

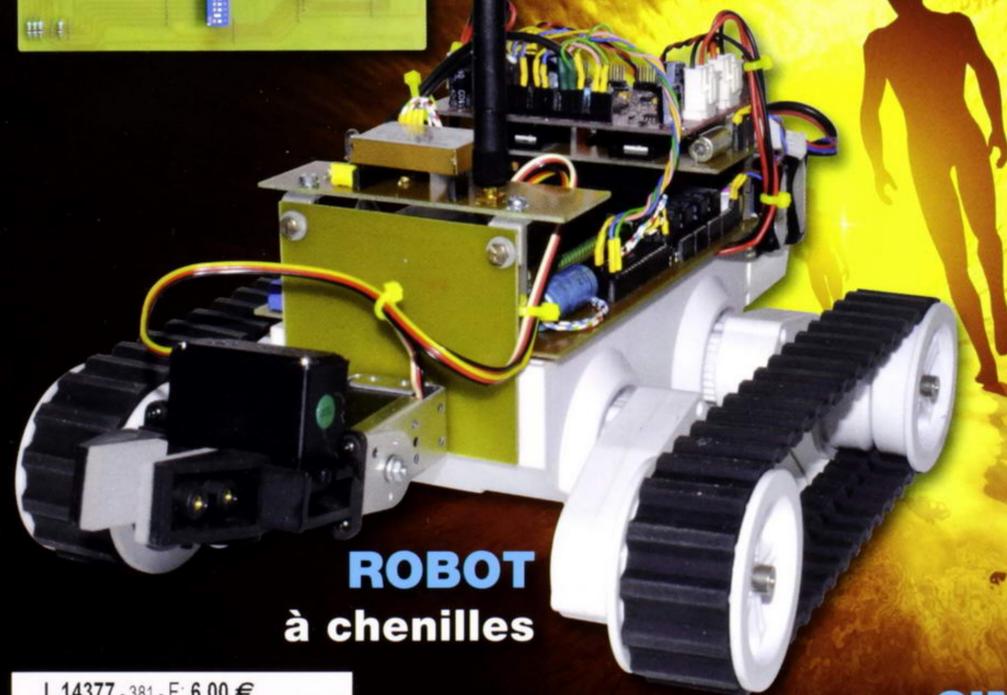
ORCHESTRAL 2200 2 x 175 W RMS



THERMOMÈTRE enregistreur



ARRÊT AUTOMATIQUE d'un fer à repasser



ROBOT à chenilles



SIMULATEUR de présence



• FRANCE : 6,00 € • DOM AVION : 7,40 € • DOM SURFACE : 6,80 € • TOM/S : 900 CFP
• PORTUGAL CONT. : 6,90 € • BELGIQUE : 6,50 € • ESPAGNE : 6,90 € • GRÈCE : 6,90 €
• ITALIE : 6,80 € • MAROC : 66 MAD • TUNISIE : 9,50 TND • CANADA : 9,75 SCAD

24 / 192

M2TECH

Les interfaces USB Hiface, Hiface Evo et Hiface Young sont conçues pour obtenir la meilleure qualité audio directement depuis un ordinateur personnel. Elles permettent la lecture numérique directe d'un fichier audio stocké sur le disque-dur. Le fichier est directement "streamé" du disque-dur avec des résolutions allant de 16bits/44kHz jusqu'à la résolution HD master 24bits/192kHz.



Hiface BNC:

Clef USB 2.0 vers S/PDIF sur BNC
Ultra faible jitter, faible bruit de phase
auto alimenté

Hiface RCA:

Clef USB 2.0 vers S/PDIF sur RCA
Ultra faible jitter, faible bruit de phase
auto alimenté



Hiface Evo:

Interface multinumérique USB 2.0 vers S/PDIF (RCA et BNC), AES/EBU (XLR), optique (TosLink et ST) et I2S (RJ45). Ultra faible jitter, faible bruit de phase, élégant coffret en aluminium.



Hiface Young

Interface multinumérique et convertisseur D/A capable d'échantillonner les signaux numériques jusqu'à la résolution de 32bits/384kHz (entrée USB). A 32 bits -D / un circuit intégré est utilisé en mode non conventionnel pour permettre le fonctionnement interne en 768 kHz. Le tampon de sortie utilise un amplificateur opérationnel spécial avec très faible bruit et THD grâce à son étage de sortie en classe-A.

- Échantillonnage Fréquences(kHz) : 44.1, 48, 88.2, 96, 176.4*, 192*, 352.8**, 384** (*: pas sur Toslink **: seulement USB)
- Résolution : jusqu'à 16 de 24 bits (S/PDIF, AES/EBU, optique), 16 et 32 bits (USB)
- Réponse en fréquence : +0.1/-0.5dB de 10-20 kHz (fs = 44,1 kHz) +0.1/-0.1dB 10-90 kHz (fs = 384 kHz)
- Rapport S/B : 121dB (A pondérée, 192 kHz, 24 bits, bande passante 20 kHz)

www.hamysound.com
Tél. : 01 47 88 47 02
Informations et points de vente

l'exigence audiophile

une distribution
hamy
SOUND

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 381 - AVRIL 2013

Micro/Robot

8 Robot à chenilles

Domotique

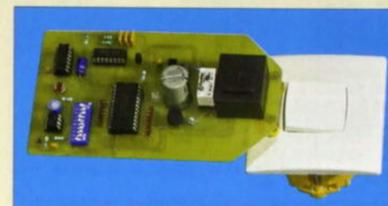
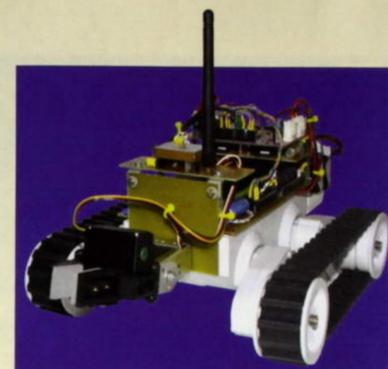
24 Arrêt automatique d'un fer à repasser
31 Simulateur de présence
37 Thermomètre enregistreur

Audio

48 Orchestral 2200.
Amplificateur / préamplificateur /
correcteur très haute fidélité
2 x 175 W RMS

Divers

6 Bulletin d'abonnement
22 Vente du CD «Picaxe à tout faire»
23 Vente du CD «14 robots accessibles
à tous»
28 Vente des anciens numéros
29 Vente du CD «Année 2010»
36 Vente du CD «Et si vous réalisiez
votre chaîne hi-fi à tubes...»
65 Vente du CD «Et si vous réalisiez
votre ampli à tubes»
65 Vente du CD Hors-séries «Audio»
66 Petites annonces



Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 170 000 € - 3, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80 - Fax : 01 44 65 80 90 - redacep@fr.oleane.com
Internet : <http://www.electroniquepratique.com> - Président : Patrick Vercher - Directeur de la publication et de la rédaction : Patrick Vercher

Secrétaire de rédaction : Fernanda Martins - Couverture : Fernanda Martins - Photo de couverture : © styleuneeed - Fotolia.com - Photographe : Antonio Delfim
Avec la participation de : R. Knoerr, P. Oguic, Y. Mergy

La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.

DIFFUSION/VENTES : ALIX CONSEIL PRESSE Tél. : 01 64 66 16 39 - COMPTABILITÉ : Véronique Laprie-Bérout - PUBLICITÉ : À la revue, e-mail : pubep@fr.oleane.com
I.S.S.N. 0243 4911 - N° Commission paritaire : 0914 T 85322 - Distribution : MLP - Imprimé en France/Printed in France

Imprimerie : Imprimerie de Compiègne, ZAC de Mercières, BP 60524, 60205 Compiègne Cedex - DEPOT LEGAL : AVRIL 2013 - Copyright © 2013 - TRANSOCEANIC
ABONNEMENTS : EVERIAL CRM, 123 Rue Jules Guesde, CS 70029, 92309 Levallois Perret Cedex - Tél. : 01 44 84 80 26 - Fax : 01 42 00 56 92. - Préciser sur l'enveloppe «Service Abonnements»
ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliteriez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent.

Abonnements USA - Canada : Contacter Express Mag - www.expressmag.com - expressmag@expressmag.com - Tarif abonnement USA-Canada : 60 €
TARIFS AU NUMÉRO : France Métropolitaine : 6,00 € • DOM Avion : 7,40 € • DOM Surface : 6,80 € • TOM/S : 900 CFP • Portugal continental : 6,90 €
Belgique : 6,50 € • Espagne : 6,90 € • Grèce 6,90 € • Italie : 6,80 € • Maroc : 66 MAD • Tunisie : 9,50 Tnd • Canada : 9,75 \$CAD

© La reproduction et l'utilisation même partielle de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue Electronique Pratique sont rigoureusement interdites, ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc. Toute demande d'autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la société TRANSOCEANIC.

abonnez-vous

ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN

Le prix de l'abonnement reste inchangé

43 €

seulement
au lieu de 66 €
Prix de vente au numéro
France métropolitaine



Bon à retourner accompagné de votre règlement à :

EVERIAL CRM, Electronique Pratique, 123 Rue Jules Guesde, CS 70029, 92309 Levallois Perret Cedex

M. M^{me} M^{lle}

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville/Pays Tél ou e-mail

Je désire que mon abonnement débute avec le n° :

Abonnement 11 numéros - France Métropolitaine : 43,00 € - DOM par avion : 50,00 € - TOM par avion : 60,00 €
Union européenne + Suisse : 52,00 € - Europe (hors UE), USA, Canada : 60,00 € - Autres pays : 70,00 €

Offre spéciale étudiant - 11 numéros (Joindre obligatoirement un document daté prouvant votre qualité d'étudiant)
France Métropolitaine : 35,00 € - DOM par avion : 45,00 €
Union européenne + Suisse : 47,00 € - TOM, Europe (hors UE), USA, Canada : 55,00 € - Autres pays : 65,00 €

Je choisis mon mode de paiement :

- Chèque à l'ordre d'Electronique Pratique. Le paiement par chèque est réservé à la France et aux DOM-TOM
- Virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 • BIC : CCFRFRPP)
- Carte bancaire

J'inscris ici mon numéro de carte bancaire

Expire le J'inscris ici les trois derniers chiffres du numéro cryptogramme noté au dos de ma carte

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

Conformément à la loi Informatique et libertés du 06/01/78, vous disposez d'un droit d'accès et de vérification aux données vous concernant.

Imprimantes 3D : une révolution chez les Hobbyistes

L'impression 3D est aujourd'hui abordable pour les particuliers. Roboticiens, maquetistes ou électroniciens amateurs, peuvent maintenant créer et fabriquer tous les types de pièces, même complexes : boîtiers spéciaux, engrenages, pièces mécaniques, façades d'appareils, boutons de commandes, etc. La seule limite, c'est l'imagination.



Comment cela marche ?

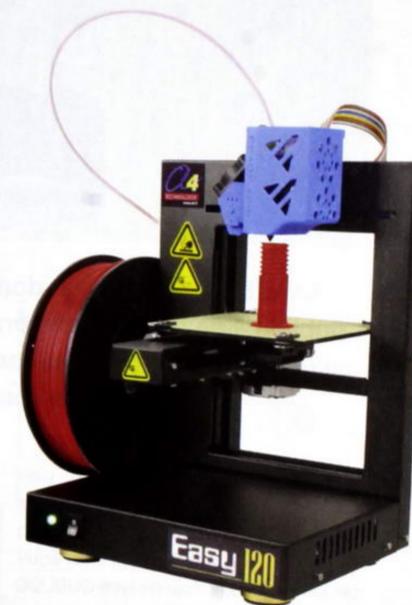
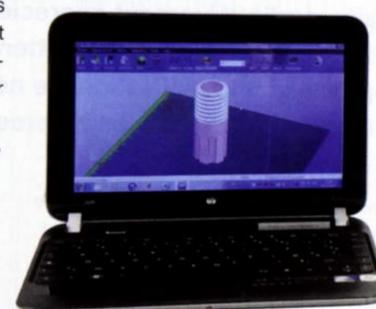
La technologie employée est l'extrusion de fil. L'imprimante dépose à chaud un fil très fin de plastique fondu et construit couche après couche la pièce qui a été préalablement dessinée en 3D. Il existe des logiciels de dessin 3D gratuits et simples à utiliser comme par exemple Sketchup.

Combien cela coûte ?

A partir de 600 € ou 1 000 €, on trouve des machines conçues autour de composants standards et de logiciels «open source». Elles sont souvent livrées en kit, sans garantie et nécessitent persévérance et expertise pour produire une pièce correcte. Pour une machine fiable et précise, comptez plutôt autour de 2 000 € !

meilleur de la technologie actuelle et offrent des avantages significatifs :

- châssis rigide tout acier et guidages prismatiques, garantie de précision ;
- qualité d'impression incomparable ;
- logiciel facile et performant (annonce du temps de réalisation et du poids matière) ;
- documentation en français ;
- SAV en France ;
- marquage CE !



Détails techniques et prix sur www.imprim-3d.fr

Spécialiste prototypes & petites séries

**EURO
CIRCUITS**

PCB proto	prototypes Double Face & 4 couches
STANDARD pool	jusqu'à 8 couches avec nombreuses options
TECH pool	tracés cuivre jusqu'à 100µm en pooling
IMS pool	circuits semelle aluminium en pooling
On demand	toutes options jusqu'à 16 couches

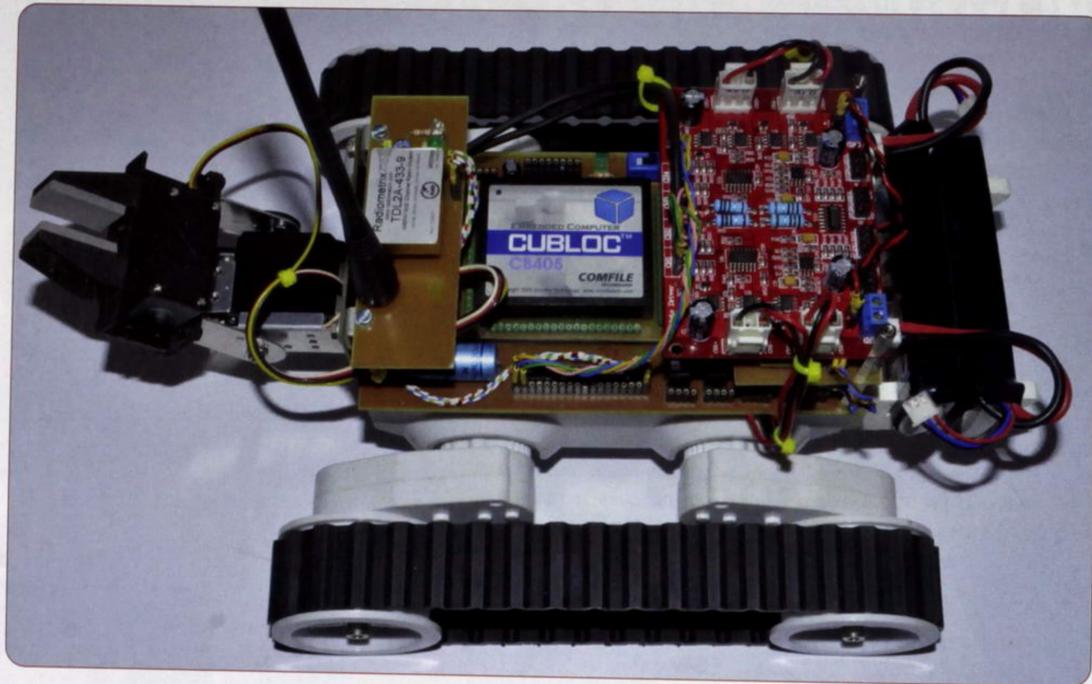
Renseignements au +33 (0)3 86 87 07 85 - Courriel euro@eurocircuits.com
Fabricant Européen de circuits imprimés professionnels

Tous services

- Calcul de prix et commandes instantanés
- Pas de frais d'outillages
- Pas de minimum de commande
- Pas de paiement en ligne
- Délais à partir de 2 jours ouvrés
- Pochoirs pâte à braser

www.eurocircuits.fr

Robot à chenilles



La robotique étant un domaine particulièrement apprécié par nos lecteurs, nous publions, dès que les impératifs rédactionnels le permettent, un article traitant de ce sujet. Le robot, dont nous proposons ici la réalisation, ne nécessite que peu de travail pour la partie mécanique, un modèle du commerce ayant été utilisé.

Une télécommande VHF permet de commander ses déplacements et la gestion de la pince dont il est équipé. Un microcontrôleur de type CUBLOC CB220 est chargé de la «lecture» de plusieurs organes de commande.

Les châssis ROVER5

Afin de permettre une réalisation aisée de ce robot mobile, nous avons ici réduit la partie mécanique à sa plus simple expression, en choisissant un modèle du commerce qui nous a semblé présenter un bon rapport qualité/prix. Le châssis ROVER5 2WD est vendu aux alentours de 45 € et le châssis ROVER5 4WD environ 60 €. Le **cliché 1** montre, sous divers angles, l'aspect physique du châssis et la **figure 1** en donne les dimensions. Comme l'indiquent les **clichés 2 et 3**, le

robot peut également être équipé de roues de différents diamètres, ce qui, dans le cas des grosses roues noires, lui donne un aspect très séduisant.

Les caractéristiques mécaniques des ROVER5 sont les suivantes :

- Alimentation à prévoir : 7,2 Vcc
- Intensité de blocage : 2,5 A
- Couple de blocage : 10 kg/cm
- Rapport de transmission : 87:1
- Vitesse maximale : 1 km/h

Pour le ROVER5 4WD :

- Charge utile conseillée : 800 gr
- Charge utile maximale : 2 kg

Pour le ROVER5 2WD :

- Charge utile conseillée : 500 gr
- Charge utile maximale : 1 kg
- Encodeurs : à quadrature (ROVER5 4WD)
- Résolution : 333,33 impulsions/tour
- Dimensions : 245 x 225 x 74 mm (en position normale)

- Diamètre de l'axe des roues : 4 mm
- Poids : 900 gr

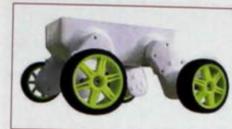
Le ROVER5 2WD, quant à lui, ne possède que deux roues motrices, donc deux moteurs et n'est pas équipé d'encodeurs. Ces deux modèles peuvent être choisis pour la réalisation du robot, en fonction de la charge qu'il devra transporter et de la mise en œuvre ou non des encodeurs, ce que nous n'avons pas réalisé sur notre modèle. Ceux-ci sont placés derrière les moteurs, dans les bras supportant les roues d'entraînement (**cliché 4**).

La carte de commande 4 moteurs RS011MC

La **figure 2** représente la carte RS011MC et indique la fonction de chacune de ses broches d'entrées et sor-



Cliché 2

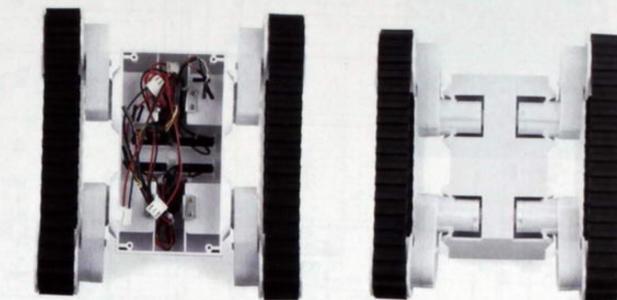
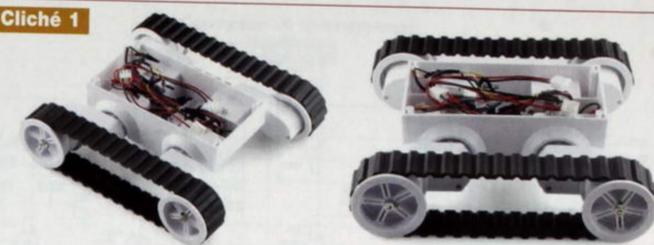


Cliché 3



Cliché 4

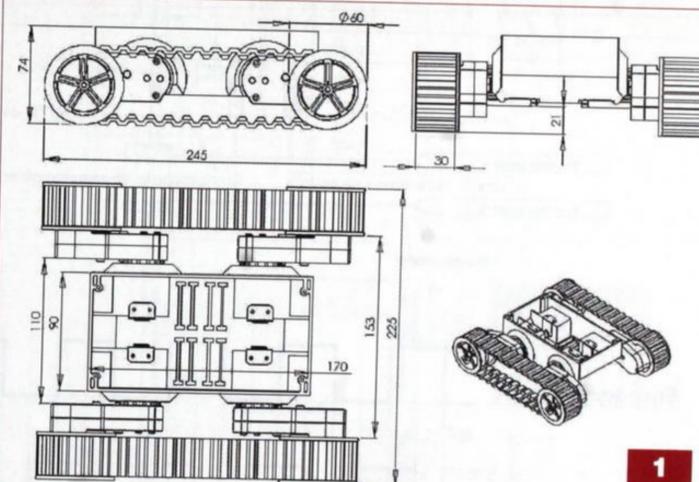
Cliché 1



ties. Là encore, par souci de simplification mais aussi d'économie, nous avons utilisé une carte du commerce dédiée au ROVER5, mais également utilisable sur d'autres robots mobiles.

En effet, pour une somme inférieure à 20 €, la carte RS011MC propose :

- la commande de quatre moteurs pouvant consommer jusqu'à 4 A chacun (4,5 A maximum), sous une tension maximale de 12 Vcc
- quatre entrées doubles pour quatre encodeurs à quadrature et quatre sorties simples d'interruptions
- quatre entrées de contrôle de la direction, par niveau «haut» ou «bas»
- quatre entrées PWM de contrôle de la vitesse
- quatre sorties pour la mesure du courant consommé par chaque moteur : une tension de 1 V indique approximativement une consommation de 1 A par le moteur. Les tensions de sorties peuvent être lues directement par le microcontrôleur, car elles n'excèdent pas 5 Vcc

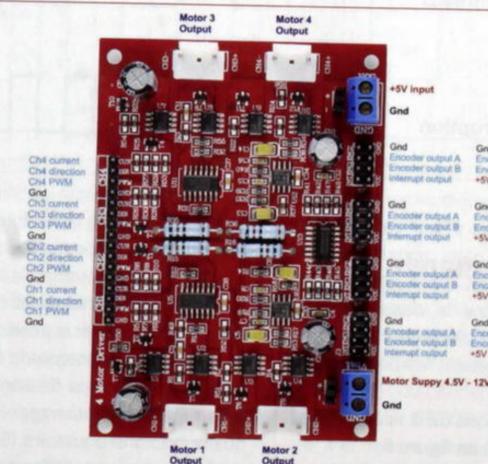


1

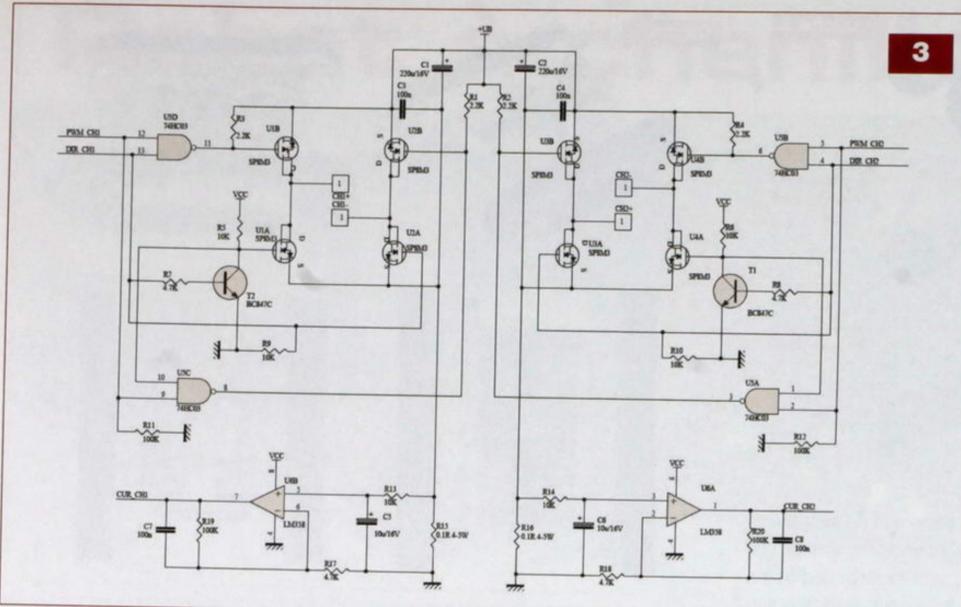
La **figure 3** donne le schéma théorique de deux des quatre canaux.

La carte RS011MC ne comporte pas moins de seize transistors de puissance qui, achetés au détail, excèdent déjà son prix d'achat.

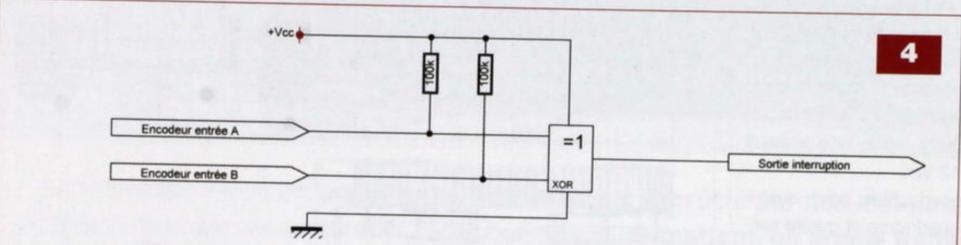
La **figure 4** montre le schéma de l'une des quatre entrées doubles des encodeurs à quadrature et le signal de sortie en résultant. Ce signal peut être exploité par le microcontrôleur, afin de déterminer la vitesse du robot et également la distance parcourue.



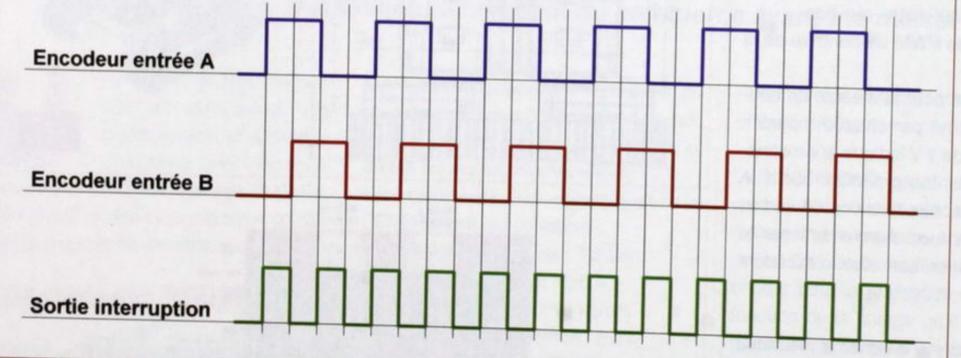
2



3



4



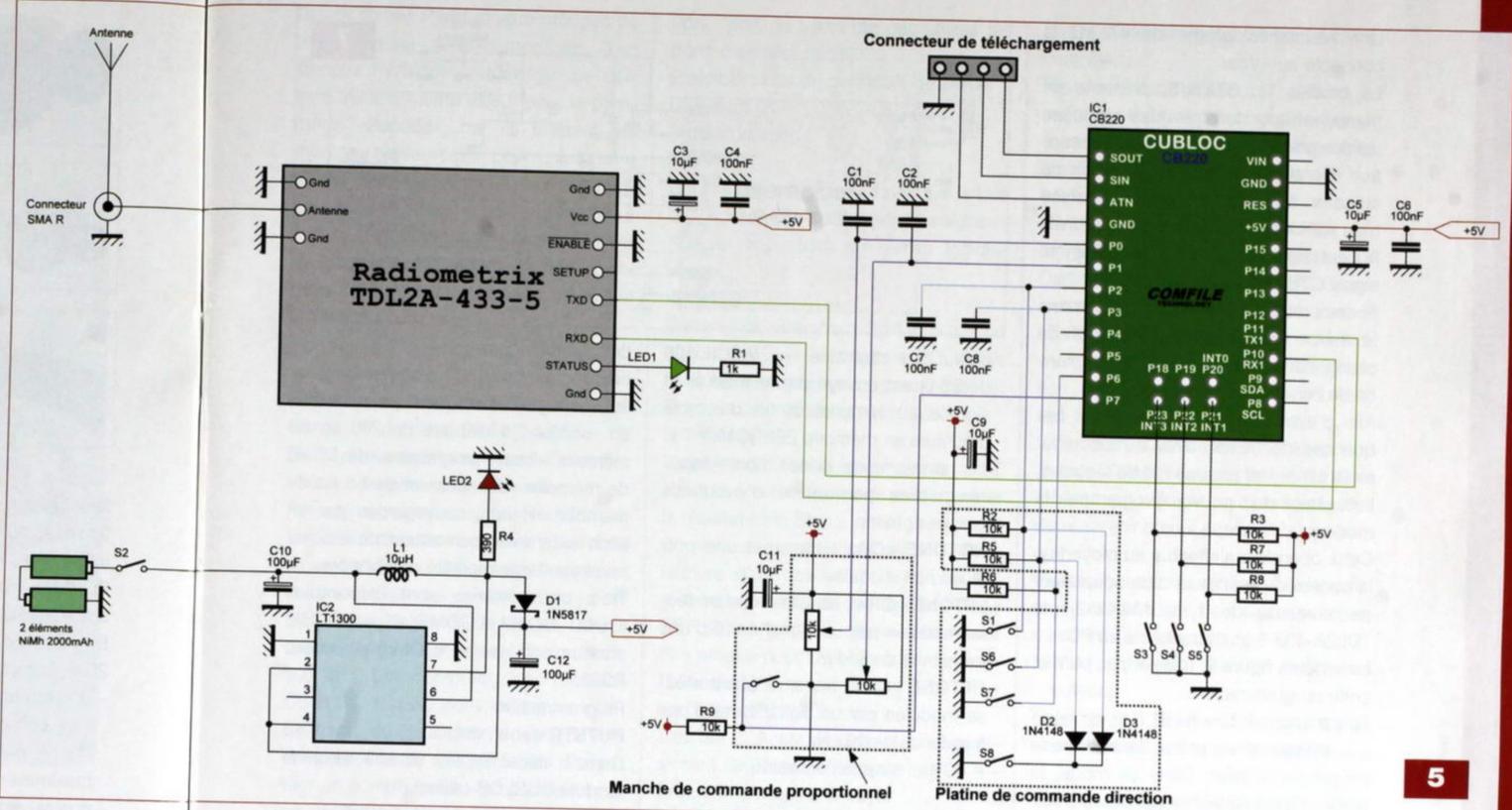
L'émetteur de télécommande

Nous commençons la description de l'électronique par l'émetteur de télécommande permettant le «pilotage» du robot. Le schéma théorique de la télécommande est représenté en figure 5. Un microcontrôleur de type CUBLOC

CB220 est chargé de la «lecture» de plusieurs organes de commande :
 - un manche de commande composé de deux potentiomètres et d'un bouton-poussoir permet le positionnement de la pince de préhension : l'un commande la levée et la descente, l'autre le serrage et le desserrage
 - quatre boutons-poussoirs (S1, S6, S7 et S8) permettent le contrôle de la

marche avant, la marche arrière, l'orientation vers la droite ou vers la gauche
 - trois boutons-poussoirs (S3, S4 et S5) : S5 et S4 permettent le choix parmi trois vitesses, tandis que S3 est laissé libre pour une éventuelle fonction supplémentaire

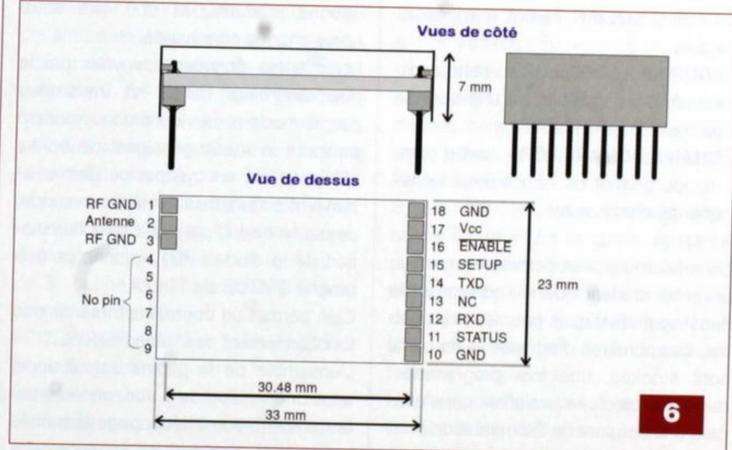
Lorsque les différentes informations



5

sont «lues», le CB220 les envoie, via son interface «série» (UART), au modem TDL2A, qui les transmet au récepteur disposé sur le robot. Le modem Radiométrix TDL2A fonctionne comme une liaison «série» transparente. Le microprocesseur interne gère toutes les opérations de trame de préambule, de synchronisation et de contrôle d'erreur. La représentation physique du modem TDL2A, ainsi que la fonction de chacune de ses broches sont données en figure 6. Ses caractéristiques sont énumérées ci-dessous :

- Fréquences de travail sur cinq canaux :
 - 433,925 MHz, canal 0 (par défaut)
 - 433,285 MHz, canal 1
 - 433,605 MHz, canal 2
 - 434,245 MHz, canal 3
 - 434,465 MHz, canal 4
- Stabilité en fréquence de ±10 kHz
- Largeur de canal de 320 kHz
- Alimentation en 5 V
- Consommation de 22 mA en réception et 28 mA en émission
- Puissance d'émission de 10 dBm (10 mW)



6

- Sensibilité du récepteur de -107 dBm
- Réjection de la fréquence image : -50 dBm
- Interface :
 - 9 600 bps, half duplex
 - 1 bit de start, 8 bits de données, 1 bit de stop, pas de parité
 - Buffer de 32 octets
 - 8 adresses

quelques explications. La broche 16, **ENABLE**, est active au niveau «bas». Une résistance interne de 47 kΩ la connecte au +Vcc. Elle doit être portée au niveau «bas», afin de valider le fonctionnement du module. Cette broche peut également être connectée à la broche DTR du connecteur RS232. La broche 15, **SETUP**, doit être connectée à la masse, lorsque l'on désire programmer le module.

Trois des broches du modem méritent

Une résistance interne de 47 kΩ la connecte au +Vcc.

La broche 11, **STATUS**, présente un niveau «haut» lorsque des données valides arrivent dans le buffer de réception. Ce signal peut être utilisé afin de signaler au microcontrôleur l'arrivée d'un «packet» plutôt que de l'attendre. Il peut également être utilisé comme signal CTS «primitif».

Si deux robots identiques évoluent dans le même espace, il est impératif de changer la fréquence de la télécommande de l'un d'entre eux.

Afin d'avoir accès aux différentes fréquences de travail, ainsi qu'aux différents canaux et paramètres de réglages, l'utilisateur doit pouvoir programmer le modem.

Cette opération s'effectue au moyen de la connexion «série» et d'un adaptateur de niveaux (de type MAX232), le TDL2A-433-9 étant connecté au PC.

Le schéma **figure 7**, très simple, permet cette programmation.

Tout d'abord, la broche SETUP est reliée à la masse, afin d'entrer dans le mode de programmation. Dans ce mode, la partie «radiofréquence» est désactivée. Ensuite, sous un émulateur de terminal, les ordres suivants seront envoyés au module :

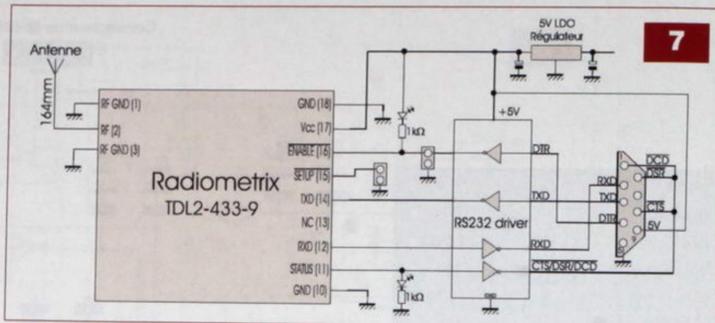
- **ADDR0 à ADDR7 <CR>** : cette commande permet de choisir une adresse de travail, parmi huit
- **CHAN0 à CHAN4 <CR>** : cette commande permet de sélectionner la fréquence d'émission

Un modem ne peut communiquer avec un autre modem que si l'adresse et le canal sont identiques pour les deux unités. Les numéros d'adresse et de canal sont stockés, une fois programmés, dans une mémoire «volatile» qui s'effacera à la coupure de l'alimentation.

A la mise sous tension, ce sont les valeurs programmées dans la mémoire EEPROM qui seront, par défaut, les valeurs de travail.

Donc, si vous souhaitez modifier ces valeurs par défaut, il conviendra d'utiliser l'instruction suivante :

- **SETPROGRAM <CR>** : cette commande écrit, dans la mémoire EEPROM, l'adresse et le canal que vous venez de programmer et qui deviennent les nouvelles valeurs par



défaut. Le caractère «~» (ASCII 126 décimal) est envoyé par le module et signale au terminal la fin du cycle d'écriture en mémoire EEPROM

Trois autres commandes sont disponibles, elles permettent d'éventuels réglages et tests :

- **NOTONE <CR>** : transmet une porteuse non modulée
- **LFTONE <CR>** : transmet une porteuse modulée par un signal carré d'une fréquence de 8 kHz
- **HFTONE <CR>** : transmet une porteuse modulée par un signal carré d'une fréquence de 16 kHz
- **# <CR>** : stoppe l'émission

Le signe **<CR>** signifie un retour chariot (touche «Return») et doit être entré après chaque commande.

Lorsque les données envoyées par le microcontrôleur CB220 et transmises par le modem parviennent au modem équipant le robot, un signal de bonne réception est envoyé par ce dernier et parvient à l'émetteur de télécommande, ce qui se traduit par une brève illumination de la diode LED1, connectée à la broche STATUS du TDL2A.

Cela permet un contrôle simple du bon fonctionnement des transmissions.

L'ensemble de la platine est alimenté sous une tension de 5 Vcc, générée par une alimentation à découpage alimentée sous une tension de 2,8 V, issue de deux accumulateurs Ni/Mh. L'alimentation peut débiter un courant de 200 mA.

La platine de commande embarquée

Le schéma théorique de la platine de commande à microcontrôleur, installée sur le robot, est représenté en **figure 8**. C'est le microcontrôleur CUBLOC CB405 que nous avons utilisé. Il dispose

de soixante quatre lignes d'entrées / sorties, réparties en huit blocs et pouvant être configurées soit en «entrées», soit en «sorties». Il dispose de 200 ko de mémoire «flash» programme, de 51 ko de mémoire «données» et de 55 ko de mémoire «Heap», sauvegardée par un accu externe et permettant de stocker une importante quantité de données.

Trois ports «série» sont disponibles (COM1, COM2 et COM3) au niveau TTL, plus un port «série» (COM0) au niveau RS232.

Programation :
PUTSTR canal, data...
Canal : canal RS232 (0 à 3 selon le module CUBLOC utilisé)

Data : chaîne de données (variable ou constante)
Envoie une chaîne de données sur le canal RS232.

Put
PUT canal, data, NbOctet
Canal : canal RS232 (0 à 3 selon le module CUBLOC utilisé)
Data : données à envoyer (type long ou inférieur)

NbOctet : nombre de données à envoyer (1 à 4)

Getstr ()
Variable = GETSTR (canal, NbData)
Variable : variable (de type string) servant à mémoriser le résultat
Canal : canal RS232 Canal
NbData : nombre de données à recevoir

Get ()
Variable = GET (canal, NbData)
Variable : variable servant à mémoriser le résultat (non String, ni Single)
Canal : canal RS232 (0 à 3 suivant le modèle de CUBLOC utilisé)
NbData : nombre de données à recevoir (1 à 4)

Quatre lignes d'interruptions peuvent être utilisées, INTO à INT3.

Douze sorties PWM (quatre groupes de trois sorties) sont disponibles. Les signaux PWM de chaque groupe doivent avoir la même valeur pour le paramètre «Periode», car ils utilisent les mêmes ressources. Leur paramètre «Duty» peut, en revanche, être différent. Lorsque «Periode» est configuré à 1 024, la résolution du signal PWM est de 10 bits, tandis que lorsqu'il est configuré à 65 535, la résolution du signal PWM est de 16 bits.

Programation :
PWM Canal, Duty, Periode
Canal : N° du canal PWM (0 à 15)
Duty : durée du niveau «haut». Il doit être inférieur au paramètre «Periode»
Periode -> valeur maximale 65 535

Le CB405 dispose de seize entrées analogiques/10 bits et de deux compteurs «haute vitesse». Le comptage peut s'effectuer sur 32 bits (Byte, Integer, Long). La fréquence maximale est de l'ordre de 500 kHz. Les compteurs des modules CUBLOC fonctionnent de façon indépendante de l'exécution du programme principal. Ils sont ainsi capables d'effectuer un comptage en «temps réel», quel que soit l'état d'occupation du processeur du module CUBLOC. Les modules CUBLOC disposent de deux compteurs. Le compteur du «Canal 0» utilise les mêmes ressources que les fonctions PWM0, 1, 2 et ne peut donc être utilisé en même temps que ceux-ci. Toutefois le compteur du «Canal 1» pourra être utilisé librement.

Programation :
Count ()
Variable = COUNT (canal)
Variable : variable servant à mémoriser le résultat (Non String, ni Single)
Canal : N° du canal compteur (0 ou 1)

Countreset
COUNTRESET canal
Canal : N° du canal compteur (0 ou 1)
Reset : remet à 0 le compteur du canal spécifié.
COUNTRESET 0' : Reset le compteur du «Canal 0»
COUNTRESET 1' : Reset le compteur du «Canal 1»

Compare
Compare Canal, Cible#, Port, Etatcible
Canal : canal compteur rapide
Cible# : Cible# d'impulsions (CH0 : 0 à 65 535, CH1 : 0 à 255)

Port : port de sortie (ne pas utiliser les ports d'entrées seuls)
Etatcible : État du port cible de sortie
D'un port I2C

Programation :
I2CSTART
Génère une condition «Start» sur le bus I2C. Après cette commande, les signaux SDA et SCL sont au niveau logique «bas»

I2CSTOP
Génère (via les signaux SDA et SCL) une condition «Stop» sur le bus I2C. Après cette commande, les signaux SDA et SCL sont au niveau logique «haut»

I2Cread ()
Variable = I2CREAD (dummy)
Variable : variable servant à mémoriser le résultat (non String, ni Single).
Dummy : valeur quelconque.

Lecture d'un octet depuis le bus I2C (pré-initialisé à l'aide de la commande SET I2C). N'importe quelle valeur peut être utilisée pour le paramètre «dummy»

I2Cwrite ()
Variable = I2CWRITE donnée
Variable : Acknowledge (1 = Acquiescement, 0= Sans Acquiescement)
Donnée : donnée à envoyer

Envoie un octet sur le bus I2C et retourne la valeur 0 si l'acquiescement du composant adressé survient ou 1 si le composant n'a pas envoyé de signal d'acquiescement. Ce cas de figure peut avoir plusieurs causes : adresse du composant I2C mal configurée, mauvais raccordement des signaux SDA et SCL, problème d'alimentation, problème sur le composant I2C, etc. Il est intéressant, dans ce cas, de prévoir une vérification de la bonne communication I2C (voir exemple ci-dessous) :
IF I2CWRITE (DATA) = 1 THEN GOTO (sous-programme)

Lorsque l'on n'a pas besoin de traiter l'information d'acquiescement, on peut utiliser n'importe quelle variable pour recevoir cette information (voir exemple ci-dessous) :

A = I2CWRITE (DATA)
La transmission d'un octet nécessite environ 60 µs.

Si nous nous sommes quelque peu attardés sur les fonctions particulières du CB405, c'est afin de montrer aux futurs réalisateurs du robot les nombreuses possibilités d'améliorations de celui-ci, par l'adjonction de capteurs

divers facilement gérables par le microcontrôleur.

Revenons maintenant au schéma. La majorité des lignes d'entrées/sorties est accessible au moyen de connecteurs, distribuant également la tension +5 V et la masse.

Huit lignes (P54, P55 et P60 à P63) sont dirigées vers un octuple réseau de Darlington de type ULN2803A. Quatre des sorties permettent la commande de relais et les quatre restantes sont laissées libres pour une éventuelle utilisation. Huit leds permettent une visualisation de l'état des sorties.

Le modem TDL2A est connecté au port «série» COM3. Les lignes PWM10 et PWM11 permettent la commande des deux servomoteurs équipant la pince de préhension.

Quatre lignes sont utilisées pour le «pilote» de la carte de puissance commandant les moteurs :

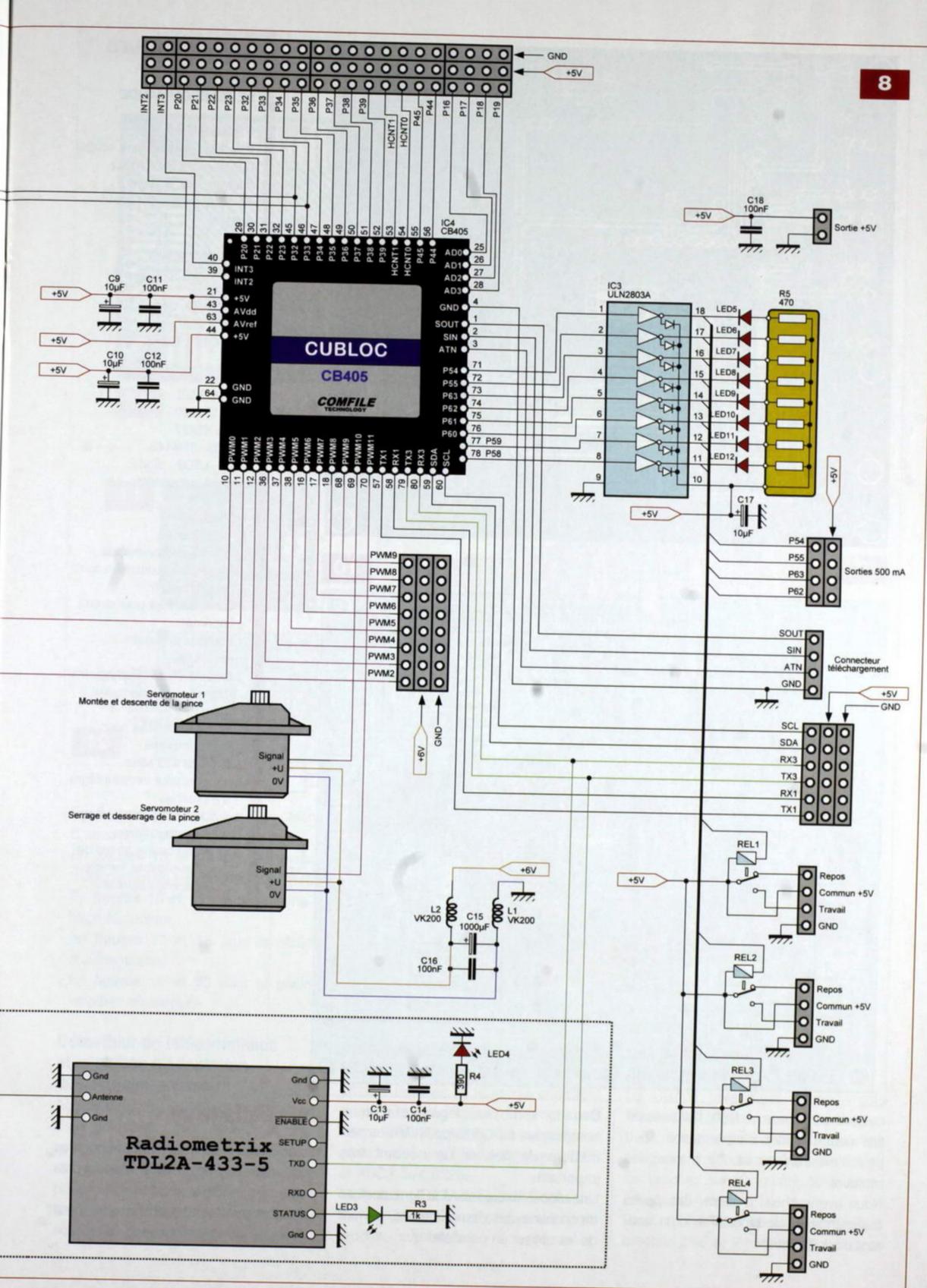
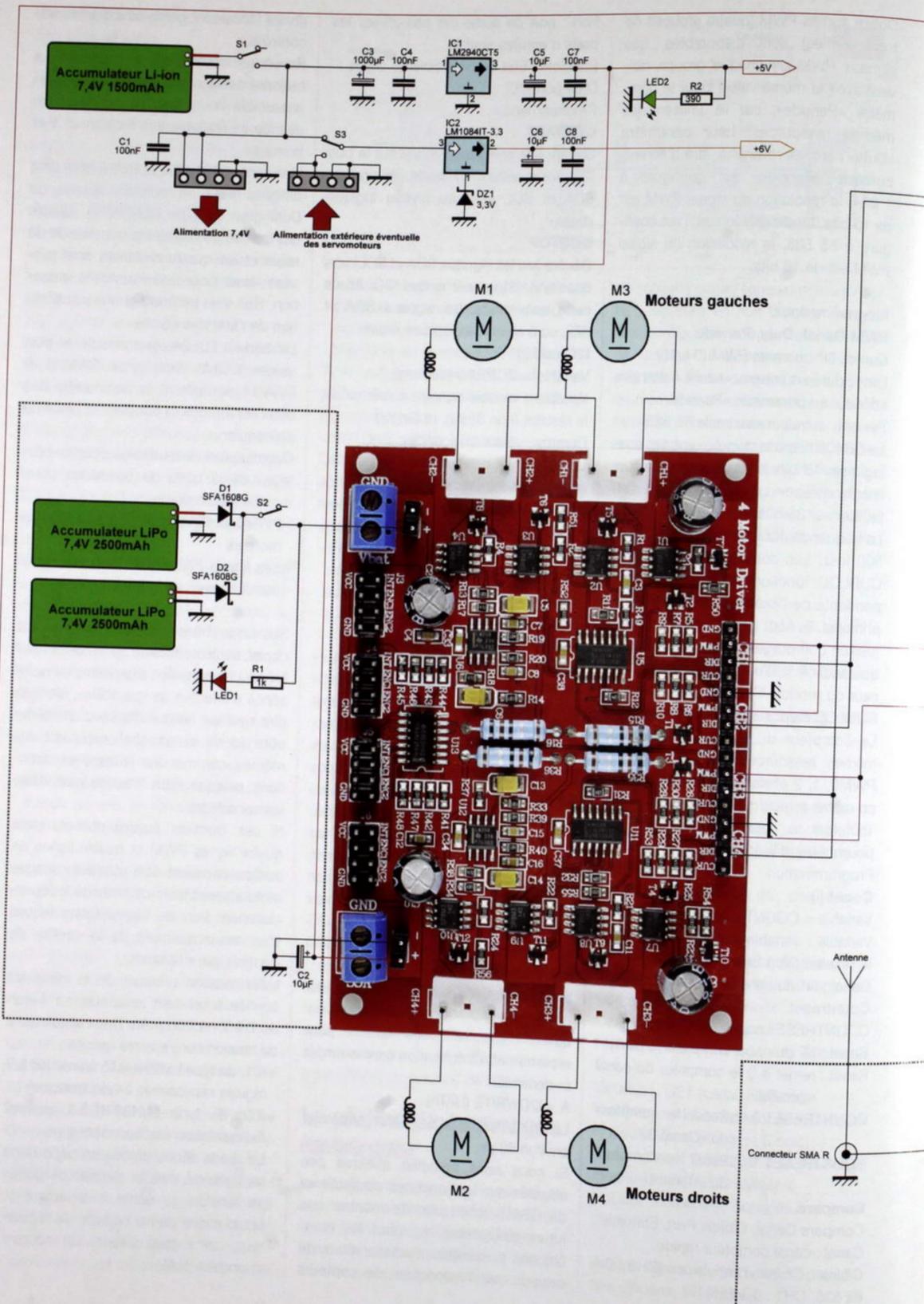
- PWM0 et PWM1 fixent la vitesse des moteurs
- Les lignes P32 et P33 déterminent la marche avant ou la marche arrière

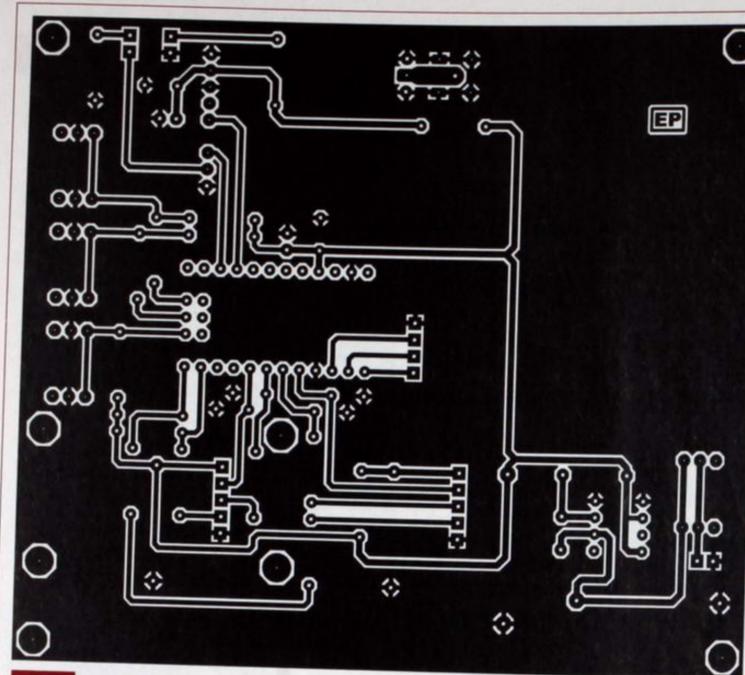
Si c'est le châssis ROVER5 2WD qui est choisi, seulement deux lignes seront utilisées. La connexion à la platine de puissance s'effectue en «parallèle», c'est-à-dire que les deux moteurs d'un même côté (droit et gauche) reçoivent les mêmes commandes (vitesse et direction), puisque nous n'avons pas utilisé les encodeurs.

Si ces derniers étaient utilisés, alors quatre lignes PWM et quatre lignes de sorties devraient être utilisées, chaque moteur serait alors commandé indépendamment l'un de l'autre (dans le cas d'un asservissement de la vitesse de rotation, par exemple).

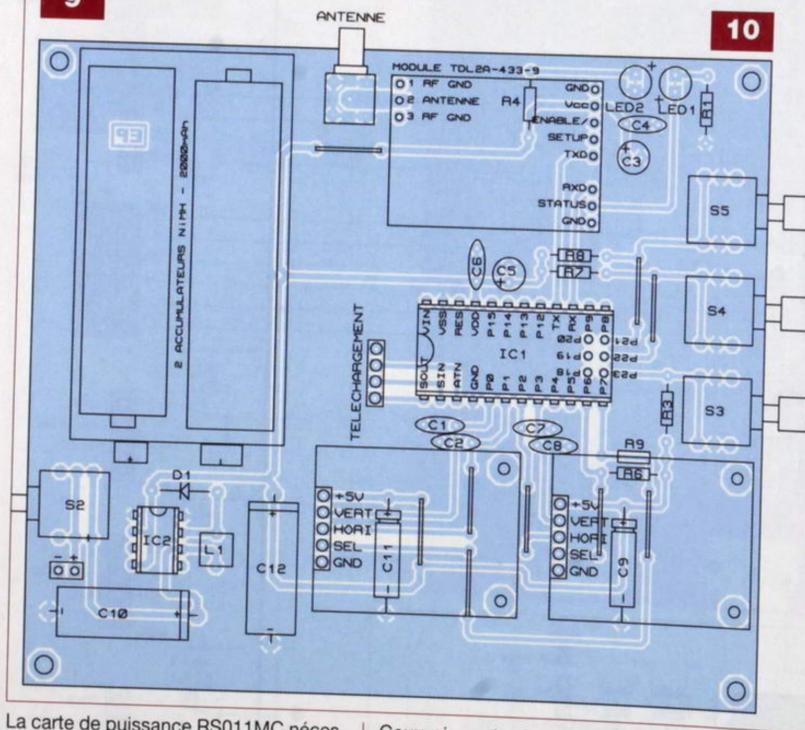
L'alimentation primaire de la carte est confiée à un petit accumulateur Li-ion de 7,4 V / 1 500 mAh. Deux régulateurs de tension sont ensuite utilisés :

- IC1, de type LM2940CT5 fournit les 5 V régulés nécessaires à l'électronique
 - IC2, de type LM1084IT-3.3, permet l'alimentation des servomoteurs.
- La diode zéner, placée en série dans sa ligne de masse, permet de porter sa tension de sortie à environ 6 V. Nous avons choisi ce type de régulateur, car il peut débiter un courant important (5 A)





9



10

La carte de puissance RS011MC nécessite deux tensions d'alimentation : 5 V pour l'électronique et 7,4 V pour les moteurs.
Nous avons choisi d'utiliser des packs d'alimentation de type LiPo, d'un courant de 2 500 mAh.

Ceux-ci sont plus légers que leurs homologues au Cd/Ni ou Ni/Mh et permettent de débiter un courant très important.
Une diode, insérée dans la ligne positive de chacune des deux batteries, permet de les utiliser en parallèle.

La réalisation

Les dessins des circuits imprimés et les schémas des implantations sont représentés respectivement :
- En figures 9, 10 et photo A pour l'émetteur de télécommande

Nomenclature

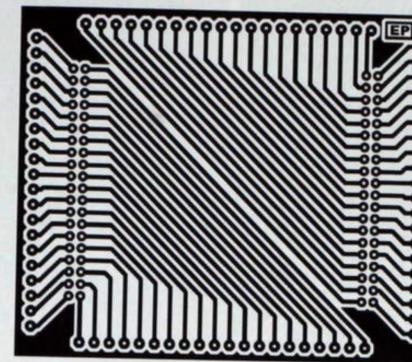
ÉMETTEUR DE TÉLÉCOMMANDE

• Résistances
R1 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R2, R3, R5 à R9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R4 : 390 Ω (orange, blanc, marron)

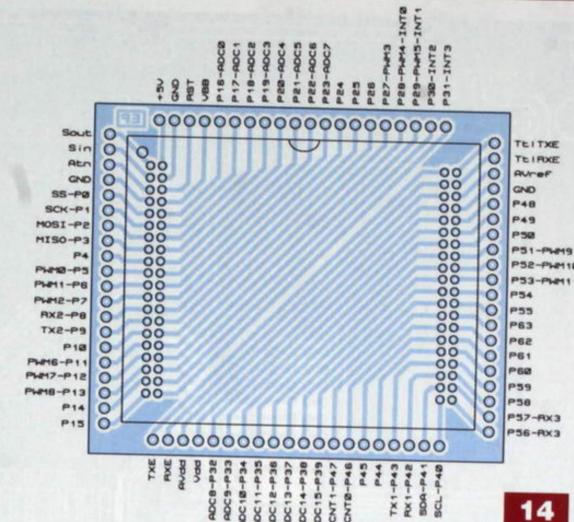
• Condensateurs
C1, C2, C4, C6, C7, C8 : 100 nF
C3, C5, C9, C11 : 10 µF / 25 V
C10, C12 : 100 µF / 25 V

• Semi-conducteurs
IC1 : CB220
IC2 : LT1300
D1 : 1N5817
D2, D3 : 1N4148
LED1, LED2 : diode électroluminescente

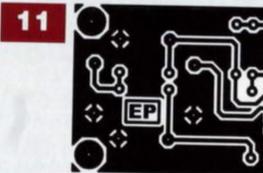
• Divers
L1 : 10 µH / 1A
1 joystick de commande (<https://www.sparkfun.com/categories/31>)
4 commutateurs pour circuit imprimé
4 boutons-poussoirs miniatures
1 module TDL2A Radiometrix (<http://www.radiometrix.com/>)
1 connecteur SMA pour circuit imprimé
1 antenne 433 MHz
1 support pour circuit intégré à 8 broches
1 support pour circuit intégré à 24 broches (large)
1 morceau quatre points de barrette sécable, femelle, pour broches carrées



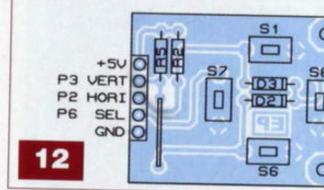
13



14



11

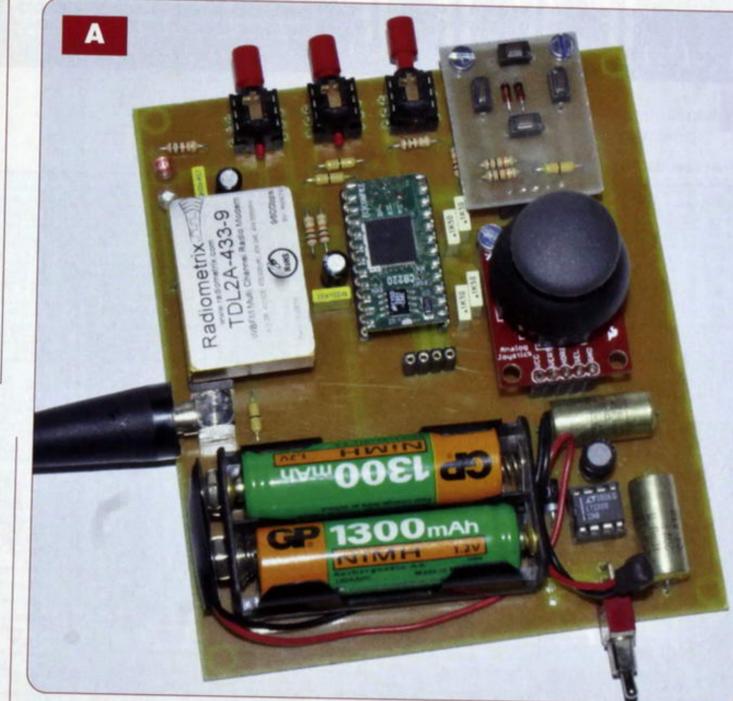


12

- En figures 11 et 12 pour la platine d'adaptation des boutons-poussoirs
- En figures 13 et 14 pour la platine d'adaptation du microcontrôleur CB405
- En figures 15 et 16 pour la platine à microcontrôleur
- En figures 17 et 18 pour la platine d'alimentation
- En figures 19 et 20 pour la platine «modem embarqué»

L'émetteur de télécommande et la platine d'adaptation des boutons-poussoirs :

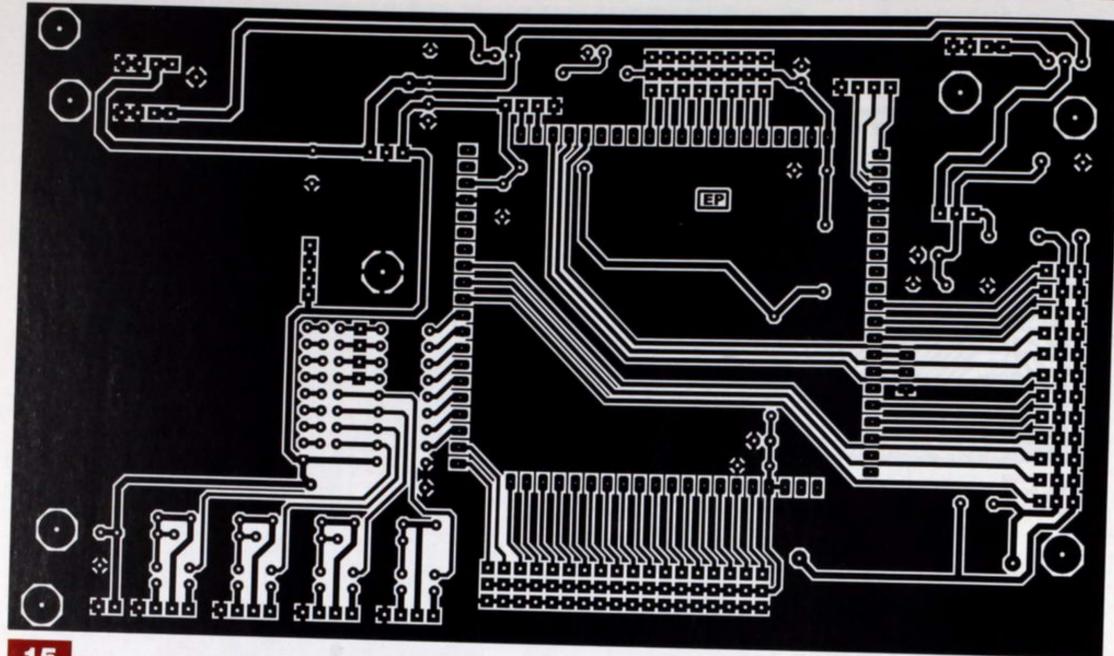
Afin de diriger le robot, nous proposons deux solutions : soit utiliser des boutons-poussoirs, soit utiliser un joystick de commande, le même qui est utilisé pour la pince. Nous avons choisi, dans notre cas, l'utilisation de boutons-poussoirs. Le programme a été écrit en



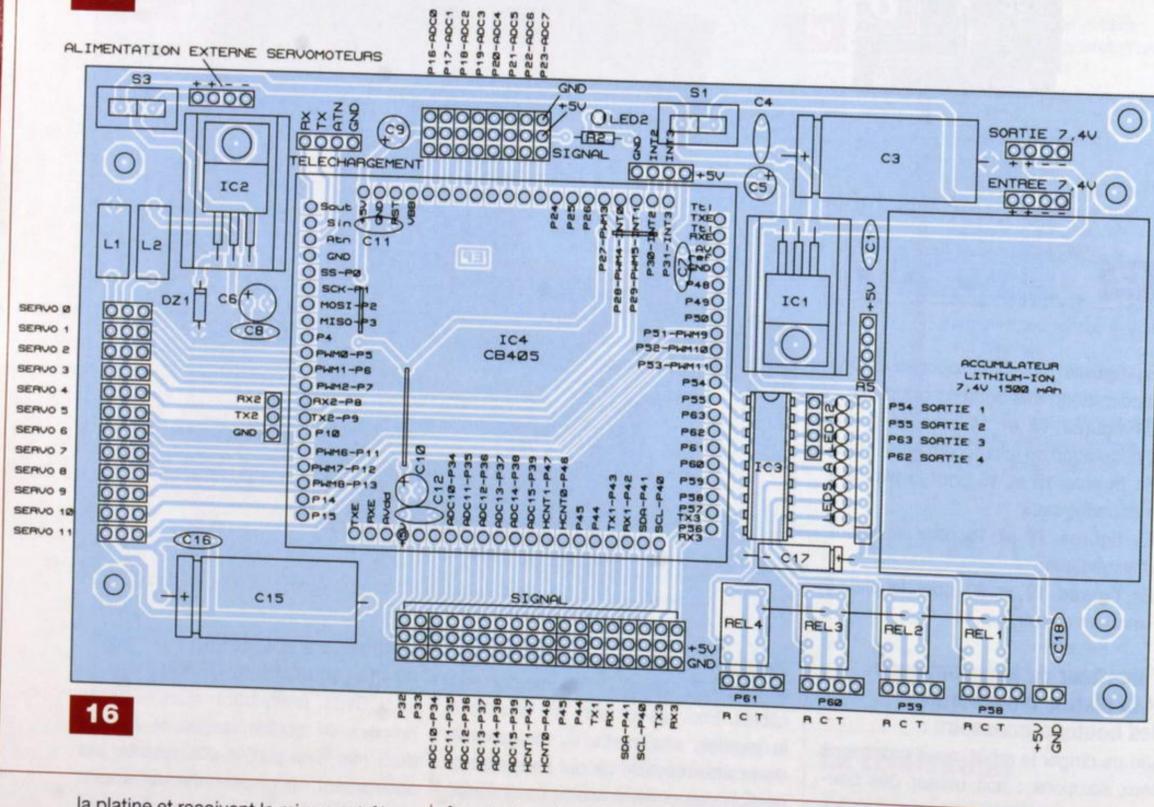
conséquence. Dans ce cas, les condensateurs C7, C8 et C9 ne seront pas câblés. Pour les lecteurs qui choisiront le joystick, une partie du programme devra être réécrite, ce qui permettra la gestion des entrées analogiques ADC2 et ADC3 du CB220.
Le modem TDL2A est enfiché dans des morceaux de barrette sécable, pour broches carrées.

La platine d'adaptation du microcontrôleur CB405 :

Le CB405 présentant quatre vingt broches en double rangée et au pas de 2 mm, une platine d'adaptation est absolument nécessaire afin de répartir les broches sur les quatre côtés et au pas de 2,54 mm.
Deux connecteurs spéciaux de 2 x 20 broches (pas de 2 mm) sont soudés sur



15



16

la platine et reçoivent le microcontrôleur. Il est également possible de souder directement le microcontrôleur, mais en respectant les précautions d'usage.

La platine à microcontrôleur CB405 :

Le câblage de la platine ne présente pas de difficultés particulières :

- Les deux régulateurs de tension doivent obligatoirement être fixés contre des dissipateurs thermiques
- Tous les connecteurs sont constitués

Nomenclature

PLATINE À MICROCONTRÔLEUR CB405, D'ALIMENTATION ET MODEM

• Résistances

- R1, R3 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R2, R4 : 390 Ω (orange, blanc, marron)
- R5 : réseau de huit résistances 470 Ω

• Condensateurs

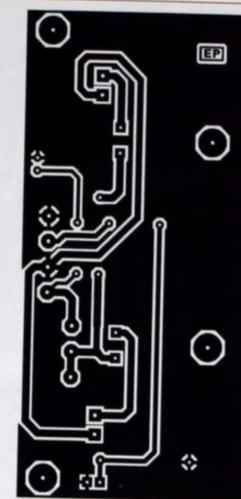
- C1, C4, C7, C8, C11, C12, C14, C16, C18 : 100 nF
- C3, C15 : 1 000 µF / 25V
- C2, C5, C6, C9, C10, C13, C17 : 10 µF / 25V

• Semi-conducteurs

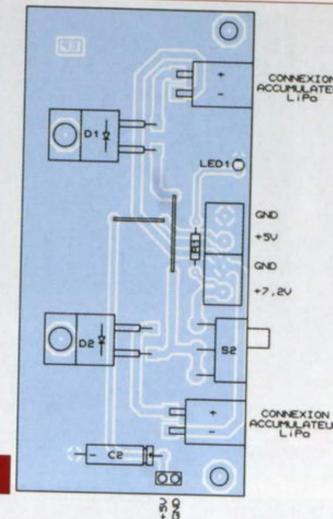
- IC1 : LM2940CT5
- IC2 : LM1084IT-3.3
- IC3 : ULN2803A
- IC4 : CB405 (http://www.cubloc.com/product/01_01.php)
- D1, D2 : SFA1608G
- DZ1 : zéner 3,3 V
- LED1 à LED12 : diode électroluminescente

• Divers

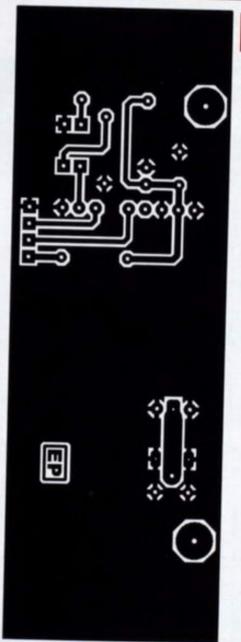
- L1, L2 : VK200
- 2 commutateurs pour circuit imprimé
- 1 support pour circuit intégré à 18 broches
- Barrette sécable femelle pour broches carrées
- Barrette sécable de broches carrées
- 1 module TDL2A Radiometrix (<http://www.radiometrix.com/>)
- 4 relais G5V1-5 (Gotronic)
- 1 châssis ROVER5 2WD ou 4WD (Gotronic)
- 1 carte de commande des moteurs RS011MC (Gotronic)
- 1 connecteur SMA pour circuit imprimé
- 1 antenne 433 MHz
- 4 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220
- Accumulateurs (voir texte)
- Vis, écrous, rondelles, entretoises (voir texte)
- 2 servomoteurs (Hitec RS422 ou Futaba S3003)
- 1 pince Lynxmotion



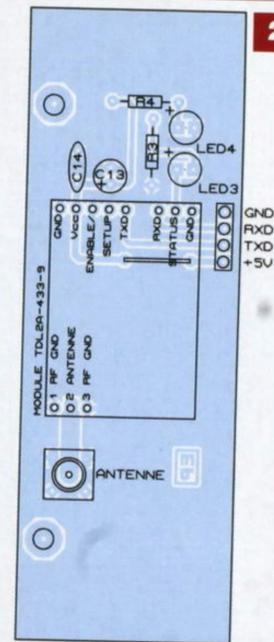
17



18



19

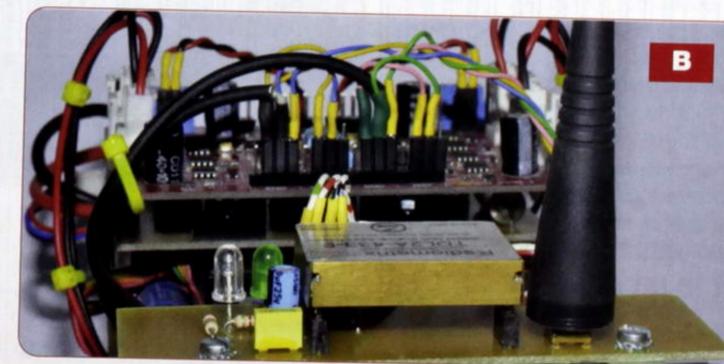


20

- par des morceaux de barrette sécable femelle, pour broches carrées
- Les inductances L1 et L2 sont de type VK200
- L'accumulateur Li-ion que nous avons utilisé est un modèle pour appareil photographique. Un modèle LiPo peut également être choisi

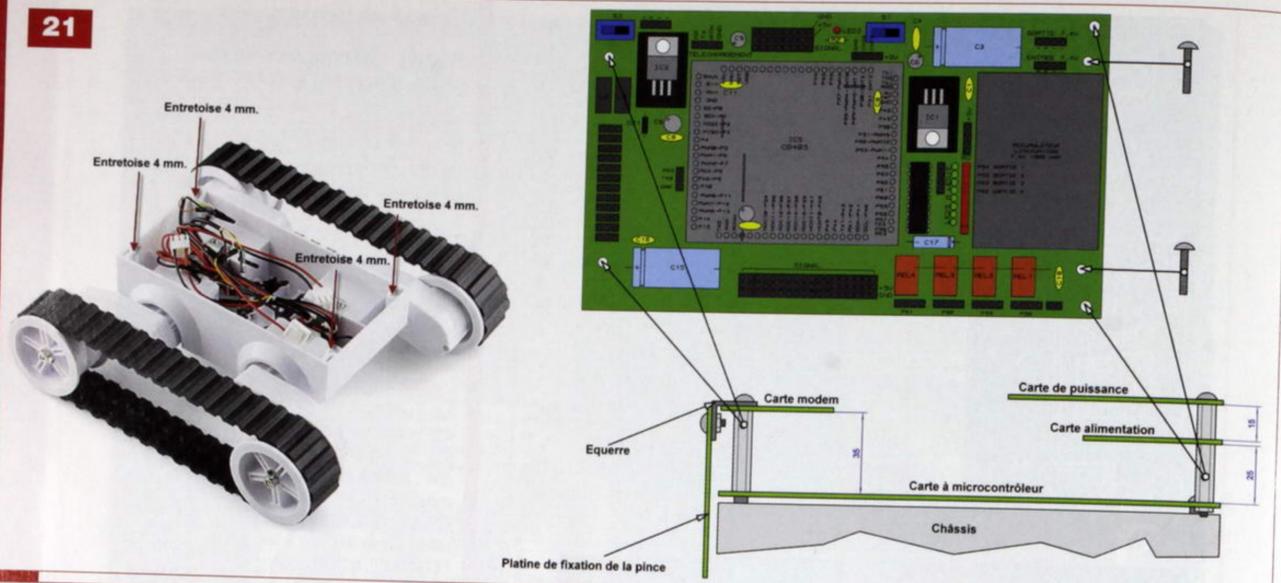
La platine d'alimentation :

Les diodes D1 et D2 sont fixées sur des petits dissipateurs.

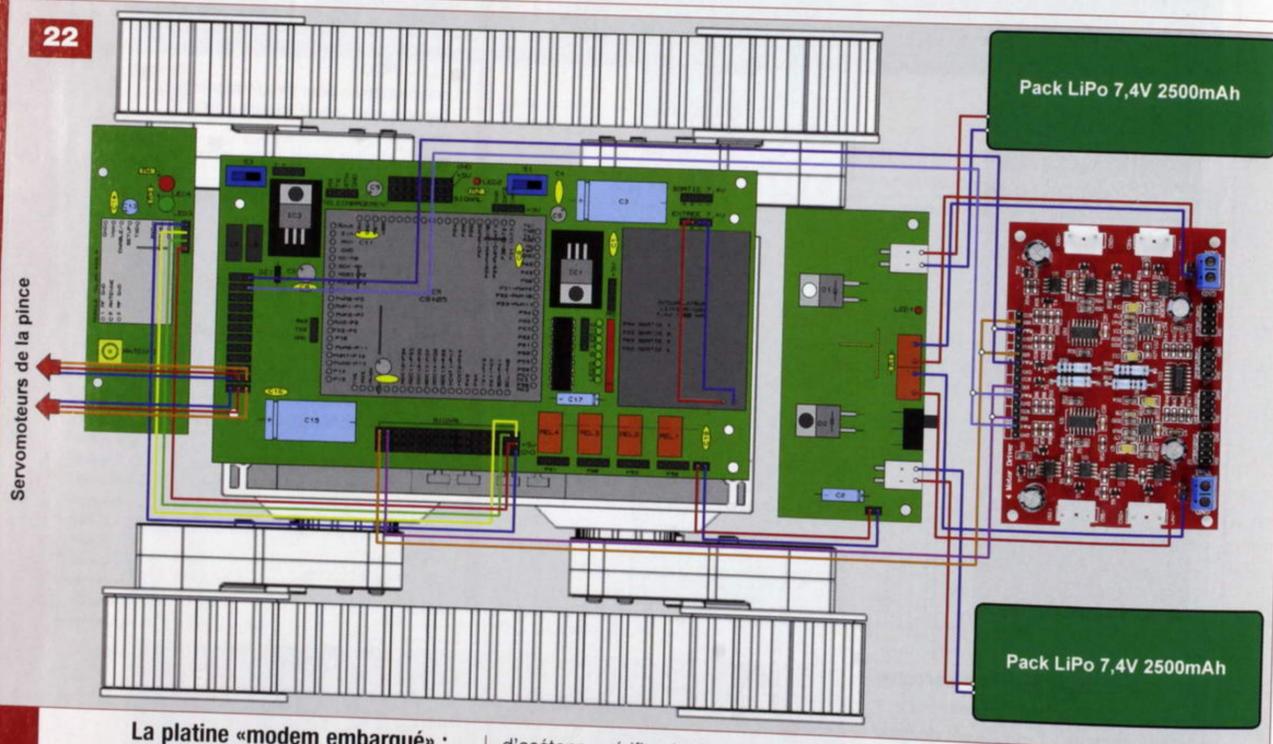


B

21



22



La platine «modem embarqué» :

Le modem TDL2A est enfiché dans des morceaux de barrette sécable, pour broches carrées (photo B).

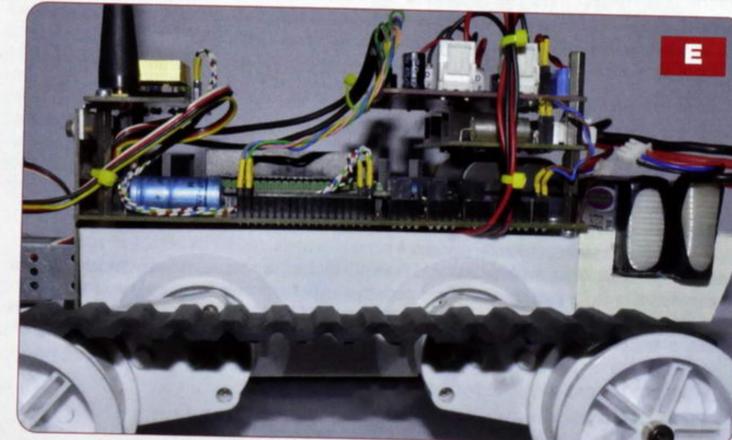
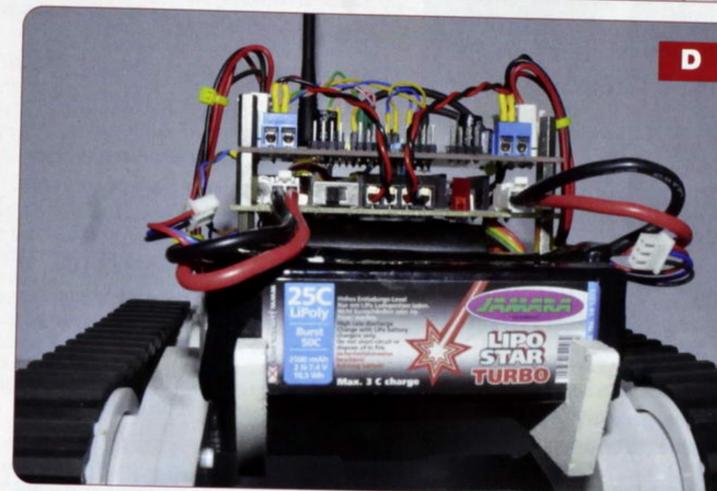
Les essais et le montage du robot

Après avoir vérifié les soudages et enlevé l'excédent de la résine, au moyen

d'acétone, vérifier le bon fonctionnement des alimentations de chaque carte, les modems et les microcontrôleurs CB 220 - CB405 n'étant pas insérés dans leur support. Si tout est conforme, vous pouvez procéder au montage des cartes sur le robot.

Coller, tout d'abord, quatre petites entretoises de 3 à 4 mm de hauteur aux emplacements indiqués sur la figure 21,

afin que la platine à microcontrôleur CB405 ne soit pas plaquée au châssis et puisse laisser passer les fils de connexions aux moteurs. Fixer deux entretoises métalliques de 25 mm (filetées d'un côté et taraudées de l'autre) sur la platine à µC. Elles seront utilisées pour la fixation de la platine d'alimentation et de la platine de puissance (photos C et D).



Ensuite, fixer la platine à µC sur le châssis en utilisant le filetage de deux entretoises (3 mm) du côté connecteurs des servomoteurs et deux vis de 3 mm de diamètre du côté «batterie». Les trous prévus dans le châssis ne sont

pas filetés mais peuvent, sans difficulté, recevoir des vis d'un diamètre de 3 mm. Il faut, simplement, visser «droit» en appuyant modérément sur la tête de la vis. Le filetage se fait alors automatiquement.

Positionner ensuite la batterie sur la platine à µC et fixer la platine d'alimentation au moyen de deux entretoises de 15 mm. Connecter les fils d'alimentation aux deux borniers de celle-ci. Il sera alors possible de fixer la platine de puissance au moyen de deux vis (ou deux entretoises).

Fixer ensuite la platine du «modem embarqué» au moyen de deux vis qui maintiendront également deux petites équerres métalliques.

Ces équerres seront utilisées pour fixer la platine supportant la pince de préhension (photo E).

En se reportant au dessin représenté en figure 22, réaliser le câblage.

Utiliser du fil souple. Les deux jonctions entre les bornes PWM0 - PWM1 et la platine de puissance seront réalisées en fil blindé, dont la tresse sera reliée d'un seul côté à la masse (du côté connecteurs de la platine à CB405).

Passer ensuite à la phase des essais du robot. Il faut d'abord télécharger les programmes de l'émetteur de télécommande et celui du robot.

Pour cela, au moyen du logiciel Cubloc Studio, téléchargeable sur le site de Comfile Technology (<http://cubloc.com/data/01.php>), charger les programmes, disponibles sur notre site, dans la mémoire des deux CUBLOC.

Il suffit ensuite de tester les commandes de direction du robot.

Les deux servomoteurs de la pince de préhension ne pourront être testés qu'après leur installation.

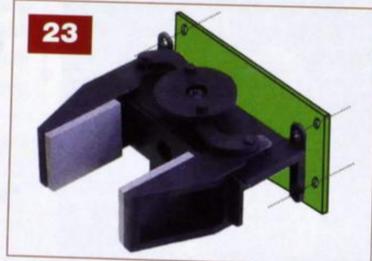
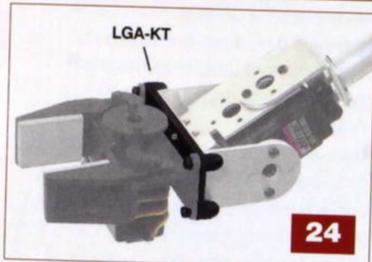
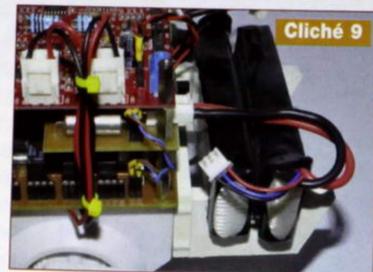
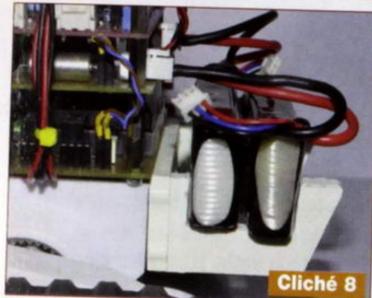
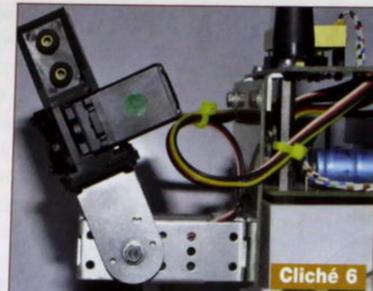
Réalisation de la pince

La pince est simple à réaliser.

Son support, qui est fixé aux deux équerres présentes sur les entretoises maintenant la platine du «modem embarqué», est constitué d'une simple plaque d'époxy, cuivrée sur une face. Ses dimensions sont de 70 mm de hauteur et 75 mm de largeur.

Pour le servomoteur portant la pince, nous avons utilisé une cage appelée «brique EasyRobotics» qui permet la fixation du servomoteur et la rotation d'une fourche sur laquelle on peut fixer la pince.

Se référer aux clichés 5, 6 et 7 qui illustrent bien la façon dont est montée cette pince.



Sa fixation sur la plaque en époxy cuivré est rendue facile par la présence, sur les petits côtés de la brique, de trous taraudés pouvant recevoir des vis de 3 mm.

La pince, par elle-même, est un modèle de la société Lynxmotion. Il est nécessaire, pour sa fixation sur la fourche, de réaliser une petite platine

d'interface (figure 23) qui peut être en plastique ou en époxy. On la trouve également chez les revendeurs de matériels divers de robotique (figure 24).

Les batteries de propulsion

Nous avons utilisé des batteries LiPo. Vous pouvez également choisir des batteries Ni/Mh qui devront être au nombre de six, le support pour celles-ci étant fourni avec le châssis. Dans ce cas, elles pourront être logées à l'intérieur du robot entre les moteurs.

En choisissant les batteries LiPo, il convient de réaliser un support comme celui représenté par les clichés 8 et 9. Nous l'avons fabriqué en plastique de 6 mm d'épaisseur et fixé à l'arrière du châssis au moyen de deux vis Parker.

P. OGUIC
p.oguic@gmail.com



Les éditions Transocéanic et le magazine *Electronique Pratique* proposent la série d'articles sur les microcontrôleurs Picaxe sous forme d'un CD-ROM regroupant tous les ateliers pratiques et les fichiers sources en Basic.

Ces microcontrôleurs fiables et économiques sont reconnus pour leurs performances et leur simplicité de mise en œuvre.

Les ateliers pratiques ne nécessitent pas de soudures, le câblage des expérimentations s'effectue sur une plaque à insertion rapide de 840 contacts. Seule la préparation d'un ou deux petits adaptateurs requiert quelques soudures sur des petites sections de plaques à bandes cuivrées en vue de les utiliser aisément sur la plaque de câblage rapide. Nous avons sélectionné deux µC. Picaxe pour l'ensemble des articles. Pour débuter, nous travaillerons avec le plus petit mais très populaire « 08M », puis nous poursuivrons avec le « 20X2 », un des plus récents et très performant car il se cadence de 4 à 64 MHz sans oscillateur externe ! Vous apprendrez à traiter de nombreuses techniques et périphériques : entrées numériques et analogiques, sorties faibles et fortes puissances, afficheurs LCD, encodeurs numériques, sondes de températures, interruptions, programmation par diagrammes ou en basic, etc.

Je désire recevoir le CD-Rom « PICAXE À TOUT FAIRE »

France : 18 € Autres destinations : 20 € (frais de port compris)

Nom : _____ Prénom : _____
 Adresse : _____
 Code Postal : _____ Ville-Pays : _____
 Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)
 A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

14 robots accessibles à tous

Robot piloté par radar

Ce robot évolue un peu à la manière de la chauve-souris qui perçoit et évite les obstacles environnants grâce à l'émission périodique d'ultrasons. Il est équipé pour cela d'un radar ultrasonique.

Robot autoguidé

C'est avec une fidélité absolue que ce robot suit un itinéraire que l'on a préalablement matérialisé sur une piste d'évolution. Le circuit imposé au mobile peut être constitué par un ruban adhésif noir collé sur une surface de couleur plus claire.

Robot pédagogique

Voici une réalisation qui devrait intéresser un bon nombre de lecteurs débutants. Ce robot utilise une mécanique disponible en kit et une carte qui regroupe l'ensemble des éléments électroniques nécessaires pour piloter cette base mécanique.

Robot explorateur

La robotique « ludique » est en plein essor. Pour s'en convaincre, il suffit de regarder le rayon « jouets » de pratiquement tous les magasins, en particulier au moment de Noël. Les robots attirent aussi bien les petits que les grands. Cependant, utiliser un produit fini ne procure pas le même plaisir que construire son propre modèle. C'est pourquoi nous vous proposons aussi souvent que possible des réalisations dans ce domaine.

Robot araignée intelligent & expérimental. À base du Cubloc CB220

Les robots « marcheurs » attirent un large public et suscitent toujours le plus vif intérêt auprès des électroniciens passionnés de robotique. C'est pourquoi nous vous proposons de réaliser intégralement un robot hexapode de type araignée « transgénique » (parce qu'à six pattes !) capable de se déplacer dans tous les sens, de faire varier sa vitesse, voire de danser. Ce « cyberinsecte » voit les obstacles et se comporte différemment en fonction de leur éloignement. De plus, il peut réagir à la lumière.

Robot polyvalent et évolutif. FINALROBOT

Le robot mobile que nous vous présentons dispose de quelques-uns des composants les plus récents du domaine de la robotique. Il constitue une excellente base qui permettra à nos lecteurs de concevoir, sans difficulté, un projet bien défini.

CYBER-TROLL.

Le robot marcheur expérimental

Dans la mythologie scandinave, un « Troll » est un petit être farceur vivant dans les montagnes et les bois. Notre robot marcheur rappelle ce personnage par sa taille et peut-être par sa démarche, d'où le choix de son nom. Comme nous, il est capable de marcher sur deux pattes, ou plutôt sur deux jambes. Il déplace son centre de gravité en levant une jambe et en avançant ou reculant l'autre, un peu comme si nous humains raidissions les genoux pour avancer ou reculer.

Bras robotisé six axes à servomoteurs

Afin de varier un peu le style des robots que nous vous présentons de temps à autre, nous avons pensé qu'il serait amusant de s'essayer à la réalisation d'un bras robotisé.

Un robot filoguidé

A maintes reprises, nous avons publié dans nos colonnes toutes sortes de robots. Ce petit dernier parcourt son bonhomme de chemin en suivant fidèlement un parcours matérialisé par un fil conducteur.

Robot Arduino commandé par la manette « Nunchuck » de la « Wii »

Nous avons découvert avec les premières pages de ce numéro, rubrique « Initiation », le module Arduino et la manette auxiliaire « Nunchuck » de la console de jeux « Wii » de la société Nintendo. Tous deux sont parfaitement aptes à communiquer ensemble pour gérer les déplacements d'un robot expérimental.

Robot autonome qui sait se repérer !

Depuis quelques mois, *Electronique Pratique* vous a initiés au développement d'applications à base du module « Arduino ». Dans le numéro 357 de février 2011, nous avons ainsi réalisé « l'Arduino-EP », notre propre module, dans un souci d'économie et de gain de place. Nous vous proposons de construire, ce mois-ci, un robot à base de « l'Arduino-EP », équipé d'une boussole électronique, d'un capteur de distance infrarouge et de trois servomoteurs, dont deux modifiés pour la motorisation.

Robot mobile évolutif (1^{ère} partie)

La robotique est parmi les divers sujets abordés dans notre revue, celui qui intéresse le plus grand nombre de nos lecteurs. La base robotique mobile que nous allons décrire avec cet article pourra être utilisée telle quelle. Elle est en effet équipée d'une caméra et d'un émetteur vidéo qui permettront l'envoi d'images vers un petit moniteur que nous réaliserons également.

Robot mobile évolutif (2^{ème} partie)

Deux mois se sont écoulés et cette longue période aura été bénéfique pour vous laisser le temps de réaliser minutieusement la base de notre sympathique robot. Les servomoteurs sont « collés » aux roues de la machine, la caméra est solidement fixée sur sa tourelle, prête à observer son environnement et vous envoyer en direct des images que vous allez réceptionner et visionner à distance sur votre moniteur vidéo.

Robot guidé par radar

Avec le même châssis moteur « Magic » que celui qui a été mis à contribution pour la réalisation du robot radioguidé, nous vous proposons une autre manière de gérer les mouvements. Nous faisons appel pour cela au guidage par radar ultrasonique.

Robot radioguidé

Notre magazine a souvent publié la réalisation de robots divers, généralement assez élaborés. Celui que nous vous proposons est, au contraire, très basique. Son guidage repose sur la mise en œuvre d'une radiocommande à deux canaux pouvant être activés simultanément, ce qui permet d'effectuer des virages à gauche et à droite ainsi que d'avancer en ligne droite.



Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « 14 robots accessibles à tous »

France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

Nom : _____ Prénom : _____
 Adresse : _____
 Code Postal : _____ Ville-Pays : _____
 Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)
 A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

Arrêt automatique d'un fer à repasser

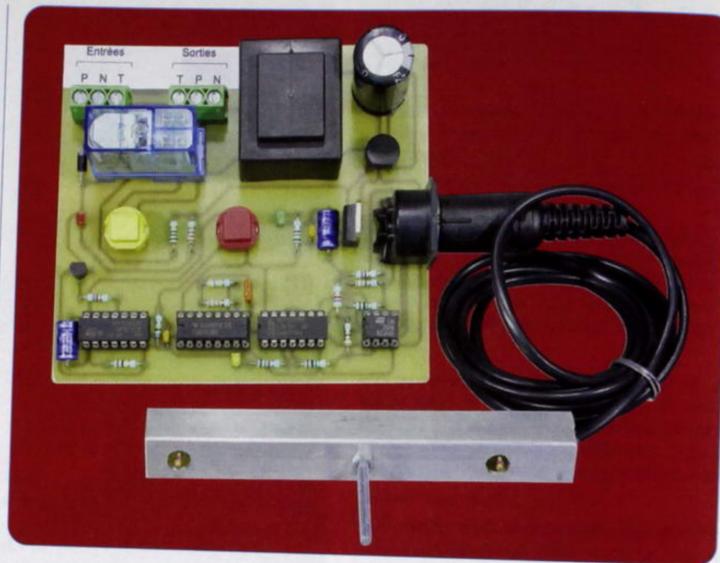
Les fers à repasser sont d'énormes consommateurs d'énergie. Leur puissance dépasse souvent deux kilowatts. Aussi, la facture découlant de l'oubli d'arrêter le fer pendant des heures peut rapidement devenir importante.

Cet oubli est plus fréquent qu'on le croit. En effet, il suffit simplement qu'une sonnerie de téléphone ou encore que la sonnette d'entrée retentisse pour être détourné du travail de repassage en cours... Le montage proposé détecte les durées de non utilisation du fer et coupe l'alimentation de ce dernier si cette durée dépasse dix minutes.

Principe

Le capteur thermique mis en œuvre dans cette application domotique est réalisé à partir de deux CTN (résistances à coefficient de température négatif) éloignées l'une de l'autre d'une dizaine de centimètres et montées sur un barreau lui-même fixé sous la grille de repos du fer à repasser. L'une des CTN se trouve positionnée directement sous le fer, tandis que la seconde est déportée vers l'extérieur de cette grille. Deux situations peuvent alors se produire, à savoir :

- le fer est en cours d'utilisation : les deux CTN sont soumises à des températures très proches. Le système est en état de veille
- le fer chaud repose sur sa grille : la CTN placée en regard du fer est soumise à une température supé-



rieure à celle qui caractérise la deuxième CTN. Un système de chronométrage prend son départ. Si la durée de cette deuxième situation dépasse dix minutes, l'alimentation du fer à repasser est coupée.

Fonctionnement

Alimentation

L'alimentation devient opérationnelle en appuyant sur le bouton-poussoir BP1. En effet, cet appui met le primaire du transformateur en relation avec le secteur 230 V (figure 1). Nous verrons ultérieurement que l'apparition de la basse tension nécessaire au fonctionnement du montage a pour conséquence immédiate la fermeture du relais d'utilisation dont le rôle est double :

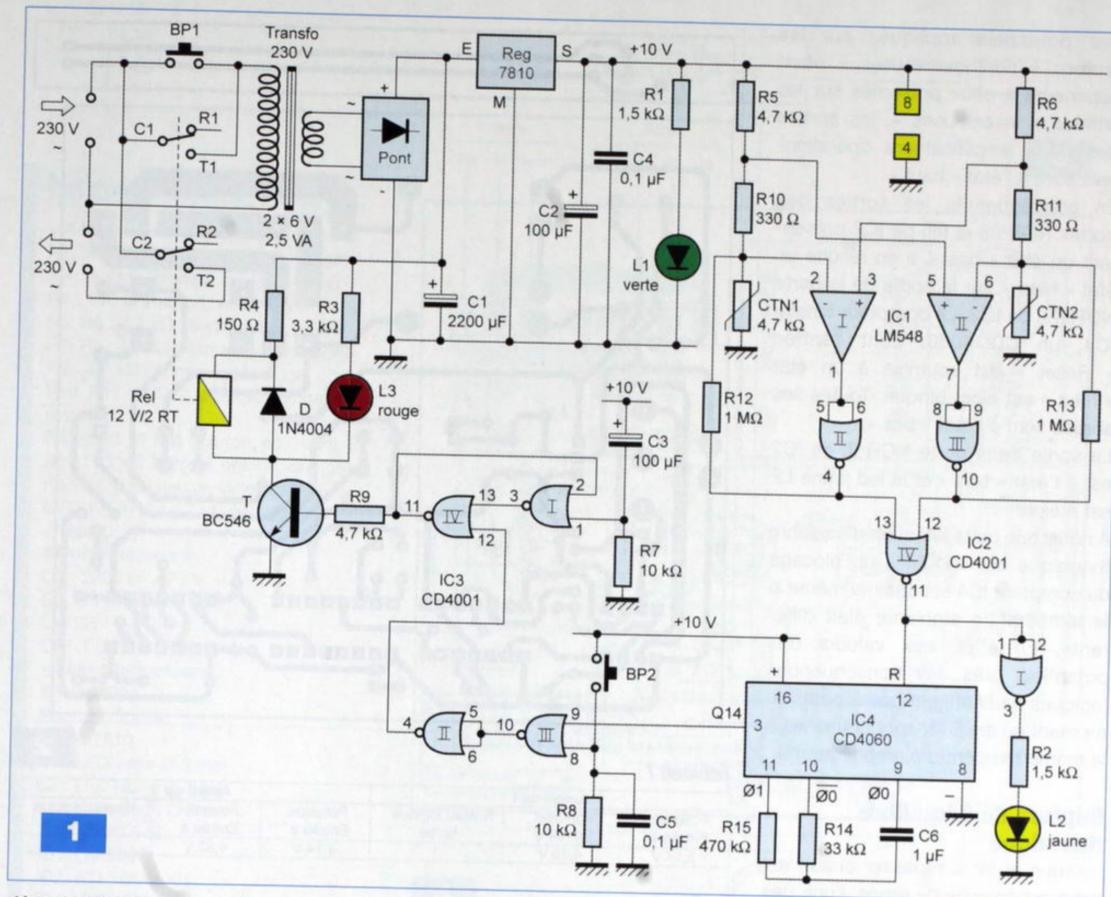
- d'une part, l'un des deux contacts « commun / travail » shunte le bouton-poussoir BP1 : il se produit alors l'auto-maintien de l'alimentation lorsque BP1 est relâché
- d'autre part, le second jeu de contacts assure l'alimentation du fer à repasser.

La basse tension issue du secondaire

du transformateur voit ses deux alternances redressées par un pont de diodes, tandis que C1 réalise un premier lissage. Sur la sortie du régulateur 7810, un potentiel continu et stabilisé à +10 V est disponible. Le condensateur C2 effectue un complément de filtrage. Quant à C4, il découple le circuit aval de l'alimentation. La mise en service de cette dernière est signalisée par l'illumination de la led verte L1 dont le courant est limité par R1.

Commande du relais

Les portes NOR (I) et (IV) de IC3 forment une bascule R / S (Reset/Set). Le fonctionnement de ce type de bascule est très simple. En soumettant l'entrée 2 à un état « haut », même bref, la sortie 11 de la bascule passe à un état « haut » stable. Cette même sortie passe à un état « bas » stable en soumettant momentanément l'entrée 12 à un état « haut ». Lors de la mise sous tension du montage, le condensateur C3 se charge à travers R7. Il en résulte l'apparition d'un bref état « haut » sur l'entrée 1 de la porte NOR (I) de IC3. La sortie de la bascule passe à l'état « haut ». Il en



découpe l'établissement d'un courant, limité par R9, dans la jonction base/émetteur du transistor T. Ce dernier se sature et la bobine du relais devient le siège d'un courant issu de l'armature positive de C1. Le potentiel y est de l'ordre de +20 V. La résistance R4 réalise la chute de tension nécessaire pour que la bobine soit alimentée sous sa tension nominale de +12 V. Rappelons que la fermeture du relais a pour conséquence l'auto-maintien de l'alimentation ainsi que la mise sous tension du fer à repasser.

La fermeture du relais est signalisée par l'illumination de la led rouge L3, dont le courant est limité par R3. La diode D protège le transistor des effets liés à la surtension de self qui se manifestent essentiellement lors de l'ouverture du relais. Dès que l'une des entrées de la porte NOR (III) de IC3 est soumise à un état « haut », la sortie de la porte NOR (II) du même boîtier présente un état « haut ». Il en résulte le passage de la sortie de

la bascule R / S à l'état « bas » et l'ouverture du relais. Le fer à repasser cesse alors d'être alimenté. Il en est de même en ce qui concerne le montage. Deux causes peuvent être à l'origine de l'ouverture du relais :

- un appui volontaire sur le bouton-poussoir BP2
- un état « haut » en provenance de la sortie Q14 du compteur IC4, ainsi que nous le verrons ultérieurement.

Situation d'équilibre thermique

Cette situation se produit lorsque le fer à repasser est en service et n'est donc pas posé sur sa grille de repos. Dans ce cas, les deux CTN sont soumises à une même température ambiante. Cela se produit également au moment de la mise sous tension du montage, même si le fer repose sur sa grille, étant donné que le fer est encore froid.

Les deux chaînes formées par R5, R10 et CTN1 d'une part et R6, R11 et CTN2

d'autre part, présentent en leurs points homologues des potentiels égaux que l'on peut d'ailleurs calculer.

Pour des raisons de simplification des calculs, nous négligerons volontairement les résistances de grande valeur R12 et R13. En effet, les résistances évoquées ci-dessus, se caractérisent par des valeurs inférieures à 1 % des valeurs de R12 et de R13 (<10 kΩ). Sur les entrées « non inverseuses » des deux amplificateurs opérationnels (I) et (II) de IC1, le potentiel U1 est le suivant :

$$U1 = \frac{R10 + CTN1}{R10 + R5 + CTN1} \times 10 \text{ V}$$

À une température ambiante de l'ordre de 22 °C, la valeur des CTN est de 4,7 kΩ.

La valeur de U1 est alors de 5,17 V. Sur les entrées « inverseuses » des deux amplificateurs opérationnels, la valeur de U2 est de :

$$U2 = \frac{CTN1}{R10 + R5 + CTN1} \times 10 \text{ V} = 4,83 \text{ V}$$

Les potentiels appliqués sur les entrées « non inverseuses » étant supérieurs à ceux présentés sur les entrées « inverseuses », les sorties des deux amplificateurs opérationnels sont à l'état « haut ».

En conséquence, les sorties des portes NOR (II) et (III) de IC2 présentent un état « bas ». Il en résulte un état « haut » sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC2. Le compteur binaire IC4, un CD 4060, dont l'entrée « Reset » est soumise à un état « haut » est alors bloqué. Toutes ses sorties sont à l'état « bas ».

La sortie de la porte NOR (I) de IC2 est à l'état « bas » et la led jaune L2 est éteinte.

À noter que cette situation d'équilibre thermique qui aboutit à un blocage du compteur IC4 est atteinte même si la température ambiante était différente. En effet, aux valeurs des potentiels près, les conséquences logiques ne changent pas à partir du moment où les CTN sont soumises à la même température ambiante.

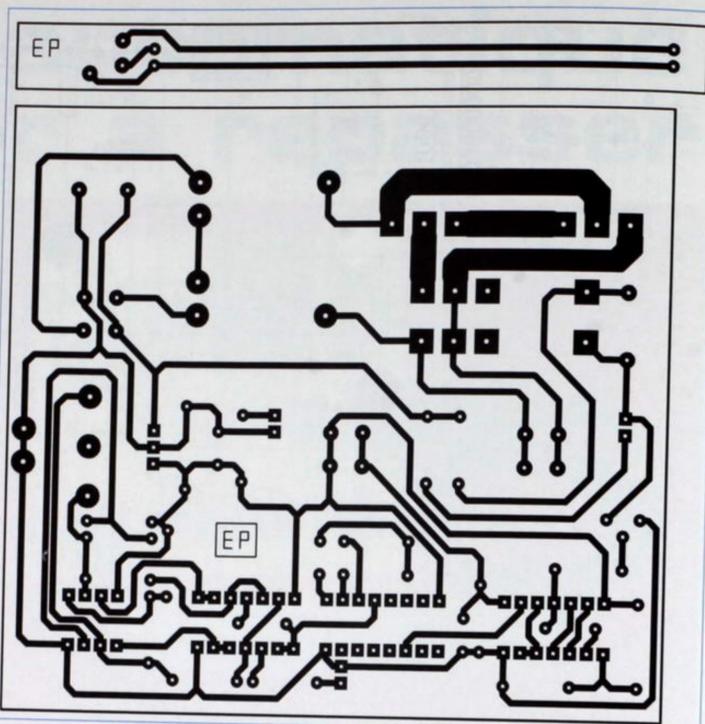


Tableau I

Ampli-op I			Ampli-op II		
Potentiel Entrée e ⁺	Potentiel Entrée e ⁻	Niveau logique sortie	Potentiel Entrée e ⁺	Potentiel Entrée e ⁻	Niveau logique sortie
5,17 V	4,39 V	1	4,74 V	4,83 V	0

Rupture de l'équilibre thermique

Lorsque le fer à repasser chaud est posé sur sa grille de repos, l'une des deux CTN est soumise à une température supérieure à celle relative à la CTN placée à l'extérieur de la grille. Peu importe d'ailleurs de quelle CTN il s'agit, le montage étant symétrique. À titre d'exemple, prenons le cas où la CTN1 voit son environnement thermique augmenter de quelques degrés, ce qui a pour conséquence la chute de l'ordre de 10 % de sa valeur ohmique. Sa nouvelle valeur est alors d'environ 4,2 kΩ.

En reprenant les mêmes relations que ci-dessus, le lecteur pourra calculer les nouvelles valeurs des potentiels appliqués sur les différentes entrées des deux amplificateurs opérationnels. Elles sont reprises dans le tableau I.

La sortie de la porte NOR (II) de IC2 reste à l'état « bas ». En revanche, celle de la porte NOR (III) passe à l'état « haut ». Il en résulte un état « bas » sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC2. Le compteur IC4 devient actif.

De même, la sortie de la porte NOR (I)

passe à l'état « haut ». Il s'en suit l'illumination de la led jaune L2 dont le courant est limité par R2.

Les résistances R12 et R13 ont pour rôle d'introduire dans le système une certaine hystérésis lors des basculements. Rappelons que l'hystérésis est un dispositif nécessaire qui assure une transition franche d'une situation à l'autre en éliminant toute hésitation à l'approche de la zone de basculement. Dans l'exemple numérique que nous venons de décrire, dès le début du basculement, la sortie de la porte NOR (III) passe à un état « haut ». Cela a pour conséquence, par l'intermédiaire de R13, l'apport d'une très faible fraction de potentiel supplémentaire sur l'entrée « inverseuse » de l'amplificateur opérationnel (II), ce qui va encore favoriser le basculement.

La même accélération se produira lors du basculement inverse. Dans ce cas et toujours par le biais de R13, la diminution du potentiel présenté sur

la même entrée « inverseuse » s'en trouve renforcé au moment où la sortie de la porte NOR (III) repasse à l'état « bas ».

Chronométrage des repos du fer

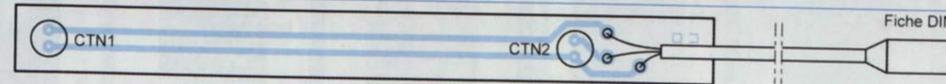
Lorsque la sortie de la porte NOR (IV) de IC2 est à l'état « bas », le compteur IC4 devient actif. Le CD 4060, comporte 14 étages binaires montés en cascade. De plus, il est équipé d'un oscillateur interne. Sur la broche n° 9, apparaissent des créneaux de forme carrée caractérisés par une période (T) de :

$$T = 2,2 \times R14 \times C6$$

La valeur de (T) est d'environ 75 ms. La sortie Q14 passera donc à l'état « haut » au bout de 2¹³ soit 8192 impulsions élémentaires de comptage.

Cela se produira après une durée de : 0,075 s × 8192 = 614 s.

Ainsi, si le fer à repasser n'a pas été déplacé de sa grille de repos pendant plus de 10 min, l'état « haut » présent



Nomenclature

• Résistances

- R1, R2 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R3 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
- R4 : 150 Ω (marron, vert, marron)
- R5, R6 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R7, R8 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R9 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R10, R11 : 330 Ω (orange, orange, marron)
- R12, R13 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R14 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
- R15 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- CTN 1, CTN2 : 4,7 kΩ (sur module « capteur »)

• Condensateurs

- C1 : 2200 µF / 25 V
- C2, C3 : 100 µF / 25 V
- C4, C5 : 0,1 µF
- C6 : 1 µF

• Semiconducteurs

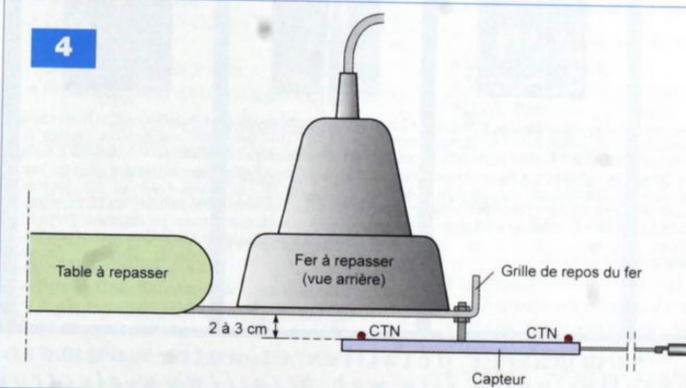
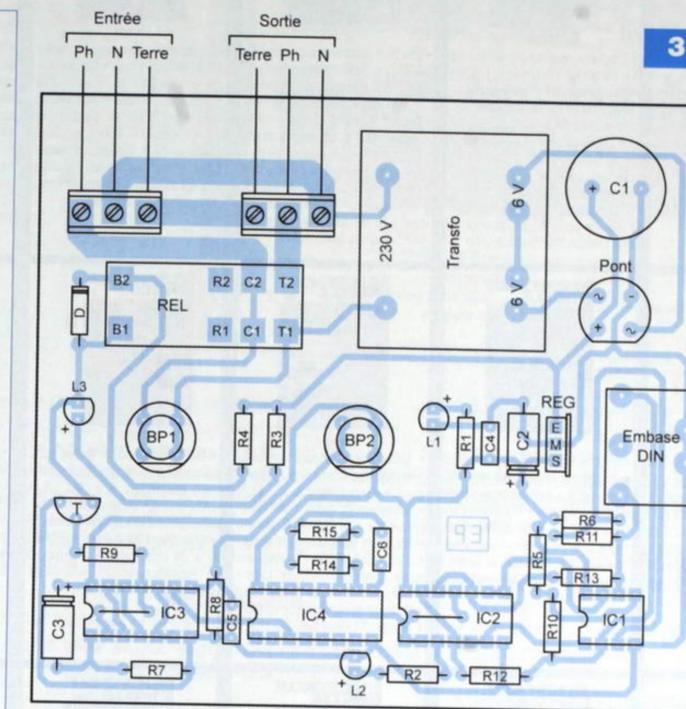
- D : 1N 4004
- Pont de diodes
- REG : 7810
- L1 : LED verte Ø 3 mm
- L2 : LED jaune Ø 3 mm
- L3 : LED rouge Ø 3 mm

T: NPN/BC 546

- IC1: LM 358
- IC2, IC3 : CD 4001
- IC4 : CD 4060

• Divers

- 2 straps
- Transformateur 230 V / 2 × 6 V / 2,5 VA
- REL : relais 12 V / 2 RT (FINDER type 4052)
- Support pour relais FINDER
- 1 support 8 broches
- 2 supports 14 broches
- 1 support 16 broches
- 2 borniers soudables 3 plots
- BP1, BP2 : boutons-poussoirs
- Embase DIN 3 broches + masse
- Fiche mâle DIN 3 broches + masse
- Câble 2 conducteurs + masse



sur la sortie Q14 de IC4 aura pour effet de désactiver la bascule R / S NOR (I) et (IV) de IC3. Le relais s'ouvrira et le fer à repasser ne sera plus alimenté.

Réalisation pratique

Module

Les circuits imprimés sont repris en figure 2. Comme nous le rappelons régulièrement, il est toujours préférable de se procurer les différents composants nécessaires au montage

avant la gravure du circuit imprimé. Il est ainsi possible de procéder aux éventuelles modifications en cas de différences de brochage ou de dimensionnement de certains composants. À noter la largeur importante des pistes destinées à véhiculer le courant d'alimentation du fer à repasser. L'intensité peut en effet atteindre plusieurs ampères.

L'insertion des composants est indiquée en figure 3.

Ne pas oublier les deux straps à sou-

der sous les supports des circuits intégrés IC2 et IC3.

Raccordements

La figure 4 illustre un exemple de montage pratique du capteur thermique sous la grille de repos du fer à repasser. Le module sera impérativement inséré dans un coffret sur lequel une prise de courant avec terre sera montée pour le raccordement du fer à repasser.

R. KNOERR

Complétez votre collection de **ELECTRONIQUE PRATIQUE**

<p>N°339</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emetteur numérique pour guitare • Chiffre téléphonique par la DTMF • Surveillance par GPS • Ensemble caméra CCD & Ecran TFT couleur • Journal lumineux... très lumineux • Redonne vie au téléphone à cadran • Transmetteur audio-vidéo en 5.8 GHz • Contrôles d'accès originaux • Centrale de protection pour amplificateur en enceintes 	<p>N°340</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emetteur numérique pour guitare • Le simulateur électronique LTSPICE • Convertisseur 5 V USB pour auto (6 ou 12 V) • Animation lumineuse commandée par le port USB • Boîte aux lettres « active » • Le Mélomane ampli hi-fi 2 x 130 W/4 Ω avec pré-ampli et correcteur • Convertisseur numérique-analog pour interface USB • Microcontrôleurs PICAXE • Analyse des montages éprouvés : la série Luxman 3045/3500 & MQ360 	<p>N°342</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emetteur numérique pour guitare • UMS750, un codeur/décodeur bien pratique • Transmetteur audionumérique 2.4GHz • PicaXe : télécommandes infrarouges • Sonnette d'entrée codée • Ensemble diapason-métronome • Répétiteur vocal du chiffre téléphonique • Barrière infrarouge pour portail automatique • Limiteur écologique pour jeux vidéo • Vumètre stéréo universel à 60 leds adapté au Mélomane 300 • Sonomètre économique 	<p>N°344</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emetteur numérique pour guitare • Dé à annonce vocale • Les mémoires vocales ISD de la série 2500 • Simulateur d'aube • Mesures de tensions et tracés de courbes par PC • Cyber-Troll, Robot marcheur expérimental • Manomètre numérique • Avertisseur de pollution • Le CS Mc Intosh • Enceinte expérimentale en polystyrène 	<p>N°360</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentation contrôlée du poste de travail • Pour musiciens et mélomanes, boîte stéréo multi-effets numériques • Modélisme ferroviaire • Indicateur permanent et rigoureux de la vitesse d'un train • Egaliseur stéréophonique à dix bandes de fréquences • Radar de recul • Amplificateur Hi-Fi 2 x 70 Wef / 8 Ω • Crossover actif pseudo-numérique deux voies 	<p>N°365</p> <ul style="list-style-type: none"> • La DTMF « Dual Tone Multi Frequency » TCM5089 et MT8870 • Chargeur pour accumulateurs au lithium-polymère • Stroboscope de mesure • Photographier des gouttes d'eau... et autres objets • Mini laboratoire « tout en un » • Amplificateur à saturation douce • La classe AB • Un standard téléphonique • Comptabilisateur d'ensollement. Mensuel et annuel
<p>N°366</p> <ul style="list-style-type: none"> • Animation lumineuse en 3D • Indicateur de consommation d'énergie de chauffage • Pulsomètre numérique • Convertisseurs CC/CC de puissance • HARMONIC 2 100. Amplificateur pour audiophiles 2 x 100 Wef avec télécommande IR • Contrôle d'accès horodaté à badge RFID 	<p>N°367</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le module chipKIT Max32 • Minuteur retardateur sur PC • Signalisation complémentaire pour véhicule en panne • Récepteur FM-VHF-UHF 48 MHz à 863 MHz • Détecteur de monoxyde de carbone • Alarme à détection de mouvements • Testeur de tubes lampemètre moderne 	<p>N°369</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laboratoire d'expérimentations pour Arduino Uno • Toise ultrasonique • Convertisseur 6 V / 12 V • Acquisition de quatre voies analogiques via une liaison Bluetooth • Un robot aspirateur (2^{ème} partie) • Le Nébulophone. Synthétiseur audio Arduino de « Bleep Labs » • Indicateur de niveau de lave-glace • Préampli stéréophonique en AOP • 4 entrées : 2 LIN - USB - S/P DIF 	<p>N°370</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robot radioguidé • Robot guidé par radar • Alimentations à régulateurs intégrés 2 x 38 V - 0 à 5 A et 2 x 80 V - 1 A • Télécommande infrarouge pour tout amplificateur audio • Générateur BF à base de TL081, 0 à 28 kHz : sinus/carré/triangle • Amplificateur 2 x 32 Wef. Push-pull de tétrodes KT66 	<p>N°371</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moulin solaire • Composants pour la robotique • Globe d'ambiance à leds avec variateur et télécommande IR • Fréquencecètre logarithmique • Comptabilisateur des journées de pluie • Téléalarme pour résidence secondaire • Amplificateur monobloc, la KT66 en Single End 	<p>N°373</p> <ul style="list-style-type: none"> • Applaudimètre à affichage géant • Télécommande 3 canaux par les fils du secteur • Mini-table croisée à 3 axes • Centrale de mesures pour thermocouples • Sères prioritaires pour modélisme • Alimentation pour PICAXE à partir du port USB • Lecteur/programmeur de mémoire PC
<p>N°374</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hygromètre - Hygrostat avec capteur HIH 4030/31 • Commande par détection de courant • Barrière ultrasonique • Télémessures avec modules HM-TRP • Applications de l'effet Hall • Amplificateur et Préamplificateur Hi-Fi à tubes ECC81/EL95 • Amplificateur - Préamplificateur - Correcteur pour utilisation nomade 	<p>N°375</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les DuinoMite. De véritables petits ordinateurs • Un éclairage redondant • Centrale solaire secours par le secteur • Un stroboscope • Télécommande originale d'une porte de garage • Analyseur de trafic USB • La compression dynamique en audio 	<p>N°376</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indicateur expérimental de fuites micro-ondes • Un VENTURI expérimental • Contrôle téléphonique du niveau d'une citerne • APAXE 402. Automate Programmable PICAXE • Platine multifonctions à microcontrôleur CB280CS • Amplificateur monobloc. La triode 6EM7 en Single End 	<p>N°377</p> <ul style="list-style-type: none"> • Platine BasicATOM Pro 64 • Suivi des consommations d'énergie de chauffage • Goniomètre à rayon laser • Animation lumineuse pour Noël • APAXE 402. Automate Programmable picAXE. La programmation par diagrammes (2^{ème} partie) • Clavier de commande pour télécommande Bluetooth sécurisée • Préamplificateur stéréophonique • Entrées USB - S/P DIF - linéaires et sortie casque 	<p>N°378</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bras robotisé à six axes • Scanner Wifi • APAXE 402. Automate Programmable picAXE. La programmation Basic (3^{ème} partie) • Étude d'une alimentation haute tension • AUDIOMEDIA 200. Amplificateur de 2 x 100 Wef / 8 Ω • Girouette statique 	<p>N°380</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermomètre intérieur/extérieur • Générateur de séquences numériques • Calculatrice numérique • Pythagore disait : « tout est arrangé par le nombre » • Enceinte pour ordinateur • Affichage dynamique à leds • Un afficheur intelligent

Sommaires détaillés et autres numéros disponibles
 Consulter notre site web <http://www.electroniquepratique.com>

1 - J'ENTOURE CI-CONTRE LE(S) NUMÉRO(S) QUE JE DÉSIRE RECEVOIR

TARIFS PAR NUMÉRO - Frais de port compris • France Métropolitaine : 6,00 € - DOM par avion : 8,00 €
 U.E. + Suisse : 8,00 € - TOM, Europe (hors U.E.), USA, Canada : 9,00 € - Autres pays : 10,00 €

FORFAIT 5 NUMÉROS - Frais de port compris • France Métropolitaine : 24,00 € - DOM par avion : 32,00 €
 U.E. + Suisse : 32,00 € - TOM, Europe (hors U.E.), USA, Canada : 36,00 € - Autres pays : 40,00 €

2 - J'INDIQUE MES COORDONNÉES ET J'ENVOIE MON RÈGLEMENT

par chèque joint à l'ordre de Electronique Pratique - Le paiement par chèque est réservé à la France et aux DOM-TOM
 par virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 - BIC : CCFRFRPP)

M. M^{me} M^{lle}

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville/Pays _____ Tél. ou e-mail : _____

Bon à retourner à Transocéanik - Electronique Pratique - 3, boulevard Ney 75018 Paris - France

321	322	325	327
328	330	332	333
335	336	337	338
339	340	342	344
360	365	366	367
369	370	371	373
374	375	376	377
378	380		

Toute l'année 2010 en un seul CD

ELECTRONIQUE PRATIQUE 30 €

Toute l'année 2010 en un seul CD

Electronique Pratique est disponible en kiosque et sur abonnement
 Editions Transocéanik
 3 boulevard Ney 75018 Paris - France - Tél. : 33 (0)1 44 65 80 80
www.electroniquepratique.com

Fichiers PDF + circuits imprimés + programmes

- N°345 de Janvier**
- Savoir calculer en mode binaire
 - Comparer des nombres binaires
 - Module d'affichage VGA pour microcontrôleurs
 - Pluviomètre numérique
 - Moniteur de vent à affichage LCD
 - Montages pour le téléphone
 - Modulateur de lumière Écologique et sécuritaire (en 12 V avec ses spots à LEDs)
 - Amplificateur de 2 x 60 W Push-Pull ultra-linéaire de KT77

- N°346 de Février**
- S'initier à l'USB (partie 1 : présentation)
 - Le simulateur électronique LTSPICE
 - Nouveaux Picaxe X2. Platine d'étude pour les Picaxe 40X
 - Détecteur d'approche à ultra-sons
 - Minuterie pour joueurs d'échecs
 - Hygrostat hygromètre
 - Commande vocale à six canaux
 - Le mini mélomane. Amplificateur - Préamplificateur / Correcteur Haute Fidélité 2 x 22 Wef

- N°347 de Mars**
- S'initier à l'USB (partie 2 : l'attachement)
 - Le générateur de signaux XR 2206
 - Le modélisme ferroviaire
 - Bras robotisé six axes à servomoteurs
 - Laboratoire d'expérimentations pour microcontrôleurs Cubloc CB280-USB et CB220 (1^{ère} partie)
 - Les triodes 6AS7G / 6080 / 6336 / 6C33
 - Préamplificateur stéréophonique SRPP

- N°348 d'Avril**
- S'initier à l'USB (partie 3 : Les transactions)
 - Les multiplicateurs de tension
 - Les Modules Jennic
 - Ateliers pratiques pour Cubloc CB280-USB et CB220 (2^e partie)
 - Indicateur de vitesse pour modélisme ferroviaire
 - Contrôle du chauffage et de l'aération d'une mini-serre
 - Table de Mixage pilotée par USB 6 entrées stéréophoniques

- N°349 de Mai**
- Moins, masse, neutre, terre...
 - S'initier à l'USB (partie 4 : Les transferts)

- Géolocalisation de véhicules via Internet
- Aquariophilie : sauvegarde de l'oxygénation
- Indicateur de niveau à jauge MILONE
- Système d'entrées / sorties par port parallèle
- Indicateur de champ tournant triphasé
- Arrosage automatique
- Carte préamplificatrice pour microphone (1^{ère} partie)

- N°350 de Juin**
- Thyristors et triacs
 - S'initier à l'USB (partie 5 : Les transferts, suite)
 - Aquariophilie : éclairage progressif de l'aquarium
 - Simulateur de présence sans fil à 4 canaux
 - Tir au pointeur laser
 - Les modems Half-Duplex Multicanaux TDL2A et SPM2
 - Commande ultrasonique
 - Préamplificateur pour microphones (2^e partie)

- N°351 de Juillet-Août**
- S'initier à l'USB (partie 6 : les descripteurs)
 - Les circuits code mercenaires IO-WARRIOR 40 et IO-WARRIOR 56, convertisseurs USB / PARALLÈLE
 - Station de contrôle pour structures gonflables
 - Solarimètre numérique
 - Arrosage automatique pour plantes d'intérieur
 - Aquariophilie : contrôle de la température de l'eau
 - Préampli pour microphones (3^e partie)

- N°352 de Septembre**
- S'initier à l'USB (partie 7 : l'énumération)
 - Eclairage de secours
 - Minuterie vocale
 - Compte-tours à fibre optique
 - Télémètre numérique

- Accordeur pour guitare
- Eclairage secteur progressif
- Télécommande multifonctions pour appareil photo numérique
- Module de protections pour amplificateurs et enceintes

- N°353 de Octobre**
- S'initier à l'USB (partie 8 : le périphérique fonctionnel)
 - Aide à l'installation des panneaux solaires
 - Graduateur à thyristor
 - Mini serveur Interfaçable
 - Bateau amorceur (1^{ère} partie)
 - Boîte vocale de porte d'entrée
 - Générateur pour tests d'amplificateurs «audio»

- N°354 de Novembre**
- Un robot filoguidé
 - Télésurveillance du secteur 230 V
 - Bateau amorceur (2^e partie)
 - Ensemble thermostat / thermomètre
 - Thermomètre différentiel
 - Alimentation à la norme ISO pour autoradio
 - Préamplificateur stéréophonique à 5 entrées 2 LIN - USB - S/P DIF et RIAA

- N°355 de Décembre**
- Le module Arduino «Duemileno».
 - La manette «Nunchuck» de la «Wii»
 - Une animation pour sapin de Noël
 - Bateau amorceur (3^e partie)
 - Emetteur / Récepteur de surveillance pour appareils électriques 220 V
 - Gyrophare à leds
 - Robot Arduino commandé par la manette «Nunchuck» de la «Wii»
 - Orchestral 500. Amplificateur pour audiophiles 500 W RMS / 4 Ω

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Toute l'année 2010 en un seul CD »
 France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

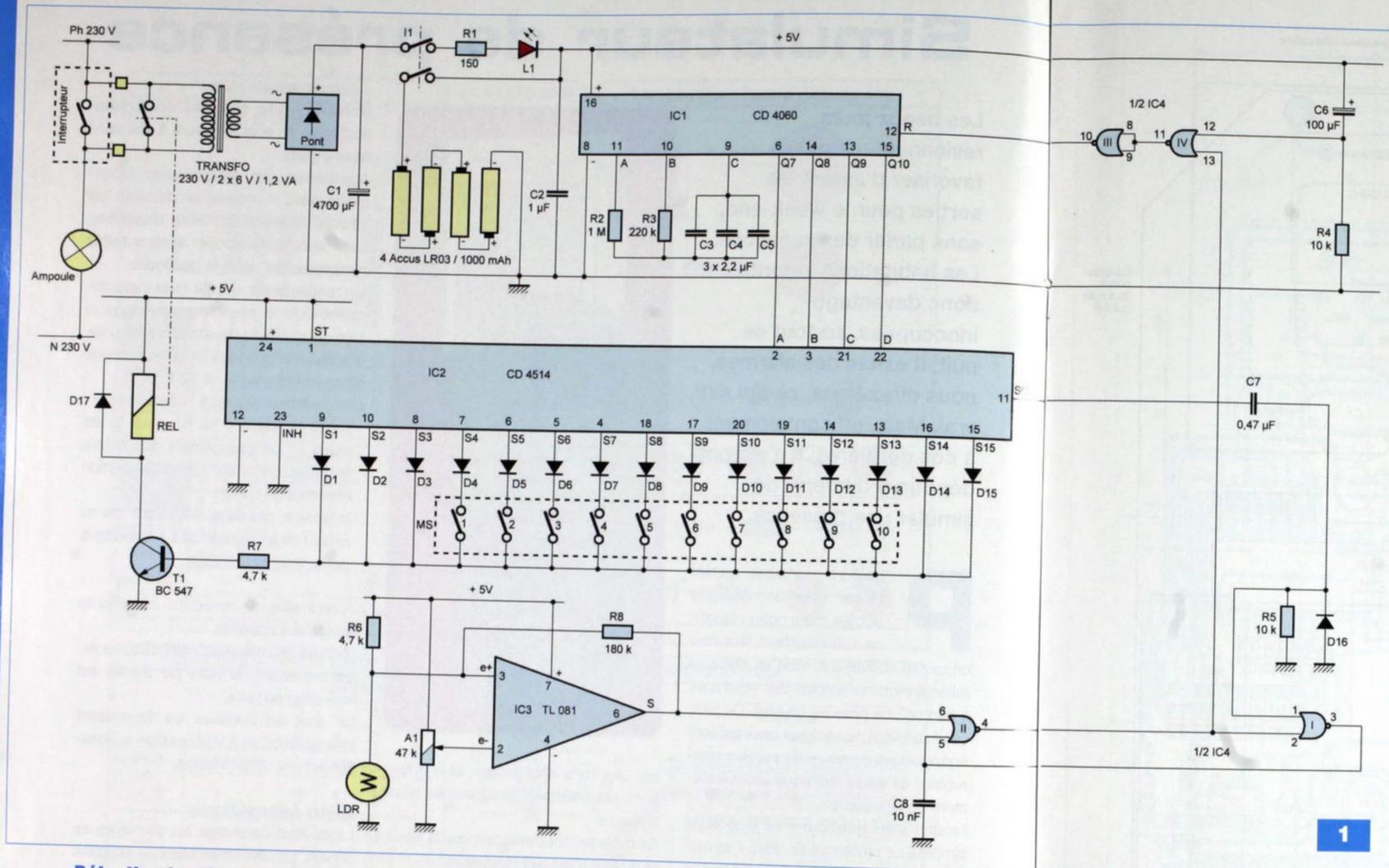
Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)
 A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIK 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80



Détection jour/nuit

L'amplificateur opérationnel IC3 est monté en comparateur de potentiel. Son entrée «non-inverseuse» est en liaison avec le point commun de R6 et de la LDR. Quant à son entrée «inverseuse», elle est soumise à un potentiel réglable suivant la position du curseur de l'ajustable A1.

Deux cas peuvent ainsi se présenter :

- le jour, lorsque la LDR est éclairée, sa résistance ohmique est nettement plus faible que celle de R6. L'entrée «non-inverseuse» est soumise à un potentiel relativement faible et, en tout cas, inférieur à celui auquel est soumise l'entrée «inverseuse». La sortie du comparateur présente un état «bas».
- la nuit, la résistance de la LDR augmente dans de très fortes proportions.

La situation s'inverse et la sortie du comparateur passe à l'état «haut».

Lors des basculements de l'amplificateur d'un état à l'autre, la résistance R8 introduit une réaction positive qui a pour conséquence un passage plus franc et surtout plus rapide d'une situation vers l'autre. Cette réaction représente l'hystérésis de la détection.

Mémorisation de la détection

Nous verrons ultérieurement qu'une fois la nuit détectée, à un moment ou à un autre, le point d'éclairage commandé par le simulateur s'allume. La LDR est donc de nouveau soumise à un rayonnement lumineux... alors qu'il fait toujours nuit. Il est donc nécessaire de mémoriser l'information correspondant

à la détection de la tombée de la nuit. C'est le rôle de la bascule R/S formée par les portes NOR (I) et (II) de IC4. Dès que l'entrée 6 de cette bascule est soumise à un état «haut», même passager, la sortie 3 de la bascule passe à un état «haut» stable, tant que l'entrée d'effacement 1 ne se trouvera pas soumise à un état «haut». Or, pour le moment, cette entrée est en liaison avec l'état «bas» imposé par R5. Nous verrons plus loin, dans quelles conditions cet effacement de la bascule se produira.

Base de temps

A un état «haut» stable sur la sortie de la porte NOR (I) de IC4, correspond un état «bas» sur la sortie de la porte NOR (II) de la bascule R/S. La sortie de la porte NOR (IV) de IC4 présente un état «haut»,

tandis que celle de la porte NOR (III) est à l'état «bas». Cette dernière est en liaison avec l'entrée R (Reset) de IC1, qui est un compteur comportant quatorze étages binaires montés en cascade et précédés d'un oscillateur interne.

Une fois l'entrée R soumise à un état «bas», l'oscillateur devient actif. En particulier, sur la sortie C, broche 9, apparaissent des crêteaux de forme carrée dont la valeur de la période (t) s'exprime par la relation :

$$t = 2,2 \times R3 \times (C3 + C4 + C5)$$

Le lecteur pourra vérifier que la valeur de (t) est de l'ordre de 3,2 s.

Le comptage se poursuit ainsi au sein de IC1, suivant les principes de la numération binaire. Le pas d'avancement de ce compteur peut se relever sur la sortie

Q6, broche 4. Il est égal à $2^6 \times t$, soit environ 3 mn 30 s.

Décodage

Le circuit intégré IC2 est un CD 4514. Il s'agit d'un décodeur binaire → 16 sorties. Les sorties Q7, Q8, Q9 et Q10 sont respectivement reliées aux entrées A, B, C et D de ce décodeur. Suivant la configuration binaire appliquée sur ces entrées, une seule des seize sorties S0 à S15 présente un état «haut», tandis que toutes les autres sont à l'état «bas».

A titre d'exemple, si les sorties Q de IC1 présentent la configuration 1011 (sens de lecture Q10 → Q7), c'est la sortie S11 qui présentera un état «haut».

Toutes les sorties du décodeur, excepté S0, sont regroupées par l'intermédiaire des diodes D1 à D15. Certaines liaisons sont directes. C'est le cas de S1, S2, S3, S14 et S15. Les dix autres transitent par un jeu de dix interrupteurs du groupement MS. Nous verrons plus loin que, suivant la position, «ouverte» ou «fermée» de ces interrupteurs, il est possible de programmer la succession des allumages et des extinctions pour un cycle donné.

Lorsqu'à un moment du cycle, le point de regroupement des sorties est soumis à un état «haut», le transistor T1, dont le courant base / émetteur est limité par R7, se sature.

Dans son circuit collecteur est insérée la bobine du relais REL qui s'active aussitôt. Ses contacts shuntent ceux de l'interrupteur normal de commande. Le point d'éclairage s'allume.

La diode D17 protège T1 des effets liés à la surtension de self, effets qui se manifestent surtout lors des ouvertures des contacts du relais.

Fin d'un cycle

Une fois S15 de IC2 porté à l'état «haut», l'étape suivante du cycle est l'apparition d'un état «haut» sur la sortie de S0. Le front montant qui en résulte est pris en compte par le dispositif dérivateur constitué par C7, R5 et D16. La charge rapide de C7 à travers R5 a pour conséquence l'apparition d'un bref état «haut» sur l'entrée d'effacement 1 de la porte NOR (I) de la bascule R/S. La sortie de cette dernière passe aussitôt à l'état «bas» de désactivation, tandis que celle de la porte NOR (II) passe à un état

«haut». La sortie de la porte NOR (IV) passe alors à l'état «bas». Enfin, la sortie de la porte NOR (III) présente un état «haut», ce qui a pour conséquence l'arrêt du compteur IC1 et son blocage sur la position 0.

Deux possibilités se présentent à ce niveau :

- la LDR se trouve encore plongée dans l'obscurité. La sortie du comparateur de potentiel IC3 présente un état «haut» et la bascule R/S se réactive. Un nouveau cycle prend son départ.
- le jour s'est levé entre temps. La LDR étant éclairée, la sortie du comparateur IC3 est à l'état «bas». La suite des cycles cesse. Elle ne reprendra qu'à la tombée de la nuit.

Initialisation de départ

A la fermeture de l'interrupteur général I1 de mise en service, le condensateur C6 se charge à travers R4.

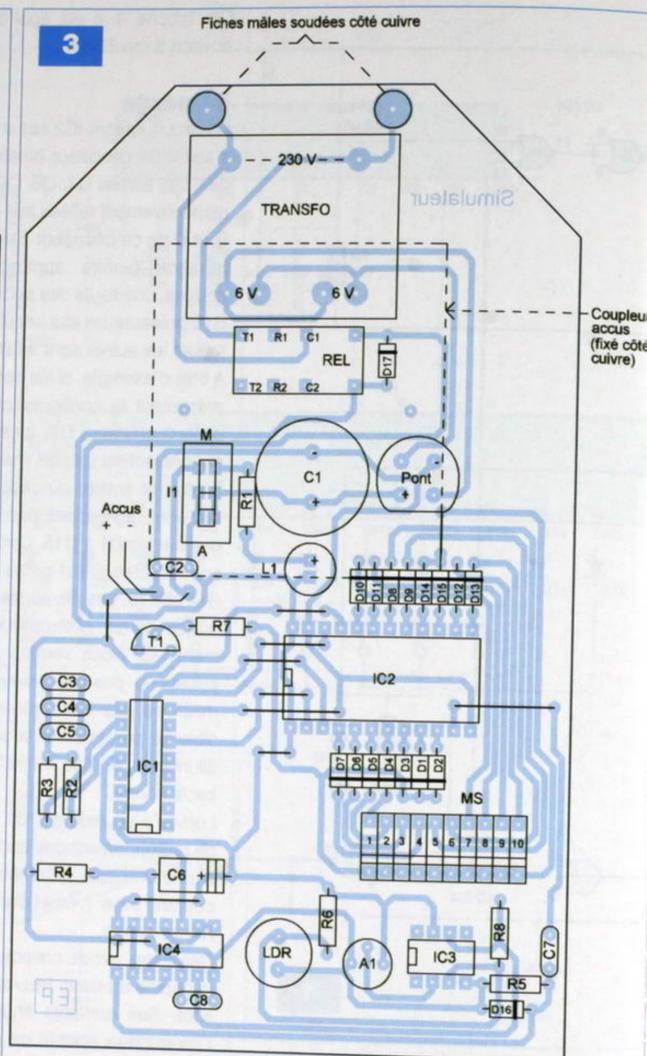
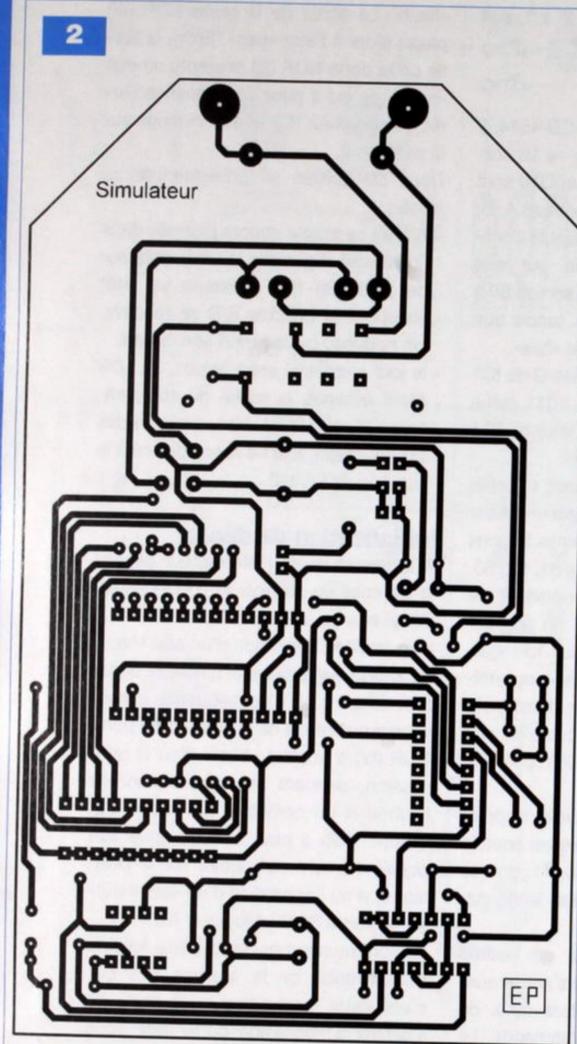
Il en résulte l'apparition d'un état «haut» de courte durée sur son armature négative, ce qui a pour conséquence le passage momentané de la sortie de la porte NOR (IV) à un état «bas», d'où la soumission, pendant un court instant de l'entrée R du compteur IC1, à un état «haut». Cela a pour conséquence son positionnement obligatoire sur la position 0, d'où l'apparition d'un état «haut» sur la sortie S0 du décodeur IC2.

Le front montant qui en découle force la désactivation de la bascule R/S qui, sans cette précaution, risquerait de s'activer à l'occasion de la mise sous tension du montage. Rappelons, en effet, qu'à ce moment il se produit toujours des instabilités et des générations de signaux parasites.

La réalisation pratique

Le module

La figure 2 représente le circuit imprimé du simulateur. Le plan d'insertion des composants fait l'objet de la figure 3. Respecter l'orientation des composants polarisés. Le coupleur d'accus est monté côté cuivré, avec vis et écrous de fixation, ainsi qu'écrous faisant office d'entretoises pour obtenir un écartement de 2 mm entre la surface cuivrée du module et le coupleur. Les fiches «banane» mâles sont également à souder côté cuivré.



Nomenclature

• Résistances

- R1 : 150 Ω (marron, vert, marron)
- R2 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R3 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
- R4, R5 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R6, R7 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R8 : 180 kΩ (marron, gris, jaune)
- A1 : ajustable 47 kΩ

• Semiconducteurs

- D1 à D17 : 1N 4148
- L1 : led rouge Ø 5 mm
- Pont de diodes
- T1 : NPN / BC 546, BC 547
- IC1 : CD 4060

- IC2 : CD 4514
- IC3 : TL 081
- IC4 : CD 4001

• Condensateurs

- C1 : 4 700 µF / 16 V (sorties radiales)
- C2 : 1 µF
- C3, C4, C5 : 2,2 µF
- C6 : 100 µF / 16 V
- C7 : 0,47 µF
- C8 : 10 nF

• Divers

- 11 straps (9 horizontaux, 2 verticaux)
- 2 fiches mâles «banane» Ø 2,6 mm

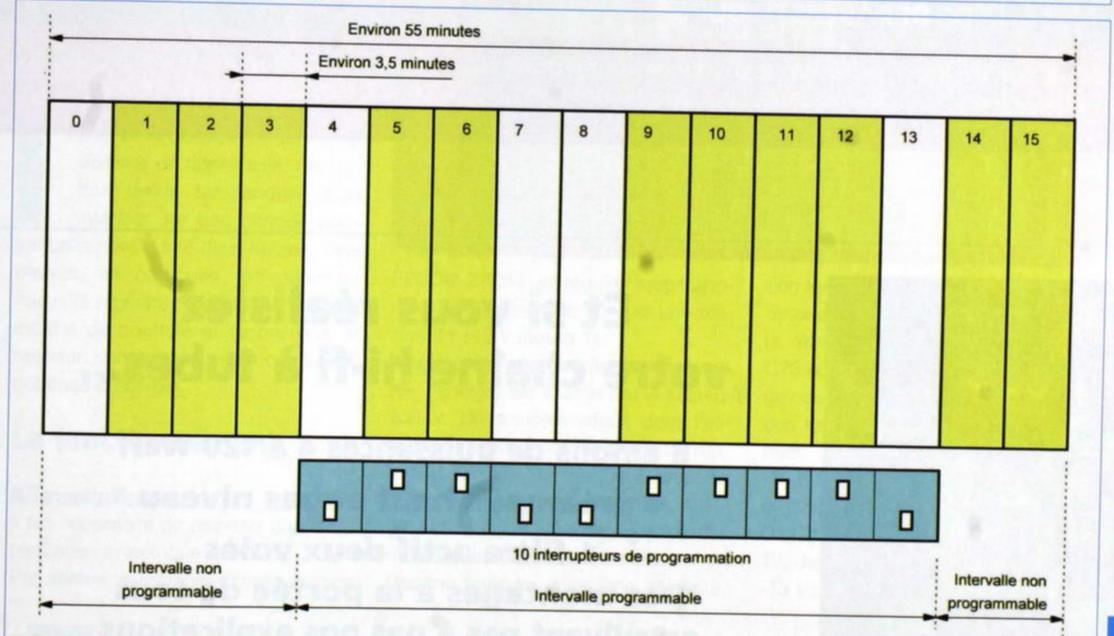
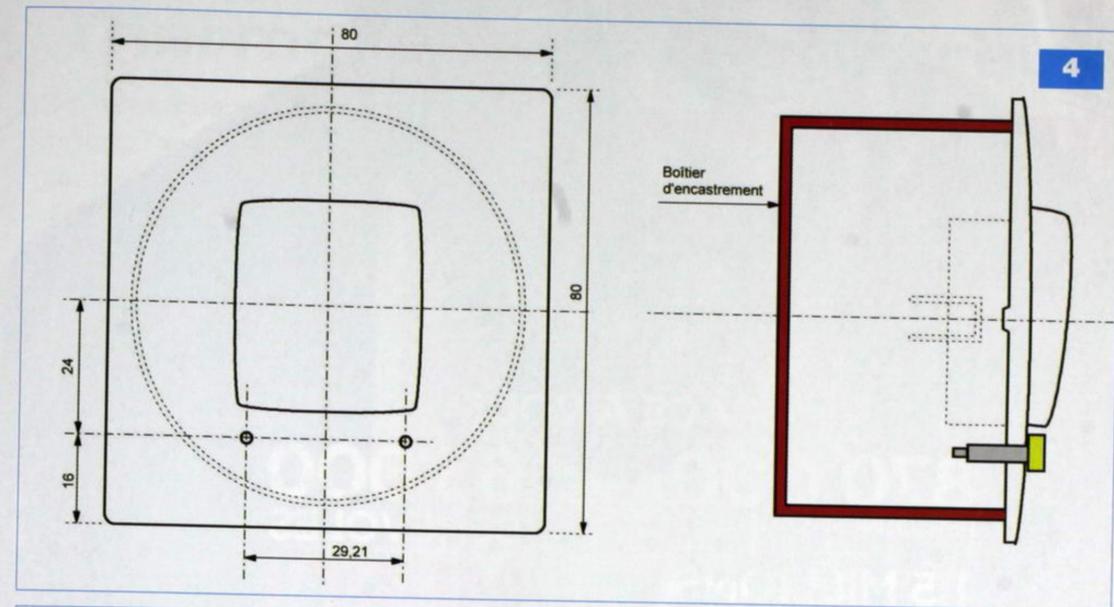
- 2 embases «banane» Ø 2,6 mm (hors module - voir texte)
- 1 transformateur 230 V / 2 X 6 V / 1,2 VA
- REL : relais 5 V / 2RT (FINDER série 3022)
- 1 coupleur pour 4 accus LR03
- 4 accus LR03 / 1 000 mAh
- I1 : inverseur bipolaire à glissière
- MS : groupement de 10 interrupteurs «dual in line»
- LDR Ø 7 ou 10 mm
- 1 support à 8 broches
- 1 support à 14 broches
- 2 supports à 16 broches
- 1 support à 24 broches

Intervention sur l'interrupteur

La figure 4 illustre la petite intervention à laquelle il convient de procéder sur l'interrupteur.

L'entraxe de 29,21 mm entre les deux embases femelles correspond, en fait, aux pas normalisés des composants. Dans le cas présent, cette distance

représente $29,21 / 1,27 = 23$ pas élémentaires. De plus, cet entraxe a volontairement été retenu pour le différencier avec celui qui caractérise l'écartement



des plots d'une prise de courant, dans le but d'éviter toute confusion à ce niveau. L'interrupteur utilisé dans la présente application est un modèle très courant (Legrand) disponible dans les rayons de tous les magasins de bricolage. A noter que, dans le cas d'un éclairage du type «va-et-vient», il suffira de modifier un seul des interrupteurs de commande et de relier les embases sur le «commun» et l'un des fils «navette». Bien entendu, pour la mise en service, il sera nécessaire de placer les deux

interrupteurs dans des positions telles qu'à l'interrupteur modifié corresponde l'extinction du point d'éclairage.

La programmation

Il suffira d'agir sur les dix interrupteurs de programmation pour obtenir les effets souhaités. La figure 5 montre un exemple de programmation. Pour obtenir encore davantage de résultats au niveau de cette simulation, il est intéressant de réaliser plusieurs

modules et de modifier en conséquence les interrupteurs correspondants aux différents points d'éclairage les plus stratégiques.

Délimitation jour/nuit

Généralement la position médiane du curseur de l'ajustable A1 convient. La limite de basculement, pour un niveau d'éclairage donné, peut être déplacée dans un sens ou dans l'autre en agissant sur la position de ce curseur.

R. KNOERR



GRÂCE À VOUS,
870 000
 PERSONNES ACCUEILLIES
63 000
 BÉNÉVOLES
115 MILLIONS
 DE REPAS DISTRIBUÉS
MERCI

Création : Théo Pédal - Photographie : Gaston BERGERET

Faites votre don en ligne sur www.restosducoeur.org/dons ou envoyez votre chèque sous enveloppe non affranchie à : Les Restaurants du Coeur, Libre réponse n° 83077, 92889 Nanterre Cedex 9



Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes...

- 8 amplis de puissances 4 à 120 Weff
- 4 préamplis haut et bas niveau
- 1 filtre actif deux voies
- Des montages à la portée de tous en suivant pas à pas nos explications

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes... »

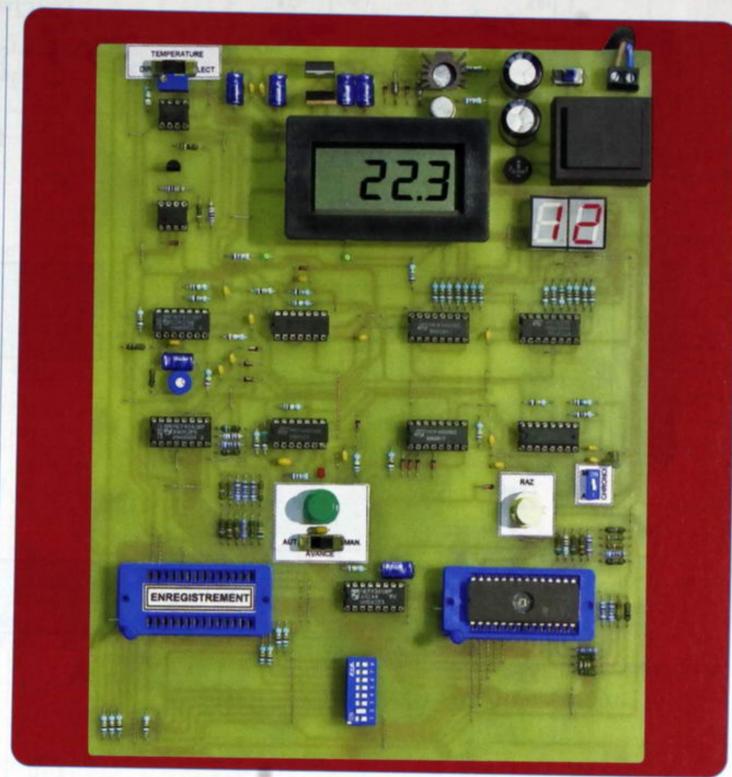
France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

Nom : _____ Prénom : _____
 Adresse : _____
 Code Postal : _____ Ville-Pays : _____
 Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)
 À retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

Thermomètre enregistreur

Comme sa dénomination l'indique, l'appareil que nous vous proposons est destiné à l'enregistrement des températures ambiantes de 0°C à 35°C. Plus précisément, il mémorise, automatiquement, une suite pouvant aller jusqu'à trente deux mesures espacées d'une heure. Sa capacité de stockage est considérable : deux cent cinquante six séries de trente deux mesures, sans obligation d'effacement de la mémoire.



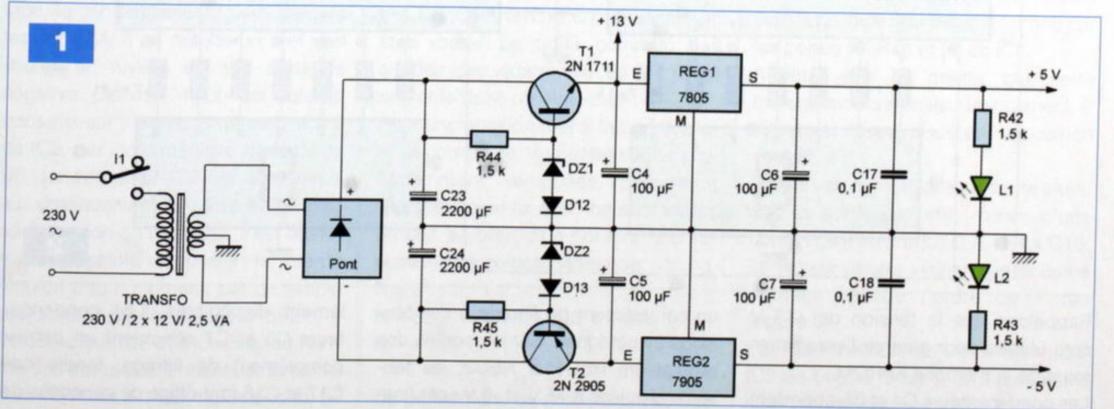
Il est ainsi possible de suivre, au dixième de degré près, l'évolution de la température d'un intérieur sur une période pouvant atteindre trente deux heures. Cela permet, en particulier, de gérer au mieux la régulation opérée par le thermostat de contrôle et tendre vers le meilleur compromis entre confort et dépense d'énergie.

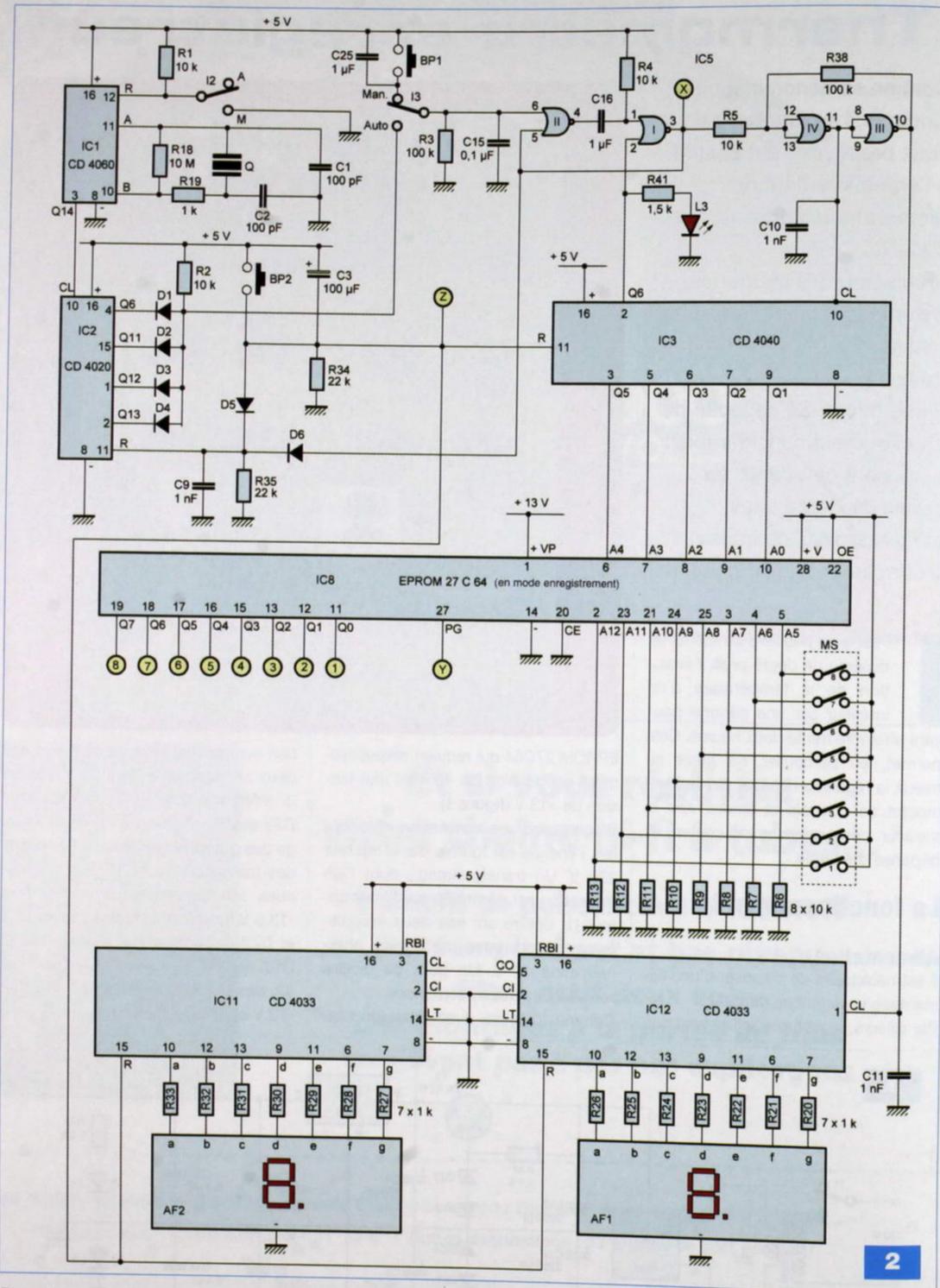
Le fonctionnement

Alimentation
 Il est nécessaire de disposer d'une alimentation symétrique de ±5 V. Par ailleurs, la mémoire utilisée est une

EPROM 27C64 qui requiert respectivement une tension de +5 V et une tension de +13 V (figure 1). S'agissant d'une installation «intérieure», l'énergie est fournie par le secteur 230 V. Un transformateur, dont l'alimentation est contrôlée par l'interrupteur I1, délivre sur ses deux enroulements secondaires une tension alternative de 12 V. Un pont de diodes redresse les deux alternances. Comme toujours, avec une alimenta-

tion symétrique, le point commun des deux enroulements de 12 V constitue la référence 0 V. Les condensateurs C23 et C24 réalisent un premier lissage des potentiels redressés. Les bases des transistors T1 et T2 sont maintenues aux potentiels de +13,6 V et -13,6 V, grâce aux diodes zéners DZ1 et DZ2, associées aux diodes D12 et D13. Au niveau des émetteurs de T1 et T2, des tensions stabilisées à +13 V et -13 V sont disponibles.





2

Rappelons que la tension de +13 V sera utilisée pour garantir l'enregistrement de la mémoire EPROM. Les condensateurs C4 et C5 apportent

un complément de filtrage à ces tensions symétriques. Sur les sorties des régulateurs REG1 et REG2, les tensions régulées à +5 V et -5 V sont fina-

lement disponibles. Les condensateurs C6 et C7 effectuent un dernier complément de filtrage, tandis que C17 et C18 font office de capacités de

découplages. L'illumination des leds vertes L1 et L2, dont le courant est limité par R42 et R43, signale la mise sous tension du montage.

Base de temps de la fonction «chronométrie»

Le circuit référencé IC1 est un CD 4060 (figure 2). Rappelons qu'un tel circuit comporte quatorze étages binaires montés en cascade, étages précédés d'un oscillateur.

Tant que l'entrée R de remise à 0 est soumise à un état «haut», l'oscillateur est bloqué et toutes les sorties Q présentent un état «bas». C'est ce qui se produit quand l'interrupteur I2 est basculé en position A. Dans ce cas, l'entrée R est en liaison avec un état «haut», par l'intermédiaire de R1.

En revanche, si l'interrupteur I2 est basculé en position M, l'oscillateur interne entre en action.

Dans le cas présent, il est piloté par le quartz Q, caractérisé par une fréquence propre de 32,768 kHz.

La fréquence des créneaux carrés, alors disponibles sur la sortie Q14, est égale à $32\,768\text{ Hz} / 2^{14}$, soit $32\,768 / 16\,384$, ce qui donne 2 Hz. Cela représente une période de 0,5 s.

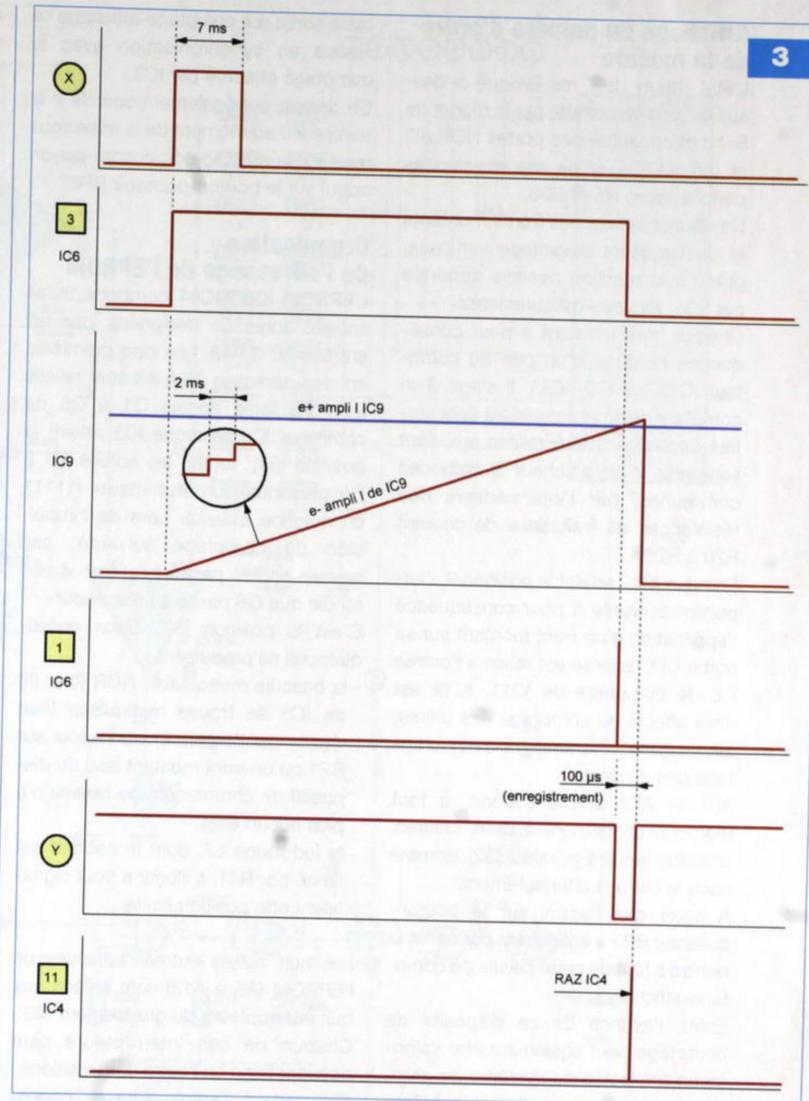
Définition des heures

Le circuit IC2 est également un compteur. Il s'agit d'un CD 4020. Il comporte également quatorze étages, mais ne dispose pas d'oscillateur comme le CD 4060.

Un tel compteur avance d'un pas au rythme des fronts descendants appliqués sur son entrée CL, entrée qui est en liaison avec la sortie Q14 de IC1.

Lors de la mise sous tension du montage, le condensateur C3 se charge à travers R34. Il en résulte un bref état «haut» au niveau de son armature négative. Cet état «haut» est aussitôt transmis sur l'entrée R de remise à 0 de IC2, par l'intermédiaire de la diode D5. Le compteur IC2 est ainsi remis automatiquement à 0 lors de la mise sous tension du montage. Il est également possible d'obtenir le même résultat à tout moment, par un simple appui sur le bouton-poussoir BP2.

Le compteur IC2 avance ainsi au rythme des fronts descendants émis par la sortie Q14 de IC1 qui, rappelons-le, se



caractérisent par une période de 0,5 s. En règle générale et dès le début du comptage, une ou plusieurs des sorties Q6, Q11, Q12 et Q13 présente un état «bas». Le point commun des anodes des quatre diodes D1 à D4 présente donc un état «bas». Pour une position tout à fait particulière de comptage, les quatre sorties précédemment évoquées présentent simultanément un état «haut». Cela se produit au bout d'un nombre N d'impulsions de comptage tel que : $N = 2^9 + 2^{10} + 2^{11} + 2^{12}$
 $N = 32 + 1\,024 + 2\,048 + 4\,096$
 $N = 7\,200$

Ce phénomène se produit au bout de

$0,5\text{ s} \times 7\,200 = 3\,600\text{ s}$, soit 1 h. A ce moment et grâce à la présence de R2, un état «haut» est appliqué sur l'entrée 6 de la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC5.

A noter, tout de même, que cette transmission se réalise uniquement si l'inverseur I3 est placé sur la position «Auto».

La bascule monostable présente alors, sur sa sortie, un état «haut» d'une durée égale au produit $0,7 \times R4 \times C16$. Le lecteur pourra vérifier que la durée obtenue est de l'ordre de 7 ms (figure 3).

Par l'intermédiaire de D6, le compteur IC2 se trouve remis à 0. Il redémarre ainsi un nouveau cycle d'une heure.

Affichage du numéro d'ordre de la mesure

L'état «haut» de 7 ms évoqué ci-dessus est pris en compte par le trigger de Schmitt constitué des portes NOR (III) et (IV) de IC5 et de ses résistances périphériques R5 et R38.

Ce dernier délivre des fronts montants et descendants davantage verticaux, grâce à la réaction positive apportée par R38, lors des basculements.

Chaque front montant a pour conséquence l'avance d'un pas du compteur IC12, un CD 4033. Il s'agit d'un compteur décimal possédant sept sorties destinées à être reliées aux sept segments d'un afficheur à cathodes communes, par l'intermédiaire des résistances de limitations de courant R20 à R26.

Lorsque IC12 atteint la position 9, l'impulsion suivante a pour conséquence l'application d'un front montant sur sa sortie CO, laquelle est reliée à l'entrée CL de comptage de IC11. IC12 est ainsi affecté au comptage des unités, tandis que IC11 correspond au comptage des dizaines.

AF1 et AF2 affichent donc, à tout moment, un nombre à deux chiffres, toutefois limité à la valeur [32], comme nous le verrons ultérieurement.

A noter que l'appui sur le bouton-poussoir BP2 a également pour effet la remise à [00] de cette cellule de comptage-affichage.

Enfin, l'avance de ce dispositif de comptage peut également être volontairement isolée du système de chronométrage horaire, si l'inverseur I3 se trouve positionné sur «manuel».

Il suffit alors d'appuyer sur le bouton-poussoir BP1 pour faire avancer le comptage d'une unité. Cette possibilité sera utilisée pour effectuer le relevé des enregistrements du thermomètre, ainsi que nous l'expliquerons plus loin.

Le compteur IC3 est un CD 4040 comportant douze sorties binaires montées en cascade. Contrairement aux deux compteurs précédemment évoqués, il avance d'un pas au rythme des fronts descendants appliqués sur son entrée CL. C'est la raison pour laquelle cette entrée est reliée à la sortie de la porte NOR (IV) du trigger. A un front montant sur la sortie du trigger correspond alors un front descendant sur

cette sortie. Le comptage-affichage se réalise en synchronisation avec le comptage effectué par IC3.

Ce dernier est également soumis à la remise à 0 au moment de la mise sous tension du montage ou encore par un appui sur le bouton-poussoir BP2.

Organisation de l'adressage de l'EPROM

L'EPROM IC8/27C64 comporte treize entrées-adresses désignées par les entrées A0 à A12. Les cinq premières entrées-adresses A0 à A4 sont reliées aux premières sorties Q1 à Q5 du compteur IC3. Lorsque IC3 atteint la position [31], toutes les sorties Q1 à Q5 présentent un état «haut» (11111 en notation binaire). Lors de l'impulsion de comptage suivante, ces mêmes sorties passent à l'état «bas», tandis que Q6 passe à l'état «haut». C'est la position [32]. Deux conséquences se produisent :

- la bascule monostable NOR (I) et (II) de IC5 se trouve neutralisée (état «haut» sur l'entrée 2) : un appui sur BP1 ou un front montant issu du dispositif de chronométrage horaire n'a plus aucun effet.
- la led rouge L3, dont le courant est limité par R41, s'allume pour signaler cette position limite.

Les huit autres entrées-adresses de l'EPROM (A5 à A12) sont reliées aux huit interrupteurs du groupement MS. Chacun de ces interrupteurs peut occuper l'une ou l'autre des positions :
- «ouvert» : l'entrée-adresse correspondante est soumise à l'état «bas» par l'une des résistances R6 à R13
- «fermé» : l'entrée-adresse est soumise à un état «haut»

Cette disposition permet l'obtention de 2⁸, soit 256 possibilités binaires. Chacune de ces possibilités correspond à une série pouvant aller jusqu'à trente deux enregistrements. L'EPROM, d'une capacité de 256 x 32, soit 8 192 bits, est ici entièrement exploitée. Cette disposition est bien entendu volontaire. En effet, rappelons que l'effacement d'une EPROM nécessite l'exposition de sa fenêtre d'effacement à un rayonnement ultraviolet pendant une vingtaine de minutes, comme

nous le verrons ultérieurement. Grâce à cette grande capacité d'enregistrement, cet effacement est très peu fréquent : deux cent cinquante six séries d'enregistrements constituent en effet une bonne marge...

Mesure de la température

Le capteur de température est un LM 35. Ce composant possède cet avantage de présenter une courbe de réponse rigoureusement linéaire par rapport à la température ambiante à laquelle il est soumis.

De plus, il présente une tension nulle pour une température de 0°C. Cette caractéristique a été obtenue lors de sa fabrication en usine. Pour chaque degré d'augmentation de la température, sa tension de sortie s'accroît de 10 mV. Ainsi, pour une température ambiante de 20°C, la tension est d'environ 200 mV.

Nous allons amplifier ce résultat. C'est le rôle de l'amplificateur opérationnel (II) de IC9 (figure 4). Ce dernier doit obligatoirement être alimenté par une tension symétrique pour obtenir un fonctionnement correct.

Rappelons que la relation de base, propre à un amplificateur différentiel, est la suivante :

$$V_s = \frac{R_{49} \times (R_{48} + R_{50})}{R_{48} \times (R_{49} + R_{47})} \times V_{E2} - \frac{R_{50}}{R_{48}} \times V_{E1}$$

Avec :

V_s : tension de sortie (broche n°7 de IC9)

V_{E2} : tension de sortie du capteur

V_{E1} : référence

La relation ci-dessus se simplifie considérablement, du fait des résistances R47 et R48 de même valeur ohmique. Il en est de même pour R49 et R50.

La relation devient alors :

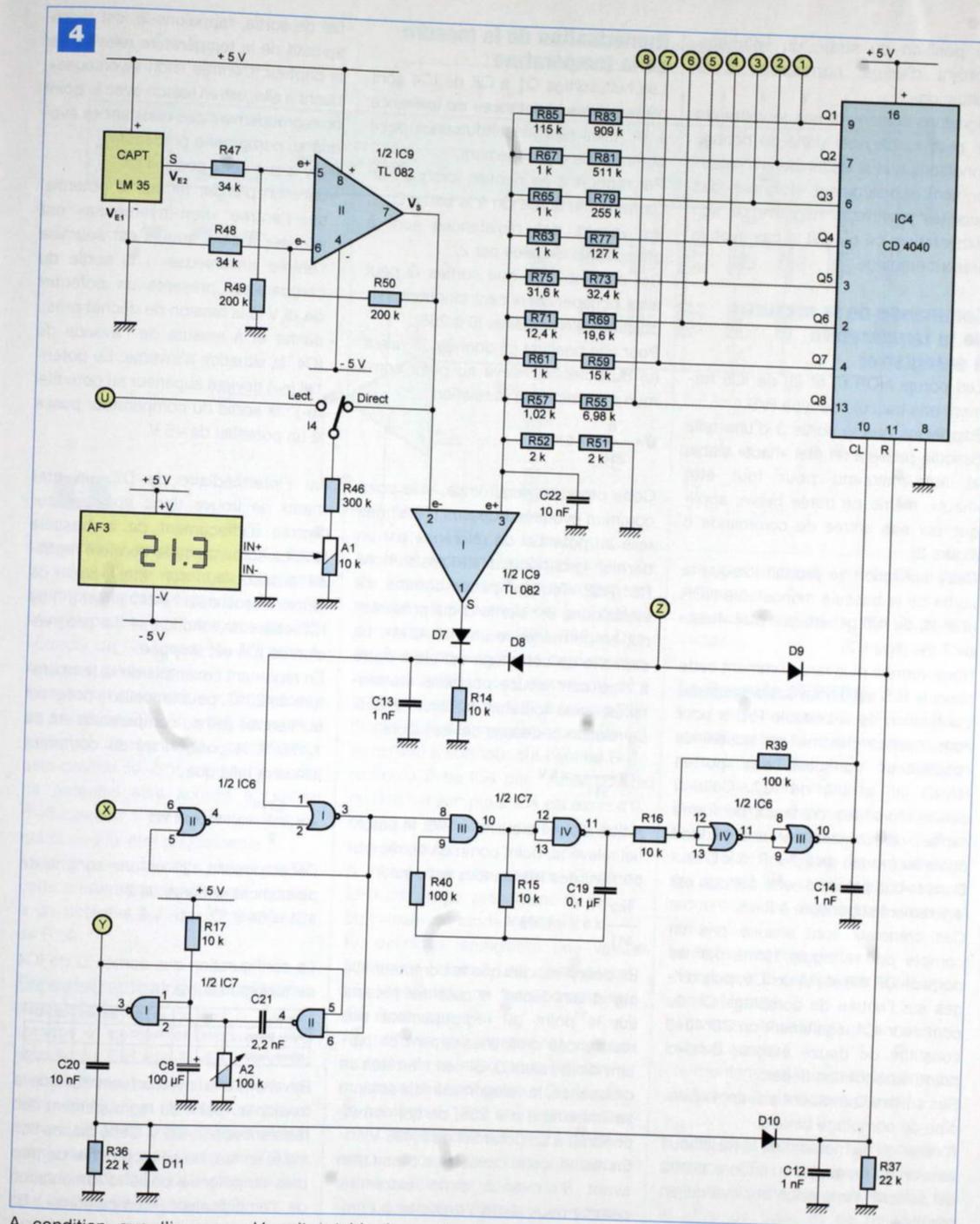
$$V_s = \frac{R_{49}}{R_{47}} \times (V_{E2} - V_{E1})$$

Si (u) est la tension de sortie du capteur, la tension (U) de sortie de l'amplificateur sera telle que :

$$U = 5,88 \times u$$

En reprenant l'exemple numérique d'une température de 20°C, la tension U sera égale à :

$$0,2 \text{ V} \times 5,88, \text{ soit } 1,176 \text{ V}$$



A condition que l'inverseur I4 soit placé sur la position «Direct», cette tension est disponible aux bornes du pont résistif constitué par R46 et l'ajustable A1. Ce dernier permet de prélever une fraction de ce potentiel. Toujours dans le cas de l'exemple évoqué, il sera nécessaire de régler l'ajus-

table de manière à obtenir l'affichage de la valeur [20.0], valeur qui correspond en réalité à une tension de 20 mV sur les bornes d'entrée de l'afficheur AF3. Ce réglage est grandement facilité par la mise en œuvre d'un ajustable à 25 tours.

L'afficheur est un voltmètre de tableau

à cristaux liquides de 3 digits 1/2. Sa sensibilité est de 200 mV, sa valeur maximale d'affichage est donc de [199,9]. La virgule peut être positionnée par le simple déplacement d'un strap situé sur le circuit imprimé au dos de l'appareil. Dans le cas présent, aucun ajustement n'est nécessaire.

La position du strap, du voltmètre sortant d'usine, correspond à la «situation».

Signalons également que le voltmètre ne peut fonctionner dans de bonnes conditions que si les tensions à mesurer sont suffisamment éloignées des polarités positive et négative de son alimentation, ce qui est le cas avec le présent montage.

Commande de la mesure de la température à enregistrer

Les portes NOR (I) et (II) de IC6 forment une bascule de type R/S.

Rappelons que la sortie 3 d'une telle bascule passe à un état «haut» stable et auto-entenu pour tout état «haut», même de durée brève, appliqué sur son entrée de commande 6 (figure 3).

Cette activation se produit lorsque la sortie de la bascule monostable NOR (I) et (II) de IC5 génère son état «haut» de 7 ms (figure 2).

Nous verrons plus tard comment cette bascule R/S est à nouveau désactivée. L'activation de la bascule R/S a pour conséquence l'entrée en action de l'oscillateur constitué des portes NAND (III) et (IV) de IC7. Celui-ci délivre alors des créneaux de forme carrée, caractérisés par une période égale au produit de 2,2 x R15 x C19.

Dans le cas présent, cette période est légèrement supérieure à 2 ms.

Ces créneaux sont ensuite pris en compte par le trigger formé par les portes NOR (III) et (IV) de IC6, puis dirigés sur l'entrée de comptage CL du compteur IC4, également un CD 4040 constitué de douze étages. Celui-ci prend aussitôt son départ.

Ses sorties Q évoluent suivant le principe du comptage binaire.

A noter qu'au moment de la mise sous tension du montage, ou encore si BP2 est sollicité, l'impulsion positive qui en résulte :

- initialise IC4 sur la position 0
- force la bascule R/S à l'inaction par l'application d'un état «haut» sur son entrée d'effacement 1, ce qui évite toute activation accidentelle à ce moment toujours perturbateur qui caractérise l'établissement d'une alimentation.

Numérisation de la mesure de la température

Les huit sorties Q1 à Q8 de IC4 sont reliées à des résistances de tolérance 1 %. Elles rejoignent toutes un point commun de regroupement.

Par rapport à ce dernier, lorsque l'on passe d'une sortie Qn à la sortie Qn+1, les valeurs des résistances sont à chaque fois divisées par 2.

Cet ensemble de huit sorties Q peut ainsi occuper deux cent cinquante six positions élémentaires (0 à 255).

Pour une position (n) donnée, la valeur (u) du potentiel relevé au point commun s'exprime par la relation :

$$u = \frac{n}{255} \times 5 \text{ V}$$

Cette propriété serait vraie, si le point commun évoqué ci-dessus n'était pas relié au potentiel de référence par un dernier groupement de résistances R51/R52. Tout se passe comme s'il existait une 9^{ème} sortie Q qui présenterait en permanence un état «bas». La capacité de comptage est alors égale à cinq cent douze positions élémentaires, avec toutefois (n) limité à 255. La relation ci-dessus devient alors :

$$u = \frac{n}{511} \times 5 \text{ V}$$

A titre d'exemple, si n = 143, le potentiel relevé au point commun du regroupement des résistances est égal à :

$$\frac{143}{511} \times 5 \text{ V} = 1,399 \text{ V}$$

En définitive, dès que le compteur IC4 prend son départ, le potentiel présent sur le point du regroupement des résistances croît linéairement en partant de la valeur 0. Si rien n'arrêta sa croissance, la valeur maximale atteinte se limiterait à n = 255, ce qui correspondrait à un potentiel de 2,495 V. En réalité, cette croissance cesse bien avant d'arriver à cette extrémité, comme nous allons l'expliquer au prochain paragraphe.

Blocage de la valeur numérisée de la température

L'amplificateur opérationnel (I) de IC9 fonctionne en «comparateur». Son entrée «inverseuse» est reliée à la sortie de l'amplificateur (II) dont le poten-

tiel de sortie, rappelons-le, est représentatif de la température relevée par le capteur. L'entrée «non-inverseuse», quant à elle, est en liaison avec le point du regroupement des résistances évoqué au paragraphe précédent.

Il n'y a que deux possibilités :

- dans un premier temps, le potentiel sur l'entrée «non-inverseuse» est inférieur à celui auquel est soumise l'entrée «inverseuse» : la sortie du comparateur présente un potentiel de -5 V (à la tension de déchet près).
- au fur et à mesure de l'avance de IC4, la situation s'inverse. Le potentiel (e+) devient supérieur au potentiel (e-) : la sortie du comparateur passe à un potentiel de +5 V.

Par l'intermédiaire de D7, un état «haut» se trouve donc appliqué sur l'entrée d'effacement de la bascule R/S. La sortie de cette dernière repasse aussitôt sur son état «bas» de repos. L'oscillateur NAND (III) et (IV) de IC7 cesse de fonctionner. La progression de IC4 est stoppée.

En reprenant l'exemple de la température de 20°C, pour laquelle le potentiel sur l'entrée (e-) du comparateur est de 1,176 V, la position (n) du compteur IC4 sera telle que :

$$n = \frac{1,176}{5} \times 511, \text{ soit } 121$$

Décomposons 121 en une somme de puissances entières de 2 :

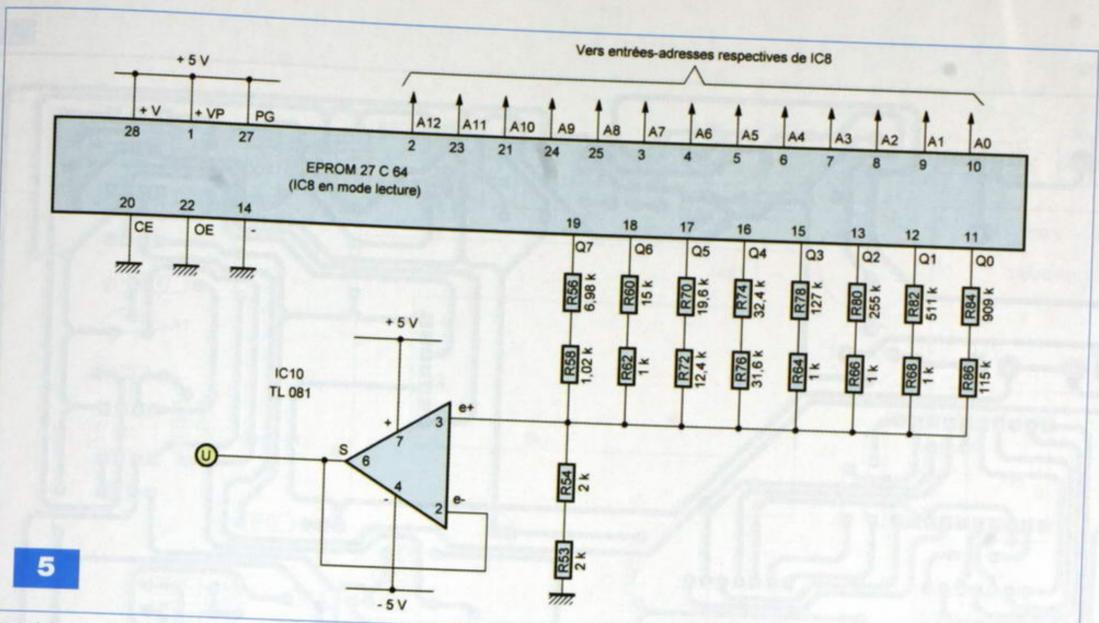
$$121 = 64 + 32 + 16 + 8 + 1$$

La configuration des sorties Q de IC4 sera alors la suivante :

Sorties	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1
Poids binaire	128	64	32	16	8	4	2	1
Niveau logique	0	1	1	1	1	0	0	1

Revenons à la limitation volontaire de la tension au point du regroupement des résistances à 2,495 V. Cette disposition évite, en fait, de se rapprocher de trop près du potentiel positif d'alimentation de l'amplificateur «comparateur». En effet, dans cette zone, le comparateur ne fonctionnera plus correctement.

La position maximale de IC4, à savoir n = 255 correspondant à ce potentiel, équivaut à un potentiel de sortie du capteur de 2,495 / 5,88, soit 0,42 V (5,88 : gain de l'amplificateur (II)). Le capteur sera alors soumis à une



5

température ambiante de 42°C. C'est la valeur limite maximale que notre thermomètre peut numériser. Mais rien ne l'empêche d'afficher, en position «Direct» de l'inverseur I4, des températures supérieures.

Revenons également sur l'importance de la diode D7. En effet, lorsque le potentiel de sortie du comparateur sera proche de -5 V, sans cette diode, ce potentiel sera soumis à l'entrée d'effacement 1 de la bascule R/S, ce qui pourra lui être préjudiciable.

Mais, grâce au blocage réalisé par D7, cette entrée sera simplement soumise à un potentiel nul, par l'intermédiaire de R14.

Enregistrement de la valeur numérisée

Lorsque la sortie de la bascule R/S repasse sur son état «bas» de repos, la bascule monostable constituée par les portes NAND (I) et (II) de IC7 se trouve activée. Sa sortie présente alors un état «bas», calibré à une durée de 100 µs, grâce à la possibilité de réglage du curseur de l'ajustable A2 (figure 3).

Cet état «bas» est transmis sur l'entrée PG de l'EPROM (figure 2). Cette dernière enregistre, à l'adresse concernée, les niveaux logiques présents à ce moment sur les sorties Q du compteur IC4 qui, rappelons-le, correspondent à la valeur numérisée de la valeur de la température.

Le front montant, matérialisant la fin de l'opération d'enregistrement, est ensuite pris en compte par le circuit de dérivation formé par C20, R36 et D11.

Au niveau de la cathode de cette dernière, apparaît un bref état «haut» dû à la charge rapide de C20 à travers R36 (figure 3). Cette impulsion positive est transmise à son tour sur l'entrée R de remise à 0 de IC4 par l'intermédiaire de D10. Le compteur IC4 est remis à 0, ce qui le rend prêt pour une sollicitation ultérieure.

A noter que les sorties Q d'une EPROM vierge présentent toutes un état «haut» en mode «lecture».

En définitive, enregistrer une valeur binaire de 8 bits à une adresse donnée, consiste à ne tenir compte que des états «bas».

A remarquer, également, qu'au moment de la mise sous tension du montage, le condensateur C8 se charge à travers R17. Il en résulte un état «bas» momentané sur l'entrée 1 de la bascule monostable, ce qui la bloque sur sa position de repos.

Cette précaution évite tout enregistrement malencontreux au moment de cette mise sous tension.

Enfin et conformément aux règles de fonctionnement d'une EPROM, rappelons que le mode «enregistrement» requiert :

- la soumission de l'entrée VP à un potentiel de +13 V

- la soumission de l'entrée OE à l'état «haut»
- la soumission de l'entrée CE à l'état «bas»

Lecture de l'EPROM

Pour «lire» le contenu de l'EPROM, il est nécessaire de la retirer de son support «programmation» et de la placer sur son support «lecture».

Bien entendu, l'alimentation du montage sera à «couper» avant d'effectuer cette opération de substitution, ce qui est très aisé étant donné le recours à des supports à insertion nulle.

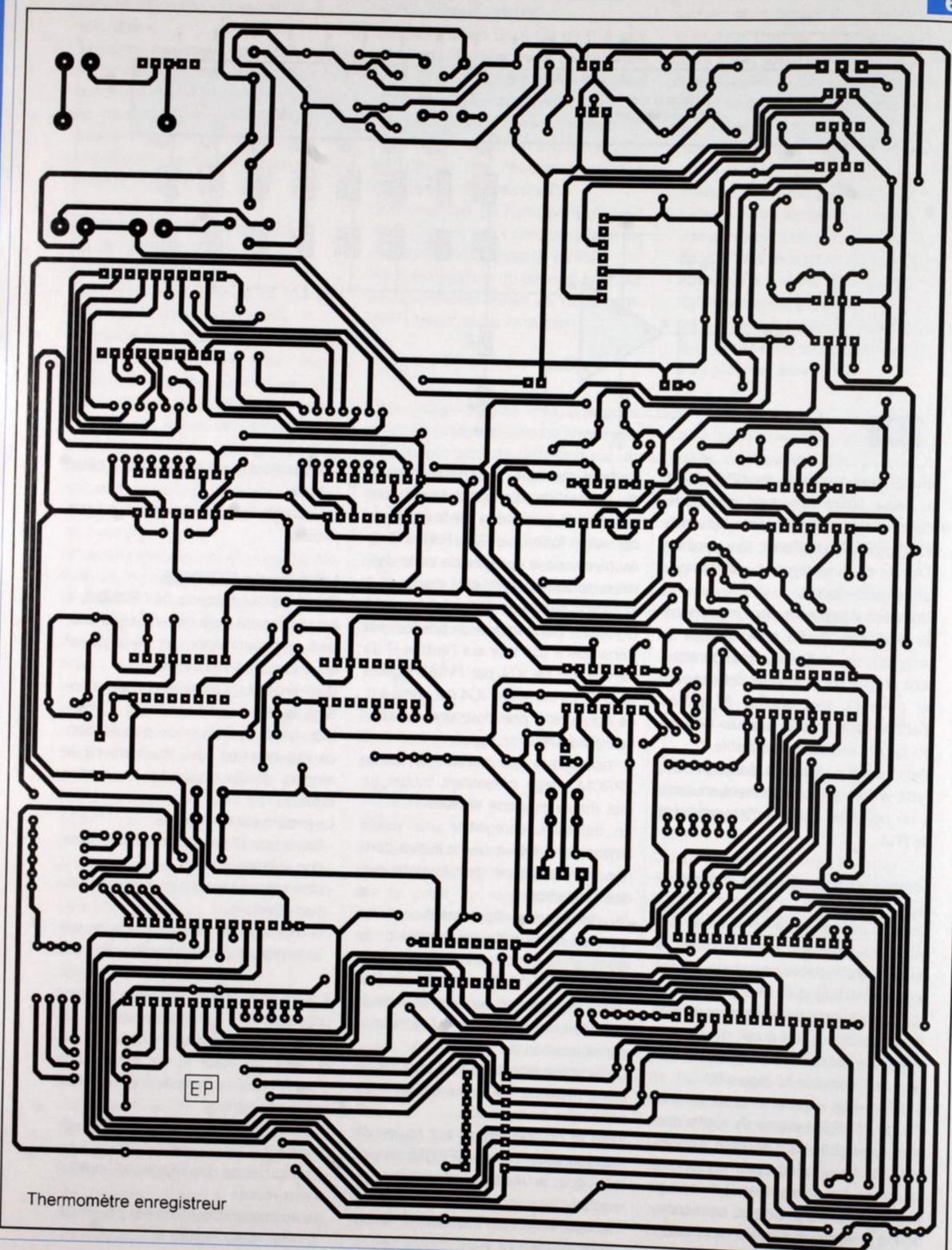
La lecture est très simple :

- l'inverseur I3 est à placer sur la position «Manuel»
- l'inverseur I4 est à placer sur la position «Lecture»
- le montage est mis sous tension par la fermeture de l'interrupteur I1

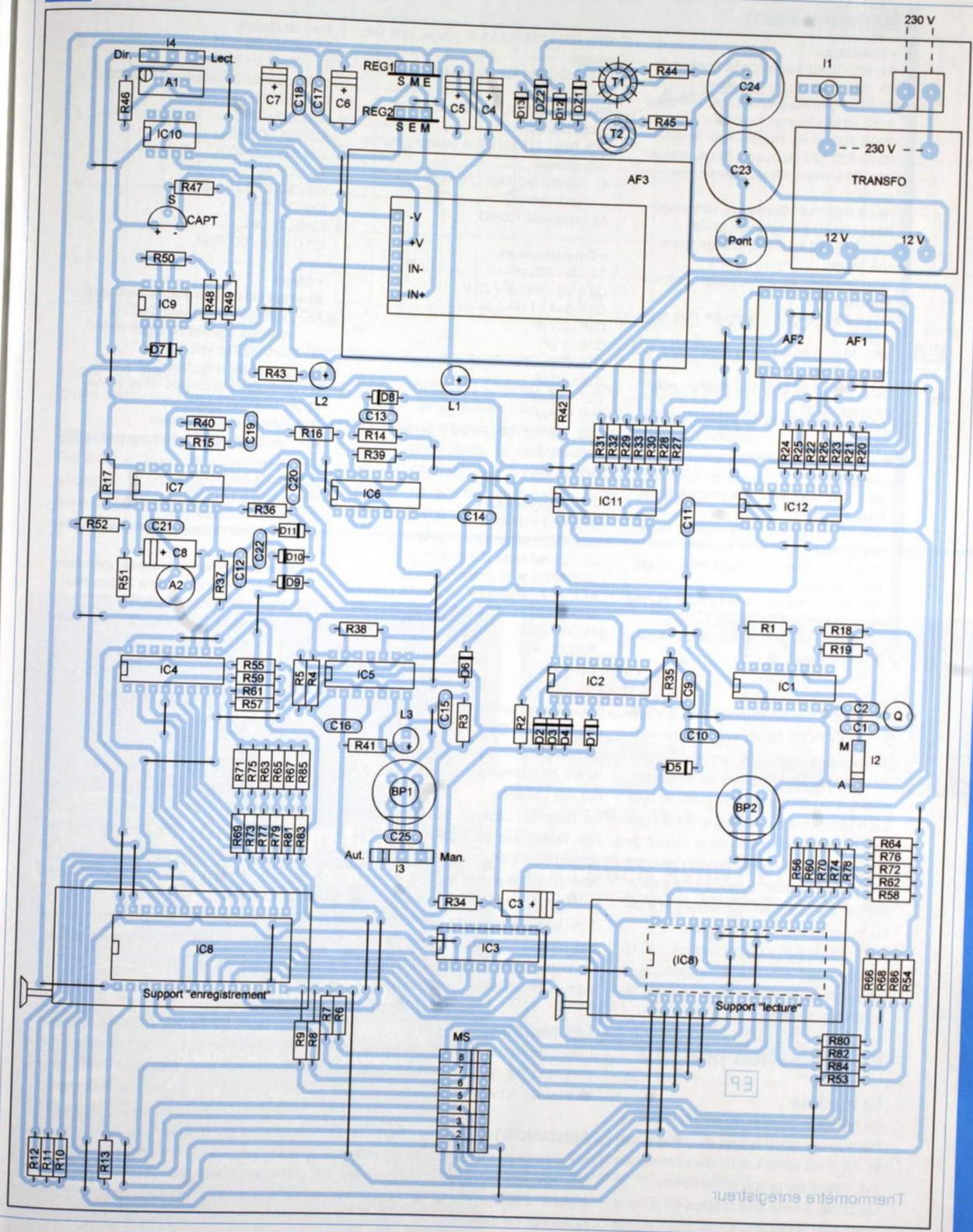
Il suffit alors d'appuyer sur le bouton-poussoir BP1 pour faire défiler les numéros d'ordre des mesures : 01, 02 et ainsi de suite et de noter dans chaque cas la température affichée par le voltmètre.

Rappelons que le mode «lecture» d'une EPROM nécessite :

- la soumission des entrées VP et PG à l'état «haut»
- la soumission des entrées OE et CE à l'état «bas» (figure 5)



Thermomètre enregistreur



Thermomètre enregistreur

Nomenclature

• Résistances

- R1, R2 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R3 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R4 à R17 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R18 : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
- R19 à R33 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R34 à R37 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
- R38, R39, R40 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R41 à R45 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R46 : 300 kΩ (orange, noir, jaune)
- R47, R48 : 34 kΩ / 1 % (orange, jaune, noir, rouge)
- R49, R50 : 200 kΩ / 1 % (rouge, noir, noir, orange)
- R51 à R54 : 2 kΩ / 1 % (rouge, noir, noir, marron)
- R55, R56 : 6,98 kΩ / 1 % (bleu, blanc, gris, marron)
- R57, R58 : 1,02 kΩ / 1 % (marron, noir, rouge, marron)
- R59, R60 : 15 kΩ / 1 % (marron, vert, noir, rouge)
- R61 à R68 : 1 kΩ / 1 % (marron, noir, noir, marron)
- R69, R70 : 19,6 kΩ / 1 % (marron, blanc, bleu, rouge)
- R71, R72 : 12,4 kΩ / 1 % (marron, rouge, jaune, rouge)
- R73, R74 : 32,4 kΩ / 1 % (orange, rouge, jaune, rouge)
- R75, R76 : 31,6 kΩ / 1 % (orange, marron, bleu, rouge)
- R77, R78 : 127 kΩ / 1 % (marron, rouge, violet, orange)

- R79, R80 : 255 kΩ / 1 % (rouge, vert, vert, orange)
- R81, R82 : 511 kΩ / 1 % (vert, marron, marron, orange)
- R83, R84 : 909 kΩ / 1 % (blanc, noir, blanc, orange)
- R85, R86 : 115 kΩ / 1 % (marron, marron, vert, orange)
- A1 : ajustable 10 kΩ / 25 tours (axe vertical)
- A2 : ajustable 100 kΩ

• Condensateurs

- C1, C2 : 100 pF
- C3 à C8 : 100 µF / 25 V
- C9 à C14 : 1 nF
- C15 : 0,1 µF
- C16 : 1 µF
- C17, C18, C19 : 0,1 µF
- C20 : 10 nF
- C21 : 2,2 nF
- C22 : 10 nF
- C23, C24 : 2 200 µF / 25 V (sorties radiales)
- C25 : 1 µF

• Semiconducteurs

- D1 à D13 : 1N 4148
- DZ1, DZ2 : zéner 13 V / 1,3 W
- L1, L2 : led verte Ø 3 mm
- L3 : led rouge Ø 3 mm
- AF1, AF2 : afficheur 7 segment à cathode commune
- REG1 : 7805
- REG2 : 7905

- Pont de diodes
- T1 : NPN / 2N 1711
- T2 : PNP / 2N 2905
- CAPT : sonde de température LM 35
- IC1 : CD 4060
- IC2 : CD 4020
- IC3, IC4 : CD 4040
- IC5, IC6 : CD 4001
- IC7 : CD 4011
- IC8 : EPROM 27 C 64
- IC9 : TL 082
- IC10 : TL 081
- IC11, IC12 : CD 4033

• Divers

- 58 straps (23 horizontaux, 35 verticaux)
- AF3 : voltmètre de tableau (200 mV / cristaux liquides / 3 digits ½)
- Q : quartz 32,768 kHz
- I1 : interrupteur unipolaire 230 V
- I2 : interrupteur unipolaire «dual in line»
- I3, I4 : inverseur unipolaire
- BP1, BP2 : bouton-poussoir
- MS : groupement de 8 interrupteurs «dual in line»
- 2 supports à 8 broches
- 3 supports à 14 broches
- 7 supports à 16 broches
- 2 barrettes de 10 broches (afficheurs 7 segments)
- 1 connecteur femelle 7 broches (voltmètre)
- 2 supports à insertion nulle à 28 broches
- 1 bornier soudables de 2 plots
- 1 transformateur 230 V / 2 x 12 V / 2,5 VA
- 1 dissipateur (sur T1)

Pour une adresse donnée, les sorties Q de l'EPROM restituent exactement les niveaux logiques préalablement enregistrés. Étant donné qu'elles sont reliées à un réseau de résistances tout à fait identique à celui qui a été à l'origine de la numérisation de la valeur de la température, il se produit en fait l'opération inverse, à savoir la transformation de la valeur numérisée «binaire» en grandeur «analogique». L'amplificateur opérationnel IC10 fonctionnant en mode «suiveur», il transmet cette valeur «analogique» au voltmètre afficheur.

La réalisation pratique

Le module

La figure 6 fait état du circuit imprimé. Sa gravure appelle peu de remarques, si ce n'est le fait qu'il se caractérise par des dimensions importantes. Ce choix a évité une réalisation à deux modules superposés, technique qui

présente souvent des problèmes de connectique. De même, pour éviter le très problématique circuit «double face», de nombreux straps de liaisons ont été utilisés.

Le plan de câblage des composants fait l'objet de la figure 7. Veiller à l'orientation des composants polarisés. Attention également à l'implantation et aux bons endroits des résistances à 1 %. Les couleurs des anneaux ne sont pas toujours faciles à interpréter. Un bon moyen consiste à confirmer les valeurs en utilisant un ohmmètre.

Les réglages

Les réglages sont relativement simples. Ils ne concernent que les ajustables A1 et A2.

Ajustable A1

A l'aide d'un thermomètre de référence, agir sur le curseur de manière à obtenir l'affichage de la valeur indiquée par ce dernier.

L'inverseur I4 est bien entendu à placer sur la position «Direct».

Ajustable A2

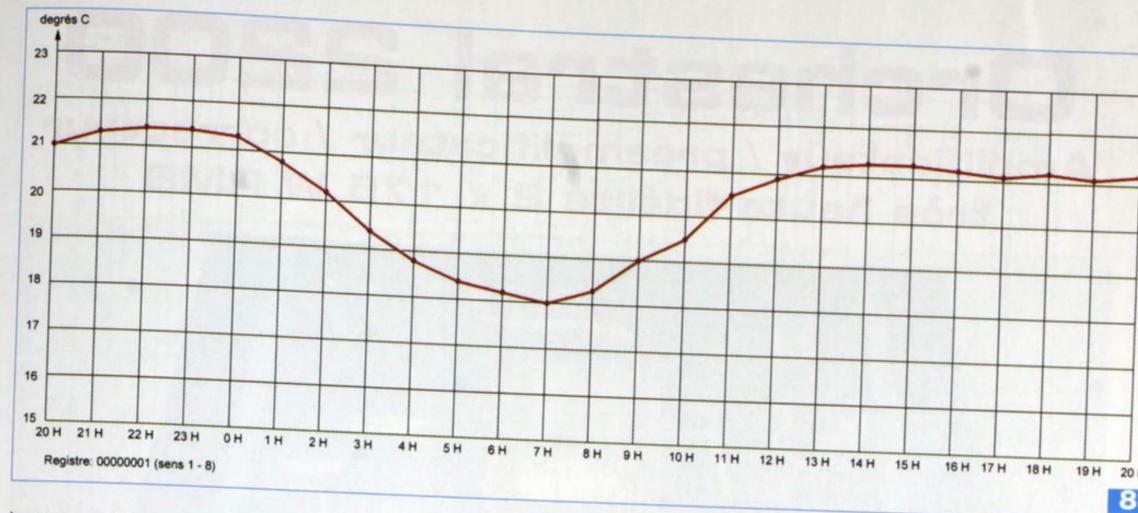
Il s'agit d'obtenir, pour chaque appui sur BP1 (I3 sur «Manuel»), un état «bas» de 100 µs sur l'entrée PG de l'EPROM. Cette opération nécessite le recours à un oscilloscope ou à un fréquencemètre.

Bien entendu, pour ces deux réglages, l'EPROM ne sera insérée dans aucun support.

Utilisation

Il ne faut pas oublier, entre deux séries d'enregistrements, de changer le registre qui sera à choisir entre deux cent cinquante possibilités, déterminées par les positions des huit interrupteurs du groupement MS... et de bien noter la combinaison en face du tableau de relevés.

La figure 8 illustre un exemple d'utilisation qui met en exergue l'évolution,



heure par heure, de la température d'une pièce, sur une période de 24 h.

Effacement de l'EPROM

Rappelons que cette opération est seulement à effectuer une fois les deux cent cinquante séries d'enregistre-

ments épuisées... L'effacement d'une EPROM consiste à exposer, à une distance de quelques centimètres d'une source ultraviolette, la fenêtre d'effacement pendant une durée de 20 à 30 mn. La source en question peut être la même que celle utilisée pour

l'insolation des plaques pré-sensibilisées utilisées pour la réalisation des circuits imprimés.

Rappelons, également, qu'il n'est pas possible d'effacer partiellement une EPROM.

R. KNOERR

L'ORIGINAL DEPUIS 1988
PCB-POOL
Beta LAYOUT

Pochoir gratuit
avec chaque commande
"Prototype"

Embedded RFID
authentifiez, suivez et
protégez votre produit

www.magic-pcb.com

Appel Gratuit : FR 0800 90 33 30
sales@pcb-pool.com

PCB-POOL® est la marque déposée de
Beta
LAYOUT
create electronics

Schaeffer AG

FACES AVANT ET BOÎTIERS
Pièces unitaires et petites séries à prix avantageux.

A l'aide de notre logiciel - *Designer de Faces Avant** - vous pouvez réaliser facilement votre face avant individuelle. **GRATUIT**: essayez-le! Pour plus de renseignements, n'hésitez pas à nous contacter, **des interlocuteurs français** attendent vos questions.

*Vous en trouverez la dernière version sur notre site internet.

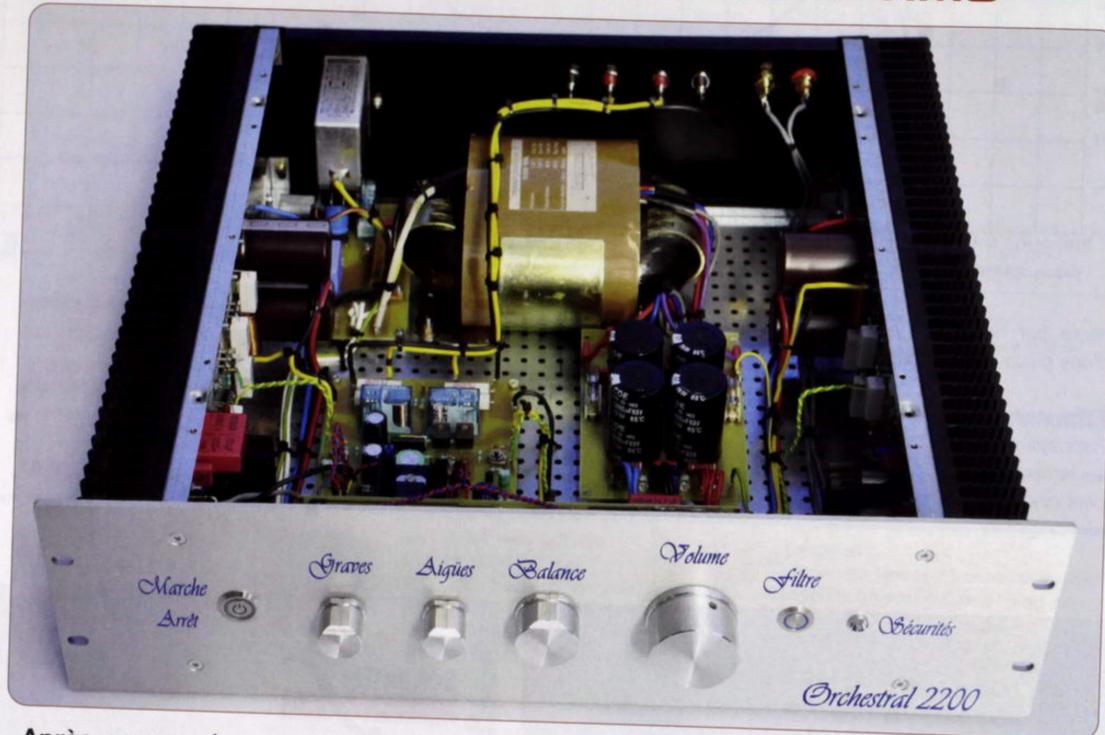
Exemple de prix: 34,93€ majoré de la TVA / des frais d'envoi

• Calcul des prix automatique
• Délai de livraison: entre 5 et 8 jours
• Si besoin est, service 24/24

Schaeffer AG · Nahmitzer Damm 32 · D-12277 Berlin · Tel +49 (0)30 805 8695-30
Fax +49 (0)30 805 8695-33 · Web info.fr@schaeffer-ag.de · www.schaeffer-ag.de

Orchestral 2200

Amplificateur / préamplificateur / correcteur très haute fidélité 2 x 175 W RMS



Après vous avoir proposé un amplificateur monophonique pour audiophile de plus de 500 W RMS, nous vous donnons la possibilité de réaliser, selon la même technologie, un amplificateur stéréophonique de forte puissance et de très haute fidélité (2 x 175 W RMS avec une charge de 4 Ω ou 2 x 103 W RMS avec une charge de 8 Ω). Il est conçu à base de transistors spécifiques pour amplificateurs «musclés» et du circuit LME49811 de National Semiconductor.

Orchestral 2200 intègre un préamplificateur, un correcteur de tonalité, un filtre de présence (loudness) et toutes les sécurités (thermique, contre les courts-circuits et courant continu en sortie avec visualisation). Afin de prévenir tous risques pour les enceintes, la mise sous tension s'effectue en douceur, depuis le primaire du transformateur et les enceintes se déconnectent rapidement à l'extinction. Il offre un taux de distorsion harmonique très faible (0,05% de 20 Hz à 20 kHz à pleine puissance selon

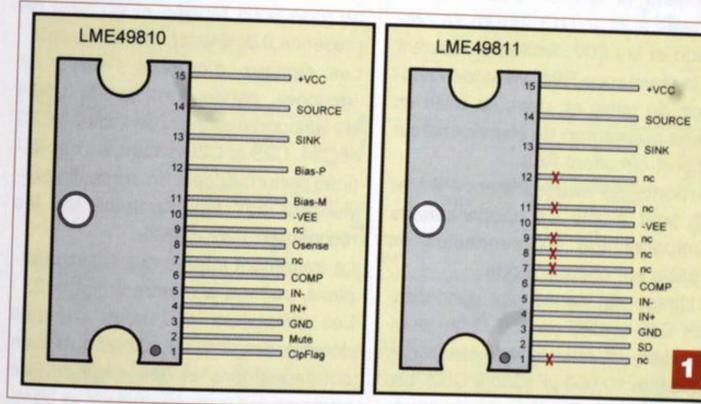
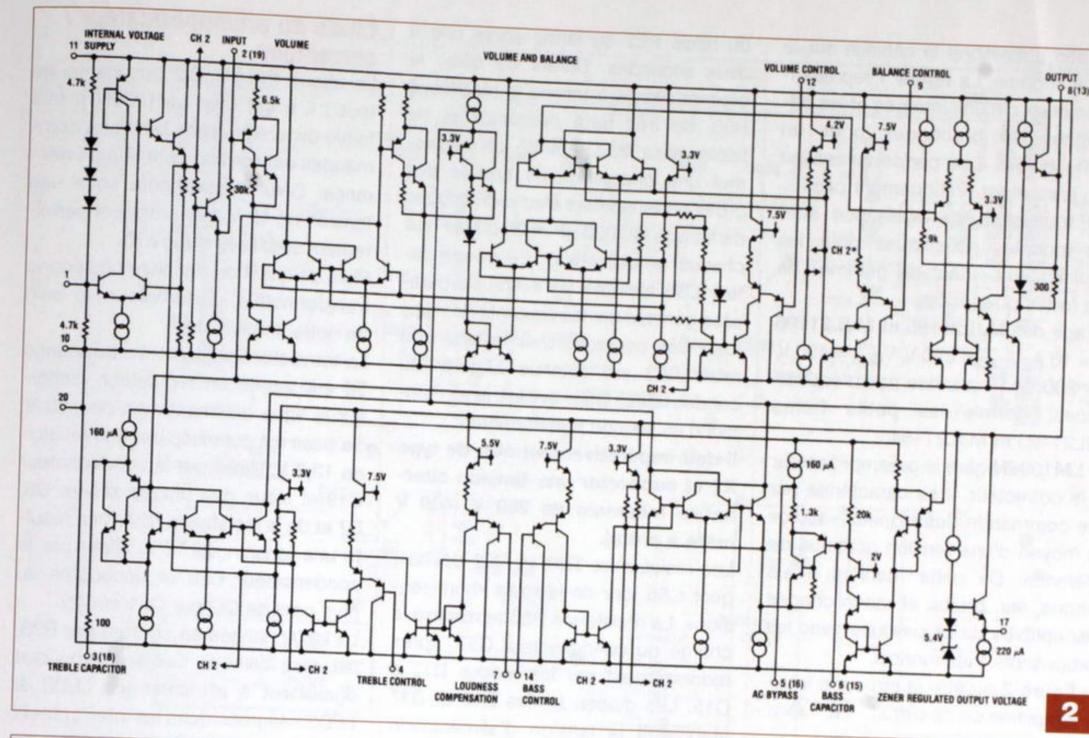
le fabricant du LME49811T), une dynamique remarquable (30 V/ms) et une exceptionnelle pureté sonore. Il se présente dans un luxueux coffret, muni de larges dissipateurs thermiques latéraux, afin d'éviter toute ventilation mécanique forcée, incompatible avec la haute fidélité. Malgré ses performances alléchantes, il reste à un coût abordable, bien en-dessous de celui de réalisations similaires commercialisées.

Nous n'employons que des composants récents et performants de fabricants renommés. Il est essentiel d'utiliser ceux préconisés, dispo-

nibles pour la plupart, auprès de nos annonceurs. Bien que non recommandée aux non initiés, cette réalisation ne présente pas de difficultés majeures, contrairement aux amplificateurs à tubes, à condition de suivre scrupuleusement cette étude.

Caractéristiques et équipements

Les mesures de puissance ont été effectuées dans notre laboratoire, à l'aide de la charge passive décrite dans le n°338 d'*Électronique Pratique* (mai 2009). Les oscillogrammes, à la



fin de cette étude, visualisent les excellentes performances d'Orchestral 2200.

- Puissance maximale RMS, 1 kHz sinus, par canal, sous 4 Ω : 176 W (26,53 V)
- Puissance maximale RMS, 1 kHz sinus, par canal, sous 8 Ω : 103 W (28,72 V)
- Temps de montée sur un signal carré de 10 kHz : 20 V à 30 V/ms
- Sensibilité d'entrée, pour la puissance maximale : 720 mV
- Gain réel : 37
- Tension d'alimentation symétrique : ±50 V

- Préamplificateur / Correcteur graves, aigües, balance, volume
- Pas de signal «audio» sur les potentiomètres (commande par tension continue)
- Utilisation de potentiomètres simples et linéaires
- Courbe de commande du volume logarithmique, très progressive
- Efficacité du correcteur : ±15 dB
- Séparation des canaux : 75 dB
- Filtre de présence (renforcement des basses et médium à bas niveau)
- Protection contre les tensions continues en sortie, avec visualisation
- Protection contre les bruits dans les

- enceintes, lors de la mise «sous tension» et de l'arrêt
- Mise «hors tension» des amplificateurs en cas de défaut
- Composants récents spécifiques aux applications «audio» de puissance et de qualité
- Luxueux coffret muni de larges dissipateurs
- Une seule mise au point simple (mesure de tension) par canal
- Pas de câblages externes des organes de commandes
- Pas de câblages externes des transistors de puissance

Schéma de principe

À propos des composants

Mélomane 400 et Orchestral 500 emploient le LME49810 de National Semiconductor, tandis que Orchestral 2200 met à contribution le LME49811, une version légèrement simplifiée du LME49810.

La gestion du courant de repos a été modifiée, la broche de mesure du courant de sortie et le circuit de crêtes sont supprimés.

Il en résulte un circuit physiquement identique à 15 broches, mais il est possible et recommandé d'en couper

six, afin d'améliorer le câblage sur le circuit imprimé. La figure 1 représente les deux circuits intégrés et les différences de brochages pour un même boîtier. Les performances ne s'en ressentent pratiquement pas ! Les transistors de puissance sont des modèles spécifiques pour les amplificateurs «haut de gamme» de très fortes puissances.

Il s'agit des MJL21195 et MJL21196 ($I_C = 16 A$, $V_{CE0} = 250 V$, $V_{CBO} = 400 V$, $P = 200 W$) ; il n'existe pas d'équivalences, hormis les petits frères MJL21193 et MJL21194.

Le LM1036N gère le préamplificateur et le correcteur. Il se caractérise par une commande des signaux «audio» au moyen d'une tension continue de référence. De cette manière, nous évitons les bruits et accrochages susceptibles de se produire avec les composants traditionnels.

La figure 2 montre la structure interne simplifiée de ce circuit.

Étude de l'alimentation

Nous avons souvent attiré votre attention sur le fait que la tension appliquée aux enceintes acoustiques provient directement de celle du secteur. Partant de cette constatation, vous comprenez que l'alimentation d'un amplificateur de qualité joue un rôle primordial et qu'il convient de soigner tout particulièrement sa conception. Le surdimensionnement des redresseurs, la taille des pistes cuivrées et le filtrage garantissent la fourniture instantanée du courant lors des appels effectués par l'amplificateur, surtout lors de la restitution des basses fréquences. La présence de l'incontournable filtre, avant le transformateur, assure une tension primaire aussi «propre» que possible.

La section supérieure du schéma représente le redressement et le filtrage, en bas nous voyons le circuit de démarrage en douceur (soft-start) (figure 3). Le filtre secteur inclut les fusibles et un interrupteur.

Le transformateur de type en «R» de 500 VA, très apprécié en «audio» pour ses qualités dynamiques, fournit deux tensions de 36 V à pleine charge. Son enroulement primaire n'est pas directement alimenté, le contact «travail»

du relais RE3 se ferme après une à deux secondes. Durant ce délai, le courant circule à travers la résistance R60, de très forte puissance et de faible valeur ($33 \Omega / 50 W$), ce qui permet une charge moins brutale des gros condensateurs électrochimiques de filtrage ($40\ 000 \mu F$ et $20\ 000 \mu F$ sur chaque amplificateur). Le condensateur C55 absorbe les éventuels parasites générés par les courants de «rupture» des contacts. L'alimentation du relais RE3 est obtenue à partir du condensateur C56, évitant ainsi l'emploi d'un second transformateur.

Il doit impérativement être de type X2 et supporter une tension alternative minimale de 250 V (400 V crête à crête).

Les résistances R61 et R62 déchargent C56 lors de la mise «hors tension». La résistance R63 temporise la charge du condensateur C57, après redressement par les diodes D12 à D15. Les diodes zénères D16 et D17 stabilisent la tension d'alimentation du relais à 24 V. D18 assure sa protection et la LED7, limitée en courant par la résistance R64, visualise l'activation du relais et, donc, la mise en «pleine puissance» du transformateur en court-circuitant R60.

Les ponts de redressement PR1 et PR2 sont munis de condensateurs d'antiparasitage CX connectés en parallèle sur chaque diode.

Le filtrage est confié aux condensateurs C48 et C49 de 100 nF au polypropylène et aux quatre électrochimiques de $10\ 000 \mu F$ (C50 à C53). Les fusibles F1 et F2, largement dimensionnés (10 A), assurent une protection contre les courts-circuits francs.

A ce stade, nous obtenons deux tensions symétriques d'environ 50 V, par rapport à la masse. Les LED5 et 6, limitées en courant par les résistances R57 et R58, jouent un double rôle : elles visualisent la présence des tensions et déchargent les condensateurs en cas de fonte des fusibles de l'amplificateur. Le coffret est relié directement à la terre du secteur, mais au potentiel de 0 V (masse), via la résistance R59 en parallèle avec le condensateur C54, afin d'éviter que les perturbations du secteur ne se répercutent dans l'amplificateur.

Étude du préamplificateur / correcteur

Le circuit intégré CI2 se charge de tout ! Il s'agit d'un LM1036N à très faible distorsion, sans bruit et à commandes par tension continue de référence. Celui-ci s'alimente sous une tension de 12 V, très propre et parfaitement stabilisée (figure 4).

Hors de question d'inclure un second transformateur perturbateur au sein de notre amplificateur.

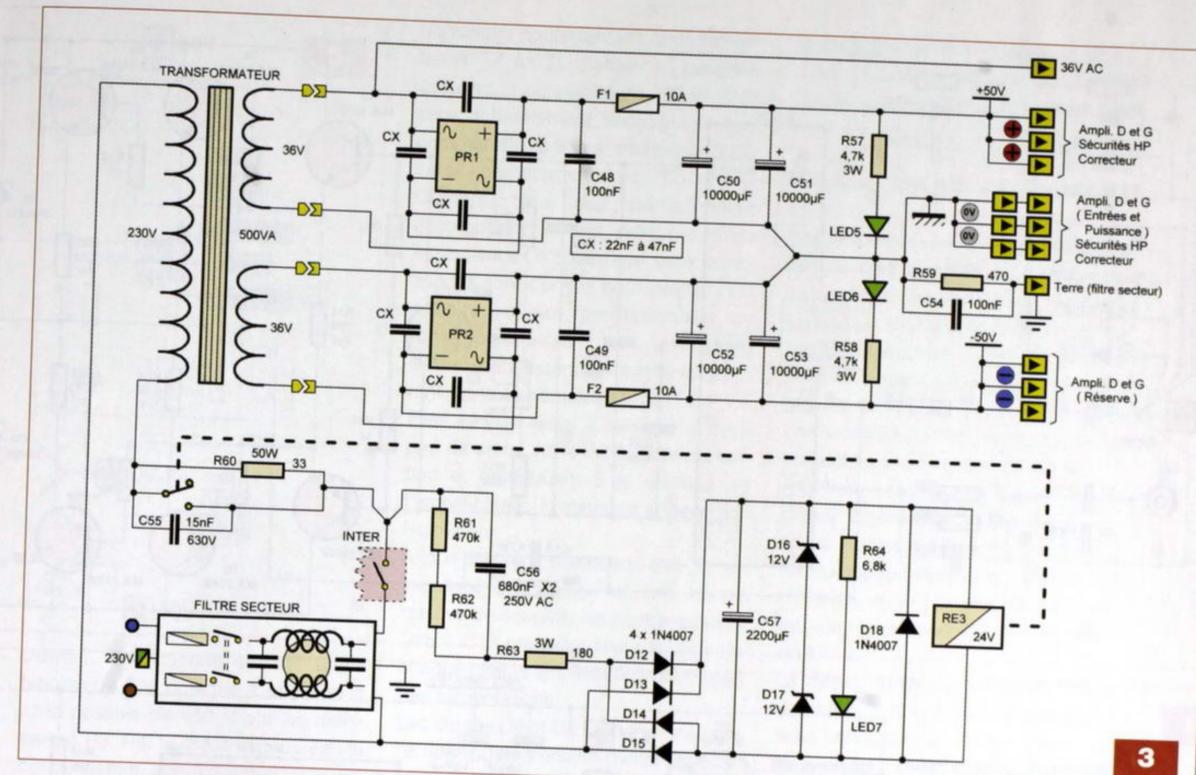
Le transistor Darlington de puissance T8 est monté en régulateur «série» sur la ligne d'alimentation de +50 V. Sa base est polarisée par une tension de 13,3 V, filtrée par le condensateur C19 et issue des diodes zénères D6, D7 et de la résistance R27. Il en résulte une tension de 12 V, filtrée par le condensateur C20 et découplée au plus près de CI2 par C21 et C22.

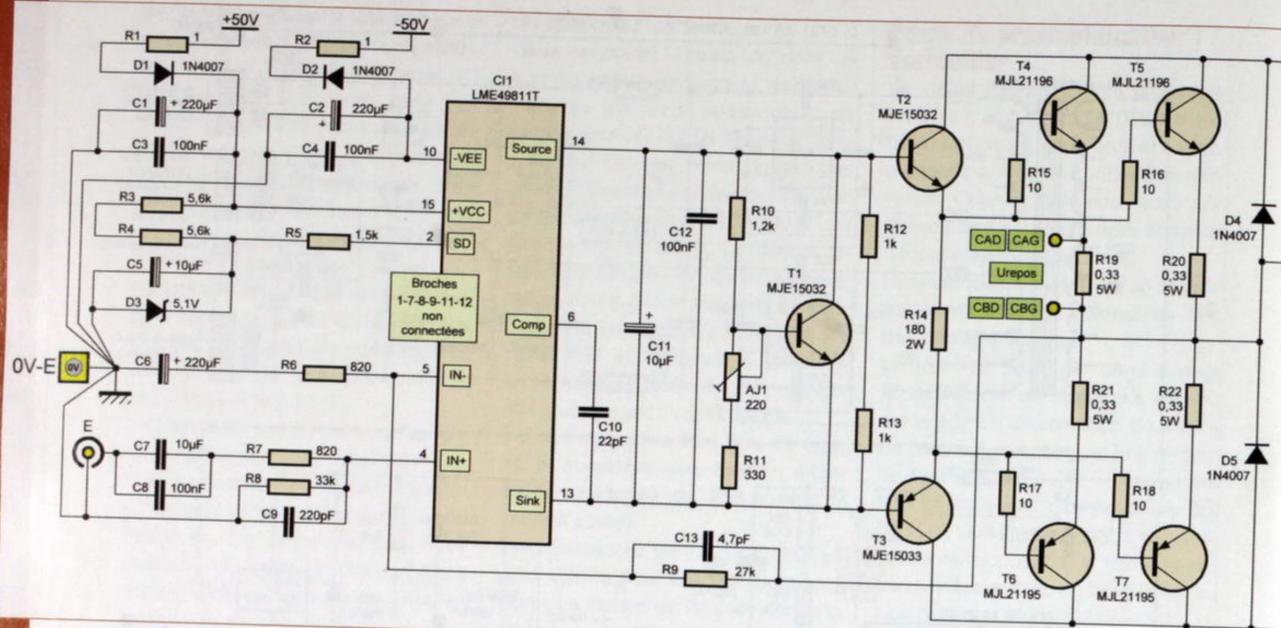
La LED2, limitée en courant par R28, visualise celle-ci. Cette tension sert également à alimenter les LED2 et LED3 intégrées dans les interrupteurs de mise sous tension et du filtre de présence (Loudness), en face avant. Les signaux d'entrées, «droit» et «gauche», parviennent au LM1036N via les condensateurs de liaisons C23 et C24. C25 et C26 évitent les oscillations perturbatrices. En sortie, ils parviennent aux amplificateurs via les résistances R33 et R34.

Le traitement interne est assez complexe, comme le montre la figure 2. Les utilisateurs que nous sommes doivent, simplement, câbler quelques condensateurs et les organes de commandes (potentiomètres et commutateur).

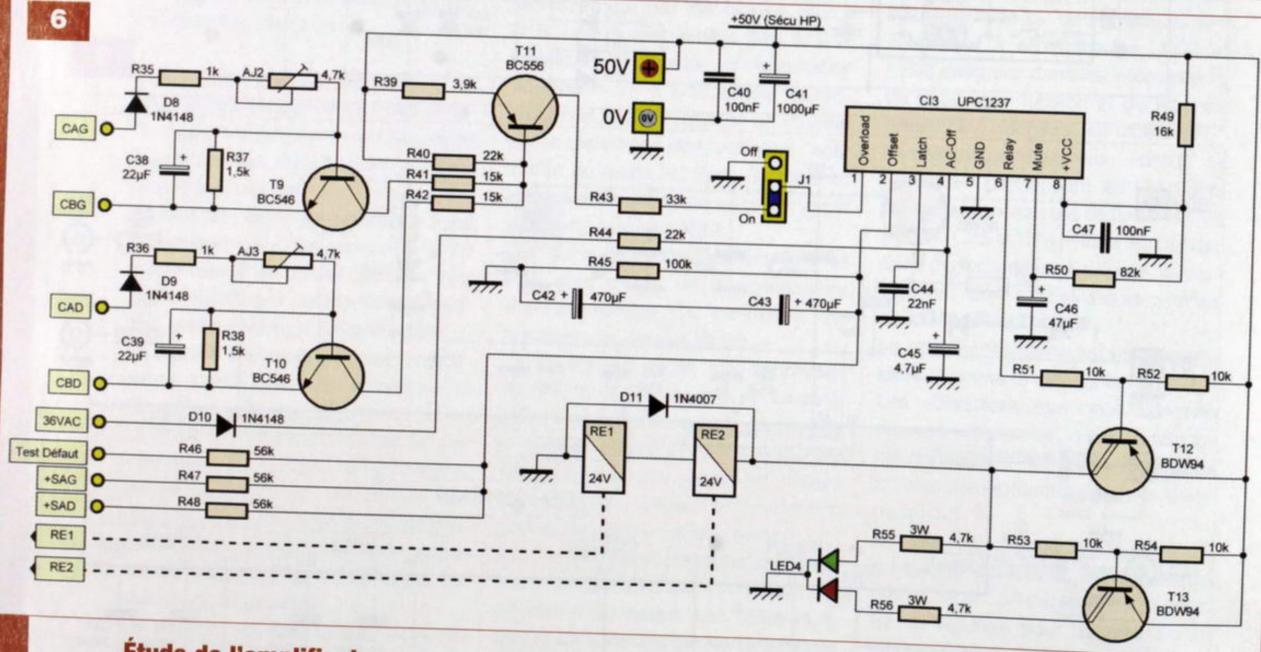
Le rôle de chaque composant se comprend aisément : les condensateurs C34 et C35 déterminent la courbe de réponse pour les fréquences aiguës, C36 et C37 se chargent des graves. La tension de référence permet d'agir sur toutes les corrections, en prélevant une partie de celle-ci au moyen des potentiomètres P1 à P4 et du commutateur de filtre S1, via les résistances R29 à R32.

Les condensateurs C30 à C33 découplent les tensions de chaque réglage. Les condensateurs C27 à C29 découplent et «bypassent» des tensions internes.





6



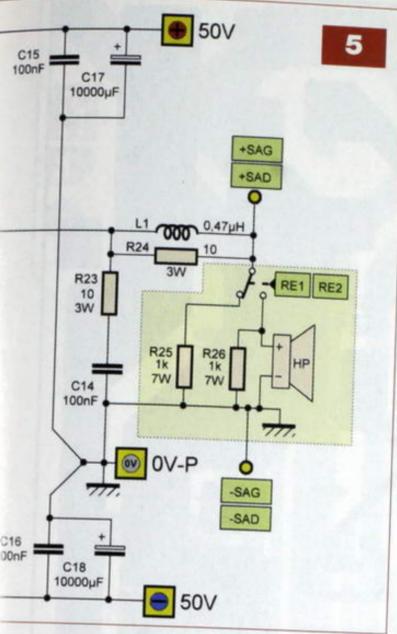
Étude de l'amplificateur

Les schémas des amplificateurs «gauche» et «droit» sont parfaitement identiques (figure 5). De ce fait, l'étude qui suit porte sur un seul canal. Il suffit de doubler la nomenclature des composants pour obtenir les deux canaux. Les abréviations représentant les signaux se terminent par (G) pour le canal «gauche» et par (D) pour le canal «droit», mais vous l'aviez certainement

remarqué ! Le signal d'entrée transite par les condensateurs C7 et C8 reliés en parallèle. Associés à la résistance R7, ils constituent un premier filtre passe-haut d'une atténuation de -3 dB. Le second filtre est composé de la résistance R6 et du condensateur C6. Le gain en tension, théorique, de l'amplificateur, s'élève à 33. Il est déterminé par les résistances R6 et R9, selon le rapport R9/R6. Dans la pratique, nos

mesures nous donnent plutôt une valeur proche de 37. Le condensateur C13, de très faible valeur, évite les phénomènes d'auto-oscillation, alors que C9 assure une immunité aux fréquences parasites HF. La résistance R8 fixe l'impédance de l'entrée «non-inverseuse» du LME49811. Le circuit intégré C11 intègre un circuit de «mode de fonctionnement», accessible par sa broche 2 (SD pour «Shut

Down»). Il fonctionne à partir d'une tension de 5 V, obtenue à partir de la ligne positive de +50 V, via les résistances R3, R4, la diode zéner D3 et le condensateur C5. La résistance R5 limite le courant de cette fonction. Les alimentations propres au circuit LME49811 sont issues des tensions symétriques de puissance, via les résistances R1, R2 et les diodes D1, D2 chargées de le protéger. Le filtrage est confié aux condensateurs C1 à C4. La qualité du circuit et son taux de réjection sont tels, que celui-ci ne nécessite aucune alimentation séparée, ce découplage suffit.



5

La résistance ajustable AJ1, encadrée par R10 et R11, règle le courant de repos des deux étages de sortie. Elle polarise le transistor T1, fixé sur le même dissipateur que les quatre transistors de puissance, afin d'éviter une dérive thermique.

Au montage, il convient de pré-positionner AJ1 avant de la souder, sur une valeur centrale (environ 110 Ω). Les condensateurs C11 et C12 filtrent la tension de polarisation. Le condensateur C10 joue un rôle essentiel sur le temps de montée (slew rate). C'est un composant important, délicat à choisir et à placer au plus près des broches 6 et 13 de C11. Deux étages de sortie, parfaitement symétriques, de type «push-pull», à

transistors haute tension complémentaires (T4 à T7), montés en parallèle, assurent la puissance de 175 W RMS sans échauffement excessif. Ils sont commandés par les transistors «drivers» complémentaires T2 et T3. Compte tenu des performances escomptées, il faut proscrire toute équivalence ; d'autant que ceux sélectionnés sont conçus pour des amplificateurs «audio» professionnels de fortes puissances ! Les résistances R19 à R22 limitent l'intensité du courant dans les émetteurs de T4 à T7. Elles servent aussi à mesurer le courant de crête, via le module de protection et contribuent à la stabilité de l'amplificateur. N'abaissez surtout pas leur valeur.

Afin d'assurer un meilleur filtrage, un excellent découplage et une bonne réserve de courant, les condensateurs C15 à C18 prennent place en tête de chaque platine amplificatrice au niveau des alimentations.

Les diodes D4 et D5 assurent une protection supplémentaire contre les courants inverses. Le filtre de Boucherot, constitué de la résistance R23 et du condensateur C14, réduit l'élévation de l'impédance du haut-parleur dans les hautes fréquences.

La self L1, bobinée sur la résistance R24, joue un rôle «protecteur» contre les perturbations induites par une charge fortement capacitive.

Les résistances R25 et R26 (1 kΩ - 7 W) constituent une charge, quel que soit l'état des contacts des relais RE1 et RE2 de protection des enceintes. Ces derniers composants font partie du module de protection des enceintes acoustiques, étudié ci-dessous.

Étude du circuit de protection des haut-parleurs

Le circuit intégré spécifique IC3, très fiable et efficace, assure toutes les protections en sortie de l'amplificateur. Il s'agit d'un μPC1237 ou UPC1237 employé à plusieurs reprises dans nos articles (pourquoi changer un circuit qui fonctionne parfaitement ?).

Il se charge de toutes les fonctions indispensables pour protéger nos précieuses enceintes acoustiques. Son alimentation est issue de la ligne +50 V (figure 6). La mise à niveau et le

découplage de la tension sont effectués par la résistance R49 et le condensateur C47. La résistance R50 et le condensateur C46 fixent le délai de mise sous tension des enceintes, via les relais RE1 et RE2 reliés en série et commandés par le transistor T12. Les résistances R51 et R52 polarisent convenablement celui-ci. La diode D11 protège T12 des courants de «rupture». La LED4, montée en face avant de l'amplificateur, est un modèle bicolore (vert et rouge). Lorsque les relais sont activés, la led verte, limitée en courant par la résistance R55 et raccordée en parallèle avec les relais, s'allume.

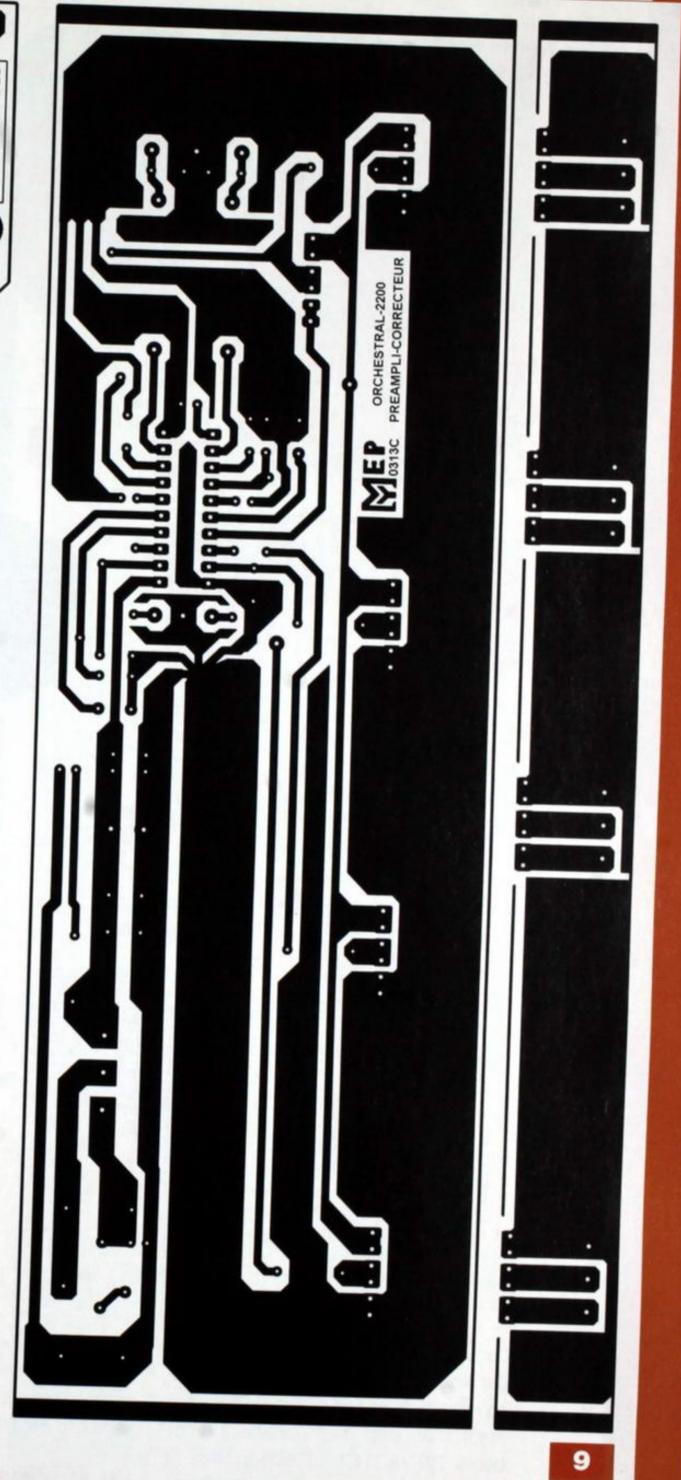
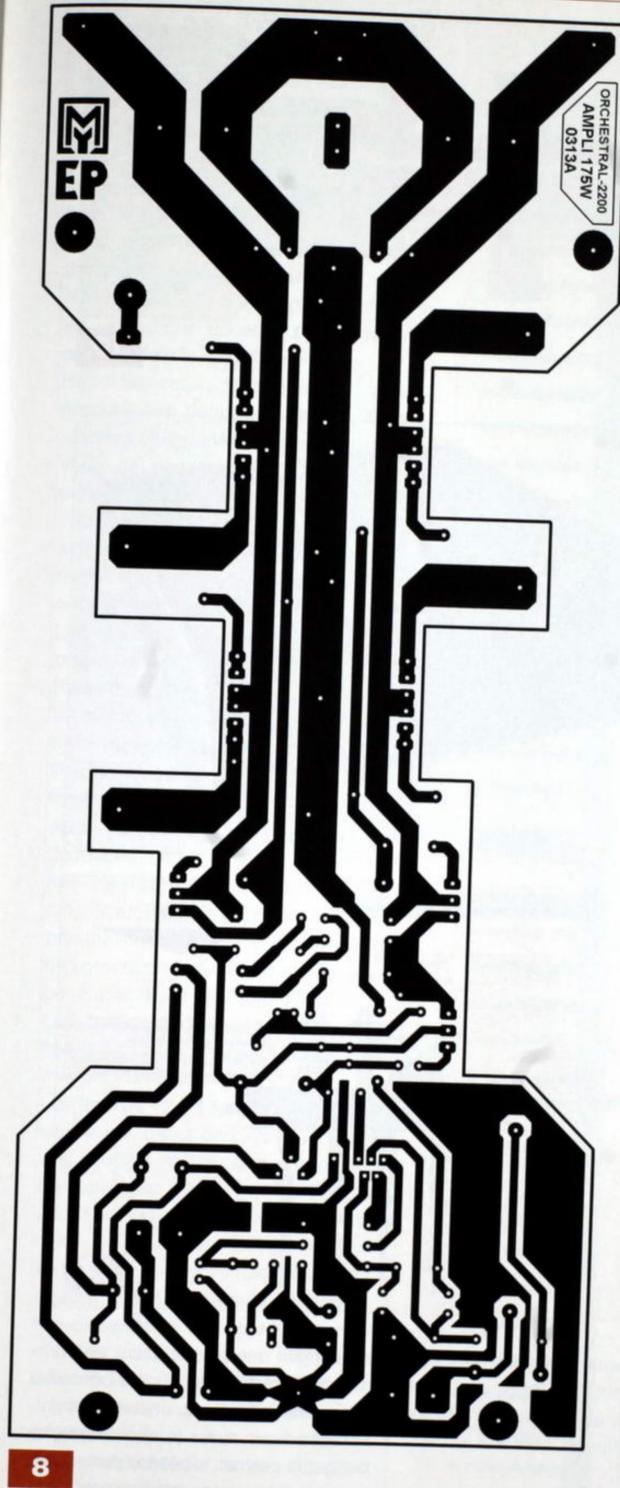
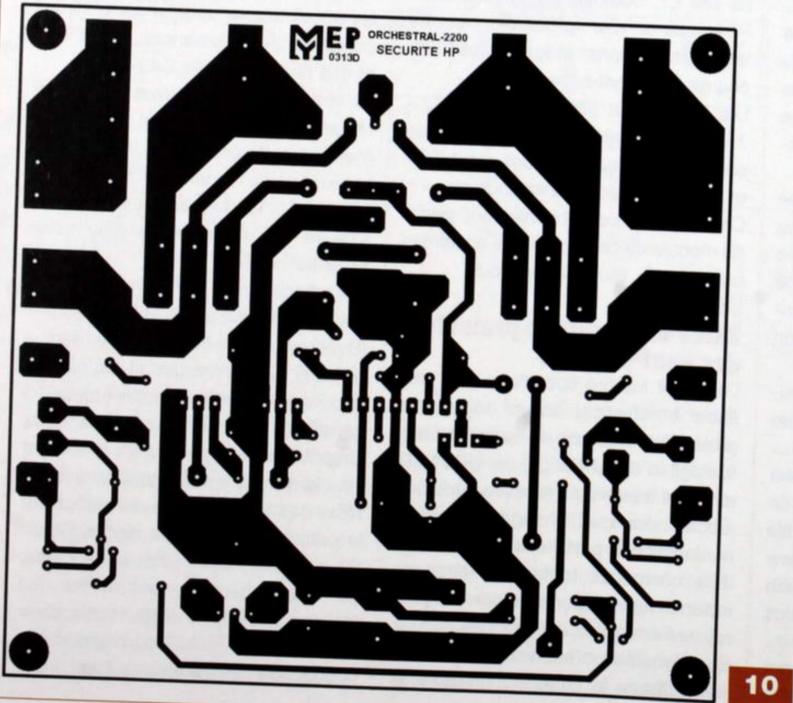
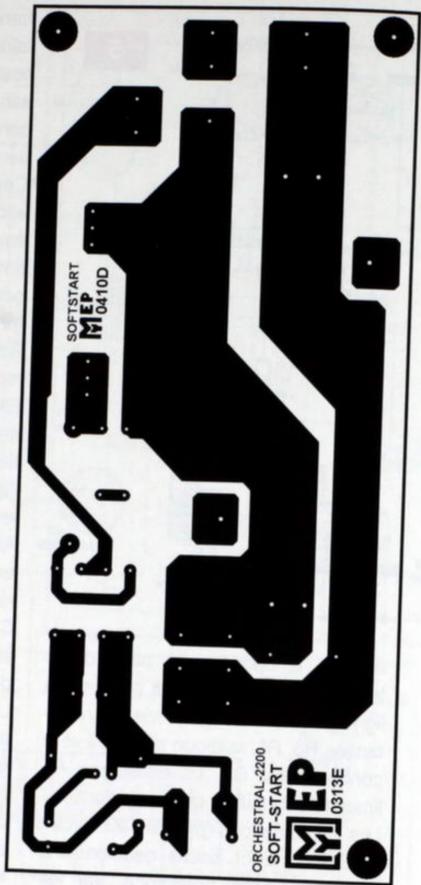
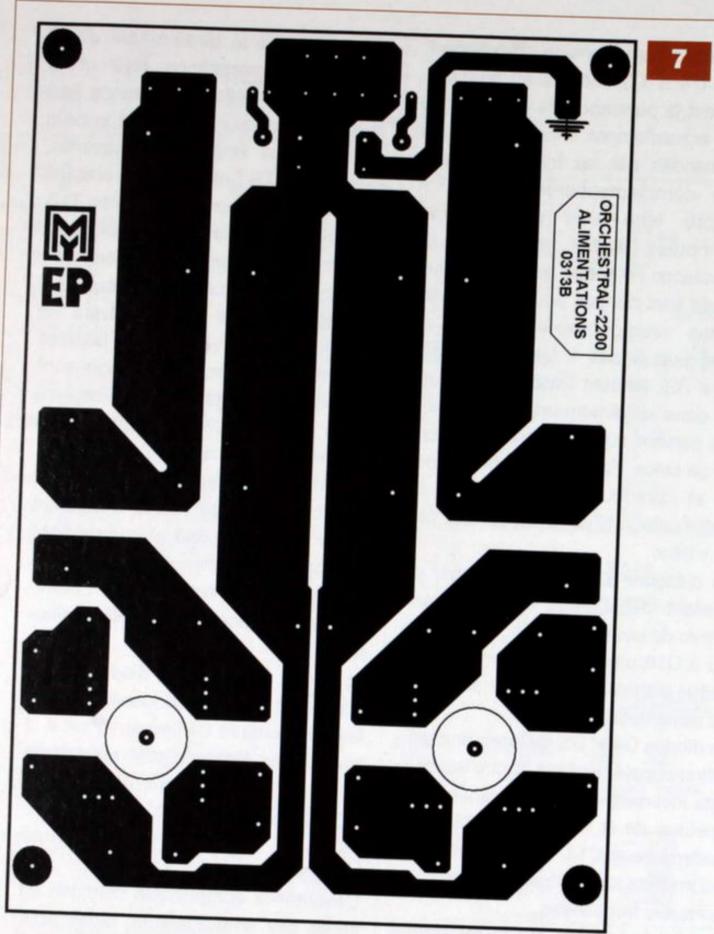
A la mise sous tension, ou en cas de défaut, la led rouge, limitée en courant par la résistance R56 et commandée en «logique inverse» par rapport à la led verte, via le transistor T13, s'allume. Les résistances R53 et R54 polarisent T13.

Le circuit formé par la diode D10, la résistance R44 et le condensateur C45 teste la coupure de l'alimentation à la source, sur l'enroulement secondaire 36 V du transformateur, afin de faire retomber les relais RE1 et RE2 instantanément, avant le dernier soupir sonore.

L'éventuelle composante continue en sortie des amplificateurs, fatale pour les enceintes, se détecte par le circuit composé des résistances R45 à R48 et des condensateurs C42 et C43.

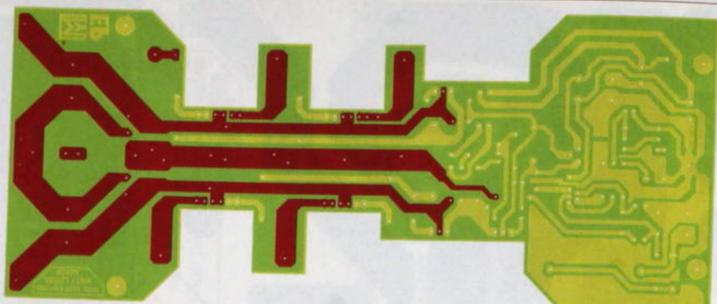
La résistance R46 permet d'effectuer un test pour vérifier le bon fonctionnement de cette protection. Il suffit de la raccorder de manière fugitive à la borne +50 V, mais le déclenchement s'opère dès la présence d'un faible potentiel continu.

Par rapport aux utilisations précédentes du circuit μPC1237, la broche 1 (Overload) est sollicitée. Elle sert à détecter les surcharges et les courts-circuits en sortie de l'amplificateur. Le cavalier J1 sélectionne ce choix. Deux circuits identiques mesurent le courant circulant dans les résistances d'émetteurs des transistors de puissance sur la polarité positive. Les diodes D8 ou D9 redressent cette tension. Le niveau de déclenchement, assuré par les résistances R35 à R38 et les deux ajustables AJ2 et AJ3, correspond à la conduction des transistors T9 et T10.

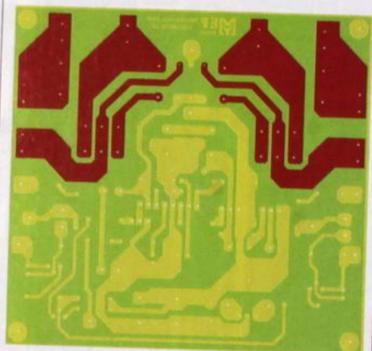




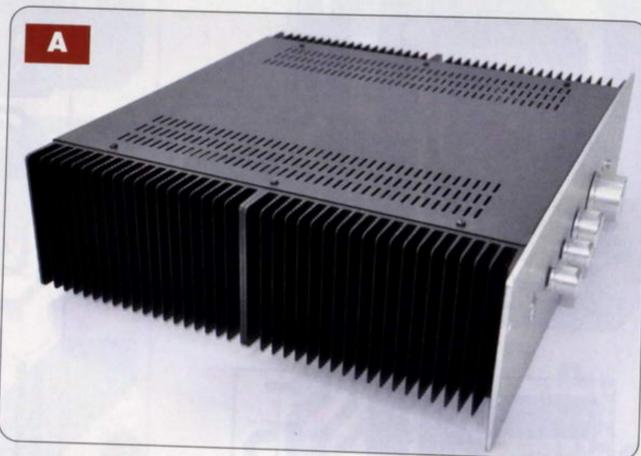
12



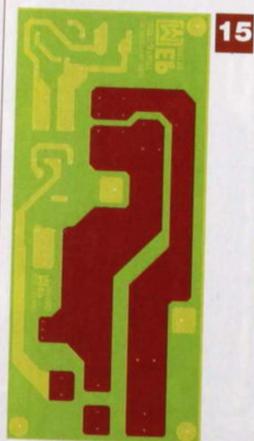
13



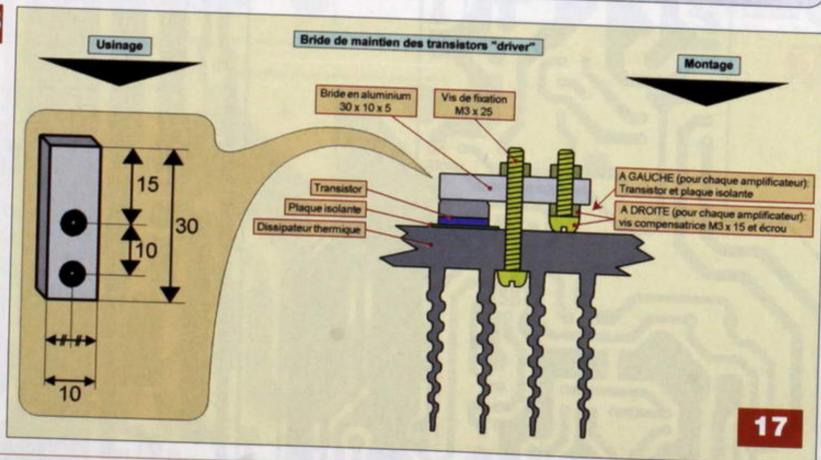
14



A



15



17

Le transistor T11, polarisé au repos par les résistances R39 et R40, entre en conduction lors d'un déclenchement d'un des deux circuits précédents (T9 ou T10) et active ainsi la broche 1 de CI3, entraînant la retombée instantanée des relais RE1 et RE2. En cas de défaut, il n'existe qu'un seul moyen de réarmer le circuit, il faut mettre l'amplificateur «hors ten-

sion» et le remettre «sous tension» après une minute, ou plus, non sans avoir examiné, auparavant, d'où provenait la défaillance, bien sûr !

La réalisation

Malgré l'importance de la liste du matériel et des composants, nous vous recommandons de vous procurer

l'intégralité des pièces avant de commencer la réalisation, afin de connaître avec précision leur encombrement. Lorsque vous aurez le choix, si votre budget le permet, n'hésitez pas, optez toujours pour des composants de qualité supérieure, vous en serez récompensés lors de l'écoute. Ne modifiez jamais le tracé d'une piste d'un circuit imprimé, celui-ci a

été conçu pour donner un résultat irréprochable.

Respectez le câblage des masses en étoile, en évitant toute boucle.

Vous avez entrepris cette réalisation et nous vous en félicitons, mais nous considérons que vous possédez de bonnes bases en électronique et que vous avez une certaine expérience dans le domaine du câblage.

Nous passerons donc rapidement sur les opérations usuelles pour privilégier les détails spécifiques.

Reportez-vous fréquemment aux nombreuses figures et photos, bien souvent plus parlantes que les textes. Vous ne devriez pas rencontrer de problèmes pour graver les six circuits imprimés (alimentation de puissance, amplificateurs, préamplificateur correcteur, platine de sécurité des enceintes et enfin, «Soft-Start»). Les dessins des cinq typons sont proposés aux figures 7 à 11.

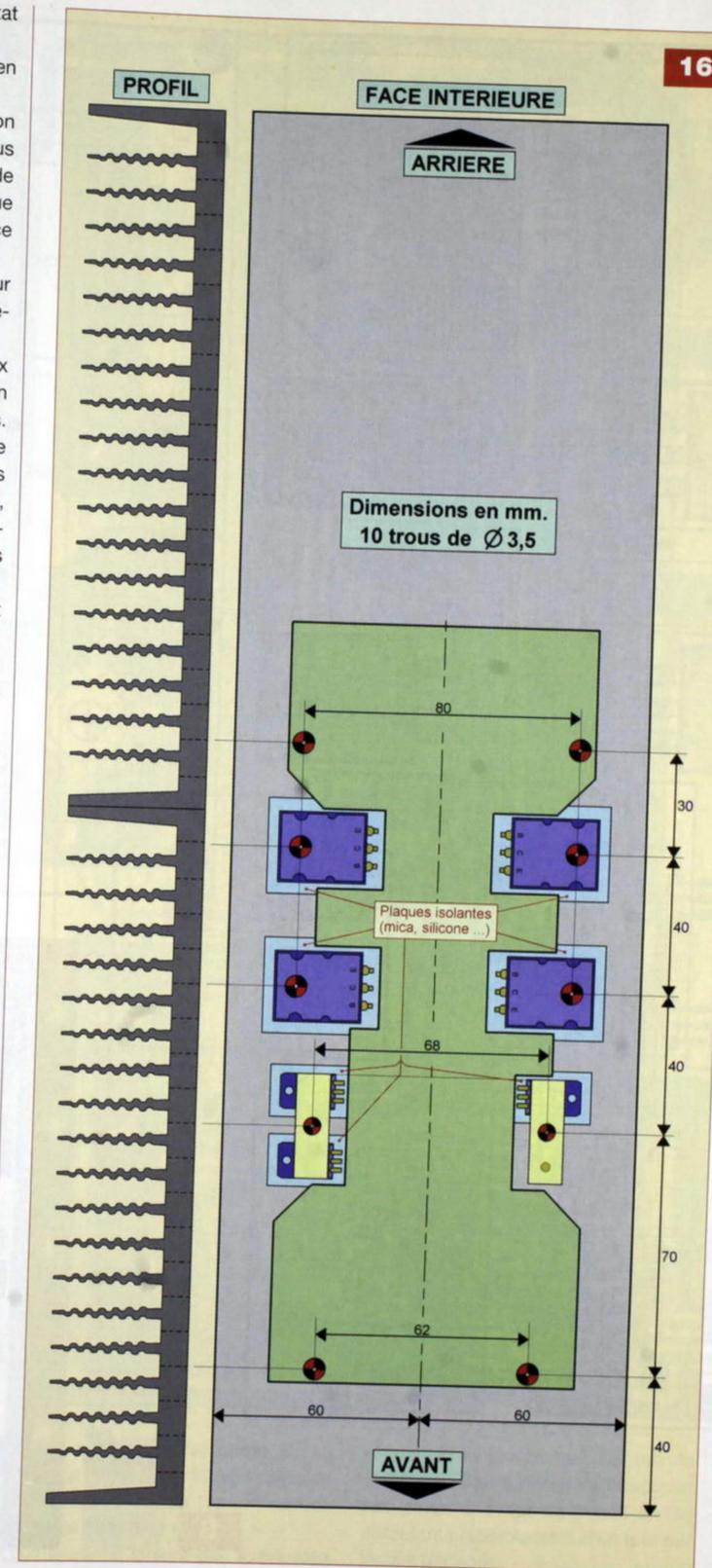
Reproduisez-les impérativement selon la méthode photographique afin de bien respecter les tracés.

Percez toutes les pastilles avec un foret de Ø 0,8 mm et alésez ensuite selon la nécessité. Effectuez les découpes nécessaires au placement des transistors, sur les platines des amplificateurs et séparez la plaque du préamplificateur / correcteur de celle des potentiomètres. Ébavurez-les pour bénéficier d'une meilleure finition.

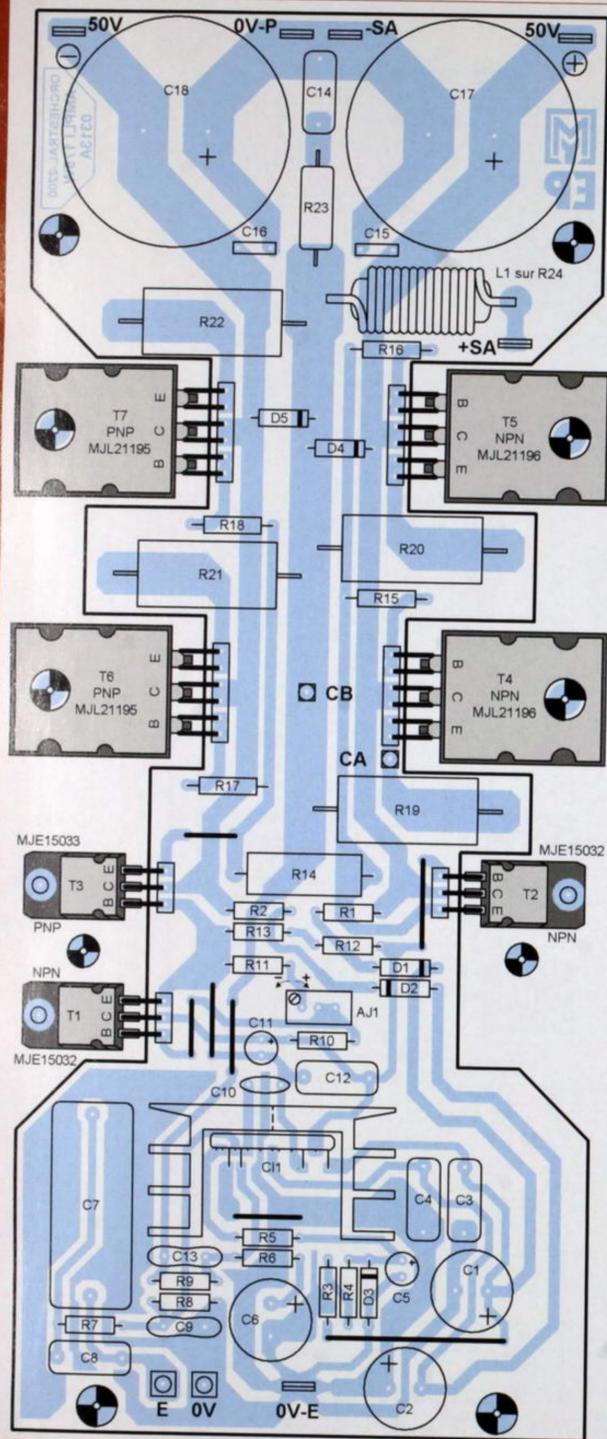
Les fortes intensités circulant dans certaines pistes imposent de les étamer pour améliorer la conduction.

Les figures 12 à 15 montrent, en couleur rouge, celles concernées. Ce travail, quelque peu fastidieux, permettra de bénéficier d'une meilleure dynamique sonore en «aidant» le cheminement du courant au niveau des soudages des condensateurs électrochimiques et des broches de puissance. Les dissipateurs thermiques «gauche» et «droit» se composent chacun de deux moitiés maintenues par les cornières supérieures et inférieures (photo A).

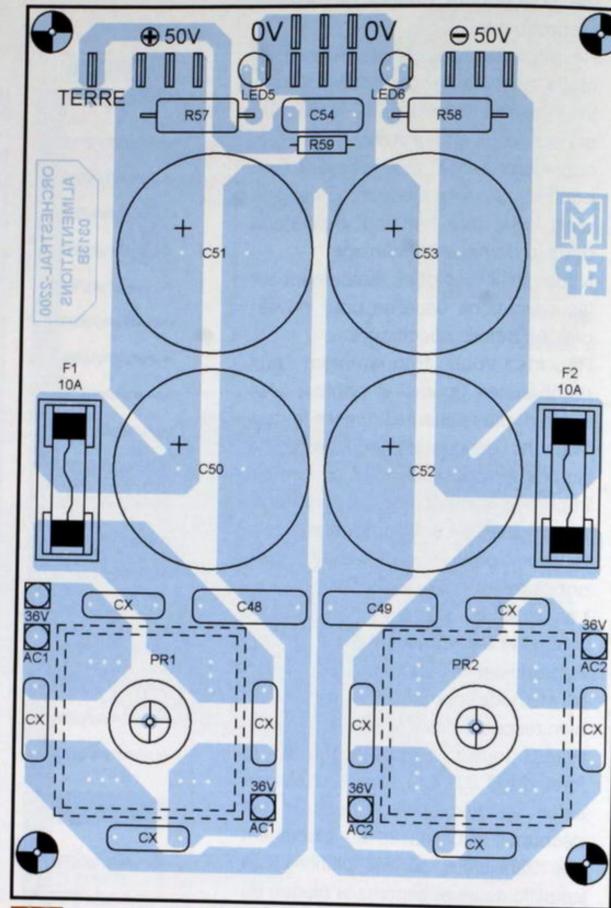
Assemblez-les pour obtenir les deux dissipateurs latéraux et percez-les suivant le gabarit donné à la figure 16. Confectionnez ensuite les quatre brides de maintien des transistors «drivers» selon le plan de la figure 17.



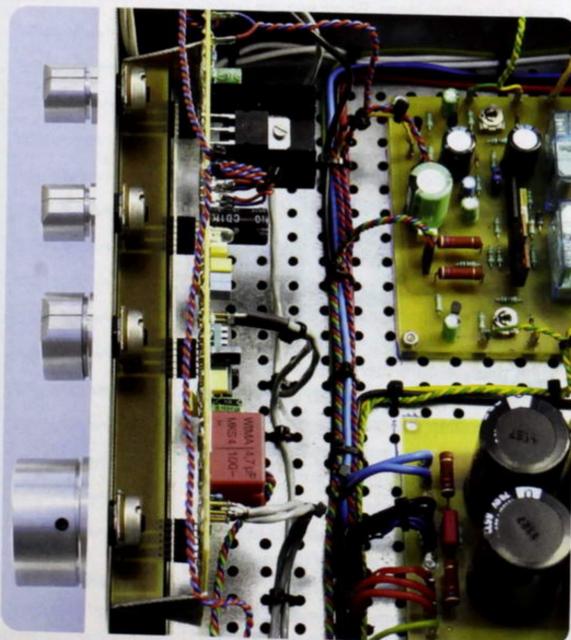
16



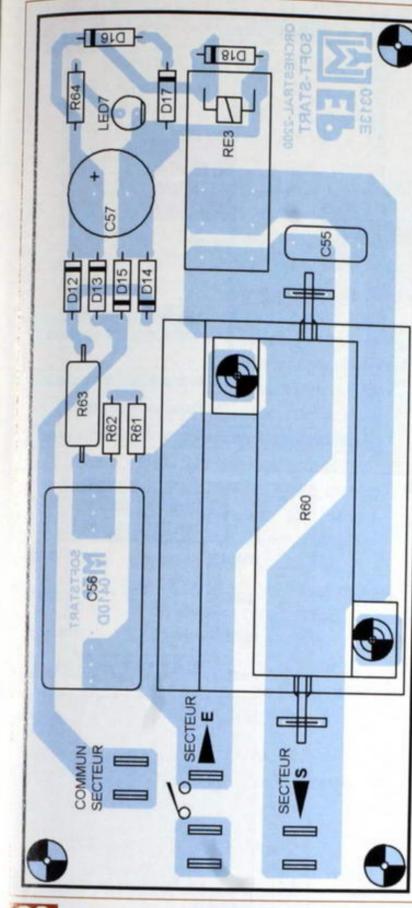
19



18



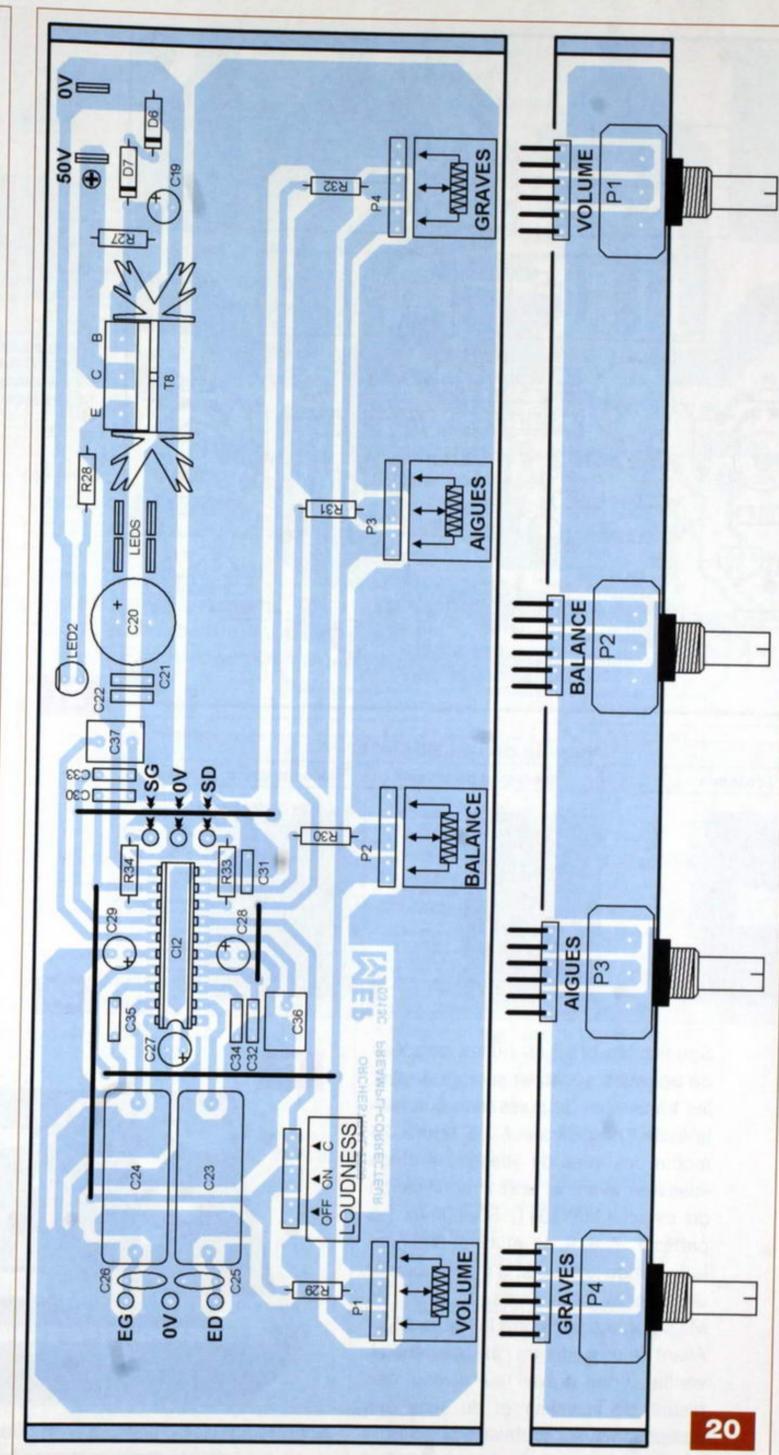
B



22

Après ces travaux de préparation, soudez les composants, circuit par circuit, en respectant scrupuleusement les implantations des figures 18 à 22 en commençant par les ponts de liaisons (straps). Préréglez les résistances ajustables AJ1 et AJ2 à la valeur centrale (100 à 110 Ω) à l'aide d'un ohmmètre, avant de les souder. Les connecteurs, entre la platine du correcteur et celle de ses potentiomètres, sont constitués de barrettes sécables mâles (potentiomètres) et femelles (correcteur) soudées sur la face des pistes cuivrées. Les deux circuits sont embrochés et maintenus par des petites plaques de circuit imprimé soudées aux extrémités tel que le représentent la figure 23 et la photo B.

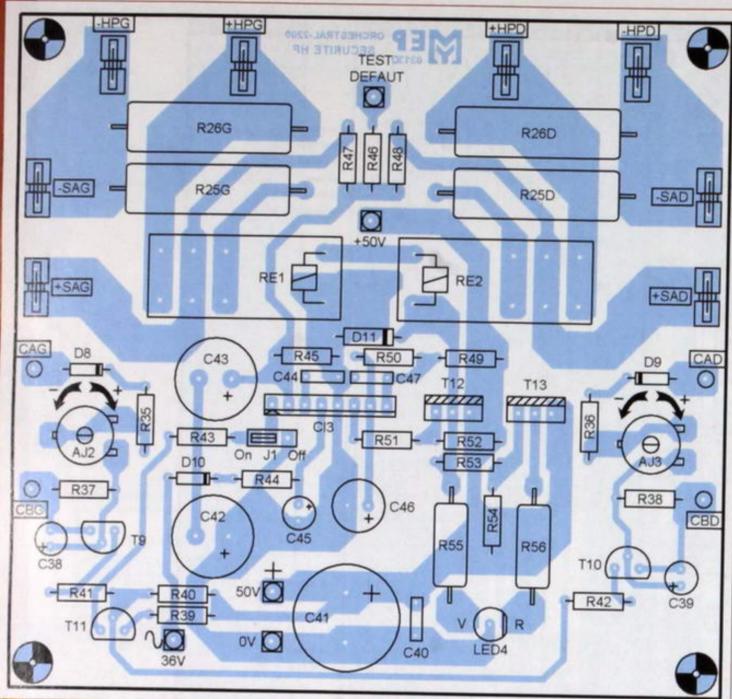
Par définition, toutes les résistances de puissance peuvent chauffer. Il est donc préférable de les souder en respectant un espace de 5 mm par rap-



20

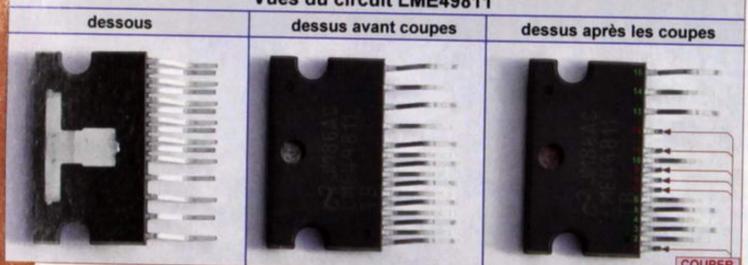
port au circuit imprimé (photo C). La self L1 se bobine avec 22 à 23 spires de fil émaillé de diamètre 1,2 mm sur une queue de foret de 8 mm. Ôtez le vernis isolant des extrémités

et mettez-la en forme. Centrez la résistance R24 à l'intérieur et soudez ses pattes à celles de la self en les enroulant préalablement d'un tour sur les fils découpés.



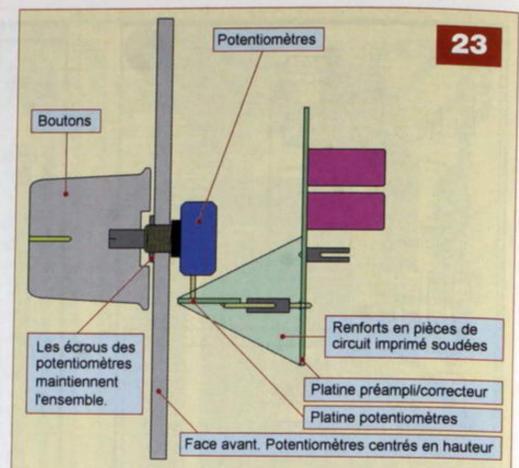
21

Vues du circuit LME49811

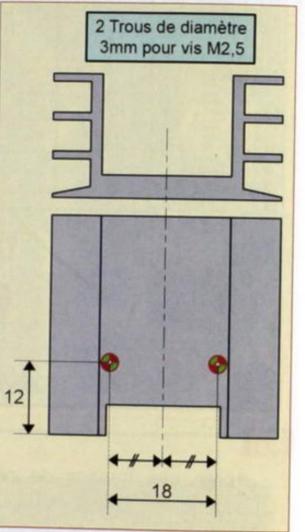


24

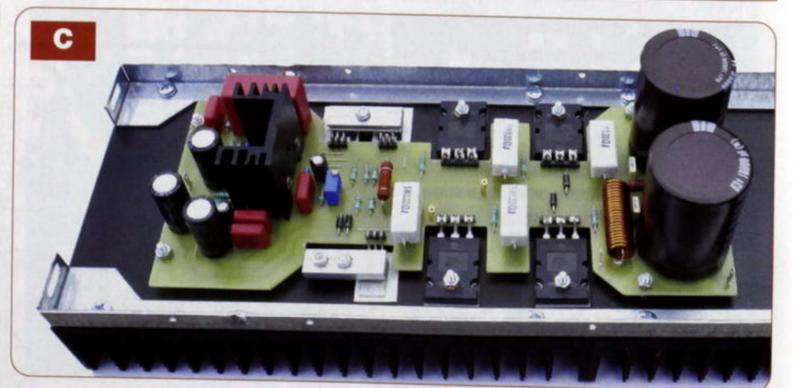
25



23



21



Il convient d'isoler, électriquement, les transistors de puissance avant de les visser contre les dissipateurs. Utilisez des plaques de silicone ou de mica enduites de graisse thermoconductrice. Cette précaution suffit pour tous les transistors, car T1 à T3 ne sont pas vissés, mais maintenus serrés par les brides précédemment confectionnées. La figure 16 et la photo C montrent les détails de fixation de ces composants. Assurez-vous du bon isolement électrique entre les boîtiers des

Soudez les broches mâles coudées de barrettes sécables servant à relier les transistors de puissance à la platine de l'amplificateur. La figure 24 montre les vues de «dessous» et de «dessus» avant et après modification du circuit LME49811. Supprimez les pattes 1, 7, 8, 9, 11 et 12 et équipez-le, avant de le souder, d'un dissipateur de type ML33 à l'aide de deux vis M2,5 comme le montre la figure 25. Avant de procéder au câblage général, vérifiez votre travail au niveau des pistes, de la valeur et du sens des composants, sur toutes les platines. Compte tenu des puissances mises en œuvre, les erreurs peuvent avoir des conséquences désastreuses et même présenter un danger d'explosion en cas d'inversion d'un gros condensateur électrochimique.

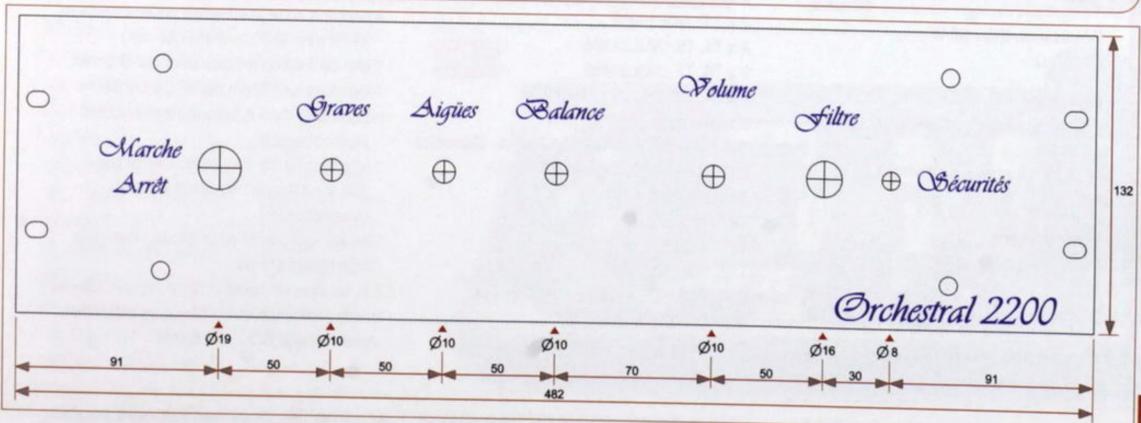
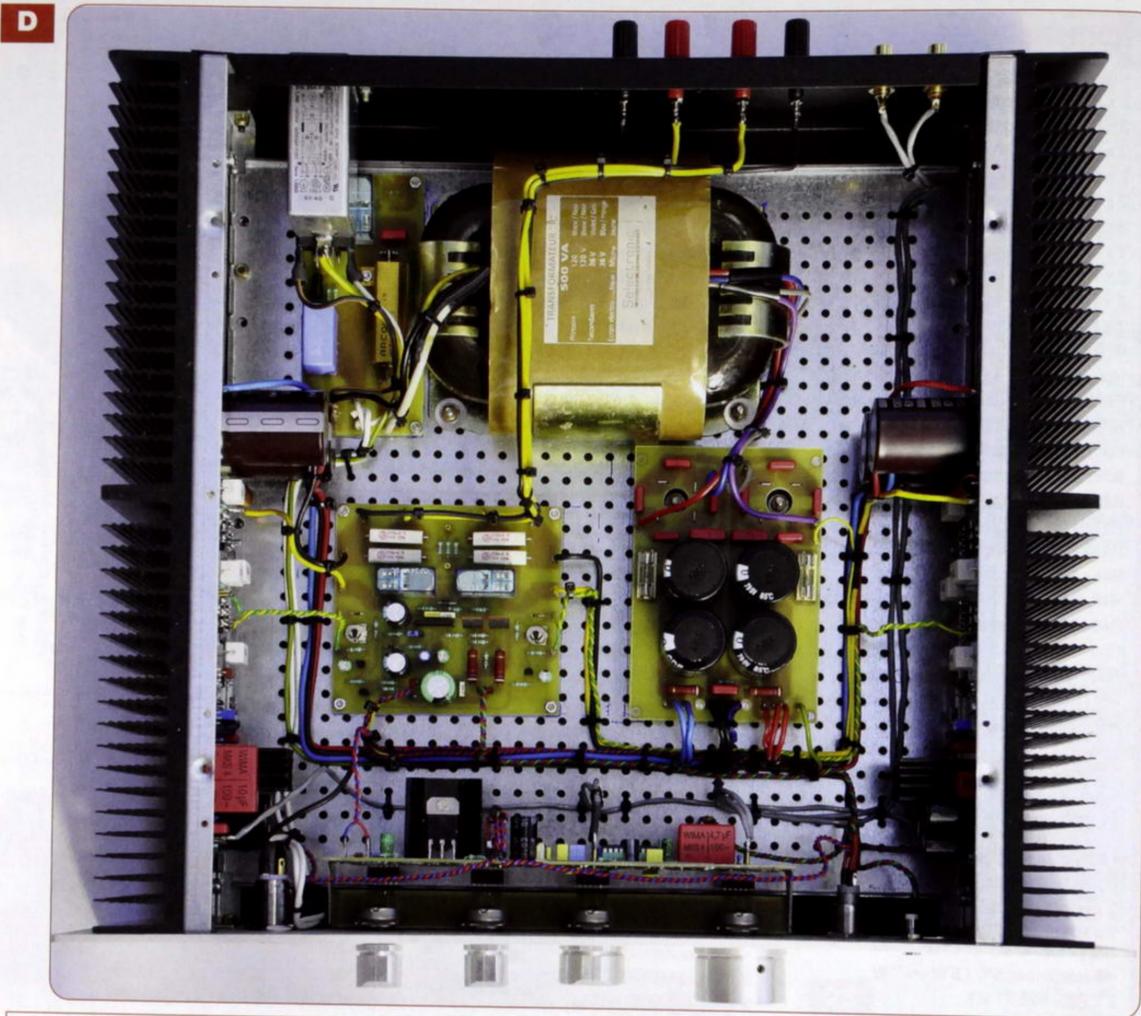
Nomenclature

- **Résistances 5% (ou mieux 1%) 1/2 W**
 2 x R1, R2 : 1 Ω (marron, noir, or)
 2 x R3, R4 : 5,6 kΩ (vert, bleu, rouge)
 2 x R5 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
 2 x R6, R7 : 820 Ω (gris, rouge, marron)
 2 x R8 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 2 x R9 : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
 2 x R10 : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
 2 x R11 : 330 Ω (orange, orange, marron)
 2 x R12, R13 : 1 kΩ (marron, noir, noir)
 2 x R15 à R18 : 10 Ω (marron, noir, noir)
 R27, R51 à R54 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R28, R35, R36 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R29 à R32 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R33, R34 : 100 Ω (marron, noir, marron)
 R37, R38 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
 R39 : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)
 R40, R44 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
 R41, R42 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
 R43 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R45 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R46, R47, R48 : 56 kΩ (vert, bleu, orange)
 R49 : 16 kΩ (marron, bleu, orange)
 R50 : 82 kΩ (gris, rouge, orange)
 R59 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R61, R62 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
 R64 : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)
- **Résistances 5% / 5 W**
 2 x R19 à R22 : 0,33 Ω (non bobinée de préférence)
- **Résistances 5% / 3 W**
 R55 à R58 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 2 x R14, R63 : 180 Ω (marron, gris, marron)
 2 x R23, R24 : 10 Ω (marron, noir, noir)
- **Résistances 5% / 5 W ou 7 W**
 2 x R25, R26 : 1 kΩ
- **Résistance 5% / 50 W**
 R60 : 33 Ω
- **Ajustables**
 2 x AJ1 : ajustable vertical multitours de 220 Ω
 AJ2, AJ3 : ajustable horizontal 1 tour de 4,7 kΩ
- **Potentiomètre**
 P1 à P4 : 47 kΩ linéaire
- **Selfs**
 2 x L1 : fil émaillé de diamètre 1,2 mm (voir texte pour les détails)
- **Condensateurs**
 Les électrochimiques sont à sorties radiales
 CX : 8 x 22 nF à 47 nF (Wima MKP)
 2 x C1, C2, C6 : 220 μF / 63 V
 2 x C3, C4, C8, C12, C14 : 100 nF (Wima MKP)
 2 x C5, C11 : 10 μF / 63 V
 2 x C7 : 10 μF (Wima MKP)
 2 x C9 : 220 pF (Murata ou mica argenté)
 2 x C10 : 22 pF (Murata ou mica argenté)
 2 x C13 : 4,7 pF (Murata ou mica argenté)
 2 x C15, C16 : 100 nF / 63 V (Mylar)
 2 x C17, C18 : 10 000 μF / 63 V (SNAP-IN)
 C19, C38, C39 : 22 μF / 63 V
 C20 : 1 000 μF / 35 V
 C21, C40, C47 : 100 nF / 63 V (Mylar)
 C22, C34, C35 : 10 nF / 63 V (Mylar)
 C23, C24 : 4,7 μF (Wima MKP)
 C25, C26 : 220 pF (Murata ou mica argenté)
 C27, C46 : 47 μF / 63 V
 C28, C29 : 10 μF / 63 V
 C30 à C33 : 220 nF / 63 V (Mylar)
 C36, C37 : 390 nF / 63 V ou à défaut : 330 nF + 56 nF soudés en parallèle (Mylar)
 C41 : 1 000 μF / 63 V
 C42, C43 : 470 μF / 63 V
 C44 : 22 nF / 63 V (Mylar)
 C45 : 4,7 μF / 63 V
 C48, C49, C54 : 100 nF (Wima MKP)
 C50 à C53 : 10 000 μF / 63 V (SNAP-IN)
 C55 : 15 nF / 630 V (Wima MKP ou MKS)
 C56 : 680 nF / 250 V - AC type X2 (MKT-P 330/4 Philips par exemple)
 C57 : 2 200 μF / 35 V
- **Semi-conducteurs**
 2 x C11 : LME49811T (St Quentin Radio)
 2 x T1, T2 : MJE15032
 2 x T3 : MJE15033
 2 x T4, T5 : MJL21196
 2 x T6, T7 : MJL21195
 2 x D1, D2, D4, D5 : 1N4007
 2 x D3 : zéner 5,1 V / 1,3 W
 C12 : LM1036N (St Quentin Radio - Gotronic)
 C13 : UPC1237 (St Quentin Radio)
 T8 : BDW83C ou D
 T9, T10 : BC546
 T11 : BC556
 T12, T13 : BDW94
 PR1, PR2 : 25 A pour circuit imprimé (KBPC2502 par exemple)
 D6 : zéner 5,1 V / 1,3 W
 D7 : zéner 8,2 V / 1,3 W
 D8, D9, D10 : 1N4148
 D11 à D15, D18 : 1N4007
 D16, D17 : zéner 12 V / 1,3 W
 LED1, LED3 : voyant bleu 12 V intégré aux interrupteurs
 LED2, LED5, LED6, LED7 : Ø 5 mm verte
 LED4 : Ø 5 mm bicolor (verte et rouge) 3 pattes
- **Divers**
 RE1, RE2, RE3 : relais Finder 40.52 avec bobine en 24 V DC
 1 transformateur en «R» de 2 x 36 V / 500 VA (voir texte)
 1 filtre secteur Schaffner FN 394-6-05-11 (Prise, inter, fusible et filtre)
 1 dissipateur thermique de type «ML73»
 2 dissipateurs thermiques de type «ML33» larges
 1 support de circuit intégré à 20 broches
 8 isolants (silicone ou mica) et graisse pour boîtier TO264
 6 isolants (silicone ou mica) et graisse pour boîtier TO220
 2 embases RCA dorées pour châssis
 4 prises bananes Ø 4 mm (pour enceintes : 2 rouges et 2 noires)
 2 porte-fusibles pour circuit imprimé, pour fusibles en verre de 5 x 20
 2 fusibles de 10 A en verre de 5 x 20
 Barrettes sécables «SIL» mâles et femelles, droites et coudées
 1 coffret «Hifi 2000 / 3U / 400 mm dissipateurs / 4 mm argent» (St Quentin Radio - Audiophonics)
 1 fond de boîtier perforé de 360 x 360 mm pour coffret 400 mm à dissipateurs
 4 boutons en aluminium de couleur «argent» (Ø 20 mm, Ø 30 mm et Ø 44 mm)
 1 clip de fixation en inox pour led Ø 5 mm
 1 interrupteur 19 mm INOX. Cercle bleu + Logo 250 V / 5 A avec led bleue (LED3) (Audiophonics)
 1 interrupteur 16 mm INOX. Cercle bleu 250 V / 3 A avec led bleue (LED4) (Audiophonics)
 Cosses «poignard» pour circuits imprimés
 Câble blindé stéréo
 Fils souples de faible et forte section. Gains thermo-rétractables de plusieurs diamètres
 Visserie métal Ø 3 ; 4 et 6 mm

transistors et les dissipateurs à l'aide d'un ohmmètre. La figure 23 montre comment la platine du correcteur tient sur la face avant, simplement par les écrous des quatre potentiomètres. Équipez également celle-ci avec l'interrupteur (marche /

arrêt), le commutateur du filtre (S1) et le voyant de défaut (LED4). La figure 26 montre le plan coté de la face avant avec ses inscriptions, telle que nous l'avons dessinée. Sur notre site Internet, vous pouvez la retrouver à l'échelle 1:1, ainsi qu'un plan des

sérigraphies pour nos lecteurs souhaitant avoir recours à ce procédé. Effectuez ensuite tous les câblages sur le fond du châssis en maintenant les fils à l'aide de colliers plastiques (rilsan), en vous conformant au plan de la figure 27, de la photo D et aux

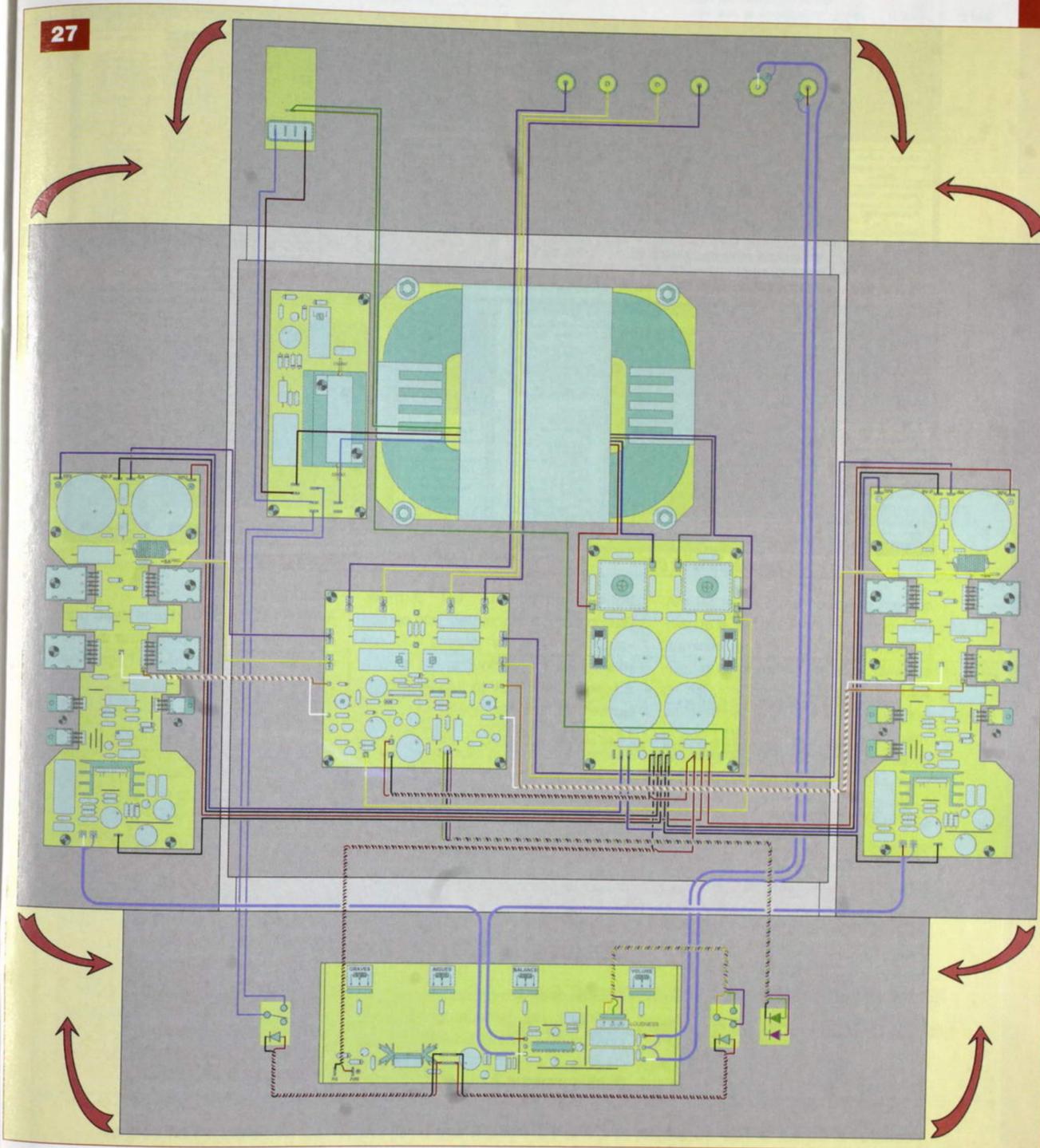


26

schémas de principes (figures 3 à 6). La platine d'alimentation se fixe par les vis des ponts de redressements. Le bloc filtre secteur «Schaffner» prend place contre la face arrière du coffret. Les raccordements des

masses et des alimentations doivent être effectués au moyen de fils souples de 1,5 mm². Les entrées se câblent au moyen de fils blindés de qualité. Raccordez les masses des embases

RCA aux masses des entrées du correcteur. Pour les câbles blindés reliant les amplificateurs aux sorties du correcteur, ne reliez les masses que sur les amplificateurs afin d'éviter les risques de bouclage.



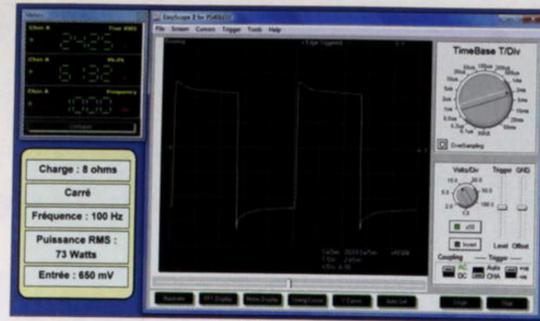
27

ATTENTION ! Cet appareil, relié à la tension du secteur, peut absorber une puissance importante. Agissez avec une grande prudence en respectant les règles de protection d'usage dans cette situation.

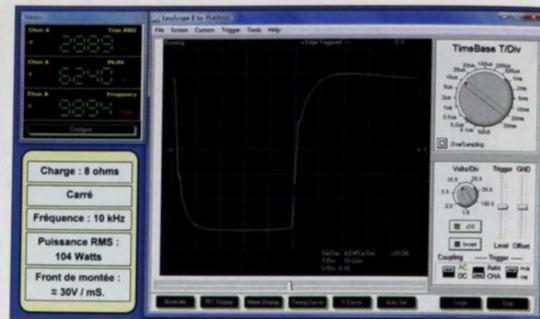
Réglages

Attention ! Si les fusibles ont fondu, les condensateurs électrochimiques sont probablement chargés. Après la mise «hors tension», déchar-

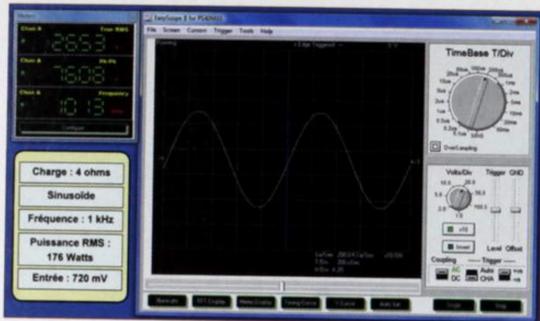
gez-les prudemment avec une résistance de puissance de 220 Ω / 10 W avant d'entreprendre le dépannage. **Ne court-circuitiez jamais des condensateurs électrochimiques.** Le seul réglage consiste à ajuster le



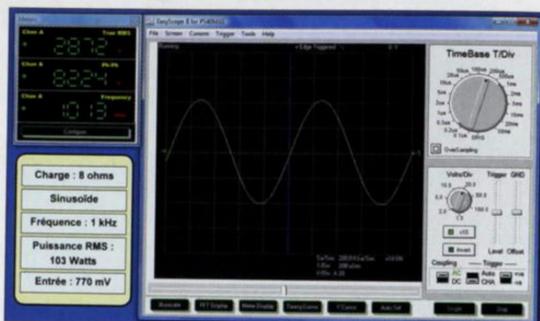
Oscillogramme A



Oscillogramme B



Oscillogramme C



Oscillogramme D

courant de repos entre 40 et 50 mA. Pour cela, ne raccordez pas d'enceinte, positionnez le volume au minimum et **reliez très prudemment** un millivoltmètre, avec des «grip-fils», sur les bornes CAG et CBG pour le canal «gauche», ou sur CAD et CBD pour le canal «droit». Ajustez la résistance AJ1 pour obtenir 15 à 16 mV. Passez à l'autre canal en effectuant le même travail. Retouchez les réglages à chaud, après une heure de fonctionnement. Les résistances ajustables AJ2 et AJ3 règlent le déclenchement du courant de crête, en fonction de l'impédance de vos enceintes. Positionnez le curseur à environ 1/5^{ème} de la course, dans le sens antihoraire.

Pas d'inquiétude, les sécurités opèreront en cas de court-circuit en sortie. Les lecteurs souhaitant un fonctionnement précis, peuvent modifier la valeur des résistances, en tenant compte de la chute de tension de 0,7 V dans les diodes D9 et D10 et de la tension base / émetteur de 0,7 V pour T12 et T13. Avec les composants d'origine, le déclenchement se produit pour une tension comprise entre 1,4 V et 3,3 V aux bornes de la résistance R19, selon le réglage des ajustables AJ2 et AJ3.

Votre amplificateur est terminé. Raccordez vos enceintes, une source «audio» à l'entrée (platine CD par exemple), montez doucement le volume et appréciez à sa juste valeur la haute qualité musicale de votre ORCHESTRAL 2200.

Attention, le volume monte très lentement sur la première moitié de la course et très rapidement sur le dernier quart. Prenez soin de vos oreilles, mais surtout de vos enceintes.

Le réglage des graves est très efficace, ne le poussez pas trop, surtout à puissance élevée.

Mesures

Quatre oscillogrammes mettent en évidence les excellentes qualités «audio» de cet amplificateur.

Oscillogramme A

Les petites déformations sur les plateaux du signal carré à 100 Hz sont dues au correcteur de tonalité qu'il n'est pas évident de neutraliser.

Oscillogramme B

Le signal carré de 10 kHz montre un temps de montée très rapide à la puissance de 100 W.

Oscillogramme C

À la fréquence de 1 kHz et avec une charge de 4 Ω, l'amplificateur délivre une puissance maximale à l'écrêtage de 176 W.

Oscillogramme D

Même fréquence, mais charge de 8 Ω. A la limite de l'écrêtage, la puissance délivrée est de 103 W.

Y. MERGY

Adresse Internet de l'auteur

Mergy Yves - Électronique, Projets, Loisirs, Études et Développements
myepled@gmail.com

Les liens Internet utiles pour ce sujet

Même si vous le connaissez, voici le site du magazine
www.electroniquepratique.com
Site Internet de la société Saint-Quentin-Radio :
<http://www.stquentin-radio.com>
Site Internet de la société Gotronic
<http://www.gotronic.fr>
Site Internet de la société Reichelt
<http://www.reichelt.com>
Site Internet de la société Audiophonics
<http://www.audiophonics.fr>

Hors-Séries Audio du n° 1 au n° 6



- Hors-Série 1**
- Push-pull de 300B/E.H. 2 x 25 Weff/4 Ω et 8 Ω sans contre-réaction
 - Push-Pull de 6V6GT 2 x 12 Weff en ultra-linéaire
 - Préamplificateur à 6U8/ECF82
 - Préamplificateur RIAA en AOP
 - Filtrage actif 24 dB/octave 2 voies pour enceinte acoustique
 - Le singlemos - Ampli/Préampli en pure classe A Mono transistor - Sans contre-réaction
 - Amplificateur classe A sans contre-réaction
 - Le TDA 7293 - 70 Weff/8 Ω

- Hors-Série 2**
- Fondamentale & harmoniques
 - Push-Pull de KT90 E.H. 2 x 80 Weff à transistors bipolaires
 - Single End 6550/KT88 avec câblage à l'ancienne sans CI à aimant mobile
 - TAD TSM2
 - Audio-dynamique ADS 130 R
 - Atohm Diablo

- Hors-Série 3**
- Puissance & Niveau sonore
 - Push-Pull de 2 x 30 Weff. Amplificateur Classe A à transistors bipolaires
 - Double Push-Pull de KT90. Bloc monophonique de 200 Weff
 - Single End de 2 x 50 Weff à transistor bipolaire et ampli OP
 - La coaxiale : enceinte 2 voies

- Hors-Série 4**
- Phase & Déphasage : une question de « bon sens »
 - Préamplificateur faible bruit avec correcteur de tonalité
 - Single End de 813, 2 x 40 Weff
 - Le Watson, un amplificateur hybride 2 x 10 Weff à 2 x 15 Weff
 - Caisson de grave...
 - Amplificateurs audio, 2 x 65 Weff/8 W & 200 Weff/8 W
 - Filtre actif pour caisson d'extrême-grave

- Hors-Série 5**
- Mesure de la distorsion
 - Amplificateur monotube économique - La pentode 7591A en Single End
 - Préamplificateur à triodes 6SN7/6SL7 avec étage RIAA pour disques vinyles
 - Caisson d'extrême grave de 75 litres
 - Filtres actifs pour caisson de grave - Étude adaptée au boomer Audax PR330M0

- Hors-Série 6**
- Le mélomane 400. Amplificateur pour audiophiles 2 x 200 Weff sur charge de 8 Ω
 - Une enceinte 2 voies époustouflante avec tweeter à ruban
 - Filtre actif séparateur pour caisson de basses
 - Push-Pull de triodes 6B4G, 2 x 15 Weff / 4 ou 8 Ω
 - L'EL84 en Single End. Amplificateur stéréophonique 2 x 5 Weff/8 Ω

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Hors-Séries Audio du n° 1 au n° 6 »
France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

Nom : _____ Prénom : _____
Adresse : _____
Code Postal : _____ Ville-Pays : _____
Tél. ou e-mail : _____

Je désire uniquement les revues encore disponibles : HORS-SÉRIE AUDIO N°5 HORS-SÉRIE AUDIO N°6 (Attention : HORS-SÉRIE N°1, N°2, N°3 et N°4 ÉPUISES)
France Métropolitaine : 7,00 € - DOM par avion : 9,00 € - UE + Suisse : 9,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 10,00 € - Autres destinations : 11,00 € (Tarif par numéro, frais de port inclus)

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)
A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80



Et si vous réalisiez votre ampli à tubes...

Une sélection de 9 amplificateurs de puissances 9 Weff à 65 Weff à base des tubes triodes, tétrodes ou pentodes

Des montages à la portée de tous en suivant pas à pas nos explications

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Et si vous réalisiez votre ampli à tubes... »

France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

Nom : _____ Prénom : _____
Adresse : _____
Code Postal : _____ Ville-Pays : _____
Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)
A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80