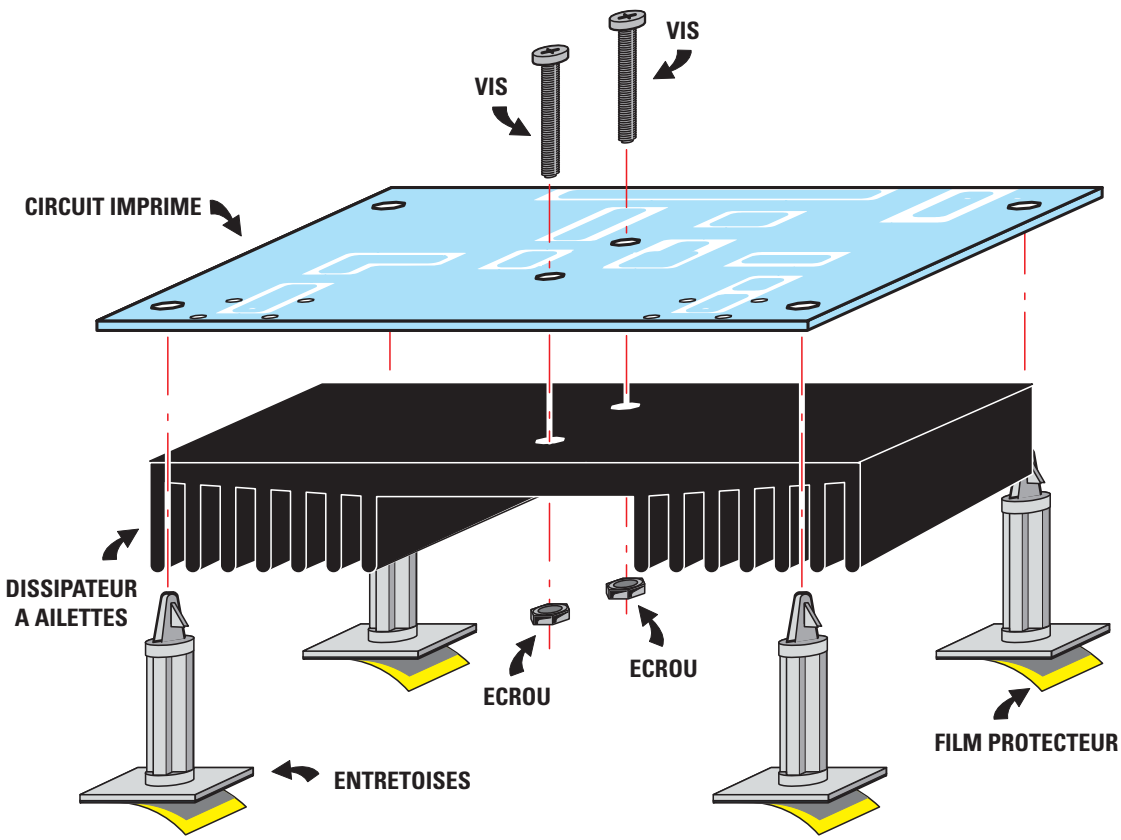


Figure 11: Sous le circuit imprimé (là où le plan de masse inférieur recouvre toute la surface), fixez le dissipateur à ailettes (destiné à dissiper la chaleur produite par le MOSFET de puissance) à l'aide des deux boulons traversants, comme le montre aussi la figure 12 (les deux trous pour cette fixation sont en effet très proches du MFT1 afin d'assurer un bon contact mécanique/thermique local). Les quatre autres trous de la platine sont destinés à la fixer ensuite au fond du boîtier plastique à l'aide de quatre entretoises plastiques autocollantes, comme le montrent les figures 5 et 6.

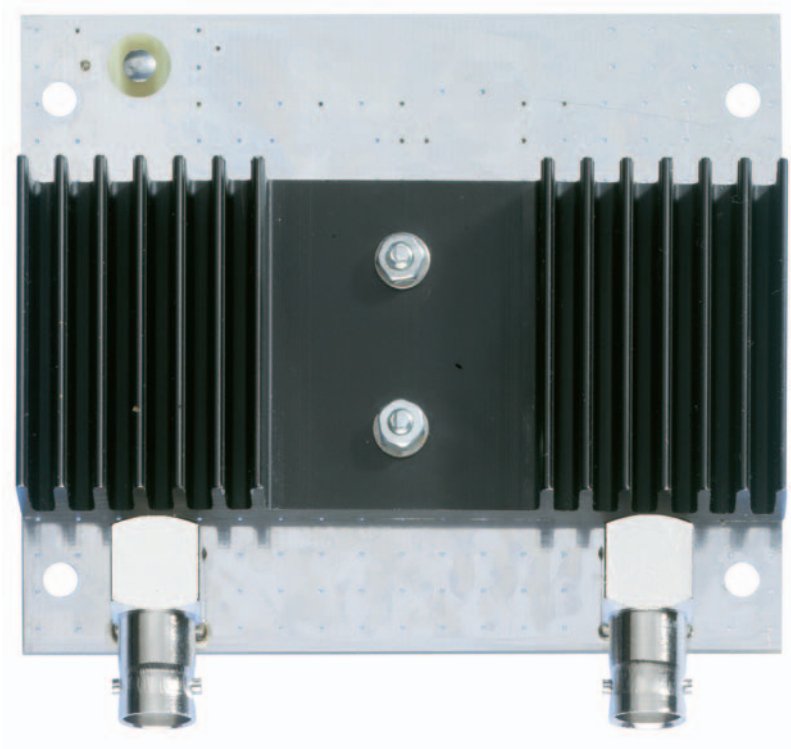


Figure 12 : Photo montrant la fixation du dissipateur sous le plan de masse inférieur de la platine à l'aide de boulons. Les BNC d'E / S sont des modèles pour circuit imprimé, comme le montre aussi la figure 6.

capacité des condensateurs sur lesquels elle n'est pas inscrite "en clair", voici quelques renseignements utiles.

- condensateur de couleur marron marqué 104 : c'est un 100 000 pF (= 100 nF)
- marqué 102 : c'est un 1 000 pF (= 1 nF)

Vérifiez au moins deux fois que vous n'avez fait aucune erreur (interversion de composants, résistances ou condensateurs) et que vos soudures sont de qualité et les connexions très courtes. Enlevez bien le restant de flux décapant (couleur ambre et aspect cristallisé) avec un solvant approprié (au besoin, interrogez nos annonceurs).

L'installation dans le boîtier

Comme le montrent les figures 5, 6 et 14, c'est un boîtier plastique avec face avant et panneau arrière en aluminium percés et sérigraphiés (assorti à l'exciteur EN1619). Montez la platine et son dissipateur (solidarisés par les deux boulons près du MOSFET) au fond du boîtier à l'aide de quatre entretoises autocollantes (voir figures 5, 6, 11 et 12). Les deux BNC sortent alors en face avant. Dans le trou du panneau arrière, montez un passe-fils en caoutchouc et faites entrer le câble R/N que vous souderez (attention à la polarité, toute inversion serait fatale au MOSFET qui n'est pas protégé) : le fil noir directement sur le plan de masse supérieur et le fil rouge sur la piste positive d'alimentation (voir figures 5-6).

Ne refermez pas le couvercle du boîtier, car vous allez devoir procéder aussi réglages. Ne mettez pas l'appareil sous tension, mais préparez une alimentation stabilisée capable de fournir une tension de 12 à 15 V pour un courant de 3 A (5 A si vous aimez avoir une marge d'ordre 2). En effet votre montage pourra consommer 2,5 A. Pour exécuter ces réglages, vous allez utiliser, non pas une antenne, mais une sonde de charge et d'abord il va vous falloir la réaliser.

La sonde de charge de 15 W EN1637

Une sonde de charge, pour quoi faire ?

Il n'est pas très facile de trouver dans le commerce une résistance anti-inductive de puissance de 52 ohms, or si l'on doit régler un étage final d'émetteur, on a besoin de lui appliquer en sortie une charge fictive (c'est-à-dire non rayonnante, purement résistive). Rappelons que 50 ou 52 ohms est la valeur normalisée d'impédance caractéristique des câbles coaxiaux servant à attaquer les antennes émettrices. L'autre valeur normalisée, plutôt utilisée pour les câbles de réception, est de 75 ohms.

Comme nous avons souhaité vous donner le choix de l'impédance caractéristique du câble coaxial que vous utiliserez pour alimenter votre antenne dipôle (voir figure 15), nous allons très simplement vous permettre de choisir l'impédance de votre charge fictive (52 ou 75 ohms) en fonction du câble coaxial que vous prendrez finalement. Très simplement, car la version 75 ohms est obtenue en montant 3 résistances en moins (c'est vous dire à quel point il sera facile de passer d'une version à l'autre en deux coups de fer à souder –six coups exactement !).

En effet, nous avons résolu le problème de la disponibilité de résistances de puissance anti-inductives de 52 ohms ou 75 ohms en montant en parallèle 9 ou 6 résistances de 470 ohms 2 W. Les puissances s'ajoutent et donc notre charge de 52 ohms pourra dissiper

9 x 2 = 18 W

et celle de 75 ohms

6 x 2 = 12 W

donc, au cours des réglages, dès que vous sentirez que les résistances chauffent, vous devrez mettre l'amplificateur hors tension et attendre que le groupement de résistances en parallèle refroidisse (surtout en 75 ohms) ; vous pouvez aussi envisager de ventiler votre charge avec un petit ventilateur axial ou tangentiel.

Les charges professionnelles sont plongées dans une huile spéciale et le "bidon" comporte des ailettes de refroidissement, mais elles sont assez onéreuses et ne permettent pas d'utiliser un simple multimètre pour régler les condensateurs ajustables de l'ampli (il faut utiliser un wattmètre RF, dont le plus célèbre est le fameux Bird 43).

En choisissant des résistances de 470 ohms 2 W, peu onéreuses et en les montant en parallèle, on obtient une résistance totale de :

470 : 9 = 52,22 ohms,

ce qui est parfait pour 52 ohms et

470 : 6 = 78,33 ohms,

ce qui n'est pas mal du tout pour 75 ohms, surtout compte tenu des tolérances de ce type de résistances.

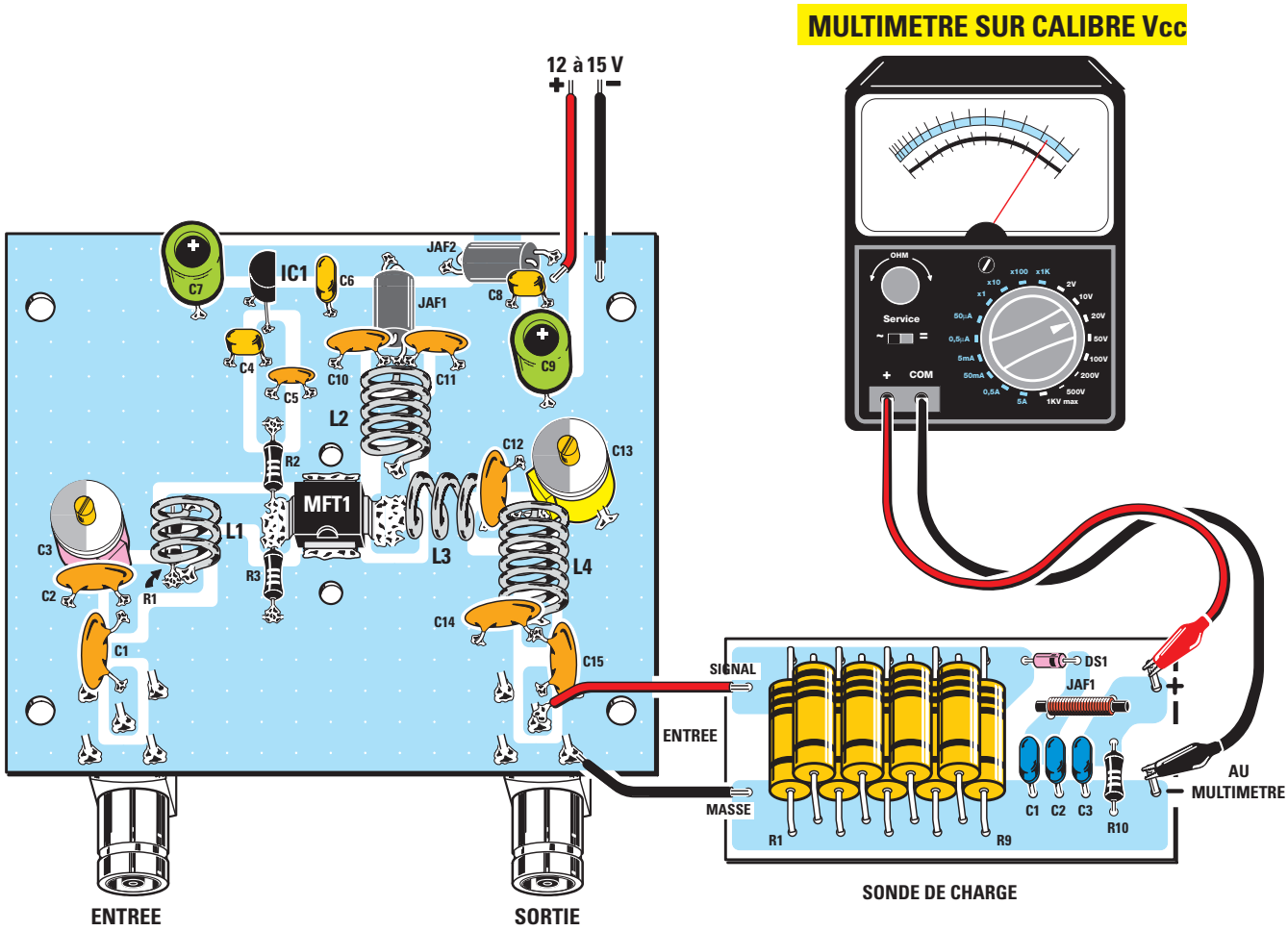


Figure 13: Pour régler les deux condensateurs ajustables, vous devrez tout d'abord construire la sonde de charge EN1637 (voir figures 16, 17 et 18) de 52 ou 75 ohms. Quand elle est connectée comme le montre la figure (respectez la polarité: point chaud signal fil rouge, masse fil noir), alimentez le linéaire avec une tension continue de 12 à 15 V. Reliez ensuite votre exciteur FM EN1619 (ou un autre, pourvu que sa puissance de sortie n'excède pas 300 mW) alimentez-le. Tournez lentement l'axe de C3 (avec un tournevis HF de préférence, c'est-à-dire en plastique avec ou sans tranchant en acier) pour lire sur le multimètre la tension maximale; tournez l'axe de C13 pour obtenir la tension maximale (de l'ordre de 25-30-35 V); vous pouvez retoucher légèrement C3, puis à nouveau C13, toujours pour lire sur le multimètre la tension maximale.

Le schéma électrique de la sonde de charge EN1637

Comme le montre le schéma électrique de la figure 2, après avoir monté en parallèle 9 ou 6 résistances de 470 ohms 2 W nous avons monté en série dans l'une des deux branches de leur groupement une diode DS1 (1N4150 ou 1N4148), ce type de diode est capable de redresser des signaux RF jusqu'à 150 MHz et pour une puissance maximale d'environ 25 à 30 W. La tension redressée par DS1 est filtrée par C1-C2, avant d'être mesurée par un



Figure 14: A la BNC d'entrée (à gauche) appliquez le signal de sortie de l'exciteur FM EN1619 et à la BNC de sortie (à droite) le câble coaxial allant à l'antenne dipôle, comme le montre la figure 15 (pour plus de détails, voir figure 4a).

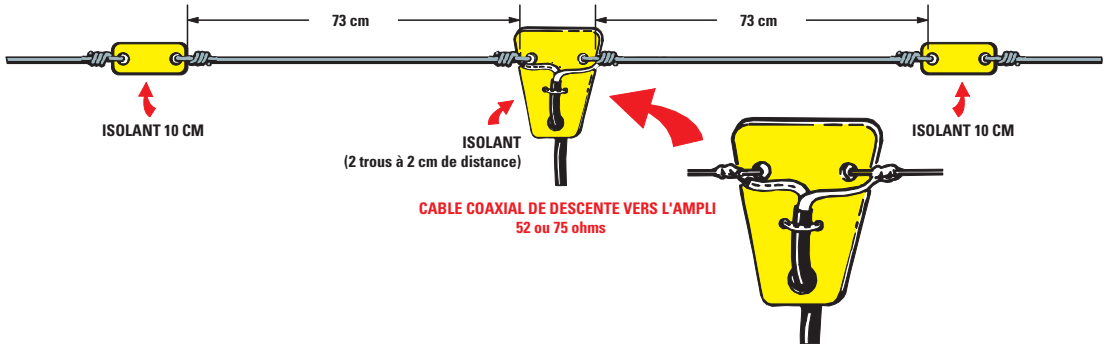


Figure 15: L'antenne émettrice la plus simple à construire est le dipôle demi-onde. Il se compose de deux parties de longueurs égales (73 cm) attaquées, l'une par la tresse de blindage du câble coaxial et l'autre par l'âme de ce câble coaxial. On peut, comme sur la figure, utiliser du fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre ou plus, souple mono ou multibrin (nul besoin de supprimer la gaine plastique ou émaillée, sauf pour les soudures aux extrémités) et trois isolateurs en matériau isolant (Nylon, Teflon, Plexiglas, Lexan, etc.). Dans ce cas les isolateurs externes pourront avoir une longueur de 10 centimètres environ et celui du centre devra laisser entre les deux fils un espace de deux centimètres (donc percer deux trous distants de deux centimètres). Mais on peut préférer rendre ce dipôle rigide, cela vous permettra de le placer en polarisation verticale ou horizontale et de le diriger vers la zone où se situe le récepteur que vous voulez atteindre. Dans ce cas, prenez du tube d'aluminium de 5 à 10 mm (on en trouve des longueurs de un mètre que vous retaillerez à 73 cm) et percez dans un bloc de Nylon ou de Teflon ou de plexi... un trou traversant de ce diamètre et un trou de plus gros diamètre (15 ou 20 mm) à 90° du précédent et aboutissant dans le précédent (ces deux trous vont former un T), puis coupez cette pièce en deux parties symétriques par un plan passant par les axes des trous; vous avez maintenant deux demi coquilles, dans l'une disposez les deux tubes de petit diamètre en ménageant un espacement de deux centimètres et sertissez deux rivets POP en cuivre sur lesquels vous souderez l'âme et la tresse du câble coaxial (ce dernier arrive du trou de plus gros diamètre à travers un tube d'aluminium de 80 centimètres de longueur servant à fixer le dipôle à son mât de soutien, à l'aide d'une double mâchoire à 90°); il ne vous reste qu'à enduire l'intérieur des deux demi coquilles de colle époxy et à mettre le tout en presse pendant quelques heures (vous obtenez quelque chose qui ressemble à un T de 1,50 mètre par 0,80 mètre environ); placez-le à une hauteur suffisante pour avoir un bon dégagement par rapport aux obstacles environnants (si vous mettez le dipôle en polarisation verticale, placez le brin relié à la tresse de masse vers le bas); si vous voulez obtenir une légère directivité (un gain dans la direction de la partie rayonnante par rapport au mât), vous pouvez fixer sur le tube de maintien de 15 ou 20 mm un tube d'aluminium de 80,5 cm (peu importe son diamètre) parallèlement au dipôle rayonnant et à 73 cm de celui-ci (nul besoin d'isoler ce nouveau tube du tube support). Vous avez construit quelque chose qui ressemble à une grosse antenne de télévision ou à une croix de Lorraine.

Note: l'impédance caractéristique d'un dipôle de ce type est d'environ 75 ohms et si l'on place l'éventuel réflecteur (c'est le nom du tube de 80,5 cm) à un quart d'onde (L/4,soit 73 cm) de distance du radiateur (c'est le nom du tube rayonnant de deux fois 73 cm) cette impédance n'est pas modifiée.

multimètre (calibre 50 VDC) passe par la self de choc JAF1, laquelle filtre tout passage de résidu de HF vers ce multimètre. A la sortie multimètre, vous trouvez un condensateur C1 de 10 nF et un second en parallèle C2 de 1 nF, afin que cette capacité n'influence pas la valeur de C1: deux condensateurs de capacités différentes, présentant des réactances également différentes, empêchent les fils des pointes de touche du multimètre d'entrer en résonance.

Si, à l'occasion d'un réglage un peu long (plus de dix minutes), les résistances chauffent, leur valeur ohmique diminuera et par conséquent la valeur de la tension redressée par DS1 diminuera aussi, alors que la puissance débitée par votre ampli linéaire restera la même.

C'est pourquoi, nous l'avons dit, il vaudra mieux éteindre cet étage final amplificateur de puissance RF et attendre que les résistances de la charge soient froides, avant de reprendre les réglages en remettant l'appareil sous tension.

Connaissant la valeur en V de la tension U à la sortie de DS1 et la valeur en ohm de la résistance de charge R, nous pouvons calculer la puissance P en W du signal de sortie en appliquant la formule:

$$P = (U \times U) : (R + R).$$

Si, par exemple, avec une charge de 52 ohms, nous lisons une tension de 38 V sur le multimètre en fin de réglage des condensateurs ajustables, nous aurons une puissance de signal de sortie de:

$$(38 \times 38) : (52 + 52) = 13{,}88 \text{ W}.$$

Or c'est là une puissance théorique, car DS1 introduit une chute de tension d'environ 0,65 V et, les résistances s'échauffant, la valeur de la charge passe de 52 à 50 ohms, la puissance réelle est donc en fait de:

$$(38 + 0{,}65) \times (38 + 0{,}65) : (50 + 50) = 14{,}93 \text{ W}.$$

Pour connaître la tension U que l'on devrait lire sur le multimètre par rapport à la puissance P débitée et à la résistance de charge, nous pouvons utiliser la formule:

$$U = \sqrt{P \times (R+R)}$$

avec U en V, P en W et R en ohm.

Si, par exemple, nous avons un amplificateur de puissance RF devant fournir 15 W avec une résistance de charge de 52 ohms, nous devrions lire sur le multimètre:

$$U = 39{,}49 \text{ V}.$$

Mais en pratique nous lirons une tension inférieure de 0,65 V à cause de la chute de tension dans DS1.

A la sortie d'un étage final RF de 15 W, si nous mettons une résistance de charge de 78 ohms, nous lirons sur le multimètre une tension de:

$$U = 48{,}37 \text{ V}.$$

Là encore, la tension réellement lue sera inférieure de 0,65 V:

$$48{,}37 - 0{,}65 = 47{,}7 \text{ V}.$$

La réalisation pratique

C'est très simple : réalisez le petit circuit imprimé simple face dont la figure 18b vous donne le dessin à l'échelle 1:1 ou procurez-vous le. Montez tout d'abord les quatre picots à souder.

Si vous avez choisi une résistance de charge de 52 ohms, montez ensuite les 9 résistances de 470 ohms en deux couches, l'une de 5 résistances et l'autre de 4 résistances.

Entre les deux couches, laissez un espace de un ou deux millimètres (mais pas plus car vous augmenteriez la composante inductive de l'ensemble) pour la ventilation.

Si vous avez choisi une résistance de charge de 75 ohms (78 en fait), montez les 6 résistances de 470 ohms en deux couches, l'une de 5 résistances et l'autre de 1 résistance (entre les deux couches, laissez un espace de un ou deux millimètres) ou essayez de les monter toutes sur un seul plan en faisant deux trous supplémentaires du côté de l'entrée et en "poussant" quelque peu R9 vers C1 (la ventilation n'en sera que meilleure, vous pouvez d'ailleurs maintenir cette couche à un millimètre de la surface du circuit imprimé).

Montez ensuite DS1, bague repère-détrompeur vers le picot + du multimètre, JAF1, R10 et les trois condensateurs C1, C2, C3. C'est terminé, revoyez bien la qualité de vos soudures (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée), la polarité de la diode et la bonne disposition des composants en vertu de ce qui est précisé ci-dessus.

Votre sonde de charge est prête à simuler une antenne idéale (fonction charge fictive) et à faire office de watt-mètre indirect (fonction W-mètre VHF).

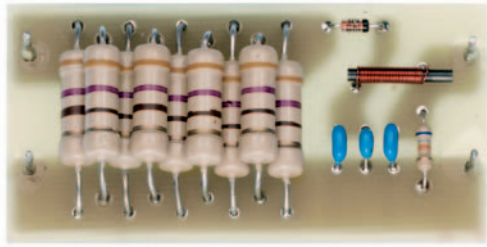


Figure 16 : Photo d'un des prototypes de la sonde de charge EN1637 permettant de dissiper une puissance HF d'environ 15 W. Cette charge fictive remplace l'antenne pendant la phase de réglage. De plus, elle redresse la tension HF et en tire une tension continue dont l'amplitude est proportionnelle à la puissance fournie par l'émetteur + l'ampli (à l'aide d'un simple multimètre, on peut alors simplement régler les deux condensateurs ajustables pour une tension de sortie maximale, comme le montre aussi la figure 13). Les 9 résistances de 470 ohms 2 W qui la constituent sont en parallèle, grâce aux deux pistes latérales du circuit imprimé. Cela fait une impédance d'environ 52 ohms. Si l'on préfère utiliser ensuite un câble coaxial de 75 ohms pour alimenter l'antenne, on n'en monte que 6, ce qui fait environ 78 ohms (ainsi l'ampli sera réglé pour cette impédance de sortie).

Les derniers conseils

Pour relier l'entrée de votre sonde de charge à la sortie de l'ampli linéaire, utilisez des morceaux de fil de cuivre très courts. A la sortie de la sonde, appliquez les pointes de touche R/N de votre multimètre réglé sur un calibre VDC (courant continu), 50 V ou plus.

Les réglages

C'est fort simple, maintenant que vous possédez le bon outil, mais attendez-vous à un travail minutieux et patient. Vous allez en effet devoir régler deux condensateurs ajustables : le C3 d'entrée (violet) et le C13 de sortie (jaune) ; vous devrez, après avoir réglé C3 puis C13 pour la tension de sortie maximale, revenir vers C3 pour une retouche, puis retoucher C13 (toujours pour une tension de sortie maximale) et revenir vers C3, etc. N'oubliez pas : si, au bout de quelques minutes vous constatez que le bloc de résistances de charge chauffe, mettez l'amplificateur linéaire hors tension (vous pouvez mettre également hors tension l'exciteur), mais ne débranchez jamais la sonde quand l'exciteur et surtout l'amplificateur sont sous tension.

Mais commençons par le début. Sur le banc de travail de votre labo, disposez de gauche à droite l'exciteur EN1619 et son alimentation. Réglez-le sur la fréquence centrale de 98 MHz si vous ne savez pas encore sur quelle fréquence vous allez travailler (vous obtiendrez ainsi un réglage moyen donnant d'assez bon résultats en terme de puissance de sortie sur toute la gamme 88-108 MHz) ; si vous le savez (par exemple vous avez remarqué un "trou" dans la bande FM à 95,2 MHz où aucune station ne semble émettre), paramétrez cette fréquence et vous allez régler l'amplificateur pour une optimisation de la puissance de sortie sur cette fréquence précise qui sera votre fréquence de travail.

Reliez, avec un court câble coaxial

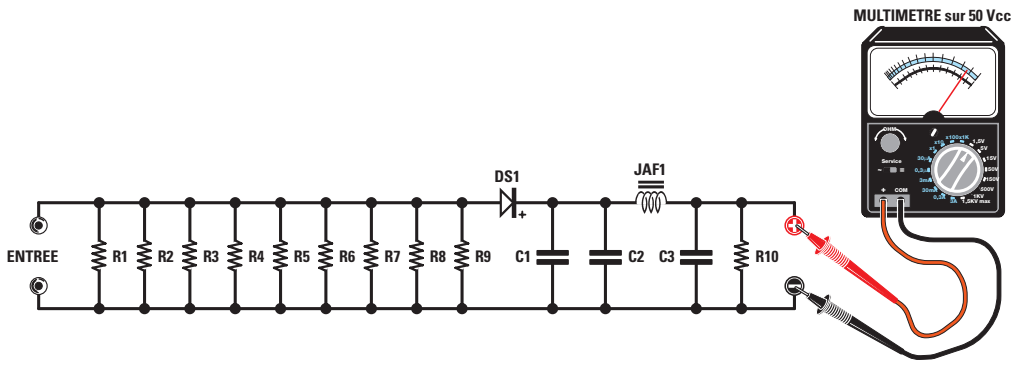


Figure 17 : Schéma électrique de la sonde de charge EN1637 en version 52 ohms (9 résistances). Pour 75 ohms, n'en monter que 6 (en supprimer trois).

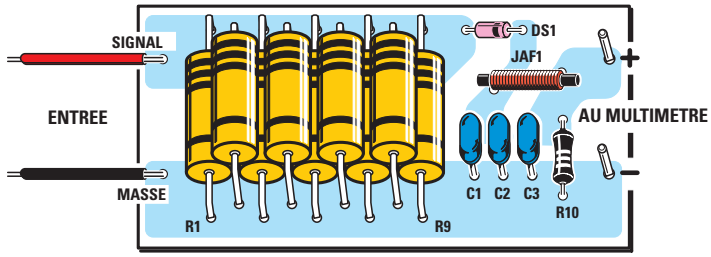


Figure 18a : Schéma d'implantation des composants de la sonde de charge EN1637 en version 52 ohms (9 résistances). Pour 75 ohms, n'en monter que 6 (supprimer celles du deuxième rang pour une meilleure dissipation, lire l'article).

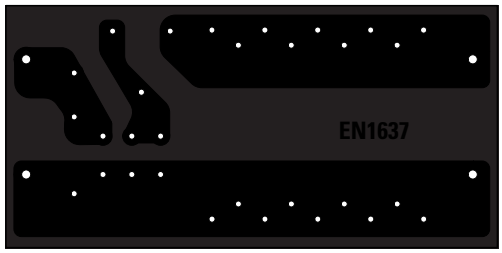


Figure 18b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de la platine de la sonde de charge EN1637, côté soudures.

BNC/BNC, la sortie de l'exciteur à l'entrée de l'amplificateur linéaire. Reliez, comme le montre la figure 13, la sortie de votre amplificateur linéaire à l'entrée de votre sonde de charge (dont vous avez choisi la valeur d'impédance en fonction de l'impédance caractéristique que vous souhaitez choisir pour le câble coaxial de sortie vers l'antenne, voir figure 15) avec deux fils très courts.

Reliez la sortie de votre sonde de charge aux pointes de touche du multimètre à l'aide de ses pinces crocos. Pour la liaison de l'amplificateur à la sonde de charge et de la sonde de charge au multimètre, vous devez impérativement respecter la polarité (voir figure 13) : vous le voyez, le + est en haut (fils rouges) et la masse en bas (fils noirs).

Vérifiez bien que cette chaîne est complète et correctement établie et, si c'est le cas, alimentez l'amplificateur linéaire EN1636 (12 à 15 V continu) et l'exciteur EN1619.

Vous obtenez tout d'abord une tension médiocre sur le multimètre, ne vous inquiétez pas. Agissez (de préférence avec un tournevis HF qui ne perturbe pas les réglages) sur le condensateur ajustable C3 (entrée) pour obtenir la déviation maximale du multimètre réglé en voltmètre continu ; puis agissez sur le condensateur ajustable C13 pour obtenir la déviation maximale du multimètre ; revenez vers C3 et essayez d'améliorer le résultat, puis revenez retoucher C13 pour améliorer le résultat, puis à nouveau vers C3, etc., jusqu'à ce que le réglage optimal (en matière de tension de sortie) soit obtenu.

Et n'hésitez pas à faire des pauses pour laisser les résistances de charge refroidir (pendant les pauses, coupez l'alimentation de l'amplificateur et éventuellement de l'exciteur).

Ne débranchez la sonde de charge que lorsque vous avez coupé l'alimentation de l'amplificateur et désaccouplé l'exciteur de l'entrée. Pendant les réglages, l'exciteur ne doit pas être relié à une source modulante BF (la porteuse pure est requise).

La liaison à l'antenne

Supprimez la sonde de charge, remontez éventuellement la platine ampli dans son boîtier et reliez la BNC de sortie au câble coaxial de 75 ou 52 ohms (en fonction de l'impédance de la charge qui vous a servi à exécuter les réglages) qui va alimenter l'antenne.

Pour la réalisation de ladite antenne, voyez l'encadré de la figure 15. Rebranchez l'exciteur à l'entrée de l'ampli et, après avoir vérifié que l'antenne est correctement branchée et placée à une hauteur suffisante pour être dégagée de tout obstacle proche, mettez sous tension l'amplificateur et l'exciteur.

Liste des composants

R1 470
R2 470
R3 470
R4 470
R5 470
R6 470
R7 ..... 470 pour 52 ohms
R8 ..... 470 pour 52 ohms
R9 ..... 470 pour 52 ohms

C1..... 10 nF multicouche
C2..... 1 nF multicouche
C3..... 10 nF multicouche

JAF1 .. self 10 µH

DS1 ... 1N4148

Ecoutez sur un tuner FM ou un poste de radio la porteuse (un grand silence !) en vous calant sur la fréquence d'émission. Vous pouvez alors connecter une source BF (par exemple un lecteur de CD ou la sortie d'une table de mixage ou mélangeur BF) à l'entrée de l'exciteur EN1619 (en mono ou mieux en stéréo) et écouter sur le poste le résultat.

Ensuite, avec un poste à pile portatif ou en voiture avec l'autoradio, vous pouvez aller dans le voisinage vous rendre compte de l'augmentation considérable de la portée de votre...station de radiodiffusion FM.

C'est ce que vous venez de créer et vous pouvez couvrir désormais plusieurs kilomètres de rayon (cela est fortement fonction de l'encombrement de la fréquence choisie et du dégagement de l'antenne émettrice –il est bien certain qu'un point haut, comme une colline ou un château d'eau, est ici idéal, mais il est devenu bien difficile d'en trouver un qui ne soit pas déjà occupé par un relais de téléphonie mobile). Enfin, n'oubliez pas qu'en France ce type d'activité est soumis à l'obtention d'autorisations et à l'attribution d'une fréquence par le législateur.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet amplificateur linéaire FM EN1636 (ainsi que la sonde de charge EN1637) et l'exciteur FM EN1619 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes disponibles sont téléchargeables à l'adresse suivante : http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/087.zip. ◆

SPECIAL HI-FI

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.



Tension 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..... 213,40 €

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.....269,00 €
MO1615.....Coffret percé et sérigraphié ..... 48,00 €

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 ..... 599,00 €

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.....681,10 €

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 cofret.....333,90 €

AMPLI. HI-FI CLASSE A 2 X 22 WATTS À IGBT

Cet amplificateur est capable de délivrer 2 x 22W sous une charge de 8 ohms. Les transistors utilisés sont de type IGBT et l'amplificateur a une structure de classe A.
Puissance max RMS : ..... 20 W
Distorsion harmonique : 0,02%
Puissance max musicale : ..... 40 W
BP à ±1dB : ..... 8Hz à 60 kHz
Impédance d'utilisation : .....8 Ω
Signal d'entrée max : 0,8Vpp



LX1361..... Kit complet avec coffret..... ..286,00 €

AMPLIFICATEUR A FET POUR CASQUE - HEXFET

Avec cet amplificateur stéréo qui utilise exclusivement des FET et des HEXFET, on peut écouter dans un casque et en HI-FI sa musique préférée avec ce timbre sonore chaud et velouté que seuls les lampes et les FET parviennent à reproduire.
Puissance max. de sortie : . 1.1W RMS.
Impédance de sortie :..... 36Ω . Impédance minimale casque :.... 8Ω.
Sortie EXFET classe :..... AB1. Entrée à FET classe :..... A.
Impédance d'entrée : ..... 47 kΩ.
Amplitude max. d'entrée : ..... 4,5 V ou 0,56 V.
Gain maximum : ..... 12 dB ou 30 dB.
Réponse ±1dB : ..... 20 - 22000 Hz.
Diaphonie : ..... 98 dB.
Rapport signal/bruit : ..... 94 dB.
Distorsion harmonique : ..... < 0,08 %.



LX1144 .... Kit complet avec coffret..... 73,80 €

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 ..... 830,00 €

PREAMPLIFICATEUR A LAMPES



Associé à l'amplificateur LX1113/K, ce préamplificateur 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/K.....436,35 €

PREAMPLIFICATEUR A FET



Outre les réglages du niveau, de la balance, des basses et des aigus, ce préampli, tout à transistors FET, est muni d'une fonction anti-bump, d'une égalisation RIAA passive, et d'un jeu de filtres commutables d'adaptation d'impédance. **Entrées :** Pick-Up - CD - Aux. - Tuner - Tape. **Impédance d'entrée Pick-Up:** 50/100 kΩ **Impédance des autres entrées:** 47 kΩ . **B.P :** 10 à 30 000 Hz. **Normalisation RIAA:** 20 à 20 000 Hz. **Contrôle tonalité basses :** ±12 dB à 100 Hz. **Contrôle tonalité aigus :** ±12 dB à 10 000 Hz. **Distorsion THD à 1000 Hz :** < à 0,05 %. **Rapport signal sur bruit aux entrées :** 95 dB (sauf Pick-Up : 75 dB). **Diaphonie: 90 dB.**

LX1150/K ..... 175,30 €

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.

EN1638

Un variateur pour tubes au néon

Si vous cherchez un “varilight” (variateur de lumière) pour charges résistives, permettant d’allumer des ampoules à filament, vous en trouverez une infinité. Si en revanche vous cherchez un variateur pour tubes au néon (sans filament) vous aurez beaucoup de mal à en trouver un : ne le cherchez plus, nous vous proposons de le construire.



Les variateurs (en Anglais “dimmers”) ou “varilights” (variateurs de lumière), vous les connaissez sans doute bien : ils abaissent la tension d’alimentation de façon à allumer le filament incandescent de l’ampoule électrique au minimum. Une telle ampoule à filament est en fait une résistance et les variateurs jusqu’ici proposés permettaient de faire varier seulement la tension appliquée aux bornes d’une charge résistive, autrement dit ne concernaient que les ampoules à incandescence. Mais comment régler la luminosité de ces tubes fluorescents au néon, de plus en plus répandus et tellement avantageux pour les installations d’éclairage domestiques ou autres ? Ils ne comportent pas de filament, ce ne sont donc pas des charges résistives et un variateur classique ne peut pas les commander.

Eh bien, aujourd’hui le circuit intégré L6574 permet de contrôler la luminosité d’un luminaire au néon comme s’il s’agissait d’une vulgaire ampoule à filament !

Ça tombe très bien car, d’une part, les tubes fluorescents sont efficaces, économiques en termes de consommation énergétique et de durée de vie et maintenant disponibles en lumières chaudes et colorées (voir figure 7) et, d’autre part, nul n’a pour autant envie de se priver de la possibilité d’en moduler l’intensité lumineuse.

Comment fonctionne un tube au néon

Pour allumer un tube fluorescent au néon (le classique 36 W d’un mètre de longueur par exemple), il faut lui adjoindre deux éléments indispensables, comme le montrent les figures 1 et 2 : le réacteur et le starter.

Le tube (ou ampoule ou enveloppe) est un vrai tube de verre dont la surface interne est tapissée d’une substance

phosphorée lui conférant une lumière de couleurs et de qualités diverses. Dans le tube se trouvent deux électrodes alimentées de l'extérieur. Le réacteur est un solénoïde (de l'extérieur il ressemble à un transformateur comparable à ceux alimentant les spots halogènes 12 V) constitué d'un enroulement de fil de cuivre isolé et dimensionné en fonction de la puissance du tube (18 W, 36 W, 60 W et ainsi de suite).

Le starter est un petit cylindre à deux électrodes favorisant l'allumage du tube: en effet, la tension du secteur 230 V ne suffit pas à amorcer à froid la décharge dans le gaz (le gaz rare utilisé est généralement le néon, justement); dans son bulbe de verre rempli de gaz inerte (généralement de l'argon) se trouve un bilame normalement ouvert avec en parallèle un condensateur de 5,6 nF; dès qu'on alimente le tube au néon, entre les bornes ouvertes du bilame un arc électrique se produit (voir figure 3).

La chaleur produite ferme le contact du bilame lequel, étant en série avec les filaments des tubes, en provoque le réchauffement et l'ionisation du gaz; aux bornes du contact du bilame, maintenant fermées, la décharge cesse; par conséquent le bilame se refroidit et le contact se rouvre; cette ouverture, conjuguée avec le réacteur qui a emmagasiné de l'énergie, produit un effet d'auto-induction qui se manifeste par une décharge à haute tension, ce qui favorise une prochaine décharge ionisante dans le gaz et donc l'allumage du tube.

Une autre façon d'allumer un tube au néon consiste à lui fournir une tension élevée d'un millier de volts (à partir d'un transformateur, bien sûr); on réchauffe ainsi les filaments et on peut alimenter des tubes très longs. C'est la méthode que mit en œuvre Tesla dans les années 1900 (voir figure 6).

Note: si vous habitez près d'une centrale électrique ou si les câbles de la haute tension passent au dessus de votre habitation, vous pouvez allumer un tube au néon simplement en le tenant à la main, sans avoir à l'alimenter.

Une autre manière d'allumer les tubes au néon revient à les alimenter avec un courant alternatif à haute fréquence fixe. Dans ce cas, à la place du starter, on monte une résistance PTC.

Les tubes ainsi alimentés ont un meilleur rendement et nous épargnent ce fastidieux clignotement à 50 Hz que vous n'avez pas manqué de déplorer (ce phénomène se produit avec les tubes en fin de vie); mais surtout, avec ce procédé, on n'a pas besoin non plus de réacteur.

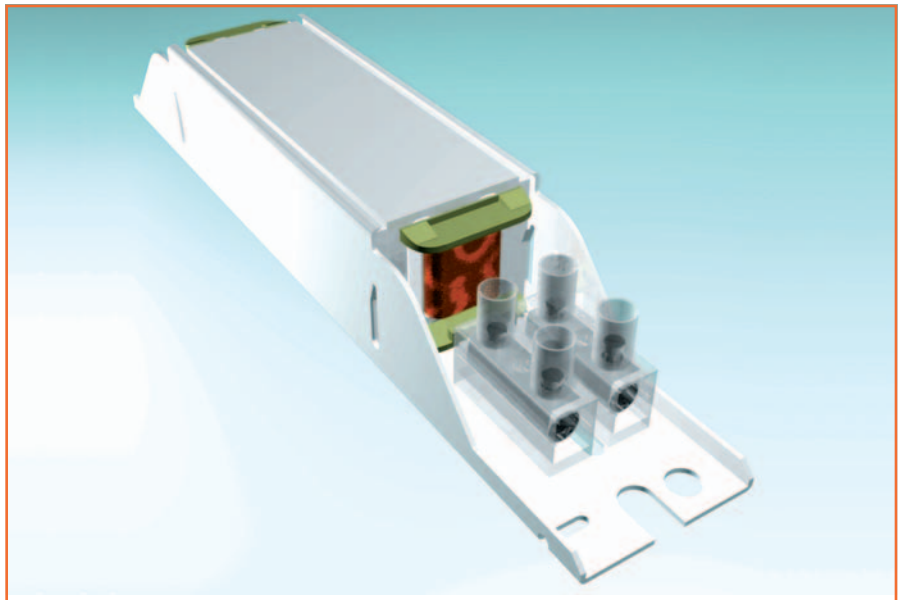


Figure 1: Le réacteur est monté en série avec les tubes au néon (ou ampoules fluorescentes) afin de stabiliser et de limiter le courant consommé. Parfois la totalité du circuit d'allumage est installé dans la base même de l'ampoule, ce qui la rend assez volumineuse.

Note: ce phénomène peut être expérimenté en mettant le tube à proximité immédiate d'antennes émettrices (un émetteur ou réémetteur de radio/télédiffusion ou une tour hertzienne ou un relais de téléphonie mobile). Mais ne restez pas trop longtemps dans de tels parages et surtout ne regardez jamais le faisceau invisible sortant d'une antenne émettrice directive UHF, les risques de lésion rétinienne sont élevés...bref, ne faites pas cette expérience, croyez-nous sur parole et fuyez ces lieux insalubres!

Note sur la décharge

A la pression ambiante, le courant dans le tube demeure très faible et il est dû à quelques ions toujours présents dans le gaz. Quand la pression dans le tube est suffisamment réduite (moins de 10 millimètres de mercure ou 10 mmHg), le courant augmente et la décharge ionisante engendre une lumière filiforme reliant les deux électrodes.

Dans l'air, cette décharge a une certaine luminosité, mais en présence d'autres gaz elle donne des couleurs différentes: par exemple, avec le néon, la couleur est rouge; avec l'argon elle est bleu-vert.

Si l'on diminue encore la pression, la lumière envahit tout le volume du tube (décharge en lueur). Les tubes des enseignes lumineuses fonctionnent selon ce principe, avec des gaz différents selon la couleur souhaitée. La luminescence du tube est due à des rayons spécifiques émis par la cathode. Ces rayons n'engendrent pas seulement la luminescence du verre, mais également d'autres substances. Par exemple

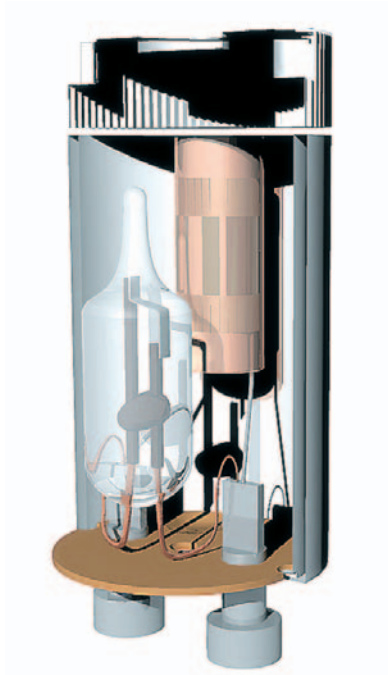


Figure 2: Le starter est le dispositif qui permet l'allumage du tube fluorescent au néon. A l'intérieur du petit bulbe de verre se trouvent deux contacts bilames normalement ouverts et un condensateur.

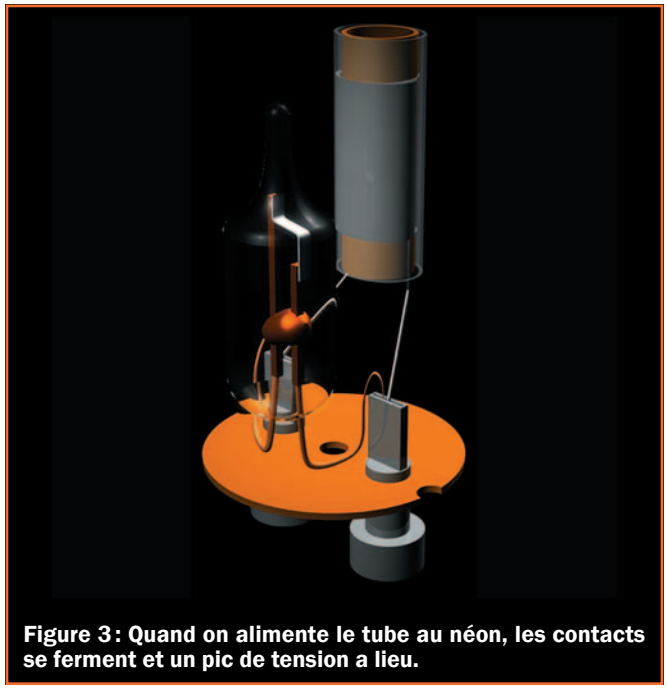


Figure 3 : Quand on alimente le tube au néon, les contacts se ferment et un pic de tension a lieu.



Figure 4 : À la fin de ce préchauffage, les contacts s'ouvrent et le scintillement commence.

le gypse (roche qui donne le plâtre quand elle est chauffée à haute température) émet une lueur rougeâtre, le sulfure de zinc une lueur verte. Une petite quantité de mercure caractérise les néons dont on se sert dans les appareils à bronzer ou pour les stérilisateurs.

Le schéma électrique

A la différence des vieux systèmes à fréquence fixe dans lesquels le starter est remplacé par une résistance PTC, le circuit intégré L6574 se compose d'un contrôleur intelligent qui nous permet de régler l'intensité lumineuse d'un tube fluo en utilisant seulement des résistances et des condensateurs.

Au cours de toutes ces phases de :

- préchauffage des filaments,
- amorçage du tube,
- contrôle de la fréquence d'amorçage,
- contrôle de la fréquence de maintien,

le circuit est alimenté directement par le secteur au moyen d'un pont redresseur RS1 (schéma électrique de la figure 9) qui redresse la tension du secteur avant que C13 ne lisse la tension redressée.

A la mise sous tension, le circuit est donc alimenté par la tension disponible aux extrémités de C13 (soit 320 V continu) à travers les deux résistances chutrices R8 et R9 (lesquelles permettent –épaulées par la zener DZ1– d'alimenter la broche 12 avec une tension de 15 V). Cela est possible car le L6574 consomme très peu.



Figure 5 : Séquence d'allumage d'un tube fluorescent. La lumière est produite par une décharge électrique passant dans le tube rempli de gaz. Ces tubes peuvent être repliés selon les fantaisies les plus diverses, cela ne nuit nullement au fonctionnement...pour la plus grande satisfaction des designers et autres entreprises de pub (voir figure 7).



Figure 6 : Le savant serbo-américain Nikola TESLA naquit à Smiljan en Croatie en 1857 et mourut à New York en 1943. Sa plus fameuse invention, la bobine de Tesla, est un transformateur capable de produire des courants électriques à des tensions et fréquences très élevées.

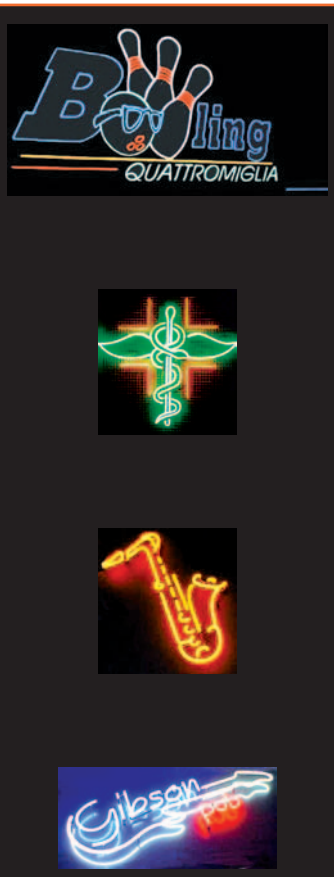


Figure 7 : La plupart des illuminations publicitaires proviennent de tubes fluorescents dont l'efficacité lumineuse est bien supérieure, la consommation d'énergie bien moindre et la durée de vie nettement plus longue que celles des ampoules à incandescence

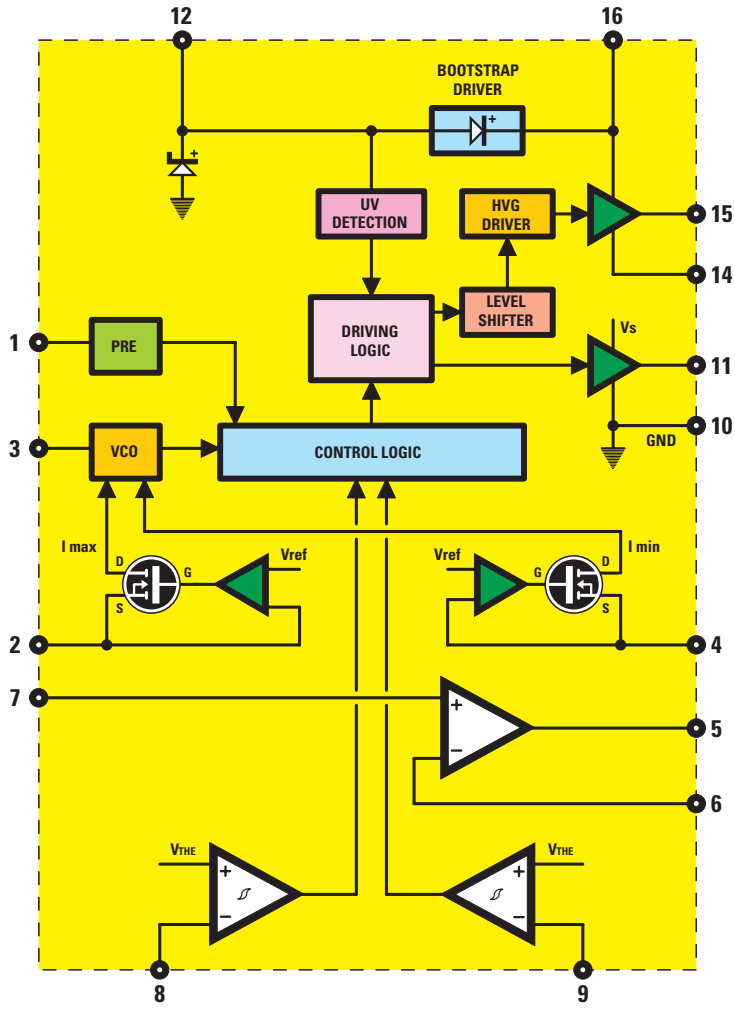


Figure 8 : Schéma synoptique interne et brochage vu de dessus du circuit intégré L6574.

Quand le circuit est en régime établi, à travers C8, on prélève une partie du signal carré présent sur la broche 14, pour le limiter ensuite en amplitude par DZ1 et l'appliquer à travers DS1 à la broche 12 de IC1.

Ainsi, la fonction de R8-R9 consiste exclusivement à fournir la tension au circuit au moment de la mise sous tension. Le centre de tout le système est un VCO situé à l'intérieur de circuit intégré (voir figure 8) : sa fréquence est contrôlée et modifiée par l'oscillateur en fonction des diverses phases de démarrage et d'allumage du tube au néon.Tout le contrôle se fonde sur des temps et des références de tensions fixes internes et, dans des séquences bien précises, toutes les phases de démarrage et de pilotage des MOSFET sont contrôlées. Voyons-les en détail.

Lorsque, durant l'allumage, la tension d'alimentation dépasse le seuil de 15,6 V, grâce à la zener interne reliée à la broche 12 (voir figure 8), la phase de préchauffage commence ; elle consiste à alimenter les deux filaments du tube au moyen des MOSFET MFT1-MFT2 avec un signal HF (environ 60 kHz) déterminé par les valeurs de C4 et R6-R4-R5.

Après un délai dû à la valeur de C3 (environ 1,5 s), la fréquence de travail descend jusqu'à la fréquence de résonance déterminée par le circuit formé de Z1 et C15-C16 (38 kHz). Pendant environ 150 ms, la tension augmente aux bornes du tube au néon, ce qui provoque l'amorçage.

Le contrôle du courant et par conséquent de la luminosité est obtenu en faisant varier la fréquence du VCO interne. L'étage de puissance constitué des deux MOSFET, montés en demi pont, fournit l'énergie nécessaire, sous forme de signal carré d'amplitude égale à la valeur de pic de la tension secteur (320 V), à l'étage composé de Z1, C14, C15, C16...et bien sûr du tube.

Avec des séquences internes préétablies, le L6574 fournit à travers C7 une tension de gâchette adéquate pour piloter MFT1 lequel, puisque sa source n'est pas reliée à la masse, a besoin d'une tension de gâchette supérieure à la tension d'alimentation. Cette tension est justement fournie par C7.

Pour obtenir le contrôle de la puissance de sortie, on se sert de l'amplificateur opérationnel interne, qui correspond aux

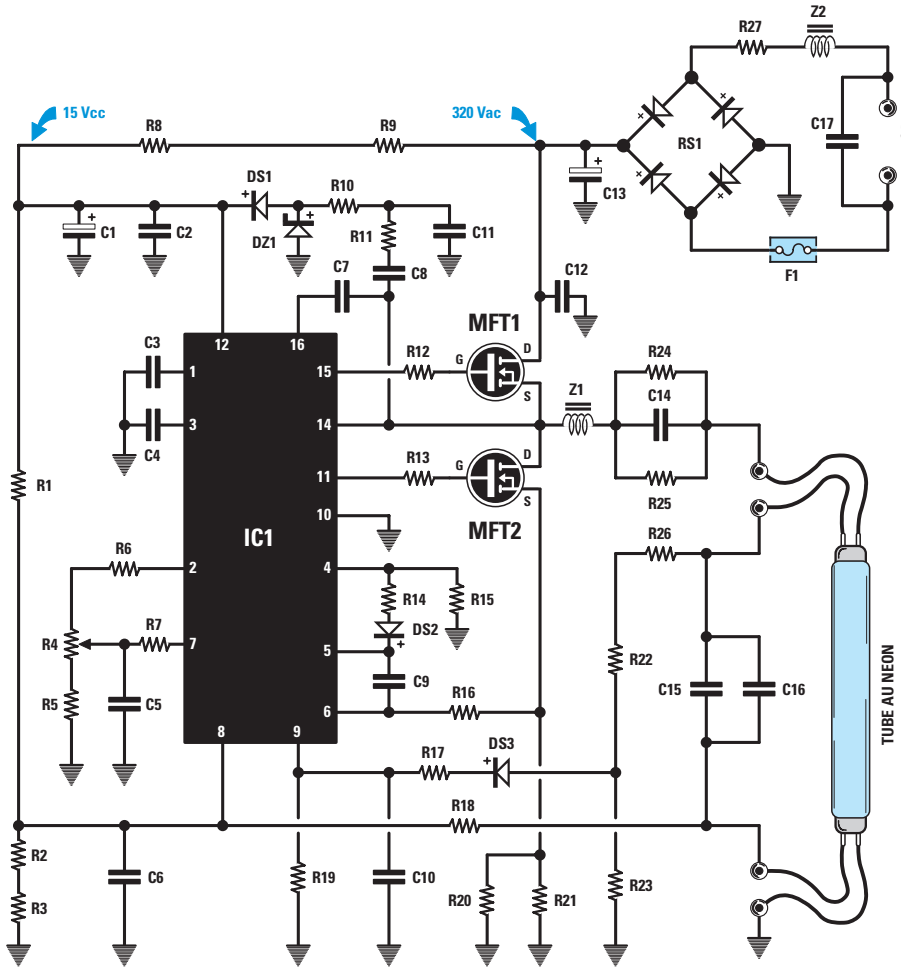


Figure 9: Schéma électrique du variateur pour tubes au néon.

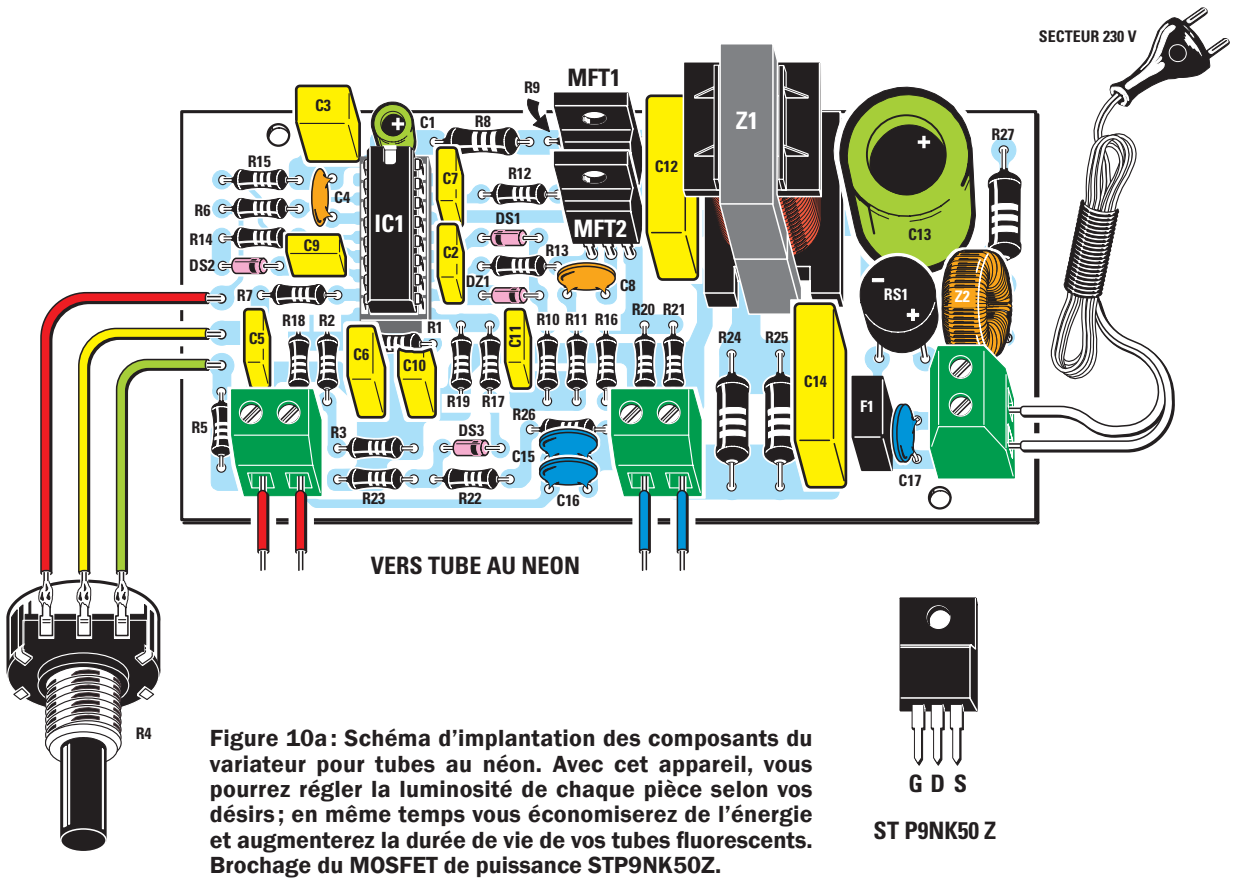


Figure 10a: Schéma d'implantation des composants du variateur pour tubes au néon. Avec cet appareil, vous pourrez régler la luminosité de chaque pièce selon vos désirs; en même temps vous économiserez de l'énergie et augmenterez la durée de vie de vos tubes fluorescents. Brochage du MOSFET de puissance STP9NK50Z.

Liste des composants

R1 .....390 k
R2 .....10 k
R3 .....10 k
R4 .....4,7 k potentiomètre lin.
R5 100
R6 .....82 k
R7 .....10 k
R8 .....120 k 1/2 W
R9 .....120 k 1/2 W
R10 10
R11 47
R12 22
R13 22
R14 .....100 k
R15 .....100 k
R16 .....10 k
R17 .....1 k
R18 .....6,8 k
R19 .....6,8 k
R20 1,2
R21 1,2
R22 .....820 k
R23 .....3,9 k
R24 .....100 k 1 W
R25 .....100 k 1 W
R26 .....560 k
R27 .....10 2 W

C1.....10 µF électrolytique
C2.....100 nF polyester
C3.....1 µF polyester
C4.....470 pF céramique
C5.....100 nF polyester
C6.....470 nF polyester
C7.....100 nF polyester
C8.....680 pF 2 000 V céramique
C9.....8,2 nF polyester
C10 .....330 nF polyester
C11 .....4,7 nF polyester
C12 .....100 nF 400 V polyester
C13 .....22 µF 450 V électrolytique
C14 .....100 nF 400 V polyester
C15 .....4,7 nF 2 000 V céramique
C16 .....4,7 nF 2 000 V céramique
C17.....10 nF 1 000 V céramique

Z1.....self VK1449
Z2.....self VK900

DS1 .....1N4150
DS2 .....1N4150
DS3 .....1N4150
DZ1 .....zener 15 V
RS1 .....pont redresseur 600 V 1 A

IC1.....L6574
MFT1...MOSFET STP9NK50Z
MFT2...MOSFET STP9NK50Z

F1.....microfusible retardé 400 mA

Note : toutes les résistances sont des 1/4 de W, sauf spécification différente.

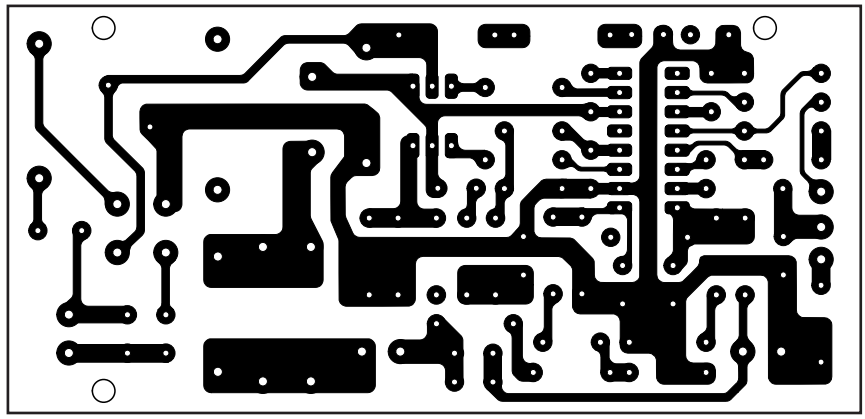


Figure 10b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine du variateur pour tubes au néon, côté soudures.

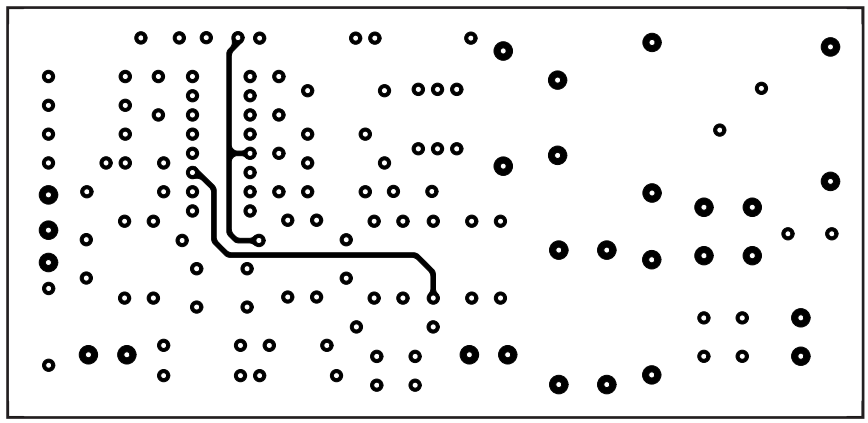


Figure 10b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine du variateur pour tubes au néon, côté composants.

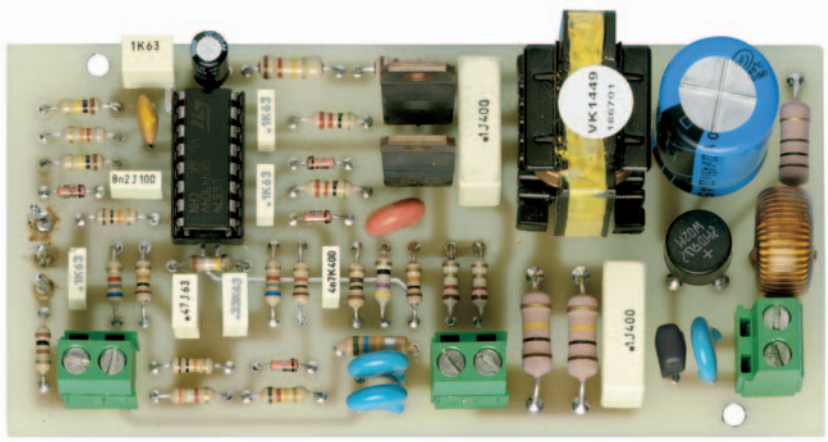


Figure 11 : Photo d'un des prototypes de la platine du variateur pour tubes au néon. Regardez bien les deux MOSFET en haut au milieu, leur semelle métallique apparente sert de repère-détrompeur ; ceux que vous trouverez risquent de présenter un aspect un peu différent, la semelle étant entièrement recouverte de matière plastique isolante, comme le montre la figure 10a.

broches 7-6-5 (voir figure 8). Il contrôle la luminosité du tube en comparant le courant qui passe à travers l'étage de puissance –courant transformé en tension à travers R20-R21– et une tension de référence présente sur la broche 2. Le potentiomètre R4 permet de modifier le courant d'un comparateur interne relié au VCO. Ainsi, en modifiant la fréquence, on modifie aussi la luminosité.

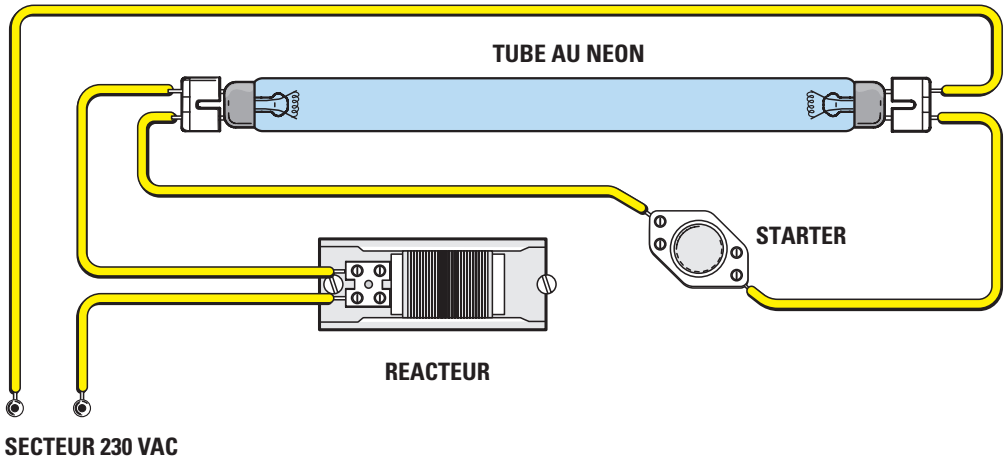


Figure 12 : Schéma de connexion d'un tube au néon. Les électrodes du tube sont alimentées de l'extérieur à l'aide du réacteur monté en série avec le tube et du starter monté en parallèle. Sans ces deux éléments le tube ne s'allume pas.

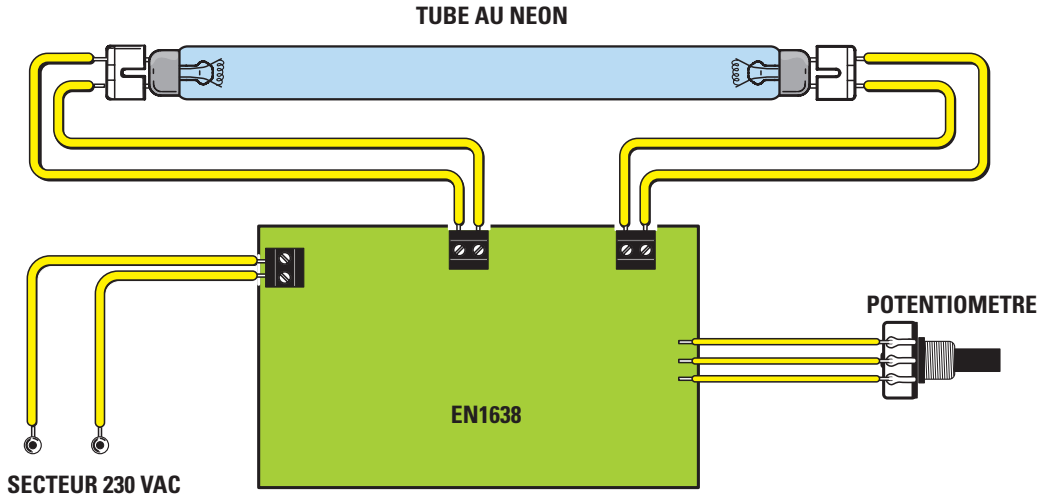


Figure 13 : Si vous utilisez notre circuit pour régler l'intensité lumineuse du tube fluo, vous n'avez plus besoin de réacteur ni de starter ; par conséquent, après les avoir supprimés, reliez les électrodes du tube aux deux borniers à deux pôles de la platine EN1638.

Note : quand il est éteint, le tube se comporte comme un circuit ouvert ; lorsque le gaz est ionisé, en revanche, un courant le parcourt (il dépend des caractéristiques du tube)

Grâce à la diode DS2 et la résistance R15, le VCO modifie la fréquence de telle manière qu'elle ne descende jamais au dessous d'une certaine valeur déterminée par la résistance R15.

Afin d'éviter qu'en réglant le potentiomètre R4 au minimum de luminosité, le tube ne se mette à clignoter, nous avons monté en parallèle sur le condensateur C14 deux résistances R24-R25, fournissant un courant continu minimum, et assurant une luminosité uniforme même quand le réglage du potentiomètre est au minimum.

Le circuit de sécurité

Les résistances R18-R1-R2-R3 agissent sur la broche 8 du circuit intégré IC1 (L6574) en la désactivant quand il n'y a pas de tube au néon, afin d'éviter que le courant circulant dans les transistor de sortie MOSFET atteigne des valeurs trop grandes qui détruiraient les transistors.

En éteignant et rallumant le circuit on réinitialise le fonctionnement normal.

La diode DS3, les résistances R17-R19 et le condensateur C10 agissent sur la broche 9 du circuit intégré IC1 (L6574) en constituant un réseau de protection contre toute entrée de haute tension produite par le tube au néon au cours de la phase de préchauffage ou si on se sert de très vieux tubes.

La réalisation pratique

Quand vous avez réalisé le circuit imprimé double face dont la figure 11b-1 et 2 donne les dessins à l'échelle 1 ou que vous vous l'êtes procuré, enfoncez et soudez tout de suite les trois picots et le support du circuit intégré.

Vérifiez bien ces premières soudures (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée) et montez tous les autres composants en commençant par les plus bas et en terminant par les plus volumineux.

Montez les résistances (maintenez les deux grosses résistances "sucres" à un ou deux millimètres de la surface), les diodes et la zener (attention à l'orientation de leurs bagues repère-détrompeurs),

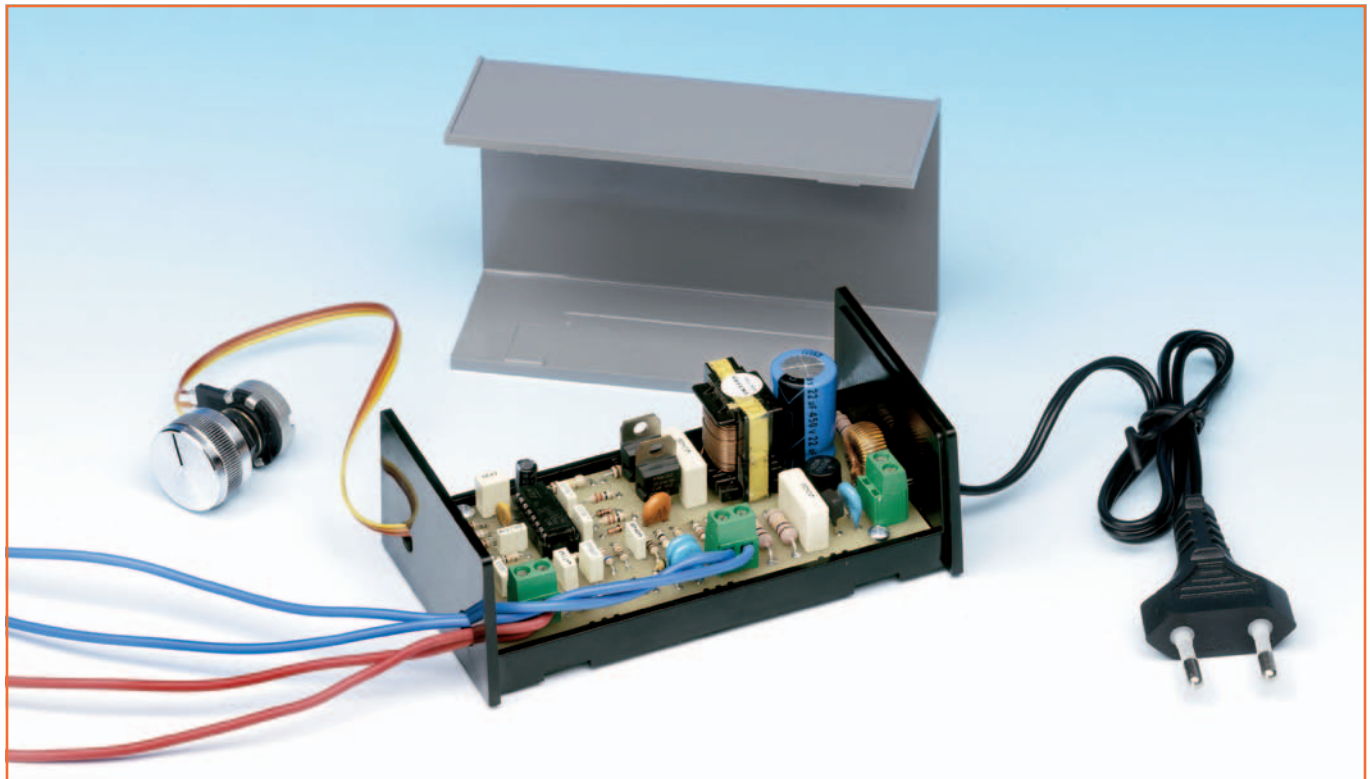


Figure 14 : L'installation éventuelle dans le boîtier plastique non spécifique. Vous devrez le percer (sans aucune difficulté, surtout avec des forets à bois à pointes) sur un petit côté pour le passage de l'axe du potentiomètre et des fils allant au tube néon et sur l'autre pour l'entrée du cordon secteur. La platine est fixée au fond du boîtier avec 2 vis autotaraudeuses.

les condensateurs polyesters et céramiques puis les électrolytiques (attention à la polarité), la self toroïdale Z2, le pont RS1 (attention à la polarité), le fusible F1, les deux MOSFET (debout sans dissipateur, attention à l'orientation de leurs semelles métalliques : vers le haut de la platine), la grosse self Z1 et enfin les trois borniers à deux pôles.

Quand tout ceci est terminé et que les soudures ont été vérifiées, montez la platine dans son boîtier plastique, à l'aide de deux vis autotaraudeuses (voir figure 14) : le potentiomètre est à fixer en face avant et à assortir de son bouton de commande, les fils allant au tube sortent également par cette face.

Du panneau arrière sort le cordon secteur 230 V protégé par un passe-fils en caoutchouc.

Vous pouvez maintenant enfoncer le circuit intégré dans son support (attention, repère-détrompeur en U vers C1).

Bien sûr, vous préfèrerez peut-être installer la platine sous le capot du tube néon d'origine : dans ce cas, vous n'aurez pas à installer de montage dans un boîtier plastique ; toutefois, faites bien attention à ce qu'aucune piste du circuit imprimé ne vienne en contact avec une pièce métallique située dans ce capot (ou avec le capot lui-même).

Quant au potentiomètre, rien n'empêche de le disposer à distance et vous ferez dans ce cas passer ses fils dans le conduit plastique normalisé de l'installation électrique.

Les essais

Après avoir éventuellement installé la platine dans son boîtier plastique, il faut essayer le circuit afin d'être certain de n'avoir commis aucune erreur.

Procurez-vous un tube au néon de 18 ou 36 W (ces derniers sont les plus courants et les moins chers).

Faites très attention, la tension du secteur 230 V peut être mortelle !
Et les pics à 320 V encore plus.

Pour ce réglage, vous pouvez prendre un "vieux" plafonnier à tube néon, de manière à profiter des deux supports de soutien du tube.

Supprimez le réacteur et le starter, comme le montrent les figures 12 et 13 (vous n'en avez plus besoin) : débranchez proprement tous les fils et réalisez avec les éléments restants (supports et tube) et la platine EN1638 le circuit de la figure 13.

Branchez le cordon secteur dans une prise 230 V et le tube fluo s'illumine progressivement quand vous tournez le bouton du potentiomètre.

Vous pouvez maintenant débrancher le cordon et démonter ce circuit d'essai. Mais là encore, attention à la tension du secteur 230 V qui se conserve longtemps dans les condensateurs !

Il ne vous reste qu'à réaliser la nouvelle installation électrique de ce plafonnier à tube au néon : vous pouvez désormais le commander graduellement.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce variateur pour tube au néon EN1638 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes disponibles sont téléchargeables à l'adresse suivante :
http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/087.zip. ◆

EN1644-1645-1646-1

Un générateur

BF-VHF à circuit intégré DDS

Première partie : l'analyse théorique

Ce générateur de signaux BF à VHF, réalisé à partir du fameux circuit intégré DDS AD9951, permet de prélever à sa sortie un signal sinusoïdal dont la fréquence peut varier d'un minimum de 1 Hz à un maximum de 120 MHz. Les DDS étant appelés à devenir les circuits intégrés incontournables de beaucoup d'appareils électroniques du futur, nous allons vous expliquer, dans cette première partie, comment ils fonctionnent (vocation didactique oblige : c'est la rentrée ou pas ?).



Si vous nous suivez fidèlement depuis les tout premiers de ces quatre-vingt-sept numéros (huit ans déjà !) vous savez que l'une des caractéristiques de votre revue est de vous proposer le plus souvent possible des montages utilisant des composants situés à la pointe du progrès en électronique : or on a vu apparaître depuis quelques temps les circuits intégrés DDS ("Direct Digital Synthesizer" ou synthétiseur numérique direct) ; grâce à eux, on peut réaliser des générateurs de signaux sinusoïdaux dont la fréquence peut aller du Hz à la centaine de MHz et ce avec la stabilité d'un oscillateur à quartz.

Les informations concernant cette petite merveille sont en revanche plutôt difficile à trouver : nous avons toutefois dû y parvenir (à partir de sources en Anglais, vous vous en doutez) pour mettre au point les appareils que nous proposons...et nous allons vous en faire profiter (en Français). L'affaire n'étant pas des plus simples, nous userons de toute notre pédagogie afin que vous puissiez apprendre ce que sont ces DDS et comment créer ensuite vos propres circuits.

Le principe de fonctionnement de ce générateur

Disons tout d'abord que les DDS n'ont besoin d'aucune self d'accord ni par conséquent d'aucun commutateur de changement de gamme. Les générateurs mettant en œuvre ces circuits intégrés travaillant en numérique, ils peuvent atteindre des fréquences d'une centaine de MHz avec une résolution d'un Hz. Autre avantage, un générateur à DDS est caractérisé par un bruit de phase très faible. La fréquence que l'on souhaite obtenir à la sortie du générateur s'obtient en tapant sa valeur numérique sur un clavier, comme si c'était une vulgaire calculatrice, puis en tapant sur la touche **#**. La valeur de la fréquence choisie s'affiche alors sur le LCD et, en utilisant les touches + et – situées au dessous de cet afficheur, on peut augmenter et diminuer cette fréquence (voir photo de première page). Par exemple, tapons 100 000 000 sur le clavier : le LCD visualise ce nombre ; cependant la fréquence correspondante ne sera présente en sortie que si nous tapons **#** (le symbole > apparaît alors après le nombre affiché, voir seconde partie

de l'article, figures 20 et 21). Si nous tapons par exemple 9 000 000, ce nombre s'affiche et la fréquence de 9 MHz est présente en sortie après que l'on ait pressé la touche **#** de confirmation (voir figure 22); l'afficheur LCD visualise 9 000 000 Hz>, si nous pressons la touche ***** (astérisque) puis, sous l'afficheur, le poussoir + (voir figures 24 et 25), nous augmenteront la fréquence à 9 000 001 puis 9 000 002 puis 9 000 003 Hz, etc. et si nous pressons le poussoir –, nous diminueront la fréquence à 8 999 999 puis 8 999 998 puis 8 999 997 Hz, etc., le pas étant bien, on le voit, de 1 Hz, quelle que soit la fréquence choisie.

La touche ***** en bas à gauche du clavier sert à choisir le chiffre que l'on désire modifier: unité, dizaine, centaine ou millier de Hz, etc.
Par exemple, si nous avons tapé au clavier 100 000 000 Hz et si nous désirons changer pour 99 500 000 Hz, nous n'aurons que les trois premiers chiffres à changer: pressons la touche ***** du clavier et sous chaque chiffre successivement de droite à gauche apparaît le signe – (voir figure 24). Dans notre exemple, le chiffre intéressé est en gras:

100 000 00**0** - 100 000 0**0**0 - 100 000 **0**00
100 00**0** 000 - 100 0**0**0 000 - 100 **0**00 000

Arrivé au sixième chiffre (100 **0**00 000), nous devons presser le poussoir – plusieurs fois jusqu'à voir s'afficher 99 **5**00 000.

Si nous pressons la touche ***** à nouveau, nous nous plaçons sur le septième chiffre (**9**9 500 000) et il suffit alors de presser une seule fois le poussoir – pour afficher 9**8** 500 000. Si au lieu du poussoir – nous pressons le poussoir +, nous affichons la fréquence 100 **5**00 000.

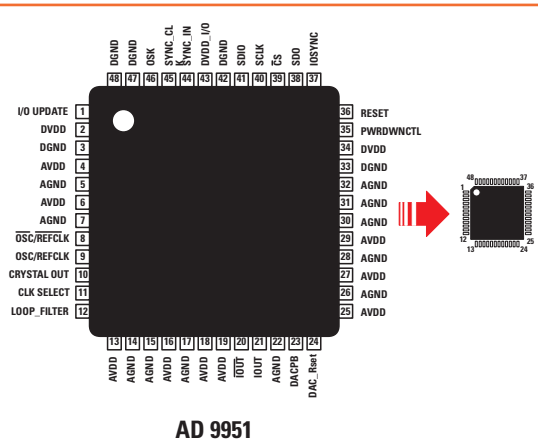
Note: si vous trouvez cela trop compliqué, pas de problème, tapez simplement au clavier le nouveau nombre et presser tout de suite après la touche **#** de confirmation.

Ajoutons que notre montage (générateur à DDS) permet d'ajouter ou de soustraire à la fréquence de sortie une valeur fixe, comme celle de la MF d'un récepteur; c'est pourquoi ce générateur peut être utilisé comme oscillateur local d'un récepteur superhétérodyne et même pour balayer ("to sweep" ➜ "sweeper"), c'est-à-dire faire varier en continu la fréquence d'un signal, d'une valeur choisie à une valeur supérieure.

La documentation que nous avons compulsée précise que la fréquence d'un circuit intégré DDS se calcule à l'aide de la formule:

Fout = (M x Fc) / 2n

où Fout est la fréquence de sortie du



AD 9951

Figure 1: Brochage (à gauche) et (à droite) taille réelle (un carré de 9 mm de côté) du circuit intégré DDS AD9951.

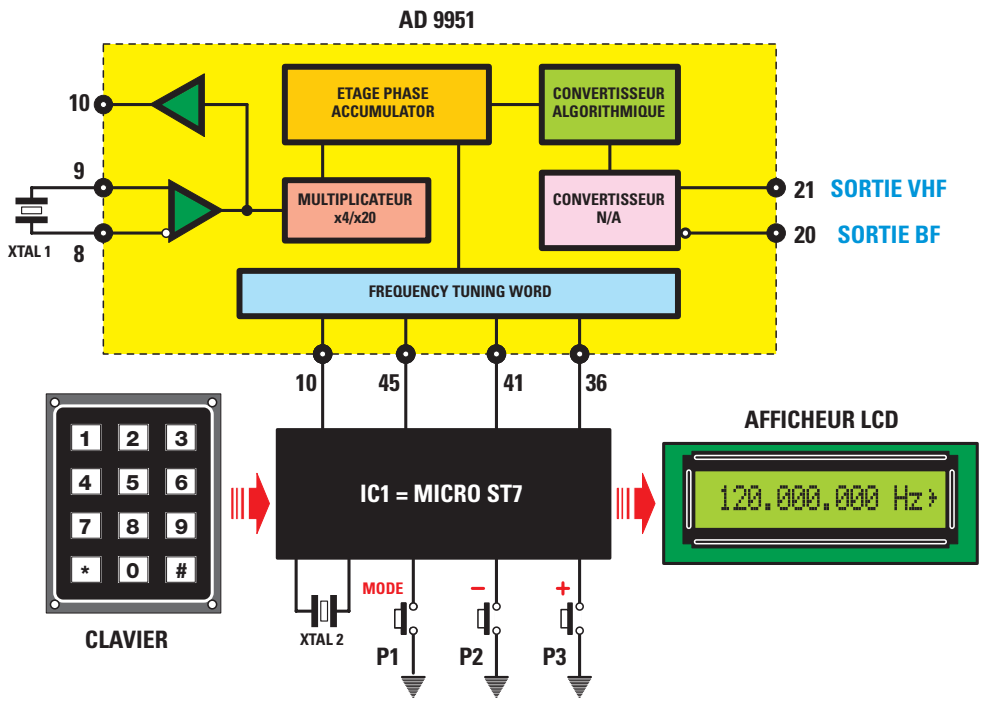


Figure 2: Schéma synoptique interne du DDS et schéma synoptique du générateur sinusoïdal complet.

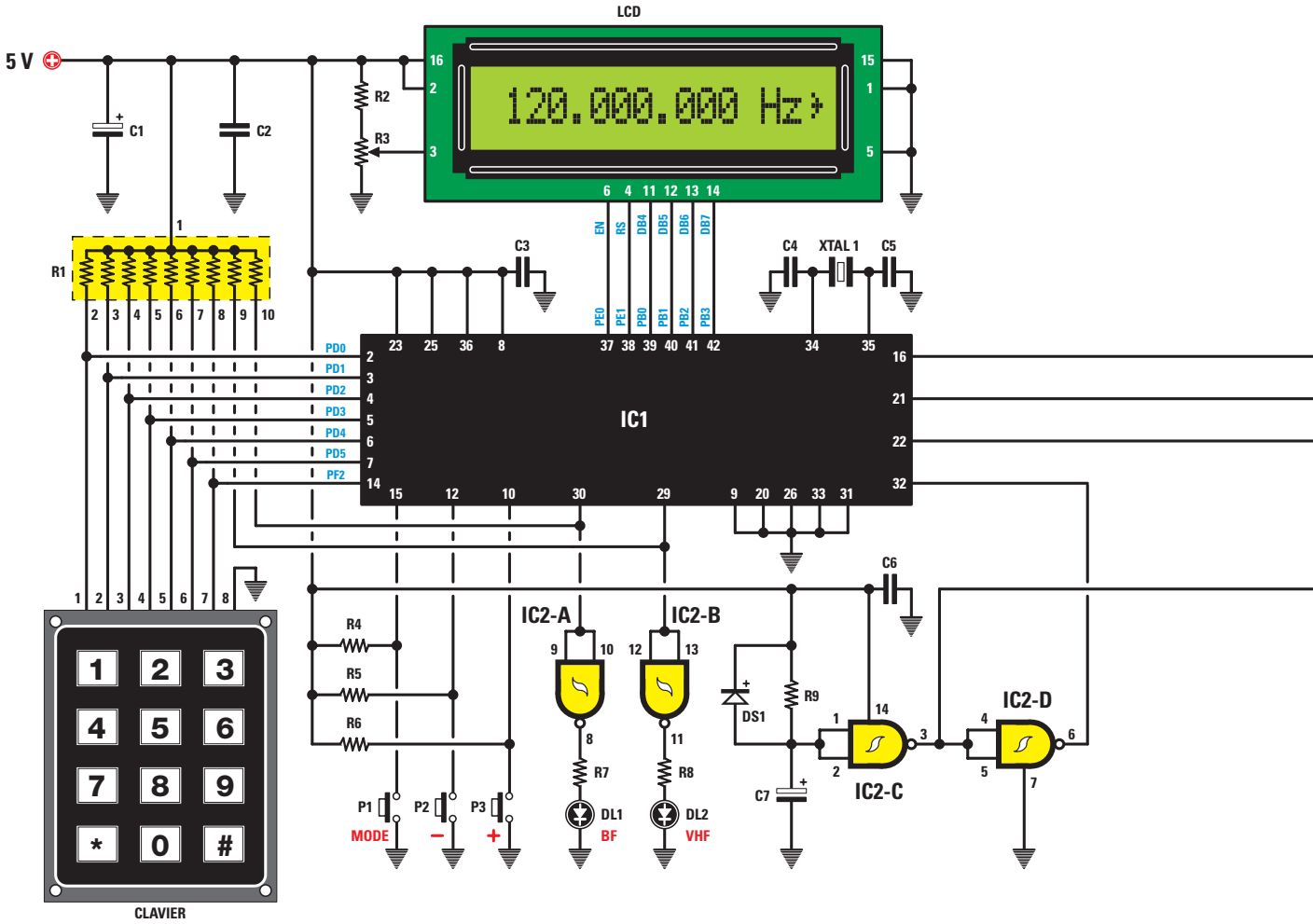


Figure 3 : Schéma électrique du générateur sinusoïdal à DDS sans la platine des alimentations EN1646. La partie du schéma sur fond bleu correspond au "module" DDS, c'est-à-dire à la platine CMS EN1644 disponible déjà montée. Le microcontrôleur ST7-EP1645 est également disponible déjà programmé en usine ; il sera monté sur la platine EN1645. En bas à gauche, brochage des circuits intégrés utilisés (vus de dessus) et de la LED (vue de face).

DDS, M le "binary tuning word" (mot binaire d'accord), Fc la fréquence d'horloge ("clock frequency") et 2n la "length of phase accumulator" (longueur de l'accumulateur de phase).

Cette formule peut servir à un expert en logiciel (un programmeur) pour concevoir le programme de gestion du DDS, mais pas à des techniciens qui voudraient savoir de quels étages se compose le DDS et quelles sont les fonctions qu'ils remplissent.

Pour passer outre cette difficulté, nous allons vous expliquer simplement à quoi servent les divers étages d'un DDS, tels qu'ils apparaissent sur le schéma synoptique interne (voir figure 2, le brochage est figure 1).

Les caractéristiques du DDS AD9951

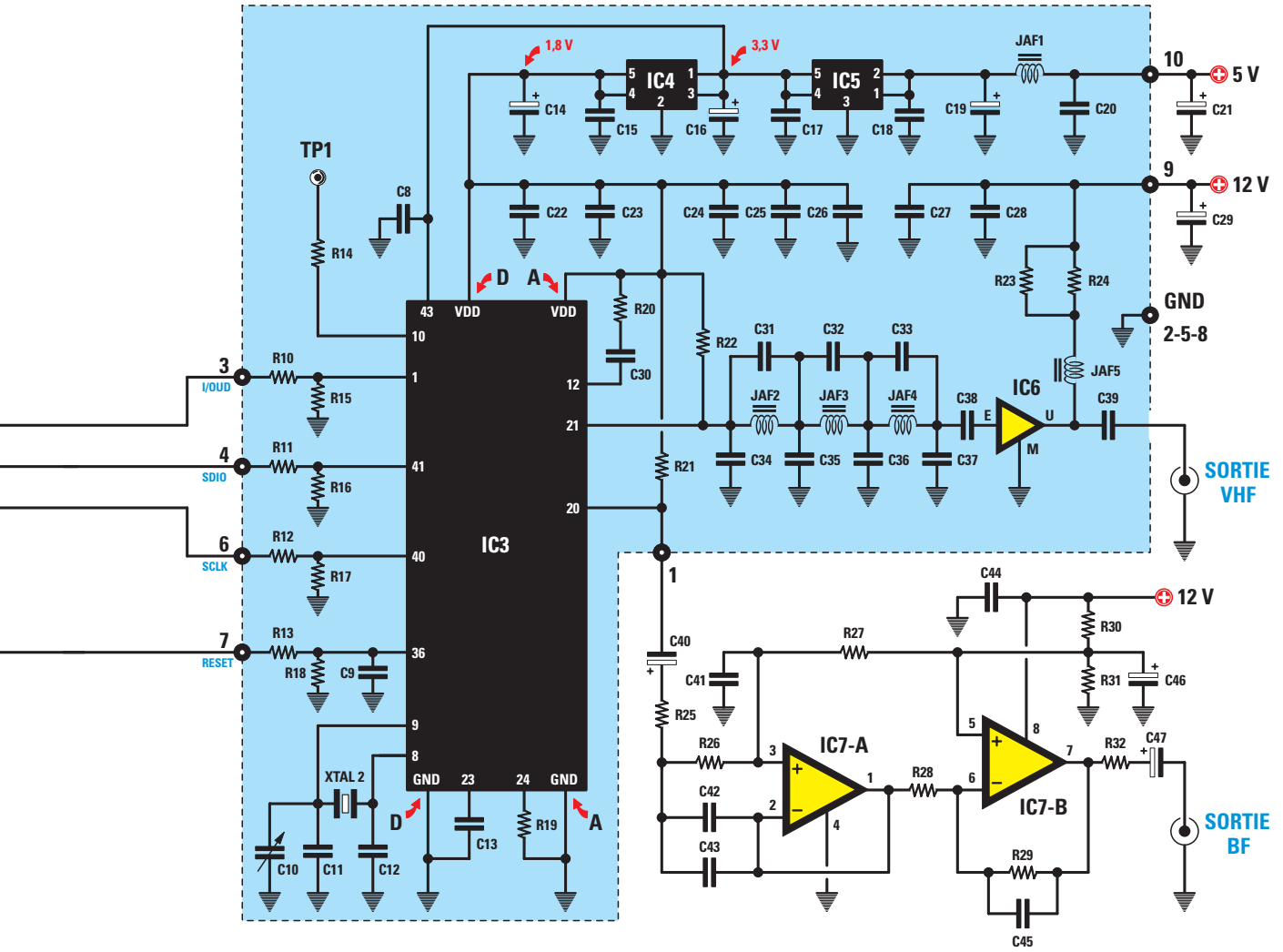
Nous donnons d'abord ci-dessous les caractéristiques principales de l' AD9951 de Analog Devices utilisé pour réaliser le générateur :

Première tension d'alimentation : 3,3 V
Seconde tension d'alimentation : 1,8 V
Dimensions : 9 x 9 mm
Nombre total de broches : 48
Résolution maximale : 32 bits
Fréquence d'horloge maximale : 400 MHz

Vous le voyez, les dimensions de ce circuit intégré DDS sont minuscules (un carré de 9 millimètres de côté, voir figure 1) ; mais ne vous inquiétez pas, il est disponible auprès de nos annonceurs déjà monté sur un circuit imprimé avec tous les composants externes nécessaires à son bon fonctionnement. Ce circuit imprimé comporte un connecteur qui, à son tour, permet de le monter sur une platine de base contenant le microcontrôleur dûment programmé (disponible lui aussi déjà programmé en usine), le clavier numérique et l'afficheur LCD. Précisons, si c'est utile, que le DDS ne peut fonctionner que s'il est piloté par un microcontrôleur programmé pour cela.

Les bits et les nombres décimaux correspondants

Bien que le microcontrôleur ST7 qui gère le DDS fournisse au générateur les données dont il a besoin pour engendrer la



fréquence choisie, un bref rappel sur les nombres décimaux est nécessaire pour comprendre le fonctionnement d'un générateur à DDS. Précisons tout de suite que la résolution maximale que l'on peut atteindre avec un DDS est fonction du nombre de ses bits, comme le montre le Tableau 1 ci-après:

TABLEAU 1

Nombre de bits n	Nombre décimal correspondant à 2n
20	1 048 578
24	16 777 216
28	268 435 456
32	4 294 967 296

Le DDS AD9951 étant un 32 bits, la fréquence d'horloge engendrée par le quartz monté sur les broches 8-9 de IC3 (voir figures 2 et 3) peut être divisé au maximum:

4 294 967 296 de fois.

Comme sur les broches 8-9 de l'étage oscillateur on a inséré un quartz de 13 421 773 Hz, on devrait avoir en théorie une fréquence de:

13 421 773 : 4 294 967 296 = 0,00312 Hz.

Soulignons que dans le DDS se trouve un étage multiplicateur (voir figure 2) géré à l'extérieur par le micro ST7, lequel multiplie la fréquence du XTAL entre 4 et 20 fois. Le ST7 de notre générateur a été programmé pour multiplier la fréquence du quartz par 20 et par conséquent la fréquence d'horloge réelle du DDS est de:

13 421 773 x 20 = 268 435 460 Hz, soit 268 MHz environ.

Pour savoir quelle est la fréquence minimale que l'on peut prélever sur ce DDS, nous devons diviser la fréquence maximale par le nombre décimal correspondant à 32 bits (voir Tableau 1) et nous obtenons:

268 435 460 : 4 294 967 296 = 0,0625 Hz.

Ce 0,0625 Hz est la fréquence minimale du signal que peut fournir le AD9951 utilisant un quartz de 13 421 773 Hz multiplié par 20, de façon à obtenir une fréquence d'horloge de 268 435 460 Hz.

Liste des composants EN1645 et EN1644

R1 ..... 10 k réseau de résistances
R2 ..... 15 k
R3 ..... 10 k trimmer
R4 ..... 10 k
R5 ..... 10 k
R6 ..... 10 k
R7 330
R8 330
R9 ..... 1 M
*R10 ..... 1 k
*R11 ..... 1 k
*R12 ..... 1 k
*R13 ..... 1 k
*R14 ..... 1 k
*R15 ..... 3,3 k
*R16 ..... 3,3 k
*R17 ..... 3,3 k
*R18 ..... 3,3 k
*R19 ..... 3,9 k
*R20 ..... 1 k
*R21 47
*R22 47
*R23 220
*R24 220
R25 ..... 1 k
R26 ..... 1 k
R27 ..... 10 k
R28 ..... 2,2 k
R29 ..... 15 k
R30 ..... 10 k
R31 ..... 10 k
R32 100

C1 ..... 100 µF électrolytique
C2 ..... 100 nF polyester
C3 ..... 100 nF polyester
C4 ..... 15 pF céramique
C5 ..... 15 pF céramique
C6 ..... 100 nF polyester
C7 ..... 1 µF électrolytique
*C8 ..... 100 nF
*C9 ..... 1 µF
*C10 ..... 5-30 pF ajustable vert
*C11 ..... 39 pF
*C12 ..... 47 pF
*C13 ..... 1 µF
*C14 ..... 220 µF
*C15 ..... 100 nF
*C16 ..... 220 µF
*C17 ..... 100 nF
*C18 ..... 100 nF
*C19 ..... 220 µF
*C20 ..... 100 nF
C21 ..... 100 µF électrolytique
*C22 ..... 100 nF
*C23 ..... 1 µF
*C24 ..... 100 nF
*C25 ..... 100 nF
*C26 ..... 100 nF
*C27 ..... 100 nF
*C28 ..... 1 µF
C29 ..... 100 µF électrolytique
*C30 ..... 100 nF
*C31 ..... 15 pF
*C32 ..... 10 pF
*C33 ..... 2,7 pF
*C34 ..... 15 pF
*C35 ..... 33 pF
*C36 ..... 39 pF
*C37 ..... 27 pF
*C38 ..... 100 nF
*C39 ..... 100 nF
C40 ..... 10 µF électrolytique
C41 ..... 560 pF
C42 ..... 560 pF
C43 ..... 560 pF
C44 ..... 100 nF polyester
C45 ..... 47 pF
C46 ..... 10 µF électrolytique
C47 ..... 100 µF électrolytique

*JAF1 ..... self 10 µH
*JAF2 ..... self 47 nH
*JAF3 ..... self 68 nH
*JAF4 ..... self 82 nH
*JAF5 ..... self 1 µH

XTAL1 ..... quartz 8 MHz
*XTAL2 .. quartz 13,421773 MHz

DS1 ..... 1N4150
DL1 ..... LED
DL2 ..... LED
LCD CM116L01

IC1 ..... ST7-EP1645
..... déjà programmé en usine
IC2 ..... TTL 74HC132
*IC3 ..... AD9951
*IC4 ..... LP3984
*IC5 ..... LP3965ES
*IC6 ..... MAV11
IC7 ..... NE5532

P1 ..... poussoir
P2 ..... poussoir
P3 ..... poussoir

CLV ..... clavier numérique

Note: *les composants assortis d'un astérisque sont montés sur la platine CMS EN1644 disponible déjà montée (fond bleu sur schéma électrique).*

Si nous connaissons la fréquence minimale, pour obtenir une fréquence de 1 Hz nous devons programmer le ST7 de manière à charger dans le registre "Frequency Tuning Word" (voir figure 2) un facteur multiplicateur de 16, en effet:

0,0625 x 16 = 1 Hz.

Si nous voulons obtenir une fréquence de 10,5 MHz, soit 10 500 000 Hz, le ST7 devra charger dans le registre FTW un facteur multiplicateur de 168 000 000, en effet:

10 500 000 : 0,0625 = 168 000 000 Hz.

Si nous voulons obtenir une fréquence de 455 kHz, soit 455 000 Hz, le ST7 devra charger dans le registre FTW un facteur multiplicateur de 7 280 000, en effet:

0,0625 x 7 280 000 = 455 000 Hz.

Si nous voulions obtenir une fréquence de 1 000 Hz, le ST7 devrait charger dans le registre FTW un facteur multiplicateur de 16 000, en effet:

0,0625 x 16 000 = 1 000 Hz.

En définitive, le secret pour réaliser un générateur de signaux est de disposer d'un microcontrôleur programmé pour le type de DDS choisi et pour la valeur du quartz appliqué sur les broches 8-9, comme le montre la figure 2.

Ce que vous devez savoir

La fréquence maximale que peut générer un DDS ne doit pas dépasser 50% de sa fréquence d'horloge.

Par conséquent, dans ce montage, comme nous avons utilisé une fréquence d'horloge de 268 435 460 Hz (ou 268 MHz), nous ne pourrons pas fournir une fréquence de sortie supérieure à 134 MHz (c'est là la limite de travail du DDS et en effet notre générateur est programmé pour fournir une fréquence maximale de 120 MHz.

Si nous remplaçons le quartz de 13 421 773 Hz par un de valeur différente, le ST7 étant programmé pour gérer un quartz de 13 421 773 Hz, dont il multiplie la fréquence par 20, il reconnaîtra toujours une fréquence d'horloge de

13 421 773 x 20 = 268 435 460 Hz.

On sait maintenant que cette fréquence sera ultérieurement divisée par 4 294 967 296 (ce qui correspond aux 32 bits de la résolution maximale, voir Tableau 1); on obtiendra une fréquence minimale de:

268 435 460 : 4 294 967 296 = 0,0625 Hz.

Supposons que nous utilisions un quartz d'une fréquence différente de 13 421 773 Hz pour lequel le ST7 a été programmé; le DDS fournira en sortie une fréquence différente car le micro chargera dans le registre FTW le nombre requis par un quartz de 13 421 773 Hz.

Par conséquent, si nous tapons sur le clavier une fréquence qui s'affiche sur le LCD, le micro chargera dans le DDS un nombre complètement différent et le DDS fournira une fréquence différente.

Si, par exemple, nous remplaçons le quartz de 13 421 773 Hz par un de

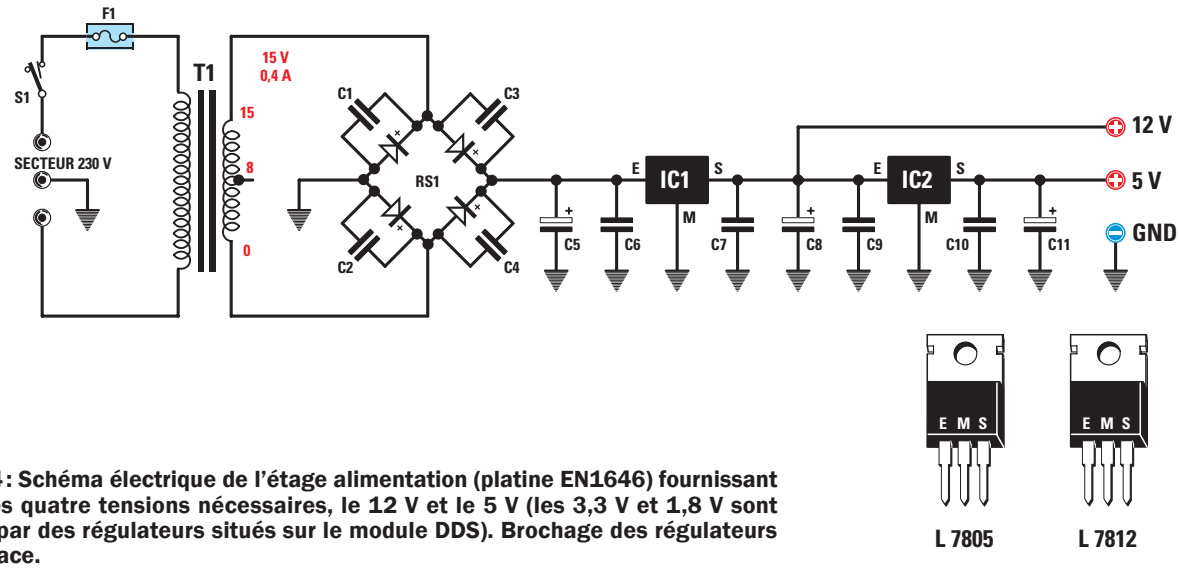


Figure 4 : Schéma électrique de l'étage alimentation (platine EN1646) fournissant deux des quatre tensions nécessaires, le 12 V et le 5 V (les 3,3 V et 1,8 V sont fournis par des régulateurs situés sur le module DDS). Brochage des régulateurs vus de face.

10 000 000 Hz (10 MHz), comme cette fréquence est multipliée par 20, nous obtiendrons une fréquence d'horloge de :

10 000 000 x 20 = 200 000 000 Hz.

Nous savons que cette fréquence est divisée par le nombre décimal correspondant à 32 bits (voir Tableau 1) ; nous obtiendrons une fréquence minimale de :

200 000 000 : 4 294 967 296 = 0,0465661 Hz.

Même si nous tapons au clavier 10 500 000 Hz, le microcontrôleur ST7 chargera dans le registre FTW le facteur multiplicateur 168 000 000 (c'est le nombre correspondant à un quartz de 13 421 773 Hz) :

168 000 000 x 0,0625 = 10 500 000 Hz.

Donc avec un quartz de 10 000 000 Hz, même si nous affichons sur l'afficheur LCD 10 500 000 Hz, le DDS fournira une fréquence de :

168 000 000 x 0,0465661 = 7 823 104 Hz.

Si nous tapons sur le clavier 455 000 Hz,

Multipower
Analyseurs logiques
Enfin des analyseurs logiques professionnels à des prix compétitifs !
Communication par bus USB 2 : auto-alimenté
16 ou 32 voies, mémoire jusqu'à 1 Mbits par voie
Compression des données; mémoire multipliée jusqu'à 255 fois
Conditions évoluées de validation et de déclenchement
Bouton externe de déclenchement; mise en oeuvre rapide
Décodage bus I2C qui facilite l'analyse du protocole
Dimensions / poids : 130 x 100 x 30 mm / 175 g

www.multipower.fr

arquié composants
Rue de écoles 82600 Saint-Sardos France
Tél. 05 63 64 46 91 Fax 05 63 64 38 39
SUR INTERNET http://www.arquie.fr/
e-mail : arquie-composants@wanadoo.fr
Catalogue N°63
Afficheurs.
Alimentations.
Caméras. Capteurs.
Cartes à puces.
Circuits imprimés.
Circuits intégrés.
Coffrets. Condensateurs.
Cellules solaires
Connectique.
Diodes. Fers à souder.
Interrupteurs.
Kits. LEDs.
Microcontrôleurs.
Multimètres.
Oscilloscopes. Outillage.
Programmateurs.
Quartz. Relais.
Résistances. Transformateurs.
Transistors. Visserie.
Etc...


Nouveau catalogue N°63
BON pour CATALOGUE FRANCE: GRATUIT (3.00 €.pour: DOM, TOM, UE et autres pays)
Nom:.....Prénom:.....
Adresse:.....
.....
Code Postal:..... Ville:.....
ELM

Liste des composants EN1646

C1..... 10 nF céramique
C2..... 10 nF céramique
C3..... 10 nF céramique
C4..... 10 nF céramique
C5 ..... 1000 µF électrolytique
C6..... 100 nF polyester
C7..... 100 nF polyester
C8..... 100 µF électrolytique
C9..... 100 nF polyester
C10 ... 100 nF polyester
C11 ... 100 µF électrolytique

RS1 ... pont redr. 100 V 1 A

IC1..... régulateur L7812
IC2..... régulateur L7805

T1..... transformateur secteur 6 VA
230 V / 8 et 15 V 0,4 A
mod. T006.02
F1..... fusible 1 A
S1..... interrupteur

le microcontrôleur chargera dans le registre FTW le facteur multiplicateur 7 280 000 correspondant à un quartz d'une fréquence de 13 421 773 Hz, car :

7 280 000 x 0,0625 = 455 000 Hz.

Donc, avec un quartz de 10 000 000 Hz, même si nous affichons 455 000 Hz, le DDS fournira un signal de fréquence égale à :

7 280 000 x 0,0465661 = 339 001 Hz.

Ceci afin que vous compreniez que, pour fonctionner normalement, un DDS doit être piloté par un microcontrôleur convenablement programmé pour le type de DDS utilisé et pour la fréquence du quartz choisi.

La table des caractéristiques du circuit AD9951 indique une fréquence d'horloge maximale de 400 MHz et nous avons dit qu'on ne peut prétendre à une fréquence de sortie supérieure à 50% de cette fréquence, ce qui fait 200 MHz : alors pourquoi ne pas avoir fait "grimper" cette fréquence de sortie jusqu'à 200 MHz ?

Eh bien, parce qu'au niveau de la pratique nous avons dû écarter les quartz ayant des difficultés à osciller ou ceux qui sont trop sensibles aux variations de température ou dont les tolérances sont trop élevées.

Ajoutons toutefois que nous prévoyons de réaliser prochainement un générateur HF à DDS capable d'atteindre des fréquences beaucoup plus élevées.

Schéma synoptique interne d'un générateur BF-VHF à DDS

L'étude du schéma synoptique interne de la figure 2 va vous faire comprendre comment réaliser un générateur de signaux avec un circuit intégré DDS. Nous en décrirons les différents étages.

Commençons par décrire l'étage oscillateur. Quand on applique un quartz de 13 421 773 Hz sur les broches 9-8, cette fréquence, avant d'atteindre l'étage accumulateur de phase, passe à travers un étage multiplicateur qui la multiplie par 20, ce qui engendre un signal d'horloge de :

13 421 773 x 20 = 268 435 460 Hz.

Notre DDS ayant une résolution de 32 bits (voir Tableau 1), le ST7 peut diviser cette fréquence un maximum de 4 294 967 296 fois. Le nombre choisi pour la division est mémorisé dans l'étage accumulateur de phase et la fréquence obtenue atteint l'étage convertisseur algorithmique qui la transfère à l'étage convertisseur N/A à deux sorties (broches 21-20) sur lequel il est possible de prélever deux signaux identiques parfaitement sinusoïdaux mais en opposition de phase. Sur la broche 21 nous prélevons le signal VHF (de 100 kHz environ à 120 MHz) qui, amplifié par le circuit intégré IC6 MAV11 (voir figure 3), donnera en sortie un signal sinusoïdal de 3 Vpp. Sur la broche 20 le signal BF (de 1 Hz à 100 kHz), amplifié ensuite par deux amplificateurs opérationnels IC7/A et IC7/B NE5532 (voir figure 3), donnera en sortie un signal sinusoïdal d'environ 3 Vpp. Pour savoir de quel connecteur BNC sort le signal (BNC-BF ou BNC-VHF), nous avons disposé à proximité de ces sorties deux LED DL1 et DL2 (en s'allumant, l'une ou l'autre désignera la BNC intéressée).

Nous avons choisi un DDS AD9951 pour IC3 et il est piloté par un microcontrôleur ST7 IC1, déjà programmé en usine ; l'horloge que ce dernier utilise est à 8 MHz (XTAL1 monté sur les broches 34-35). Pour choisir la fréquence à prélever à la sortie du DDS, nous utiliserons un clavier numérique et trois poussoirs supplémentaires. Les deux poussoirs + et – servent à faire varier la fréquence affichée. Le troisième poussoir Mode sert à choisir d'autres fonctions, comme par exemple la fonction Sweep (balayage) ou bien les fonctions Soustraction ou Addition des valeurs de MF. Toutes les fonctions choisies, y compris la fréquence de sortie du DDS, seront affichées sur le LCD alphanumérique ; il est lui aussi géré par le microcontrôleur ST7.

Le schéma électrique

La partie gauche

Comme le montre le schéma électrique complet de la figure 3, le générateur comporte, dans la partie gauche du schéma, le microcontrôleur IC1 ST7-EP1645 (déjà programmé en usine), le clavier numérique, l'afficheur LCD et les trois poussoirs +/–/Mode : les broches 1-2-3-4-5-6-7-8 du clavier sont reliées aux broches 2-3-4-5-6-7-14 du microcontrôleur et, en fonction du nombre tapé, on obtient un nombre binaire sur les sept sorties du clavier ; ce nombre binaire permet au micro de visualiser sur l'afficheur LCD le nombre choisi.
Si vous voulez savoir quel nombre binaire on obtient en tapant sur les différentes touches, le Tableau 2 satisfera votre légitime curiosité.

TABLEAU 2

Touche n°	Broche du connecteur 1-2-3-4-5-6-7	Valeur décimale
0	1-0-1-1-1-1-0	94
1	0-1-1-0-1-1-1	55
2	1-0-1-0-1-1-1	84
3	1-1-0-0-1-1-1	103
4	0-1-1-1-0-1-1	59
5	1-0-1-1-0-1-1	91
6	1-1-0-1-0-1-1	107
7	0-1-1-1-1-0-1	61
8	1-0-1-1-1-0-1	93
9	1-1-0-1-1-0-1	109
*	0-1-1-1-1-1-0	62
#	1-1-0-1-1-1-0	110

TABLEAU 3

Broche	1	2	3	4	5	6	7
Poids	64	32	16	8	4	2	1

A propos de la conversion d'un nombre binaire en nombre décimal, vous pouvez revoir votre Cours (Leçon d'approfondissement). Le Tableau 3 donne le poids de chaque broche du connecteur du clavier.

Dans le Tableau 2, les broches correspondant à un 1 renvoient au poids indiqué par le Tableau 3 et le poids de celles correspondant à un 0 est à ignorer. Par exemple, si l'on presse la touche 8 on engendre le nombre binaire 1011101: eh bien, si on additionne les poids des broches correspondant à 1 on trouve:

broche 1 2 3 4 5 6 7
poids 64 + 0 + 16 + 8 + 4 + 0 + 1 =
93 (valeur décimale correspondante)

Si vous essayez de faire d'autres calculs avec les nombres binaires du Tableau 2, vous découvrirez que la valeur décimale de la colonne de droite correspond exactement à la somme des poids.

Après cette parenthèse sur la correspondance entre les nombres binaires et les nombres décimaux, revenons au schéma électrique: aux broches 10-12-15 du micro IC1 sont reliées les trois poussoirs Mode/–/+ que nous vous apprendrons dans la seconde partie à utiliser. Regardez le micro dans sa partie supérieure: ses broches 37-38-39-40-41-42 sont utilisées pour piloter l'afficheur LCD. Les broches 16-21-22 situées à sa droite sont reliées aux broches 1-41-40 du DDS IC3 (ce dernier se trouve dans la partie droite du schéma). Les deux dernières broches 30-29, en bas, commandent les LED DL1 et DL2. La broche 30 se met au niveau logique 0 quand on tape sur le clavier une fréquence comprise entre 1 Hz et 100 kHz: comme cette broche est reliée à la NAND IC2/A, montée en inverseur, la sortie de cette dernière allume DL1 (située près de la BNC-BF).

Quant à la broche 29, elle se met au niveau logique 0 lorsqu'une fréquence comprise entre 100 kHz et 120 MHz est tapée sur le clavier: comme cette broche est reliée à la NAND IC2/B, montée en inverseur, la sortie de cette dernière allume DL2 (située près de la BNC-VHF). Les deux autres NAND IC2/C et IC2/D sont utilisées pour obtenir un "reset" automatique du micro ST7 et du DDS, chaque fois que le générateur est alimenté. La sortie de la NAND IC2/C envoie une impulsion de niveau logique 1 à la broche 36 de "reset" du DDS. La sortie de la NAND IC2/D envoie une impulsion de niveau logique 0 à la broche 32 de "reset" du ST7. Ce "reset" automatique sert à effacer toute donnée précédemment mémorisée, afin d'éviter des erreurs de lecture. Ajoutons pour être complets que les broches 34-35 du micro sont reliées à un quartz de 8 MHz nécessaire pour engendrer la fréquence d'horloge.

La partie droite

Voyons maintenant le schéma électrique de la figure 3 dans sa partie droite, où se trouve le DDS AD9951: celui-ci est –on l'a dit– piloté par le microcontrôleur IC1 à travers les broches 1-41- 40-36 et le quartz de 13, 421 773 MHz, appliqué sur les broches 9-8 sert à obtenir toutes les fréquences de 1 Hz à 120 MHz.

De la broche 20 sortent les fréquences comprises entre 1 Hz et 100 kHz: après avoir été amplifiées par les deux amplificateurs opérationnels IC7/A-IC7/B, elles seront disponibles avec une amplitude de 3 Vpp sur la BNC-BF.

De la broche 21 sortent les fréquences comprises entre 100 kHz et 120 MHz: après avoir été amplifiées par le monolithique IC6, un MAV11, elles seront disponibles avec une amplitude de 3 Vpp également, mais sur la BNC-VHF cette fois. Les selfs JAF2-JAF3-JAF4 et les condensateurs associés, reliés à l'entrée du MAV11 IC6, constituent un filtre passe-bas efficace nécessaire pour supprimer toute fréquence indésirable au delà de 130 MHz.

Jetez un coup d'œil sur le dessin du DDS, il comporte deux masses distinctes A-GND et D-GND: la première est la masse pour les signaux analogiques et la seconde est la masse pour les signaux numériques.

Ces deux masses sont maintenues séparées, même si elles doivent ensuite se conjuguer en un même point de l'étage d'alimentation. Notez qu'en réalité chacune de ces deux masses renvoie physiquement à plusieurs broches: pour la A-GND on a les broches 5-7-14-17-22-26-28-30-31-32 et pour la D-GND les broches 3-33-35-37-39-42-46-47.

Même chose pour la tension positive de 1,8 V d'alimentation, dont les entrées sont distinguées en A-VDD et D-VDD: la première est le 1,8 V pour les signaux analogiques et la seconde est le 1,8 V pour les signaux numériques. Ces deux entrées positives 1,8 V sont maintenues séparées, même si elles doivent ensuite se conjuguer en un même point de l'étage d'alimentation.

Notez qu'en réalité chacune de ces deux entrées positives 1,8 V renvoie physiquement à plusieurs broches: pour la A-VDD on a les broches 4-6-13-16-18-20-21-25-27-29 et pour la D-VDD les broches 2-11-34. Toutes ces connexions de masse et de positif sur les broches du DDS ne sont données qu'à titre informatif car le DDS est disponible déjà monté sur une petite platine en CMS (correspondant à la partie du schéma électrique sur fond bleu).

L'étage d'alimentation

La figure 4 en donne le schéma électrique. Pour alimenter ce générateur on a besoin de quatre tensions stabilisées: 12-5-3,3-1,8 V. Le 12 V, fourni par le régulateur IC1 7812, alimente le MAV11 IC6 et le double amplificateur opérationnel IC7. Le 5 V, fourni par le régulateur IC2 7805, alimente le microcontrôleur ST7 IC1, l'afficheur LCD et les NAND IC2. Le 3,3 V, fourni par le régulateur IC5 LP3965, alimente la broche 43 du DDS IC3 (module CMS). Le 1,8 V, fourni par le régulateur IC4 LP3984, alimente toutes les broches du DDS IC3 (module CMS) notées A-VDD et D-VDD. Les deux régulateurs LP3965 et LP3984 se trouvent déjà sur la platine CMS comportant le DDS et que nous venons d'appeler "module" (voir figures 6 et 7 dans la seconde partie de l'article).

A suivre

La réalisation pratique détaillée des trois platines (platine alimentation EN1646, platine de base EN1645 et module DDS CMS déjà toute prête EN1644) et leur installation dans le boîtier fera l'objet de la seconde partie de cet article le mois prochain. En attendant, puisque vous avez la liste des composants, vous pouvez déjà vous les procurer: sollicitez nos annonceurs qui vous aideront volontiers. Cette seconde partie vous apprendra en outre à utiliser le générateur.

Comment construire ce montage?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce générateur EN1644-1645-1646 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes disponibles sont téléchargeables à l'adresse suivante :
http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/087.zip. ◆

Watch «ur» PCB® - Le nouvel service pionnier de PCB-POOL ®

PCB-POOL ®, ayant plus de 18000 clients, est le fournisseur européen le plus grand de circuits imprimés prototypes. Le concept **PCB-POOL®** attire chaque mois 200 clients nouveaux. Notre concept permet aux clients de faire des grandes économies parce que les frais d'outillage se partagent entre plusieurs concepteurs, mais ceci n'est pas la seule raison qu'ils nous choisissent - notre soin impeccable de la clientèle les attire aussi!

Depuis des années nos clients suivaient leurs commandes en ligne. Mais pendant les 18 mois passés cette entreprise pionnière électronique développait une méthode beaucoup plus efficace pour diffuser des informations très détaillées à propos des commandes qui se traitent actuellement.

Watch «ur» PCB ® était le résultat. Grâce à ce service les clients se tiennent toujours au courant que leurs commandes se traitent actuellement, mais ils peuvent aussi visualiser les circuits imprimés après chaque étape importante de fabrication! Soit qu'il est à l'étape de perçage, de l'exposition, de l'enlèvement d'étain, du durcissement ultra-violet ou de l'étamage, le client peut visualiser des images photographiques de haute résolution de sa commande actuelle. Ces images s'affichent en ligne dans les espaces-clients privées.

Et qu'est-ce que c'est l'avantage pour le client?
C'est une méthode facile et commode pour suivre le progrès de votre commande. Les images photographiques qui s'affichent sont des reproductions exactes, donnant le client une véritable représentation de ce qu'ils vont recevoir à la fin de la fabrication. La découverte d'une erreur topologique, ou dans le fichier, permet au client de réagir avec rapidité, avant qu'il a les circuits dans les mains. Il peut envoyer un nouveau fichier pour relancer la commande, préparer un remède ou refaire le dessin. Ces informations lui permettent d'éviter la perte de temps liée aux telles erreurs. Si le circuit est bon le client peut préparer le câblage sans aucun peur de trouver une surprise méchante. Impeccable!

Par l'intermédiaire du service **Watch «ur» PCB ®** le client peut recevoir ces images en fichier zippé. Il peut aussi choisir de recevoir un email qui lui indique qu'une nouvelle image s'affiche en ligne. Tout ça veut dire qu'il ne ratera rien, et il peut archiver toutes les images de son circuit imprimé afin de les référencer dans l'avenir.

Pour tous renseignements complémentaires: Beta-Layout Ltd. (PCB-POOL)
Appel Gratuit FR : 0800 903330
Email : sales@beta-layout.com
Internet : www.pcb-pool.com





À la découverte du BUS CAN

Cinquième partie

Conçu comme protocole de communication série pour faire communiquer entre eux tous les systèmes électroniques présents à bord d'une voiture, le bus CAN gagne aussi du terrain dans les domaines de l'automatisation industrielle (robotique) et de la domotique. Dans cette série d'articles, ou de Leçons (comme vous voudrez), nous allons aborder la théorie de son fonctionnement et nous prendrons de nombreux exemples dans le domaine domotique (c'est-à-dire des automatismes dédiés à la maison). Dans cette cinquième partie, nous décrirons les instructions du programme principal.



Au cours de la quatrième partie, nous avons analysé certains aspects concernant l'initialisation du nœud d'émission et les fonctions associées (RS232 et One-Wire) ; il ne nous reste qu'à décrire la séquence des instructions inclues dans le programme principal.

Nœud TX : le code

Si nous analysons le "listing", nous pouvons idéalement diviser le processus tout entier en deux phases distinctes :

1) Démarrage matériel de la platine ;
2) Cycle de transmission.

Dans la première partie on exécute une série d'instructions permettant d'initialiser correctement les registres contrôlant les ports d'E/S du PIC.

Ensuite le port série est ouvert pour l'envoi des messages de contrôle au PC et on lance la sonde DS18B20 avec une impulsion de "reset". Au moment où sa réponse est reçue, on initialise le bus CAN en appelant la fonction "ECANInitialize()". Le système attend alors que le poussoir SW2 (c'est celui relié à RB0) soit pressé.

Dès que cela se produit, on entre dans la seconde phase qui prévoit un cycle temporisé. En fait, on relève la température toutes les secondes jusqu'à ce que soit pressé ce même poussoir de lancement. Les deux octets correspondant aux deux registres "Temperature MSB/LSB" de la sonde sont d'abord enregistrés dans un vecteur puis transférés au nœud récepteur à travers un message CAN standard.

Nous utilisons la fonction "ECANSendMessage()" avec la syntaxe suivante :

BOOL ECANSendMessage (unsigned long id, BYTE *data, BYTE dataLen, ECAN_TX_MSG_FLAGS msgFlags)

Les paramètres à passer sont :

id : C'est une valeur à 32 bits correspondant à l'identifiant du message. Rappelons que deux possibilités d'identification existent : une standard à 11 bits et une étendue à 29 bits. La valeur doit être alignée à droite et les éventuels bits restants doivent être mis à zéro. Quant à nous, nous utilisons un identifiant pour messages standards.

data : C'est un pointeur à un vecteur d'octets (maximum 8) contenant les données à envoyer. Nous utilisons deux octets pour contenir la valeur à 16 bits transférée depuis la sonde thermique.

dataLen : Correspond au nombre d'octets à envoyer (maximum 8 par message). Pour nous, il est égal à 2.

Listing 1

```
void main(void)
{
    BYTE data[2]; //Vecteur contenant les données à envoyer au nœud RX
    BYTE dataLen; //Nombre d'octets à envoyer au nœud RX
    BYTE CONTAG; //Compteur Générique
    BOOL fine;  //Determine la fin du cycle de transmission

    ADCON1=0x07;
    ADCON0=0x00;
    CMCON=0x07;
    TRISA = 0b00000000;
    TRISB = 0b00101011;
    TRISC = 0b10000000;
    TRISD = 0b00001000;
    TRISE = 0b00000000;
    PORTC_RC0=0;
    PORTC_RC1=1;
    PORTC_RC2=0;
    OpenUSART(USART_TX_INT_OFF&USART_RX_INT_OFF&USART_ASYNCH_MODE&USART_EIGHT_BIT&
    USART_CONT_RX&USART_BRGH_HIGH, 64);
    putrsUSART(«Avvio NODO CAN \n\r»);
    ............
    if (OWReset())
    putrsUSART(«DS18B20 OK \n\r»);
    else
    putrsUSART(«DS18B20 NO-OK \n\r»);

    ECANInitialize();
    putrsUSART(«CAN OK \n\r»);

    putrsUSART(«Presser SW2 pour lancer transmission \n\r»);
    while (PORTBbits.RB0 == 1);
    PORTC_RC1=0;
    fine=FALSE;
    while (!fin)
    {
     OWReset();
     OWTX(0xCC);
     OWTX(0x44);
     while (OWRX1());
     OWReset();
     OWTX(0xCC);
     OWTX(0xBE);
     data[1] = OWRX();
     data[0] = OWRX();
     for (dataLen=1;dataLen<=7;dataLen++)
     CONTAG=OWRX();
     while(!ECANSendMessage(0x123, data, 2, ECAN_TX_STD_FRAME));

     Delay10KTCYx(5000);
     PORTC_RC2 == ~PORTC_RC2;

     if (PORTBbits.RB0 == 0)
     fine = TRUE;
     }
     PORTC_RC2=0;
     PORTC_RC1=1;
    while(1);
}
```

En phase d'initialisation matérielle, les modules A/N et les comparateurs sont désactivés. La direction des broches (E/S) des divers ports du PIC est définie.

Le port série est configuré à 19 200 bps (8, N, 1) et la visualisation des messages d'état de la platine commence.

Le signal de "reset" est envoyé à la sonde et son fonctionnement correct est vérifié. L'état résultant de cette opération est communiqué à travers le port série.

Le BUS CAN est initialisé.

Attente de la première pression de la touche SW2.

Après avoir détecté la température, on demande à la sonde d'envoyer des valeurs qui sont sauvegardées directement dans le vecteur utilisé pour la transmission du message. On se souvient que la sonde sollicitée par le PIC répond avec 9 octets et donc les 7 derniers sont écartés.

Le PIC envoie le message standard incluant la valeur à 16 bits reçue de la DS18B20. L'instruction est répétée jusqu'à ce qu'un "buffer" libre soit trouvé pour compléter l'envoi correctement.

A chaque envoi on insère un retard et on fait clignoter la LED rouge.

A la seconde pression sur la touche reliée à RB0 du PIC, la variable booléenne est valorisée.

Tableau 1.

Valeur	Description
ECAN_TX_PRIORITY_0	Le message est envoyé avec priorité 0 (correspondant à la valeur minimale)
ECAN_TX_PRIORITY_1	Le message est envoyé avec priorité 1
ECAN_TX_PRIORITY_2	Le message est envoyé avec priorité 2
ECAN_TX_PRIORITY_3	Le message est envoyé avec priorité 3 (correspondant à la valeur maximale)

Listing 2

```
    BYTE i,j;
    BYTE *ptr, *tempPtr;
    BYTE* pb[9];
    BYTE temp;
      # define  buffers  2;

    pb[0]=(BYTE*)&TXB0CON;
    pb[1]=(BYTE*)&TXB1CON;
    pb[2]=(BYTE*)&TXB2CON;
    for ( i = 0; i < buffers; i++ )
    {
        ptr = pb[i];
        tempPtr = ptr;
        if ( !(*ptr & 0x08) )
        {
            *ptr &= ~ECAN_TX_PRIORITY_BITS;
            *ptr |= msgFlags & ECAN_TX_PRIORITY_BITS;

             if ( msgFlags & ECAN_TX_RTR_BIT )
                temp = 0x40 | dataLen;
            else
                temp = dataLen;

           *(ptr+5) = temp;

           if ( msgFlags & ECAN_TX_FRAME_BIT )
                temp = ECAN_MSG_XTD;

            else
                temp = ECAN_MSG_STD;

            _CANIDToRegs((BYTE*)(ptr+1), id, temp);

            ptr += 6;

            for ( j = 0 ; j < dataLen; j++ )
                *ptr++ = *data++;

             if ( !(*tempPtr & 0x04) )
                *tempPtr |= 0x08;

            return TRUE;
        }
    }
    return FALSE;
}
```

Création du vecteur relatif aux registres utilisés comme "buffers" de transmission.

Vérifie si le "buffer" est libre à travers le TXREQ de TXBnCON (c'est le bit 3, c'est pourquoi on fait l'AND avec la valeur 0x08). Si le bit est égal à 1 on passe au prochain "buffer". Notez que pour améliorer l'efficacité du code on utilise des pointeurs locaux (ptr) au lieu de l'index du vecteur.

Etablit la priorité du message en fonction du paramètre msgFlags passé à la fonction.

Etablit le nombre d'octets à envoyer et le type de message. En fait, détermine la valeur du registre TXBnDLC.

Etablit si l'identifiant du message est de type standard ou étendu.

La fonction appelée charge les registres TXBnSIDH, TXBnSIDL, TXBnEIDH, TXBnEIDL en fonction de l'identifiant précédemment défini.

Charge les données à envoyer dans les registres TXBnDm.

Le "flag" TXREQ est mis à 1.

Dans ce cas, aucun "buffer" ne reste libre.

Listing 3

```
typedef enum _XEE_RESULT
{
    XEE_SUCCESS = 0,
    XEE_READY = 0,
    XEE_BUS_COLLISION,
    XEE_NAK,
    XEE_VERIFY_ERR,
    XEE_BUSY
} XEE_RESULT;
```

msgFlags: C'est le résultat d'une opération de OR logique entre une valeur concernant la priorité du message, une touchant l'identifiant utilisé et une regardant le type de message. Nous spécifions seulement que le message à envoyer a un identifiant de type standard.

Les valeurs utilisables sont résumées dans les tableaux suivants (voir **Tableau 1**, **Tableau 2**, **Tableau 3**). On observe que les diverses valeurs de priorité ne font que valoriser les deux bits les moins significatifs du registre TXBnCON, n étant le numero du "buffer" correspondant. Par conséquent en entrant une priorité on établit l'ordre suivant lequel les "buffers" de transmission sont chargés. La fonction, quand elle a été exécutée, répond par une valeur booléenne paramétrée à "true" (vrai) si le message a été inséré correctement dans un "buffer" libre pour la transmission. Dans le cas où tous les "buffers" seraient pleins, une valeur "false" (faux) est retournée. Dans le code nous utilisons un "while" pour contrôler que le message est effectivement transmis. En fait l'instruction est exécutée tant qu'il y a un "buffer" de libre. A chaque envoi une signalisation par la LED rouge a lieu et on vérifie si le poussoir SW2 est pressé ou non. Le système continue ensuite à échantillonner les valeurs de température et à les envoyer sur le bus jusqu'à ce que l'on presse et maintienne le poussoir relié à la ligne RB0.Entre deux échantillonnages on utilise une fonction de retard qui fait partie de la librairie standard du C18, "Delay10KTCYx()". A la fin, la LED verte est allumée pour signaler à l'usager que le processus est terminé. Voyons concrètement le code correspondant (**"Listing" 1**).

ECANSendMessage

Que se passe-t-il réellement quand nous appelons la fonction "ECANSendMessage()" ? Si nous effectuons

Listing 4

```
void main(void)
{
    unsigned long id;
    BYTE data[2]; //Vecteur avec les données reçues
    BYTE dataLen; //Variables avec le nombre d'octets reçus
    ECAN_RX_MSG_FLAGS flags; //Flag pour le type de msg reçu

    ADCON1=0x07;
    ADCON0=0x00;
    CMCON=0x07;
    TRISA = 0b00000000;
    TRISB = 0b00001011;
    TRISC = 0b10000000;
    TRISD = 0b00001000;
    TRISE = 0b00000000;
    PORTC_RC0 = 0;
    PORTC_RC1 = 0;
    PORTC_RC2 = 0;

    XEEInit(EE_BAUD(CLOCK_FREQ, 400000));
    ECANInitialize(); //Initialise CAN Bus
    PORTC_RC1=1;

    XEEBeginWrite(EEPROM_CONTROL, 0x00);
    while (PORTBbits.RB0==1)
    {
    while( !ECANReceiveMessage(&id, data, &dataLen, &flags) );
    PORTC_RC1=0;
    XEEWrite(data[0]);
    Delay10KTCYx(50);
    XEEWrite(data[1]);
    Delay10KTCYx(50);

    PORTC_RC2 == ~PORTC_RC2;
    }
    XEEEndWrite();
    PORTC_RC2=0;
    PORTC_RC1=0;
    while(1);
}
```

Initialisation des broches d'E/S et extinction de la LED de signalisation.

Démarrage du bus I2C et du bus CAN.

Début de la session d'écriture sur l'EEPROM à partir de l'adresse 0.

Le PIC attend la réception du message à travers le bus CAN.

Après réception des deux octets, l'écriture a lieu au fur et à mesure aux adresses successives de la 24LC256 avec des pauses de stabilisation de quelques millisecondes.

La LED rouge clignote.

L'écriture sur EEPROM s'achève.

Tableau 2.

Valeur	Description
ECAN_TX_STD_FRAME	Le message est envoyé avec identifiant standard à 11 bits
ECAN_TX_XTD_FRAME	Le message est envoyé avec identifiant étendu à 29 bits

Tableau 3.

Valeur	Description
ECAN_TX_NO_RTR_FRAME	Le message envoyé est normal
ECAN_TX_RTR_FRAME	Le message envoyé est de type RTR (Remote Transmission Request)

Tableau 4.

Valeur	Description
ECAN_RX_OVERFLOW	Le "buffer" de réception a dépassé sa capacité ("overflow").
ECAN_RX_INVALID_MSG	Un message non valide a été reçu.
ECAN_RX_XTD_FRAME	Un message à identifiant étendu a été reçu.
ECAN_RX_STD_FRAME	Un message à identifiant standard a été reçu.
ECAN_RX_DBL_BUFFERED	Le message est du type "double-buffered".

une recherche dans la librairie ECAN.c nous trouvons une séquence intéressante.

Afin de clarifier un peu les choses, prenons seulement le cas où le module CAN fonctionne en mode 0, c'est-à-dire

standard. Si nous faisons attention, nous voyons que tout d'abord un vecteur pour pointer pour les registres du

Listing 5

```
{
    BYTE *ptr, *savedPtr;
    char i;
    BYTE_VAL temp;

#if ( (ECAN_LIB_MODE_VAL == ECAN_LIB_MODE_RUN_TIME) || \
      (ECAN_LIB_MODE_VAL == ECAN_LIB_FIXED) && (ECAN_FUNC_MODE_VAL == ECAN_MODE_0) )
    {
        if ( RXB0CON_RXFUL )
        {
            PIR3_RXB0IF = 0;

            if ( COMSTAT_RXB0OVFL )
            {
                *msgFlags |= ECAN_RX_OVERFLOW;
                COMSTAT_RXB0OVFL = 0;
            }
            ptr = (BYTE*)&RXB0CON;
        }
        ...........
--------> Le code ci-dessus est répété aussi pour RXB1CON
        ...........
        else
            return FALSE;
        goto _SaveMessage;
    }
#endif

_SaveMessage:
    savedPtr = ptr;
    *msgFlags = 0;

     temp.Val = *(ptr+5);
    *dataLen = temp.Val & 0b00001111;

    if ( temp.bits.b6 )
        *msgFlags |= ECAN_RX_RTR_FRAME;
    temp.Val = *(ptr+2);
    if ( temp.bits.b3 )
    {
        *msgFlags |= ECAN_RX_XTD_FRAME;
        temp.Val = ECAN_MSG_XTD;
    }
    else
        temp.Val = ECAN_MSG_STD;

    _RegsToCANID(ptr+1, id, temp.Val);

    ptr += 6;
    temp.Val = *dataLen;
    for ( i = 0; i < temp.Val; i++ )
        *data++ = *ptr++;

    if ( PIR3_IRXIF )
    {
        *msgFlags |= ECAN_RX_INVALID_MSG;
        PIR3_IRXIF = 0;
    }

   *savedPtr &= 0x7f;

    return TRUE;
    }
```

Le “flag” (drapeau) RXFUL à 1 indique qu’un message a été reçu et on met à zéro le bit d’interruption correspondant.

Dans le cas où un dépassement de capacité (“overflow”) est vérifié, on l’enregistre dans les msgFlags et on met à zéro le bit correspondant.

Dans le cas où aucun des “buffers” de réception n’a de message à élaborer, la fonction renvoie une valeur booléenne “False”, sinon on saute à l’étiquette “SaveMessage”.

Charge le nombre d’octets du message reçu.

Charge les msgFlags qui établissent le type de message : RTR, étendu, standard.

La fonction “_RegsToCANID” est complémentaire de celle trouvée dans la ECANSendMessage et donc elle extrait l’ID du message à partir des registres correspondants.

Charge la séquence d’octets de données reçues.

Dans le cas où un message non valide est reçu, l’événement est enregistré dans les msgFlags et le bit d’interruption IRXIF.PIR3 (Peripheral Interrupt Request Register 3) est mis à zéro.

On signale la disponibilité du “buffer” pour une nouvelle lecture en mettant à zéro le bit RXFUL.

PIC utilisés comme “buffers” de transmission TXB0CON, TXB1CON, TXB2CON est créé.

Ensuite, les TXREQ de chaque “buffer” sont contrôlés en séquence pour voir s’il est vide et donc prêt à transmettre. Quand un TXREQ est trouvé à 0, les “flags” (drapeaux) du message sont activés. En fait, on valorise les bits TXPRI1:TXPR0 du TXBnCON correspondant pour la priorité, le bit TXRTR du TXBnDLC pour le type de message et les bits DLC3: DLC0 du TXBnDLC pour le nombre d’octets à envoyer.

Selon que les “flags” prévoient un identifiant standard ou étendu, une

fonction particulière _CANIDToRegs est appelée. Elle ne fait que charger les registres TXBnSIDH, TXBnSIDL, TXBnEIDH, TXBnEIDL en fonction de la valeur à 11 bits/29 bits passée. Enfin, à travers un cycle for, on charge le vecteur de données TXBnDm correspondant avec les valeurs du vecteur transmis comme paramètre à la fonction ECANSendMessage.

Le "buffer" est alors prêt pour l'envoi des données. Le bit TXREQ est mis à 1 afin que le module CAN prenne en charge la transmission.

Dans le cas où le cycle de contrôle des "buffers" s'achève sans qu'il s'en soit trouvé un de libre, la réponse "false" est envoyée.

Le code correspondant est visible **"Listing" 2**.

Nœud RX

Le nœud en réception est un clone du circuit précédent avec un programme résident modifié pour acquérir les données provenant de la sonde et les transférer séquenciellement dans l'EEPROM.

Là encore, nous pouvons idéalement diviser la séquence en deux phases:

1) Démarrage matériel de la platine;
2) Cycle de réception.

Durant le lancement le système configure les registres TRIS pour les lignes d'E/S du PIC et initialise l'EEPROM. Pour accéder à cette mémoire (24LC256) nous avons utilisé une librairie appelée XEEPROM.c qui implémente l'écriture et la lecture séquencielle du support en mettant à profit un adressage à 16 bits. Pour le démarrage, nous utilisons une première fonction appelée "XEEInit()" et dont la syntaxe est la suivante:

void **XEEInit** ("unsigned char baud");

et pour les paramètres les suivantes:

baud: définit la vitesse de communication avec la puce. La librairie utilise le module MSSP du PIC en mode Maître I2C et cette valeur est utilisée pour initialiser le registre SSPADD. Ce dernier établit la fréquence d'horloge utilisée par la broche SCL (RC3) selon la formule OSC/4 (SSPADD+1).
En particulier les 7 bits les moins significatifs de ce registre contiennent la valeur chargée dans le BRG (Baud Rate Generator).

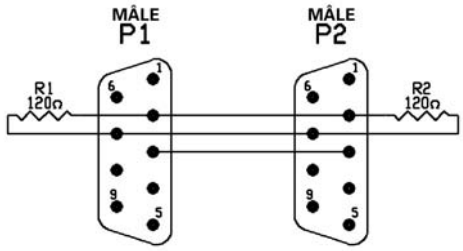


Figure 1: Connexion entre le nœud émetteur et le nœud récepteur au moyen de deux DB9 et d'un câble tripolaire. Les résistances de 120 ohms sont des "terminators" (bouchons terminaux).

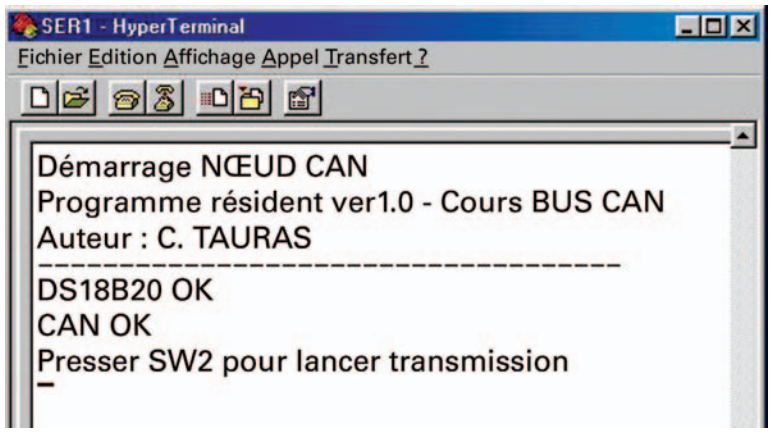


Figure 2: Fenêtre de l'HyperTerminal.

Ce dernier est un compteur qui décompte de deux unités à chaque cycle d'horloge du système (TCY) et il est utilisé pour synchroniser la ligne SCL. Naturellement, il est automatiquement rechargé justement avec la valeur conservée dans le registre SSPADD.

Pour plus de renseignements, consultez les "datasheets" (les documents du constructeur) du PIC18F458, section MSSP.
Nous appelons cette fonction en utilisant une macro pour le calcul de la vitesse de communication en fonction de la fréquence de l'oscillateur utilisé pour l'horloge du système. L'instruction est:

XEEInit (**EE_BAUD(CLOCK_FREQ, 400000)**);

Si nous regardons ce que fait la macro (CLOCK=20.000.000) nous trouvons le code suivant:

#define EE_BAUD(CLOCK, BAUD) (((CLOCK / BAUD) / 4) - 1)

Une fois la communication avec la puce lancée, il est possible de commencer une session d'écriture séquencielle à travers la fonction "XEEBeginWrite()" dont la syntaxe est: void XEEBeginWrite(unsigned char control, XEE_ADDR address)

control: est l'octet de contrôle qui est précisé dans notre cas à travers une définition introduite dans le fichier XEEPROM.h (#define EEPROM_CONTROL (0xa0)). Pour la puce 24LC256, la séquence se compose de 4 bits initiaux fixes (1010b), de 3 bits permettant de sélectionner la puce (000b car les broches A0,A1,A2 sont reliées à GND) et d'un bit final à 0. La séquence binaire correspondante est 10100000b. Les 3 bits mis à 0 servent à sélectionner le dispositif si on monte plusieurs puces sur le même bus I2C. Dans ce cas, il est nécessaire de différencier la séquence A0, A1, A2 avec des résistances de tirage ("pull-up").

address: c'est l'adresse de la cellule initiale pour l'opération d'écriture. Dans notre cas, le type XEE_ADRR correspond à un "unsigned short int", soit une valeur à 16 bits.

La session d'écriture se termine en appelant une dernière fonction "XEEEndWrite()" qui s'occupe d'envoyer le signal de "stop" à la mémoire pour achever l'opération. La syntaxe est:
XEE_RESULT XEEEndWrite (void).

Le paramètre "XEE_RESULT" passé en sortie correspond à la structure visible dans le "Listing" 3 et permet d'établir si

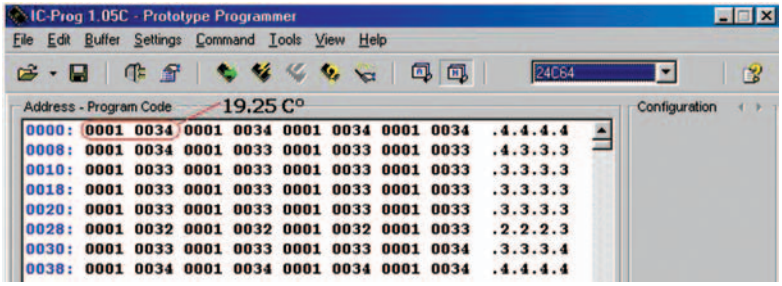


Figure 3 : Lecture de l'EEPROM avec IC-Prog (premier secteur : la séquence des valeurs à 16 bits provenant de la sonde).

l'opération a abouti ou pas. Après cette parenthèse sur la gestion de l'EEPROM continuons l'analyse du programme résident inséré dans le nœud de réception. Le programme principal, après avoir configuré les lignes d'entrées et de sorties, initialise le bus I2C pour la communication avec l'EEPROM et lance le bus CAN avec la fonction "ECANInitialize()". Il entre alors dans la seconde phase : le cycle de réception. Il s'agit d'un "while" infini dans lequel la fonction "ECANReceiveMessage()" est tout d'abord appelée.

Cette dernière est la fonction complémentaire de la "ECANSendMessage()" et elle permet d'élaborer les messages arrivant au module CAN de notre PIC.

Voyons en détail sa syntaxe :

BOOL **ECANReceiveMessage**(unsigned long *id, BYTE *data, BYTE *dataLen, ECAN_RX_MSG_FLAGS *msgFlags)

id : pointeur à une adresse de mémoire à 32 bits qui contiendra l'identifiant à 11 ou 29 bits du message reçu.

data : pointeur à un "buffer" qui contiendra les données reçues.

dataLen : pointeur à une adresse qui contiendra le nombre d'octets à recevoir.

msgFlags : pointeur à une adresse qui contiendra les caractéristiques du message reçu. Là encore, il s'agit d'une valeur née d'une opération de OR logique entre plusieurs "flags" dont les valeurs possibles sont spécifiées dans le **Tableau 4**.

La fonction renvoie une valeur booléenne "false" si aucun message n'a été reçu et "true" dans le cas contraire. Attention, tous les paramètres passés sont des pointeurs devant être initialisés correctement.

Comme pour le nœud de transmission, nous avons inséré la fonction dans un cycle "while" afin de vérifier la présence ou non de messages entrants. En fait le microcontrôleur PIC continue à exécuter la série d'instructions jusqu'à ce qu'un des "buffers" de réception soit disponible.

Le système ne fait alors qu'écrire chaque octet reçu dans les adresses successives de l'EEPROM au moyen des "XEEWrite()".

Attention, l'opération d'écriture est lancée durant l'initialisation avec une "XEEBeginWrite()" et donc il suffit d'appeler les fonctions d'écriture une après l'autre en insérant des retards de stabilisation (obligatoires pour ce type de mémoire).

Après chaque réception les deux octets sont transférés en déchargeant le "buffer" correspondant.

Quand le poussoir SW2 est pressé, la réception s'arrête, ce qui met fin à l'opération d'écriture dans l'EEPROM. Après l'allumage des LED et après coupure de l'alimentation, il est possible d'extraire l'EEPROM et de lire les données ayant été enregistrées. Le code correspondant est celui du **"Listing" 4**.

ECANReceiveMessage

Là encore, si nous regardons ce qui se passe au moment où nous appelons la fonction "ECANReceiveMessage()" nous trouvons des instructions intéressantes.

Tout d'abord on contrôle séquentiellement les divers RXBnCON afin de vérifier si l'un d'eux a son bit RXFUL (bit7) valorisé. Cela signifie que le "buffer" correspondant a reçu un message. Dans ce cas, le "flag" d'interruption concernant la réception est d'abord mis à zéro.

Le signal d'interruption est ainsi réactivé pour de prochaines réceptions. Puis on vérifie le COMSTAT (Communication Status Register) sur le bit de dépassement de capacité ou "overflow" (RXBnOVFL) en l'enregistrant dans les "msgFlags" et en le mettant à zéro.

Rappelons que nous utilisons la lettre "n" pour indiquer le ennième "buffer", donc RXB0OVFL est le bit concernant le "buffer" 0 soit RXB0CON. Pour chaque "buffer" le pointeur correspondant est sauvegardé dans une variable temporaire.

Ensuite on effectue un saut d'éxécution à l'étiquette "_SaveMessage".

Il s'agit d'une petite procédure qui ne fait qu'extraire les octets reçus et charge les paramètres utilisés en appelant la fonction "ECANReceiveMessage()".

On vérifie le type de message pour les msgFlags, on extrait les octets pour le vecteur data en mettant à jour le compteur dataLen. A la fin le "buffer" correspondant est vidé afin qu'il soit prêt à recevoir un nouveau message.

Nous avons délibérément laissé de côté la procédure de gestion des filtres sur les trames entrantes car nous ne les utilisons pas pour l'instant (ce sera l'objet de la prochaine expérimentation).

Voyons le code qui en résulte, dûment commenté (**"Listing" 5**).

Connexion et mise en fonctionnement

Pour exécuter la première expérimentation, nous devons insérer le programme résident CANTX.hex et CANRX.hex respectivement dans le nœud émetteur et dans le nœud récepteur.

Ces derniers peuvent être reliés à travers un câble tripolaire et deux DB9, sans oublier les deux résistances "terminators" (c'est-à-dire bouchons terminaux). Voir **figure 1**.

Relions donc les extrémités du câble sur le port CAN1 de chaque platine. Il est possible de réaliser aussi un câble sans "terminators" et d'ajouter ces derniers sur les ports CAN2 avec des DB9 femelles. Les ports CAN1 et CAN2 sont, en effet, reliés en parallèle. Connectons donc le port série de la platine d'émetteur à la RS232 du PC. Ouvrons une session HyperTerminal directement sur la COM utilisée en la

configurant à 19 200 bps 8N1. Alimentons alors le nœud TX.

La fenêtre de l'HyperTerminal apparaît comme le montre la **figure 2**.

Notez que l'allumage de la LED verte signale l'attente d'une entrée de la part de l'usager. Alimentons le nœud de réception. Sur cette platine aussi la LED verte s'allume. Nous sommes alors prêts à lancer l'échantillonnage.

Pressons et relâchons le poussoir SW2 du nœud TX. Nous voyons que sur les deux platines la LED rouge commence à clignoter. Le nœud d'émetteur effectue l'échantillonnage des données de température et les envoie à travers le bus CAN au nœud de réception.

Là les deux octets reçus sont transférés séquenciellement dans l'EEPROM.

A chaque envoi sur le terminal un message de type TX MSG est visualisé. Attendons quelques minutes pour recueillir une certaine quantité de données.

Pressons le poussoir SW2 du nœud de réception. La LED verte s'allume.
Tenons alors pressé le poussoir SW2 du nœud TX jusqu'à l'allumage de sa LED verte. Coupons l'alimentation des deux platines et extrayons l'EEPROM du nœud RX. Si nous la lisons avec IC-PROG nous verrons dans le premier secteur la séquence correspondant aux valeurs à 16 bits déposées par la sonde. Voir **figure 3**.

Nous voilà arrivés au bout de cette cinquième partie et à la fin de la première expérimentation du CAN bus.

Nous avons vu les configurations et les fonctions de base qui nous permettent de tirer parti du CAN pour le transfert et la réception des données.

Dans la sixième partie nous rendrons les choses un peu plus complexes en introduisant le concept de filtre de messages.Nous donnerons une fonction spécifique au nœud de réception en faisant en sorte qu'il élabore seulement un type de message en écartant les autres.

Il s'agit d'un argument fondamental car il permet d'associer plusieurs significations aux données transférées en adressant chaque information seulement au nœud en mesure de l'élaborer.

A suivre

Persuadés d'avoir sollicité votre curiosité, nous vous donnons rendez-vous le mois prochain pour la partie suivante de notre cours sur le bus CAN.

Nous décrirons la "demoboard" (platine d'expérimentation) que nous construirons (son schéma vous a été proposé dans la troisième partie).

Rappelons que les "listings" complets du programme résident auquel nous nous référons sont téléchargeables gratuitement sur le site de la revue.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire la platine d'expérimentation bus CAN est déjà disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes disponibles sont téléchargeables à l'adresse suivante :
http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/087.zip. ◆



KIT DE RÉGLAGE DE VOLUME - 6 CANAUX

Compatible avec tout processeur numérique 2x3 voies ou décodeur numérique DOLBY 5:1

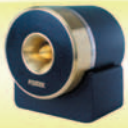
- Niveau de chaque canal ajustable pour harmonisation en fonction de la sensibilité des amplis utilisés
- Technique audiophile **exclusivité Selectronic** totalement neutre et transparente (buffers d'E/S à FETs)
- Potentiomètre ALPS motorisé
- Condensateurs de filtrage TFRS, etc.
- Circuit imprimé double-face avec vernis épargne
- Le grand luxe habituel



Kit de base (sans coffret ni télécommande) **753.4310-1** 199,00 €TTC
Kit avec TÉLÉCOMMANDE (sans coffret) **7533.4310-2** 239,00 €TTC
MONTÉ, en ordre de marche, en coffret avec télécommande 753.4310-3M 399,00 €TTC
(Garantie: 1 an)



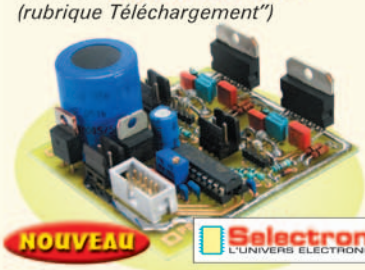
FOSTEX



→ Toute la gamme **en stock chez Selectronic**

KIT DE COMMANDE POUR MOTEUR PAS À PAS

- A base de L297 et L6203 ce kit permet de piloter tout moteur pas à pas bipolaire jusque 4A sous 36V
- Signaux de cde sur connecteur 10pts
- Bobinages et alimentation de puissance sur 3 borniers 2pts
- CI double face 75x75mm "renforcé" 70µm vernis et sérigraphié
- ***Documentation disponible sur le site www.selectronic.fr*** *(rubrique Téléchargement")*



Le kit 753.6950-1 49,90 €TTC
Version monté (en état de marche)
753.6950-1M 79,00 €TTC

ELM0726-2 Photos non contractuelles

Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

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



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

Conditions générales de vente : Réglement à la commande : frais de port et d'emballage 5,00€, **FRANCO** à partir de 130,00€. Contre-remboursement : +10,00€. **Livraison par transporteur :** supplément de port de 13,00€. Tous nos prix sont TTC



Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

Catalogue **Général**

Commandez-le dès maintenant !

Plus de 800 pages en couleur

Coupon à retourner à: **Selectronic B.P 10050 • 59891 LILLE Cedex 9**

❑ OUI, je désire recevoir le **Catalogue Général 2007 Selectronic** ELM
à l'adresse suivante (ci-joint 10 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 5,50€ par chèque):

Mr. / Mme : ..... **Tél :** .....
N° : ..... **Rue :** .....
Ville : ..... **Code postal :** .....

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

PETITES ANNONCES

Ingénieur informatique donne cours de programmation VB, C, C++ , DLL, ActiveX, COM tout niveau TARIF 20 € de l'heure, pour PARIS 35 € de l'heure Banlieu IDF Tél : 06 20 10 89 71.

Vends oscilloscope Philips 3217 2x50 Mhz 2 bases de temps 4 traces. Transistors et CI 220 V et batteries 24 V 2 sondes 1/10 et schéma état neuf. 500 € . Tél : 05 62 68 16 33

Vends oscilloscope SCHLUMBERGER 5220 2x100 Mhz 2 bases de temps + retard numérique, voltmètre digital notice en français prix : 250 € excellent état. Mr Villette Tél : 04 94 57 96 90

Vends oscillo TELEQUIPEMENT D61 2x10 Mhz 120 € + PORT, multimètre d'atelier AOIP (unie-2b) 50 € + PORT, postes de radio et électrophones à lampes. Cherche magnétophone HENCOT pour pièces et livre «PANNES RADIO» de Sorokine Editions Radio des années 60. Faire offre. Tél : 06 14 98 31 05

Pour Amateur Récepteur à lampes Armée F39 de Char R61 30 à 120 m état de marche avec alim et antenne doc récepteur USA 45BC728 2 à 6 MC en 4 bandes 7 tubes doc. 45 lampes diverses casque radio et laryngophone de Char Panthère Allemand Tél : 04 93 79 73 14

Contact géni pour nouveautés sur le solaire Tél : 06 32 53 39 10

TOULET
CIRCUITS IMPRIMÉS

FABRICATION DE CIRCUITS IMPRIMÉS À PARTIR DE VOTRE FICHIER. PRIX TRÉS CONCURENTIELS. À PARTIR DE 5 € + 5 € DE PORT .

TOUS LES TARIFS, OPTIONS ET DÉLAIS SE TROUVENT SUR LE SITE INTERNET :
www.circuit-electronique.fr

INDEX DES ANNONCEURS

ELC	2
COMELEC – Kits du mois	4
MICRELEC –Chaîne CAO	19
GOTRONIC	19
COMELEC – Kits	27
COMELEC – Kits	49
MULTIPOWER	63
ARQUIÉ– Catalogue N°63	63
PCB POOL – Réalisation de prototypes	66
Enfance	66
SCHAEFFER – Usinage	74
SELECTRONIC	75
TOULET	76
JMJ – Bulletin d'abonnement à ELM	77
JMJ – Anciens numéros ELM	78
JMJ – CD cours	79
COMELEC – Kits Santé	80

ANNONCEZ-VOUS !

VOTRE ANNONCE POUR SEULEMENT 2 TIMBRES* À 0,53 € !

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 0,53 € - 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.



ABONNEZ VOUS à ELECTRONIQUE

ET LOISIRS magazine

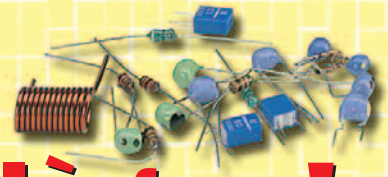
LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS











et profitez de vos privilèges !

RECEVOIR 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.

ASSURANCE de ne manquer aucun numéro

RECEVOIR un cadeau* !

* Pour un abonnement de 24 numéros uniquement (délai de livraison : 4 semaines environ). ** Réservé aux abonnés 12 et 24 numéros.

OUI, Je m'abonne à ELECTRONIQUE ET LOISIRS magazine — LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS

A PARTIR DU N° 88 ou supérieur

E087

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 27,00 € en kiosque, soit **5,00 € d'économie** — **22,00 €**

❑ **12 numéros** — au lieu de 54,00 € en kiosque, soit **13,00 € d'économie** — **41,00 €**

❑ **24 numéros** — au lieu de 108,00 € en kiosque, soit **29,00 € d'économie** — **79,00 €**

Pour un abonnement 24 numéros, cochez la case du cadeau désiré.

TARIFS CEE/EUROPE

❑ **12 numéros** — **49,00 €**

DOM-TOM/HORS CEE OU EUROPE : NOUS CONSULTER

1 CADEAU au choix parmi les 5

POUR UN ABONNEMENT DE 24 numéros



Gratuit :

❑ **Un money-tester**

❑ **Une radio FM / lampe**

❑ **Un multimètre**

❑ **Un réveil à quartz**

❑ **Une revue supplémentaire**



Avec 4,00 € uniquement en timbres :

❑ **Un alcootest électronique**



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

ELECTRONIQUE ET LOISIRS magazine

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



Au sommaire : L'AUTO-SWITCH ou comment éviter courts-circuits et gaspillage - Un VCO FM de 80 à 110 MHz à double module PLL - Comment programmer le module GPS Sony Ericsson GM47 (Cinquième partie et fin) - Un séparateur vocal pour karaoké - Deux platines extensions pour le programmateur de PIC décrit dans les revues 69 & 70 - L'AUDIO-METRE ou LABO BF intégré (Première partie) - Comment programmer le module SitePlayer SP1 sixième partie: exemples de promgrammes - Apprendre l'électronique en partant de zéro: comment utiliser l'oscilloscope Le signal carré et son rapport cyclique visualisés à l'oscilloscope (partie N° 5)

5,50 € port inclus



Au sommaire : Un localiseur portable GPS / GSM à module Q2501 - L'AUDIO-METRE ou LABO BF intégré (partie N°2: La réalisation pratique) - Un générateur de fonctions de 1 Hz à 1 MHz - Un contrôle à distance GSM bidirectionnel 2 canaux - Un carillon électronique programmable - Une station météo modulaire et évolutive de niveau professionnel (première partie: Le matériel, son installation et son utilisation sans PC). - Comment programmer le module SitePlayer SP1 septième partie et fin : exemples de promgrammes - Apprendre l'électronique en partant de zéro: comment utiliser l'oscilloscope Utiliser l'oscilloscope comme un inductancemètre (ou selfmètre (partie N° 6)

5,50 € port inclus



Au sommaire : Un localiseur portable GPS / GSM à module Q2501 Seconde partie : Le logiciel - Un amplificateur stéréo HI-FI 2 x 50 WRMS hybride lampes/MOSFET - L'AUDIO-METRE ou LABO BF intégré Troisième partie : Comment se servir de l'appareil. Une station météo modulaire et évolutive de niveau professionnel Les logiciels Seconde partie : Les logiciels de liaison au PC et de mise en réseau APRS - Un contrôle à distance GSM avec Siemens A65 - Un radiomodem intelligent pour RS232 (et station météo) - COURS Comment utiliser l'oscilloscope - L'oscilloscope et les figures de Lissajous (partie N° 7)

5,50 € port inclus



Au sommaire : Un contrôle d'accès RFIDQ2501 avec les principes généraux du système RFID - Un enregistreur de données 4 canaux 16 bits - Un compteur multifonction à quatre chiffres - Un émetteur radio pour contact magnétique d'alarme - Un générateur FM stéréo à PLL 205 canaux couvrant la gamme 88 à 108 MHz - Un détecteur de présence pour caméra vidéo - Un lecteur d'empreintes digitales pour PC, un systèmes d'identification personnelle absolument sécurisés, à utiliser pour de multiples applications.
- Un préamplificateur BF avec contrôle de tonalité, simple, économique et Hi-Fi.

5,50 € port inclus



Au sommaire : Un contrôle d'accès RFID enfin un montage ! À module MH1 et tag actif un système d'avant-garde fonctionnant parfaitement et peu coûteux - Un générateur d'ultrasons à usage médical il vous rendra de grands services pour de nombreuses affections (comme l'arthrite, la lombalgie ou mal de la partie inférieure du dos , les rigidités et douleurs articulaires et bien d'autres encore) Un préamplificateur à lampes stéréo Hi-Fi - Une régie de lumières contrôlée par PC - Un enregistreur de données de température sur SD-card Un localiseur portable GPS / GSM à module Q2501: le pack de batteries et là fixation étanche de l'ensemble

5,50 € port inclus



Au sommaire : Une régie de lumières quatre canaux contrôlée par PC suite et fin (le logiciel) - Un chargeur de batterie à thyristors pour batteries 6, 12 et 24 volts - Un générateur de mires aux standards PAL - SECAM - NTSC avec sortie VHF-UHF - Un amplificateur Haute Fidélité d'une puissance de 200 W musicaux - Un enregistreur de données de température sur SD-card seconde partie: le logiciel – Une serrure électronique à ChipCard (carte à puce) pour ouverture de porte à serrure éléctrique - un modem radio longue distance pour transmettre des données en UHF; 9600 bps; portée 300 mètres

5,50 € port inclus



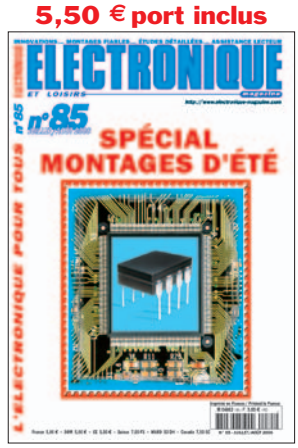
Au sommaire : Un onduleur 12 VDC /230 VAC - 50 Hz - Un générateur de mires aux standards PAL - SECAM - NTSC avec sortie VHF-UHF: seconde partie (le schéma électrique) - Un micro espion GSM professionnel: première partie (le matériel) - Un localiseur GPS avec enregistrement sur SD-Card : première partie (analyse théorique et réalisation) - Un émetteur de télévision du canal 21 à 69 audio et vidéo UHF - Un contrôle à distance à modem radio MU1 - À la découverte du BUS CAN - COURS Apprendre l'électronique en partant de zéro: Comment utiliser l'oscilloscope (Un convertisseur de 20 à 200 MHz pour oscilloscope Huitième partie) .

5,50 € port inclus



Au sommaire : Une alimentation double symétrique professionnelle : Première partie, l'analyse théorique et la réalisation pratique - Un nettoyeur vidéo pour VHS et DVD - Un compteur - décompteur numérique LCD sans l'utilisation d'un microcontrôleur - Un localiseur GPS avec enregistrement des données sur SD-Card : seconde partie (le logiciel) - Un enregistreur de données de température avec enregistrement des données sur SD-card: troisième partie et fin (le logiciel) - Un micro espion GSM professionnel: seconde partie et dernière (le logiciel) - Un amplificateur de puissance stéréo 2 x 60 W - À la découverte du BUS CAN (seconde partie).

5,50 € port inclus



Au sommaire : Schémas à base de circuits intégrés NE555 -Une alimentation double symétrique professionnelle : Seconde partie, la réalisation pratique des platines modulaires - Schémas à base de circuits intégrés NE602 - Un enregistreur audio sur SD-Card (expérimentation) - Nos lecteurs ont du génie! - Un testeur de quartz à deux transistors - Un photocoupleur pilotant un TRIAC - Un feu à éclat à tube xénon - Un oscillateur à quartz - Un convertisseur 12 Vcc / 230 Vca ou onduleur - Un interphone à circuit intégré LM386 - À la découverte du BUS CAN (troisième partie).
Oscilloscope (Neuvième partie) .

6,00 € port inclus



Au sommaire : Un convertisseur DMX512-ETHERNET ou ETHERNET-DMX512 - Un serveur Web GPRS - Une alimentation double symétrique professionnelle : Troisième partie la fin de la réalisation pratique des platines modulaires - Une interface Client FTP avec PIC et SD-Card utilisant une RTL8019 Première partie: analyse théorique et réalisation - Un répéteur HF de télécommande pour chaine HI-FI ou téléviseur - Une nouvelle platine d'expérimentation pour PIC (une interface clavier avec un afficheur LCD) - À la découverte du BUS CAN (Quatrième partie): comment un module peut acquérir des données et les rendre disponibles sur le bus.

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

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

SUPER AVANTAGE POUR LES ABONNÉS DE 1 OU 2 ANS

- 50 % SUR TOUS LES CD DES ANCIENS NUMÉROS CI - DESSOUS



LE CD 6 NUMÉROS

24€



LE CD 12 NUMÉROS

43€

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

TOUT POUR RESTER EN FORME

UN 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 ..... 290,00 €
SE1.6..... diffuseur ultrassons ..... 139,00 €

UN ÉLECTROSTIMULATEUR BIPHASIQUE ABDOMINAL



Cet électrostimulateur neuromusculaire a été conçu spécialement pour faire travailler les abdominaux en entraînement passif (allongé sur son lit !) ou en mixte (en faisant du footing... ou la cuisine !) puisqu'il est portatif. Il comporte quatre programmes correspondant à quatre traitements : idéal pour se maintenir en forme ou pour entretenir son esthétique quand on n'a pas trop de temps.

ET447 ..... Kit complet avec batterie et électrodes .....120,00 €

UN 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 ..... 79,00 €
PC1293 .... Nappe dimensions 22 x 42 cm ..... 31,00 €
PC1325 .... Nappe dimensions 13 x 85 cm ..... 31,50 €

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 ..... 36,30 €

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..... 66,50 €
PC1324 .... Nappe supplémentaire..... 27,50 €

UN 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. .... 220,00 €

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 ..... 96,35 €
Bat. 12 V 1.2 A ..... Batterie 12 V / 1,2 A ..... 15,10 €
PC1.5 ..... 4 électrodes + attaches ..... 28,00 €

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 ..... 80,00 €
EN1480B . Kit étage voltmètre ..... 24,00 €
PIL12.1 .... Batterie 12 volts 1,3 A/h ..... 15,10 €

MAGNETOTHERAPIE BF (DIFFUSEUR MP90) A HAUT RENDEMENT



Très complet, ce kit permet d'apporter tous les "bienfaits" de la magnétothérapie BF. Par exemple, il apporte de l'oxygène aux cellules de l'organisme, élimine la cellulite, les toxines, les états inflammatoires, principales causes de douleurs musculaires et osseuses.
Fréquences sélectionnables : 6.25 - 12.5 - 25 - 50 - 100 Hz. Puissance du champ magnétique : 20 - 30 - 40 Gauss. Alimentation : 220 VAC.

EN1146 .... Kit complet avec boîtier et diffuseur... .....165,60 €
MP90 ..... Diffuseur supplémentaire. ....22,15 €

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 ..... 95,60 €
PIL12.1 .... Batterie 12 V 1,3 A/h ..... 15,10 €
PC2.33x ... 2 plaques conduct. avec diffuseurs ..... 13,70 €

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

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 0,53 €) 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 05 / 2006