

UN HEURTOIR POUR MOTRICE

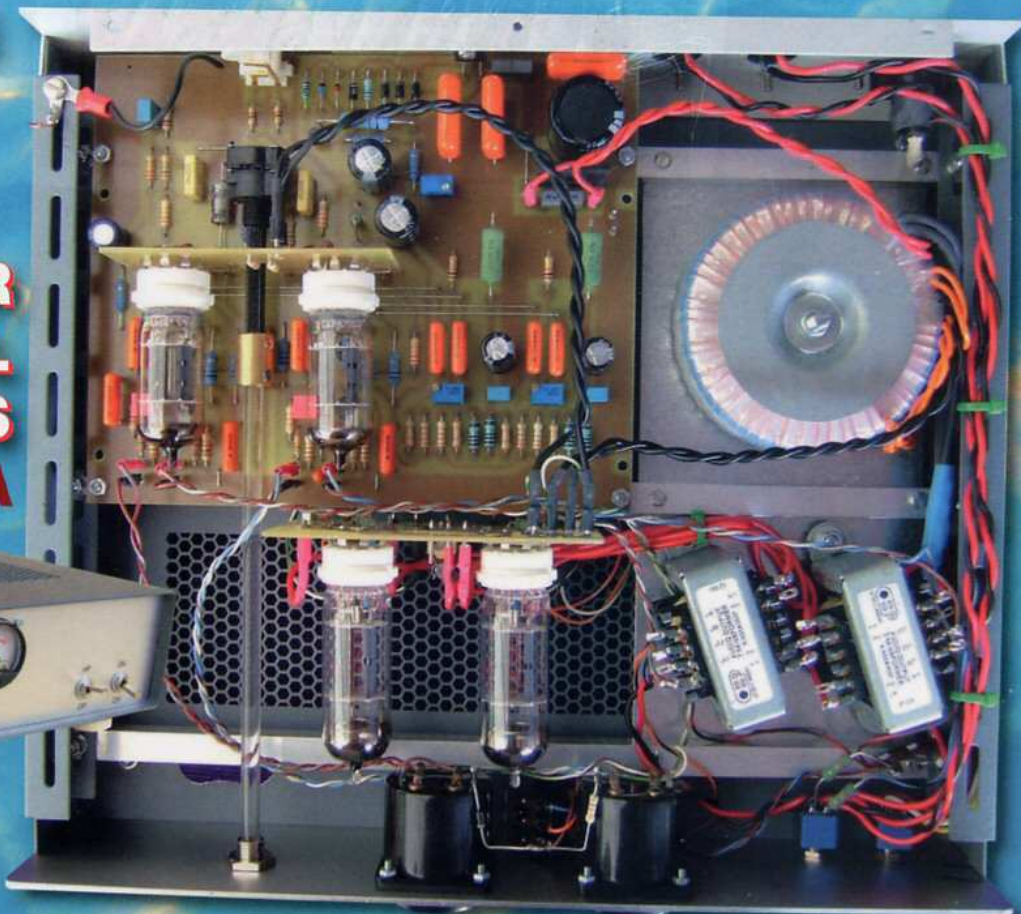


MODULES BLUETOOTH FB755AC / FB755AS

PICAXE À TOUT FAIRE

Ateliers pratiques
N°s 7 • 8 • 9

AMPLIFICATEUR PUSH-PULL DE TRIODES en classe A



L 14377 - 363 - F: 5,00 €



• FRANCE : 5,00 € • DOM AVION : 6,40 € • DOM SURFACE : 5,80 € • TOM : 800 XPF • PORTUGAL CONT. : 5,90 € • BELGIQUE : 5,50 €
• ESPAGNE : 5,90 € • GRÈCE : 5,90 € • SUISSE : 10,00 CHF • MAROC : 60 MAD • CANADA : 8,5 \$CAD

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 363 - SEPTEMBRE 2011

Initiation

- 6 Picaxe à tout faire.
Ateliers pratiques N°7, N°8 et N°9.
Servomoteur - Moteur à courant continu
- Afficheur LCD

Micro/Robot/Domotique

- 20 Base robotique mobile et évolutive
(2^{ème} partie)
29 Les modules Bluetooth de Firmtech
41 Un simulateur de présence

Modélisme ferroviaire

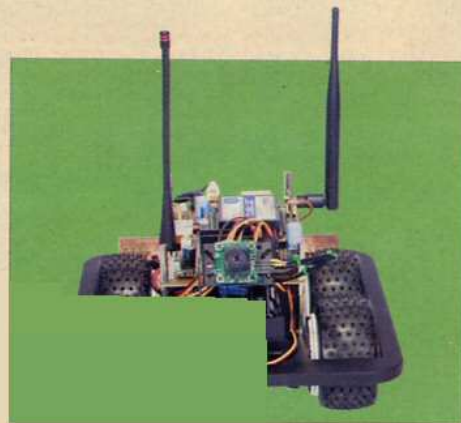
- 45 Arrêts et démarrages progressifs
automatisés
51 Un heurtoir pour motrice

Audio

- 57 Amplificateur Hi-Fi.
Push-Pull classe A de triodes ECC99

Divers

- 4 Infos / News
19 Bulletin d'abonnement
28 Vente des anciens numéros
50 Rappels techniques
56 Vente des 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

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 : © lunamarina - Fotolia.com

Photographe : Antonio Delfim - Avec la participation de : R. Knoerr, Y. Mergy, P. Oguic, J.L. Vandersleyen

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 : Léonce Deprez, ZI « Le Moulin », 62620 Ruitz, France - DEPOT LEGAL : SEPTEMBRE 2011 - Copyright © 2011 - **TRANSOCEANIC**

ABONNEMENTS : 18-24, quai de la Marne - 75164 Paris Cedex 19 - 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 faciliterez 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 : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 € • DOM Surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF • Portugal continental : 5,90 €

Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,90 € • Grèce 5,90 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Canada : 8,5 \$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 à autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la société TRANSOCEANIC.

Le Robot POB disponible en exclusivité à la Fnac

Contrôler le robot du bout des doigts... Ce robot Wifi personnalisable, à monter, programmer et piloter via un iPhone, iPod Touch, iPad... est aussi bien destiné aux familles à la recherche de nouveaux hobbies qu'aux passionnés de nouvelles technologies. De quoi satisfaire les plus curieux !

Le Robot POB c'est avant tout la simplicité, tant au niveau de l'assemblage que de la programmation. Le montage se fait très intuitivement, à la manière d'un jeu de construction. Il se compose d'une base roulante sur laquelle on peut visser, à l'envie, tout un tas de pièces mécaniques interchangeables, en option. Tout est simple, ludique et intuitif. La prise en main est immédiate, comme la programmation avec son interface graphique... et avec le Wifi, il est possible de programmer la robot POB et de le contrôler à distance notamment via un iPhone, un iPod Touch ou un iPad.

La fonction d'un robot étant toujours liée à sa mécanique, l'utilisateur pourra créer toutes sortes de robots et en tester immédiatement le fonctionnement, grâce à l'iPhone. La première application du robot POB, sur iPhone, est un simple joystick qui permet de commander les déplacements.

Le concept du Robot POB

Imaginer

Imaginer une fonctionnalité simple au robot, puis identifier les pièces, capteurs



et autres servomoteurs nécessaires. Pour trouver des idées, vous pourrez vous inspirer des films de science fiction.

Assembler

Comme un meuble en kit, il suffit d'assembler des pièces mécaniques simples pour donner au robot POB la fonctionnalité à laquelle vous aurez pensée. Tout ceci se fait principalement avec une clef Allen. En quelques minutes, vous pourrez concevoir un système mécanique efficace à l'aide de différents capteurs et servomoteurs.

Utiliser

A l'aide du logiciel gratuit de programmation graphique Risbee®, il est aussi possible d'utiliser un iPhone, iPad ou un ordinateur pour programmer des mouvements et donner un comportement intelligent à au robot.

Des possibilités de contrôle et de programmation Wifi

Avec la connexion sans fil Wifi, il est possible de contrôler et programmer le robot à distance avec un ordinateur, un iPhone, un iPod Touch ou un iPad. Les applications iPhone, iPod Touch et iPad permettent de maîtriser les comportements du robot.

Pour commencer avec le Robot POB et son iPhone, il vous faudra télécharger

l'application POB Joystick sur l'AppStore qui est gratuite. Une fois la configuration de l'iPhone effectuée, l'utilisateur pourra lancer l'application POB Joystick et vérifier que le robot bouge lorsqu'il déplace le joystick.

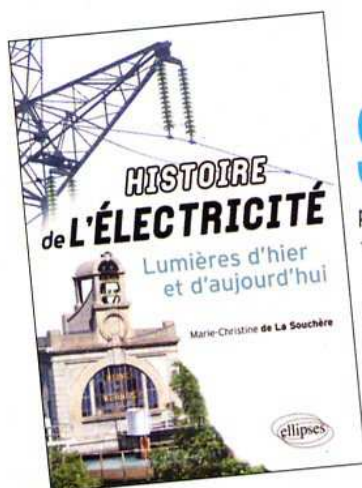
Le Robot POB est livré avec un capteur de distance, un bloc secteur

Un logiciel de programmation facile : Risbee®.

Le Robot POB est programmable de manière graphique à l'aide du logiciel Risbee®, le logiciel de programmation par icône disponible pour Linux, Mac® OS X, et Windows®. Simple et accessible à tous. Il suffit de déplacer des icônes sur l'écran du smartphone pour que le robot POB réalise des prouesses : déplacement, récupération et distribution d'objets, arrosage d'une plante...

Le logiciel Risbee® est téléchargeable gratuitement sur l'AppStore ou sur www.creersonrobot.com.

Disponible en exclusivité dans toutes les Fnac de France. Prix du robot : 349,00 euros TTC. www.pobtechnology.com



Histoire de l'électricité lumières d'hier et d'aujourd'hui

Si l'électricité a envahi notre quotidien, bien des facettes en demeurent encore mystérieuses. À la fois histoire de l'électricité et guide des techniques d'hier et d'aujourd'hui, l'ouvrage apporte les réponses aux questions que l'on se pose et à celles que l'on ne se pose pas, sur le mode du récit, au fil des pages. D'un accès aisé, riche en anecdotes et en illustrations, il retrace et commente la grande aventure de l'électricité. De la « guerre des Courants » aux récents débats sur l'énergie éolienne, des principes fondamentaux aux technologies les plus sophistiquées, il nous entraîne, dans le sillage de la fée électricité, à la découverte d'un monde aussi proche que fascinant.

Référence : 9782729862794 / Collection : Hors collection - Prix : 18,53 € au lieu de 19,50 €
- Auteur : de La Souchère Marie-Christine - Code : SOUELE / Paru le : 2011-03-29
- Format : 16.5 cm / 272 pages - www.editions-ellipses.fr

PICAXE A TOUT FAIRE

Ateliers pratiques N°7, N°8 et N°9

• Servomoteur • Moteur à courant continu • Afficheur LCD •

Voici le troisième volet de notre série : « PICAXE à tout faire ». Vous commencez certainement à maîtriser ces microcontrôleurs, si attrayants. Nous passons sous silence toutes les généralités et manipulations de base, maintenant familières pour vous.

Les trois ateliers pratiques que nous proposons ce mois-ci concernent le pilotage d'un servomoteur couramment employé en modélisme ou en robotique, la commande d'un moteur à courant continu et la gestion d'un afficheur alphanumérique LCD (cristaux liquides) à commande « parallèle », sans protocole de communication spécifique.

Nous invitons les lecteurs qui nous rejoignent à se reporter aux précédents numéros d'*Électronique Pratique* afin de pouvoir suivre, sans lacune, ces nouveaux ateliers pratiques.

Le matériel nécessaire à la réalisation de nos ateliers pratiques se présente sous la forme d'une liste de référence, commune et indispensable, citée ci-dessous.

Les composants spécifiques à chaque expérimentation feront l'objet d'une énumération.

Les pièces ne pouvant pas s'insérer sur une plaque d'essais (embases, encodeur, etc.) doivent être soudées sur des adaptateurs, confectionnés sur une section de plaque à bandes cuivrées. Nous avons décrit une manière simple de les réaliser, lors de la première série.

Liste de référence

• Résistances 5% - 0,5 W

R1 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R2 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R3 : 180 Ω (marron, gris, marron)

R4 : 470 Ω (jaune, violet, marron)

• Condensateurs

C1 : 100 μ F à 470 μ F/25 V

(électrochimique à sorties radiales)

C2 : 100 nF (mylar)

• Semi-conducteurs

CI1 : PICAXE-20X2 (Gotronic)

D1 : BAT85

D2 : 1N4148

LED1 : 5mm verte

• Divers

1 plaque d'essais (ou de câblage sans soudages) de 840 contacts

1 embase type : « Jack 3,5 » stéréo pour circuit imprimé (Gotronic)

1 boîtier pour 3 piles de 1,5V au format « LR6 » ou « AA » (Gotronic)

3 piles de 1,5V au format « LR6 » ou « AA » (ou à défaut, 1 pile de 4,5V)

Plaque d'essais cuivrée, perforée, à bandes pour réaliser les adaptateurs

Barrette sécable droite, mâle, pour type « tulipe » (pour embouts de fils souples)

Fils rigides fins de type « téléphonique » de plusieurs couleurs

Boîte de straps, ou coffret d'accessoires de pontages... (Saint Quentin Radio ou Lextronic)

Rappel

Pour d'évidentes raisons de sécurité, les montages sont alimentés par des piles. Si des enfants réalisent les ateliers, il serait **très dangereux d'utiliser une autre source de tension**.

Des batteries risquent d'exploser en cas de court-circuit et une alimentation par le secteur présente un risque d'électrocution !

Atelier pratique N°7 - PICAXE-20X2

Nous allons nous intéresser à la commande d'un servomoteur de modélisme.

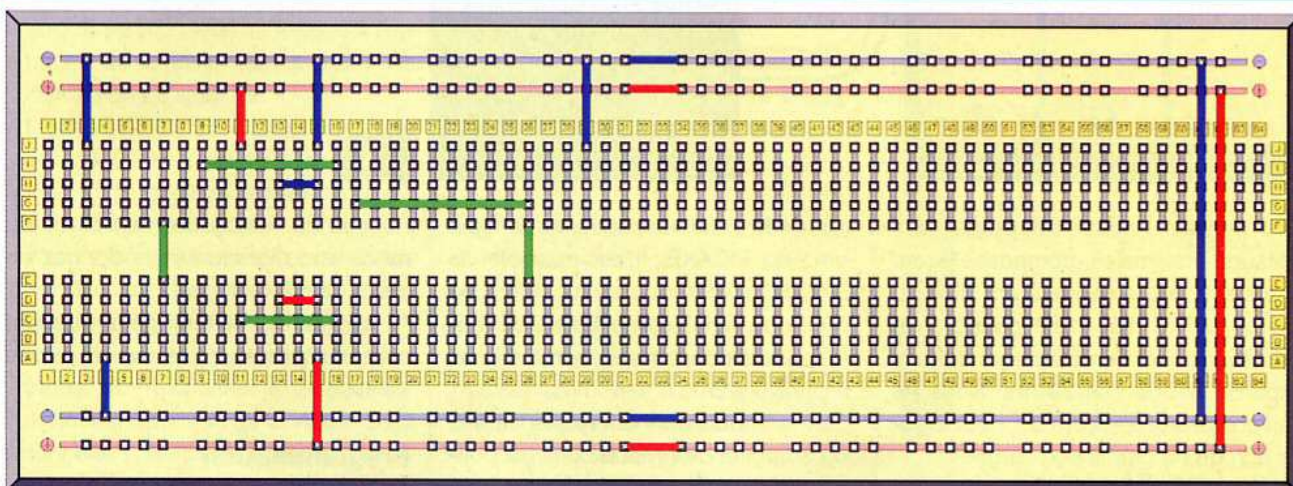
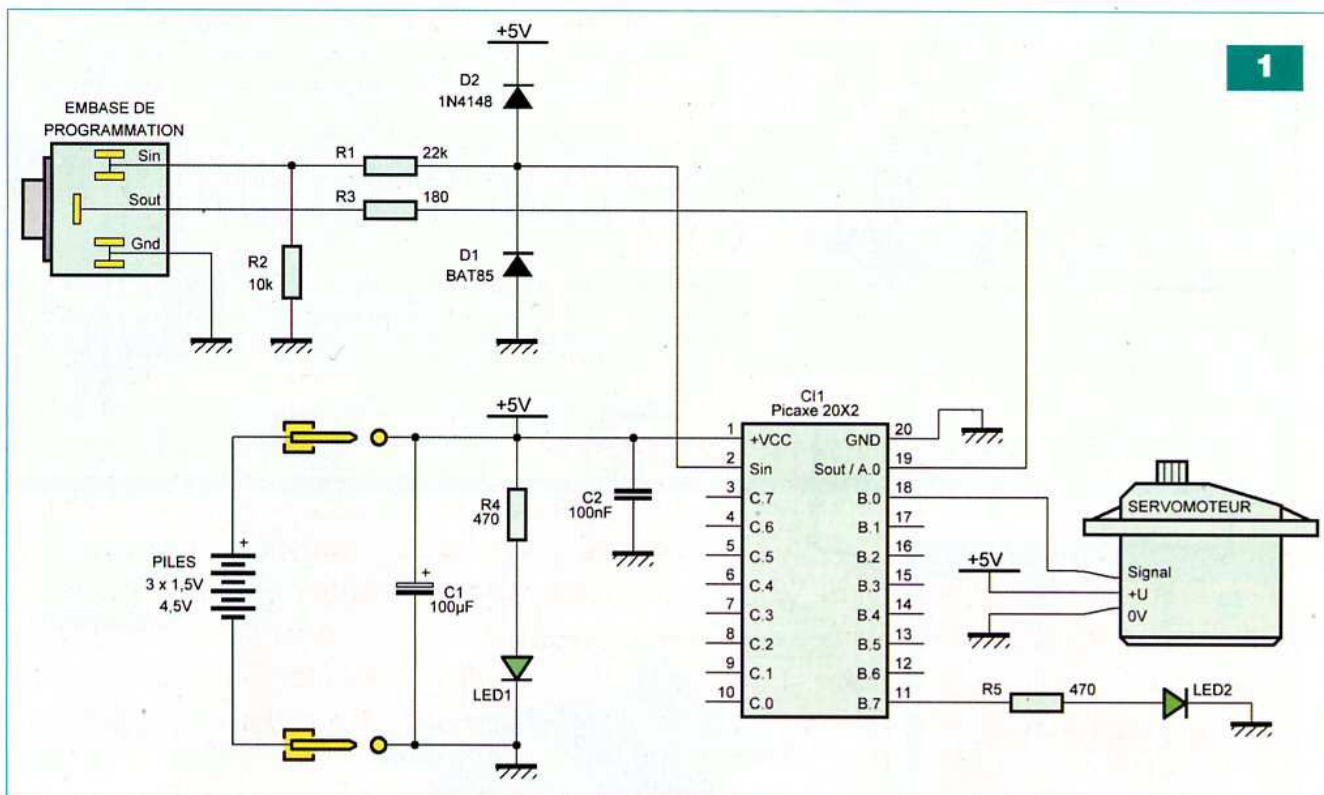
Les servomoteurs, couramment employés en modélisme, s'utilisent également en robotique pour mouvoir un mobile ou un de ses accessoires. Le problème réside dans leur mode de commande, ils ne se contentent pas d'une tension continue variable, mais nécessitent une impulsion continue de largeur variable renouvelée régulièrement. Notre atelier vous montre comment actionner très simplement le palonnier (bras) d'un servomoteur, d'une extrémité à l'autre, en s'arrêtant un instant sur la position centrale (neutre), à l'aide d'un PICAXE-20X2. Une led s'illumine lors de l'arrêt au centre.

Schéma de principe

L'interface de programmation du microcontrôleur et l'alimentation du circuit, étudiées lors de chaque atelier ne doivent plus vous poser de problèmes.

Un servomoteur requiert trois fils : la masse, l'alimentation comprise entre +4,5V et +6V et le signal de commande (figure 1).

1



2

Le brochage du connecteur est organisé pour éviter tout risque de court-circuit ou une inversion destructrice. La broche centrale reçoit la tension positive.

Ainsi, lorsque le connecteur est inséré à l'envers, le servomoteur ne fonctionne pas, mais il ne subit aucun dégât.

Le signal de commande est envoyé sur la ligne B.0 du PICAXE-20X2. Seul le port B (de B.0 à B.7) peut gérer des servomoteurs.

La ligne B.7, configurée en « sortie », commande la LED2 de visualisation. La résistance R5 limite l'intensité circulant dans celle-ci.

Câblage

La figure 2 indique le placement des fils ou ponts de liaisons.

La figure 3 précise l'implantation des composants et montre la vue complète de l'atelier N°7 terminé.

Liste des composants

Liste de référence (voir ci-dessus ou l'atelier pratique N°1)

• Résistance 5% - 0,5 W

R5 : 470 Ω (jaune, violet, marron)

• Semi-conducteurs

LED2 : 5mm verte

CI1 : PICAXE-20X2 (GoTronic)

• Divers

Servomoteur standard (Lextronic)

Signal de commande d'un servomoteur et Basic

Le signal de commande d'un servomoteur est constitué d'un train d'impulsions, de largeur variable, en fonction de la position souhaitée.

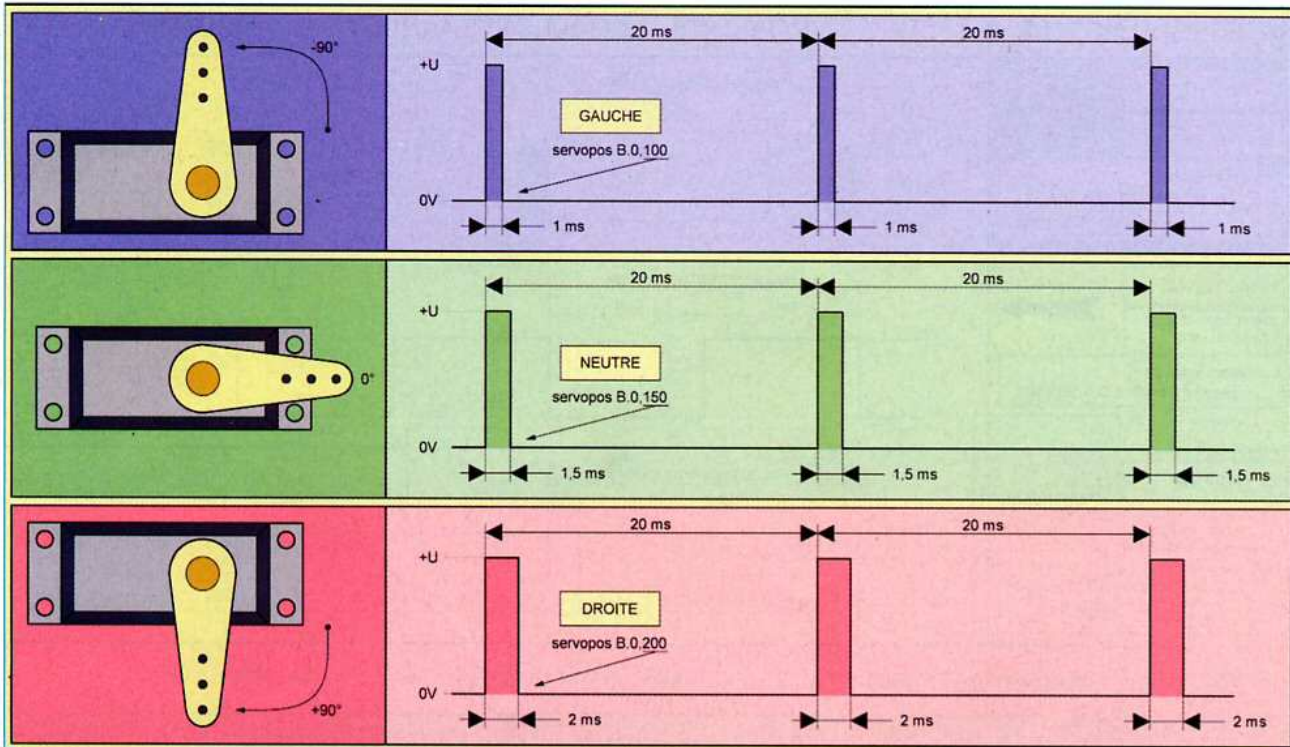
La figure 4 illustre ce propos.

La fréquence de répétition « tourne » autour de 50 Hz, soit toutes les 20 ms. La largeur de chaque impulsion peut varier dans une fourchette comprise entre 0,8 ms et 2,2 ms.

Il convient de considérer ces valeurs comme des maximums à ne pas dépasser sous peine de détérioration du servomoteur (blocage des mécanismes en butées).



n° 363 www.electroniquepratique.com ELECTRONIQUE PRATIQUE



4

- Lignes 16 et 35. Utilisation d'une boucle sans fin « do ... loop », à l'intérieur de laquelle nous plaçons les instructions à exécuter.
- Lignes 17 et 25. Utilisation d'une boucle « for ... next ». La variable « IMPULS » part de la valeur 100 jusqu'à 200, avec un pas de 10. Ces valeurs correspondent à onze positions espacées de 10 ms. Cette boucle comprend les instructions à exécuter pour chaque position.
- Ligne 18. Positionnement du servomoteur en fonction de la valeur de la variable « IMPULS » de la boucle « for ... next ».
- Lignes 19 à 23. Test pour savoir si la position du neutre est atteinte (150). Dans ce cas, la led s'illumine pendant une demi-seconde (500 ms), puis s'éteint.
- Ligne 24. Pause de 200 ms. (0,2 s) pour le temps de manœuvre des mécanismes.
- Lignes 26 à 34. Nous utilisons une autre boucle « for ... next » pour mouvoir le palonnier du servomoteur en sens inverse. Notez le pas qui prend la valeur -10 et les butées qui partent de 200 jusqu'à 100. Hormis ces différences, le reste du processus se déroule de la même manière que lors des lignes 17 à 25.

Atelier pratique N°8 - PICAXE-20X2

Cet atelier va nous permettre d'aborder la commande d'un moteur à courant continu (CC).

Lors du précédent atelier, nous avons étudié comment gérer un servomoteur avec le microcontrôleur PICAXE-20X2. Afin de rester dans le domaine de la robotique, nous allons commander un moteur à courant continu, dans ses deux sens de rotation et à vitesse variable à l'aide du même µC. Pour y parvenir, nous utilisons, en partenariat avec le PICAXE, le circuit intégré L293D, dédié à la commande de ce type de moteur.

Plusieurs critères ont guidé notre choix : la simplification du schéma, la facilité de mise en œuvre et le faible coût. Ce montage pourra, par la suite, faire l'objet d'une réalisation concrète en vue d'une utilisation universelle en robotique.

Voici le fonctionnement souhaité. Un potentiomètre constitue le seul organe de commande. En position centrale, le moteur s'arrête et une led signale cet état. En le manœuvrant vers la droite, le moteur accélère progressivement dans un sens, jusqu'à son maximum. En tournant le potentiomètre vers la

```

1 ***** DIRECTIVES
2 #picaxe20X2
3 #no_data
4 #terminal off
5
6 ***** CONSTANTES
7 symbol LED = B.7
8 symbol SERVOM = B.0
9
10 ***** VARIABLES
11 symbol IMPULS = b1
12
13 ***** BOUCLE PRINCIPALE
14 setfreq m8
15 servo [45536].SERVOM,150
16 do
17   for IMPULS=100 to 200 step 10
18     servos SERVOM,IMPULS
19     if IMPULS = 150 then
20       high LED
21       pause 500
22       low LED
23     endif
24     pause 200
25   next IMPULS
26   for IMPULS=200 to 100 step -10
27     servos SERVOM,IMPULS
28     if IMPULS = 150 then
29       high LED
30       pause 500
31       low led
32     endif
33     pause 200
34   next IMPULS
35 loop

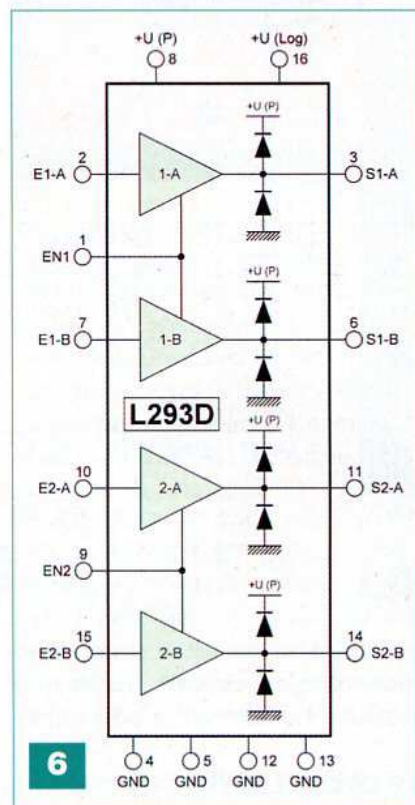
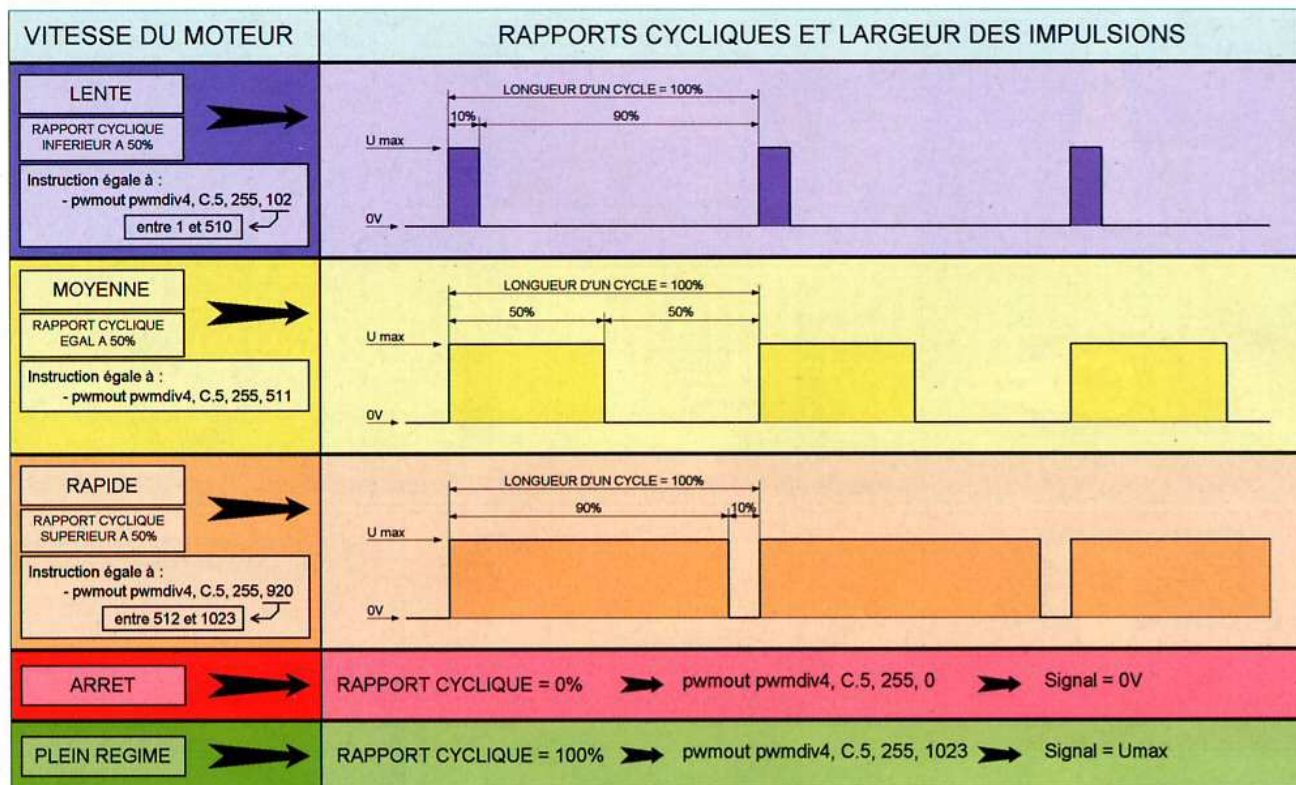
```

5

gauche, il se produit le même effet, mais dans l'autre sens. Lorsque le moteur est en rotation, la led s'éteint.

Le circuit L293D

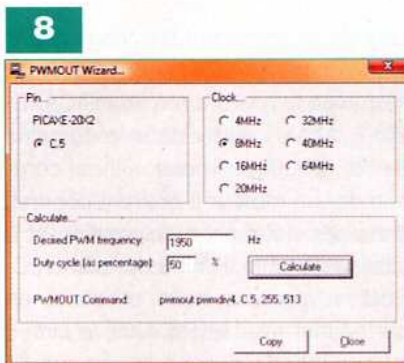
La mise en œuvre de ce circuit, bien que ne présentant aucune difficulté particulière, requiert quelques lignes d'informations, afin d'en appréhender toutes les fonctions. Considérons tout d'abord son architecture interne. Il intègre quatre amplificateurs, couplés par paires, afin d'obtenir deux ponts en « H » pour commander deux



moteurs d'une intensité maximale de 600 mA-chacun. La **figure 6** montre le diagramme interne de ce circuit. Deux lignes d'alimentations positives sont nécessaires : la broche 8 pour la puissance (+4,5V à +36V) et la 16 pour la logique (+4,5V à +5,5V). Chaque ligne **EN** valide un pont complet et reçoit, en

MOTEUR N°1						MOTEUR N°2					
ENTRÉES			SORTIES			ENTRÉES			SORTIES		
EN1	E1-A	E1-B	S1-A	S1-B	Moteur	EN2	E2-A	E2-B	S2-A	S2-B	Moteur
0	X	X	Z	Z	Libre	0	X	X	Z	Z	Libre
1 ou PWM	0	0	0	0	Freiné	1 ou PWM	0	0	0	0	Freiné
1 ou PWM	0	1	0	1	Sens 1 (→)	1 ou PWM	0	1	0	1	Sens 1 (→)
1 ou PWM	1	0	1	0	Sens 2 (←)	1 ou PWM	1	0	1	0	Sens 2 (←)
1 ou PWM	1	1	1	1	Freiné	1 ou PWM	1	1	1	1	Freiné

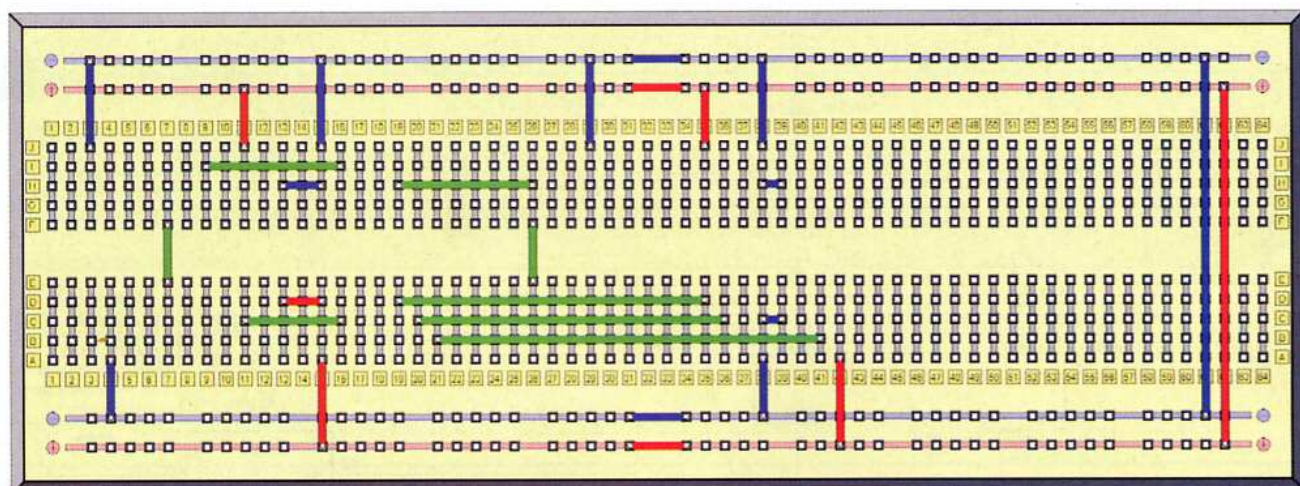
Tableau 1



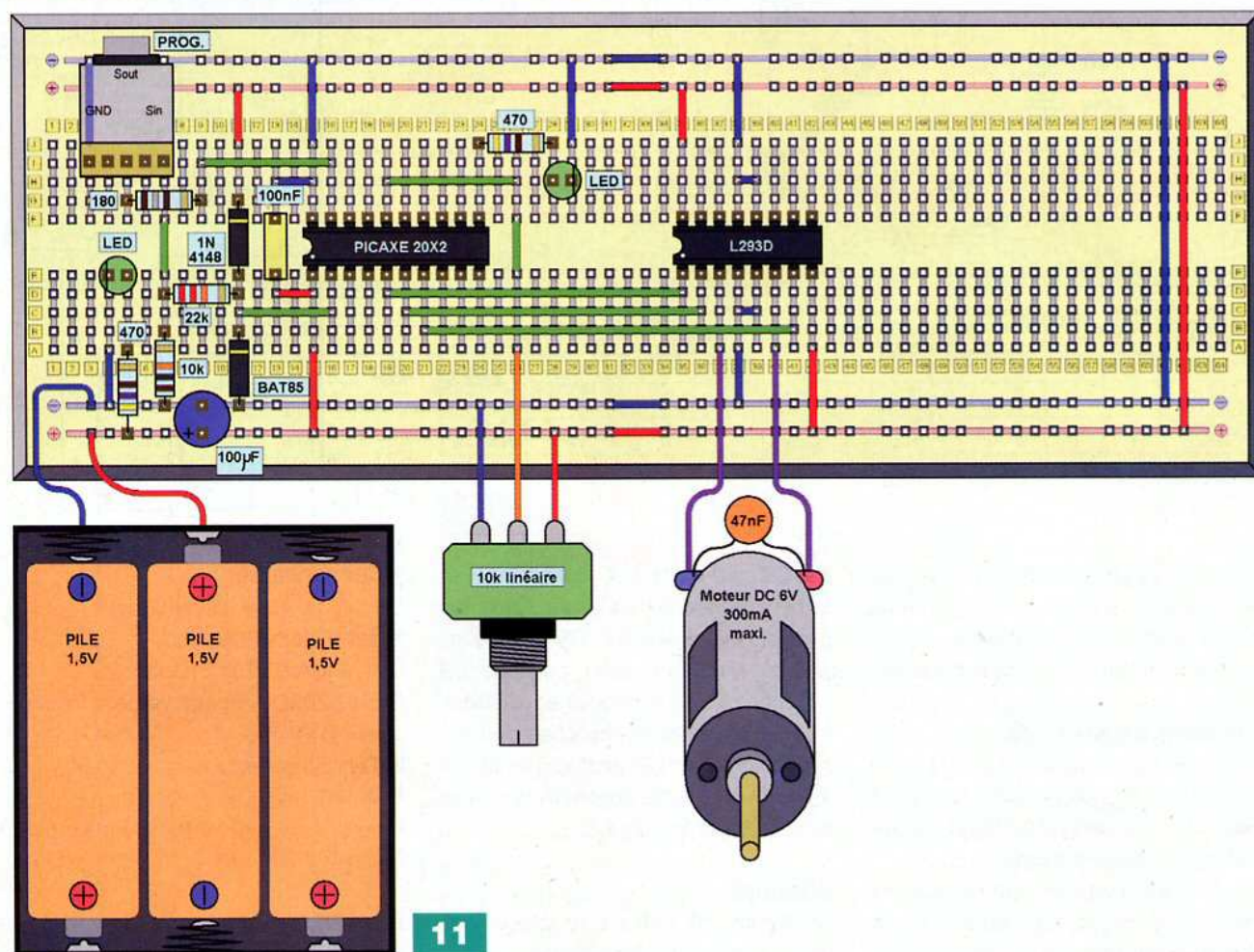
général, le signal modulé en largeur d'impulsion (MLI ou PWM) servant à la variation de la vitesse. Les entrées logiques A et B de chaque pont déterminent le sens de rotation, ou le blocage (frein), du moteur raccordé entre les sorties A et B du même pont. Le **tableau 1** donne la table de fonctionnement de ce circuit. Les symboles (1) et (0) font respectivement référence à un niveau logique « haut » (+5V) ou « bas » (0V). L'état indifférent (1 ou 0) se représente par un X. Le signe Z signifie que la sortie correspondante se retrouve en « haute impédance ».

Nous avons vu ci-dessus que l'entrée **EN** peut prendre le niveau logique 0 ou 1 pour l'arrêt ou la rotation du moteur à plein régime. Pour faire varier la vitesse, il convient d'appliquer, sur cette entrée, un signal à rapport cyclique variable (MLI ou PWM). Il s'agit d'un signal composé d'impulsions de largeur variable, se répétant régulièrement à une fréquence fixe. Le rapport cyclique (largeur) est proportionnel à la vitesse de rotation du moteur. La **figure 7** illustre ce propos, pas toujours très simple à assimiler pour les non initiés. Le logiciel « PICAXE Programming Editor » intègre l'outil informatique « PWMOUT Wizard » (**figure 8**), idéal pour paramétrer finement l'instruction « pwmout » et copier le résultat au sein du programme basic. Pour y accéder, ouvrez le menu « PICAXE », puis les sous-menus « Wizards » et enfin, « pwmout... ». Notre atelier pratique n'utilise qu'une moitié du circuit, car nous n'em-





10



11

- **Lignes 19 et 20.** Nous déclarons la direction (sortie) des lignes C.3 et C.4.
- **Lignes 21 et 41.** Utilisation d'une boucle sans fin « do ... loop », à l'intérieur de laquelle nous plaçons les instructions à exécuter.
- **Ligne 22.** Lecture sur 10 bits (0 à 1023) de la valeur de la tension introduite par le curseur du potentiomètre.

- **Lignes 23 et 39.** Cette procédure de test « select ... case ... endselect » compare la variable VAL_ANA à une valeur précise, ou à une plage de valeurs. Nous effectuons trois tests pour analyser toutes les possibilités.
- **Lignes 24 à 28.** Les valeurs de cette plage correspondent à l'arrêt. La led s'allume. Les lignes C.3 et C.4 prennent le niveau logique 0. La variable « VITESSE » est initialisée à 0.

- **Lignes 29 à 33.** Les valeurs de cette plage correspondent à la rotation en arrière (par exemple). La led s'éteint. Les lignes C.3 et C.4 prennent les niveaux correspondant à cette direction. La variable « VITESSE » est adaptée par calcul, pour obtenir une variation de vitesse (largeur des impulsions) proportionnelle à la position du curseur du potentiomètre.
- **Lignes 34 à 38.** Les valeurs de cette

plage correspondent à la rotation en avant (par exemple). La led s'éteint. Les lignes C.3 et C.4 prennent les niveaux logiques inverses par rapport au test précédent. La variable « VITESSE » est adaptée par calcul, pour obtenir une variation de vitesse. Notez l'inversion dans la formule.

- **Ligne 40.** L'instruction « pwmout » envoie l'ordre de rotation, ou d'arrêt, au moteur. Les paramètres de celle-ci sont déterminés par l'outil informatique précité et par la vitesse de cadencement du PICAXE.

Atelier pratique N°9 - PICAXE-20X2

Nous terminerons cette série d'ateliers pratiques par la gestion d'un afficheur LCD alphanumérique de 2x16 à 4x20 caractères.

Nous abordons un point délicat, car le langage BASIC des PICAXE ne gère pas directement ce type d'afficheur. Probablement par souci de simplification du schéma et pour réduire le nombre des lignes d'E/S nécessaires, le BASIC impose de passer par un protocole de communication « sériel » ou I²C pour cette tâche. Le problème auquel nous sommes confrontés dans ce cas, est le coût d'un tel afficheur et l'obligation de posséder un modèle vendu par le fabricant des PICAXE.

Nous avons décidé, au cours de cet atelier pratique, de contourner ces problèmes et d'écrire deux types de programmes BASIC permettant de gérer un afficheur LCD alphanumérique à commande « parallèle », très courant et traditionnel, sur 8 bits, de deux manières différentes.

Il est possible d'utiliser un modèle de 2 ou 4 lignes de 16 ou 20 caractères. Nous faisons référence au plus sophistiqué d'entre eux, qui présente un intérêt certain, compte tenu de ses capacités.

Afin de ne pas surcharger cet article déjà bien complet, nous n'affichons que des lignes de texte à l'emplacement souhaité, avec précision (ligne et colonne). Les procédures permettant de traiter les nombres, pourront faire l'objet d'un prochain article.

```

1  ***** DIRECTIVES
2  #picaxe20x2
3  #no_data
4  #terminal off
5
6  ***** CONSTANTES
7  symbol ARRET_D = 480
8  symbol ARRET_G = 540
9  symbol E_ANA = 4
10 symbol S_PWM = C.5
11 symbol LED = B.7
12
13 ***** VARIABLES
14 symbol VAL_ANA = v0
15 symbol VITESSE = v1
16
17 ***** BOUCLE PRINCIPALE
18 setfreq m8
19 output C.3
20 output C.4
21 do
22   readadc10 E_ANA, VAL_ANA
23   select VAL_ANA
24     case ARRET_D to ARRET_G
25       high LED
26       low C.3
27       low C.4
28       VITESSE = 0
29     case 0 to ARRET_D
30       low LED
31       low C.3
32       high C.4
33       VITESSE = ARRET_D - VAL_ANA * 21 / 10 MAX 1023
34     case ARRET_G to 1023
35       low LED
36       high C.3
37       low C.4
38       VITESSE = VAL_ANA - ARRET_G * 21 / 10 MAX 1023
39   endselect
40   pwmout pwmdiv4, S_PWM, 255, VITESSE
41 loop

```

12

N°	Nom	Fonction
1	GND	Alimentation : masse 0V de l'afficheur
2	VCC	Alimentation : +5V de l'afficheur
3	Vo	Réglage de contraste (très proche de 0V)
4	RS	Commutation du registre : niveau « 0 » = Instructions ; niveau « 1 » = Textes
5	RW	Commutation de direction : « 0 » = Ecriture (Write) « 1 » = Lecture (Read)
6	EN	Entrée de validation (activation sur le front descendant de l'impulsion positive)
7	D0	Bus de données à trois états : « 0 » ; « 1 » ; ou haute impédance
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	
15	L+	(Optionnel) Anode du rétro éclairage (+5V)
16	GND ou L-	(Optionnel) Cathode du rétro éclairage (0V)

Tableau 2

Généralités à propos des afficheurs LCD alphanumériques

Bon nombre de lecteurs hésitent encore à travailler avec ce type de composant. Nous allons le démystifier au cours de ce paragraphe.

Contrairement aux modèles graphiques, les afficheurs alphanumériques obéissent à un standard, quel que soit le nombre de lignes (2 ou 4) et de colonnes (16 ou 20). Nous énumérons, au **tableau 2**, les numéros des broches avec le nom et la fonction. Notons les quatre groupes de signaux. L'alimentation concerne les trois premières broches, les trois suivantes véhiculent les signaux relatifs à l'organisation. Les broches 7 à 14 gèrent les données « parallèles » nécessaires pour les instructions et

pour les textes. Enfin, les deux dernières permettent le rétroéclairage de l'afficheur et sont optionnelles selon le modèle choisi.

En mode « instruction » (broche RS au niveau logique 0), les huit lignes de données (D0 à D7) déterminent le comportement de l'afficheur.

Le **tableau 3** énumère toutes les possibilités.

L'examen attentif de celui-ci donne toutes les précieuses informations pour bien maîtriser ces composants. Un afficheur LCD alphanumérique peut faire apparaître un certain nombre de caractères, répartis sur deux ou quatre lignes. Chaque caractère est constitué d'une matrice de 35 points (7x5). Chacun d'eux peut être noirci afin de déterminer le caractère.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	RÔLE DE L'INSTRUCTION	DURÉE MINIMALE
0	0	0	0	0	0	0	1	Effacement de l'écran et remise à 0 de la DDRAM. N'efface pas la CGRAM.	1,64 ms.
0	0	0	0	0	0	1	X	Remise à 0 de l'adresse DDRAM, et de l'affichage à sa position d'origine. Le contenu de la DDRAM reste inchangé.	1,64 ms.
0	0	0	0	0	1	I/D	SH	SH=1 : l'affichage suit le déplacement du curseur I/D=1 : déplacement du curseur vers la droite (incrémentement) I/D=0 : déplacement du curseur vers la gauche (décrémentement)	40 µs.
0	0	0	0	1	D	C	B	D=1 : afficheur en service - D=0 : afficheur hors service C=1 : curseur visible - C=0 : curseur invisible B=1 : curseur clignotant - B=0 : curseur fixe	40 µs.
0	0	0	1	S/C	R/L	X	X	Contenu de la DDRAM inchangé S/C=1 : déplacement caractères - S/C=0 : déplacement curseur R/L=1 : vers la droite - R/L=0 : vers la gauche	40 µs.
0	0	1	DL	N	F	X	X	DL=1 : mode 8 bits - DL=0 : mode 4 bits N=1 : 2 ou 4 lignes - N=0 : 1 ligne F=1 : format 5x10 - F=0 : format 5x7	40 µs.
0	1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	Lorsque D6=1, D0 à D5 représente l'adresse CGRAM du caractère à redéfinir.	40 µs.
1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	Lorsque D7=1, D0 à D6 représente l'adresse DDRAM, c'est à dire la position du caractère à afficher.	40 µs.

Légende : « X » ==> État indifférent « 1/0 » ==> Niveaux logiques possibles : 1 ou 0

Tableau 3

CARACTÈRES DEFINISSABLES		CARACTÈRES ASCII							CARACTÈRES JAPONAIS & GRECS					
4 BITS FAIBLES	4 BITS FORTS	0000 (00)	0010 (02)	0011 (03)	0100 (04)	0101 (05)	0110 (06)	0111 (07)	1010 (10)	1011 (11)	1100 (12)	1101 (13)	1110 (14)	1111 (15)
0000 (16x00)			0	1	A	Q	a	q						
0001 (16x01)			!	1	A	Q	a	q						
0010 (16x02)			"	2	B	R	b	r						
0011 (16x03)			#	3	C	S	c	s						
0100 (16x04)			\$	4	D	T	d	t						
0101 (16x05)			%	5	E	U	e	u						
0110 (16x06)			&	6	F	V	f	v						
0111 (16x07)			'	7	G	W	g	w						
1000 (16x08)			(	8	H	X	h	x						
1001 (16x09)			)	9	I	Y	i	y						
1010 (16x10)			*	:	J	Z	j	z						
1011 (16x11)			+	;	K	L	k	l						
1100 (16x12)			,	<	L	¥	1	l						
1101 (16x13)			-	=	M	I	m	i						
1110 (16x14)			.	>	N	^	n	+						
1111 (16x15)			/	?@	_	o	+							

13

Notez la présence de la plupart des caractères ASCII, hormis les lettres accentuées.

Certains modèles disposent d'un rétroéclairage formé de leds, positionnées derrière, de manière invisible.

Attention : si un afficheur LCD consomme très peu de courant, il n'en est pas de même pour le rétroéclairage dont l'intensité peut dépasser 200 mA.

La plupart des afficheurs LCD alpha-numériques renferment le même µC, de ce fait ils proposent le même jeu de caractères. La **figure 13** montre la table, affichable lorsque la ligne RS est au niveau (1).

Schéma de principe

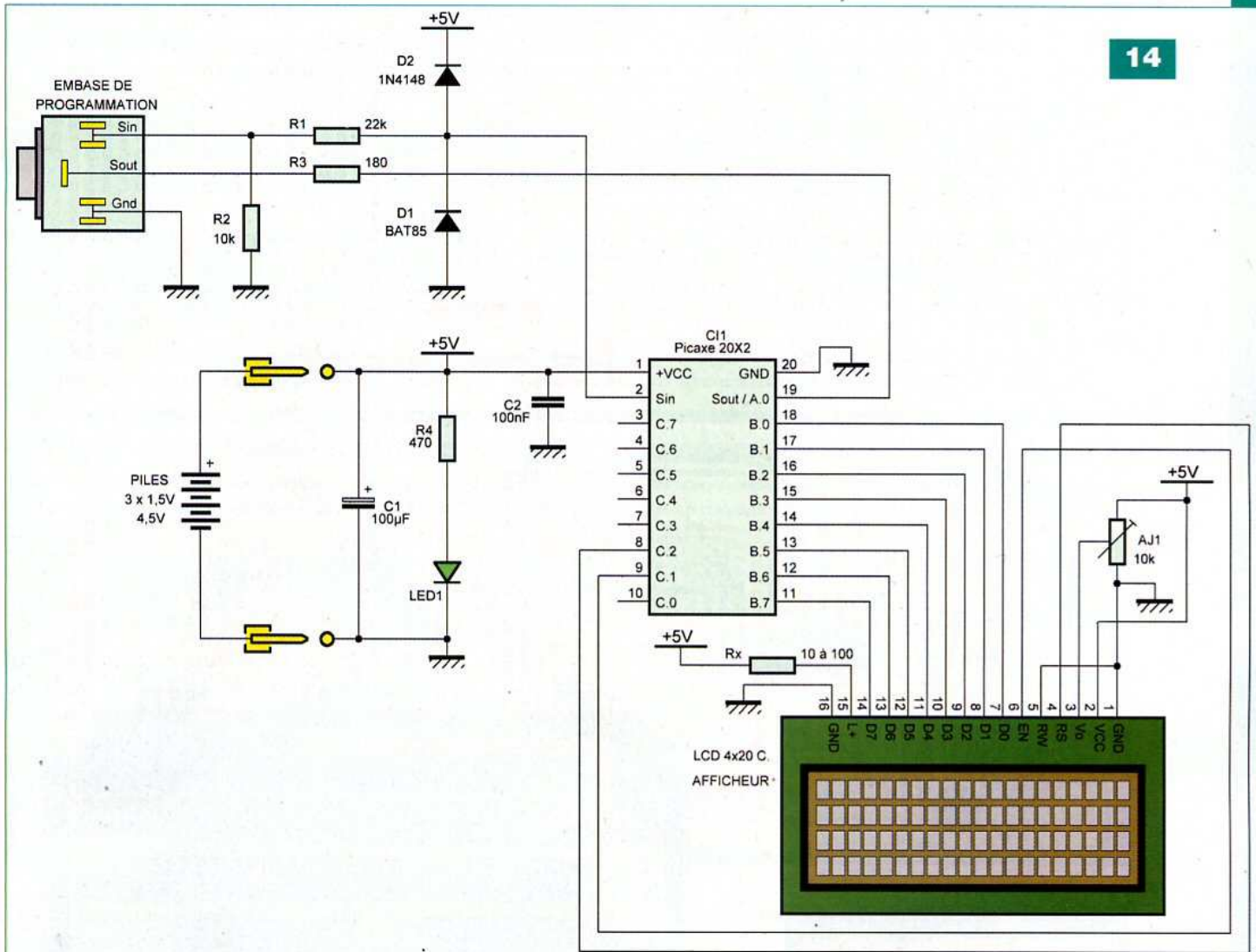
L'interface de programmation du microcontrôleur et l'alimentation du circuit ne subissent aucune modification.

L'afficheur s'alimente sous 5 V (**figure 14**). La résistance AJ1 prélève une partie de cette tension pour déterminer le niveau de contraste sur la broche Vo. La résistance Rx limite le courant des leds de rétroéclairage, si l'afficheur en est muni. Il convient de consulter la notice technique de celui-ci pour connaître la valeur à adopter. En cas de doute, commencez par une valeur moyenne (47 Ω). Certains modèles peuvent s'en passer, il suffit de remplacer Rx par un pont de liaison. La ligne C.1 du PICAXE se charge du signal de validation (EN). La commutation du registre (RS) est assurée par C.2. Nous ne dialoguons pas avec l'afficheur, nous envoyons les signaux durant un temps suffisamment long. De ce fait, aucune opération de lecture ne requiert le niveau 1 sur la broche (RW), celle-ci est donc reliée directement à la masse, comme généralement pour les applications courantes. Les lignes B.0 à B.7 du PICAXE envoient les données sur les broches D0 à D7.

Câblage

La **figure 15** indique le placement des fils ou ponts de liaisons.

La **figure 16** précise l'implantation des composants et montre la vue complète de l'atelier N°9 terminé.



Liste des composants

Liste de référence (voir ci-dessus ou l'atelier pratique N°1)

• Résistance 5% - 0,5 W

Rx : 10 Ω à 100 Ω (voir texte)

• Résistance ajustable

AJ1 : 10 k Ω (multitours vertical)

• Semi-conducteurs

C11 : PICAXE-20X2 (Gotronic)

Afficheur : Afficheur LCD alphanumérique de 2x16 à 4x20 caractères

Programmation

Comme précisé dans la présentation, nous allons étudier deux manières d'afficher les textes, précisément, à l'emplacement voulu sur l'afficheur LCD (ligne et colonne).

La première, bien que plus lisible au niveau du code BASIC, est plus astreignante et limitée en volume de texte. Toutes les lignes du texte sont

déclarées en début de programme et ne doivent pas occuper plus de 256 octets (bytes).

Ensuite, il convient de connaître exactement l'adresse de début et de fin de stockage en mémoire pour chaque ligne à afficher.

Dans le logiciel d'édition « PICAXE Programming Editor », ouvrez le programme basic « **09_LCD_Tables_20X2.bas** », lancez la compilation suivie du chargement et reportez-vous à la **figure 17** pour suivre cette étude.

- **Lignes 1 à 17.** Déclaration des directives de compilation, des constantes et des variables.

- **Lignes 20 et 21.** Les ports utilisés sont configurés en « sortie », tous les autres en « entrée ».

- **Ligne 22.** Cadencement du μ C. à 8 MHz.

- **Ligne 23.** Pause de 200 ms pour

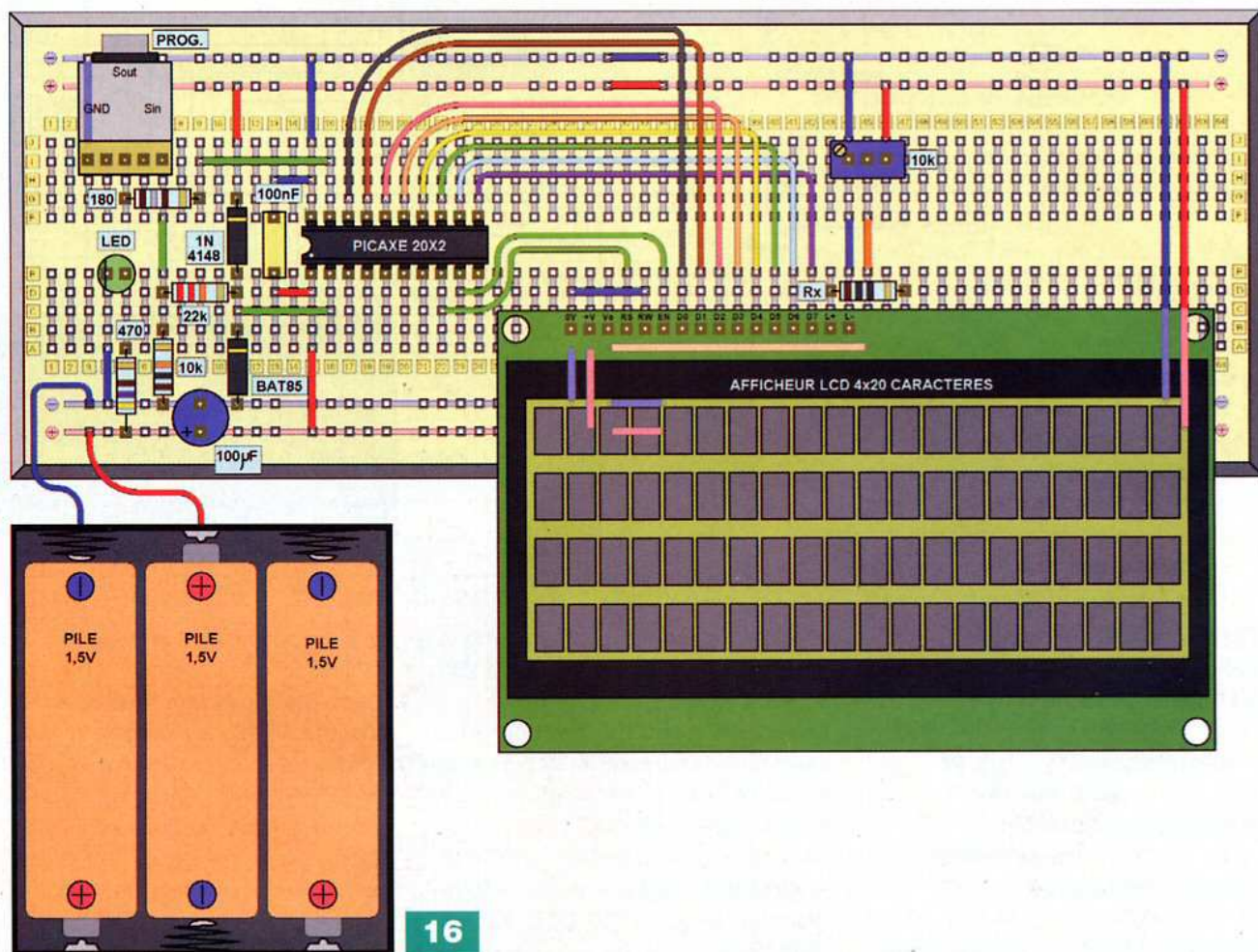
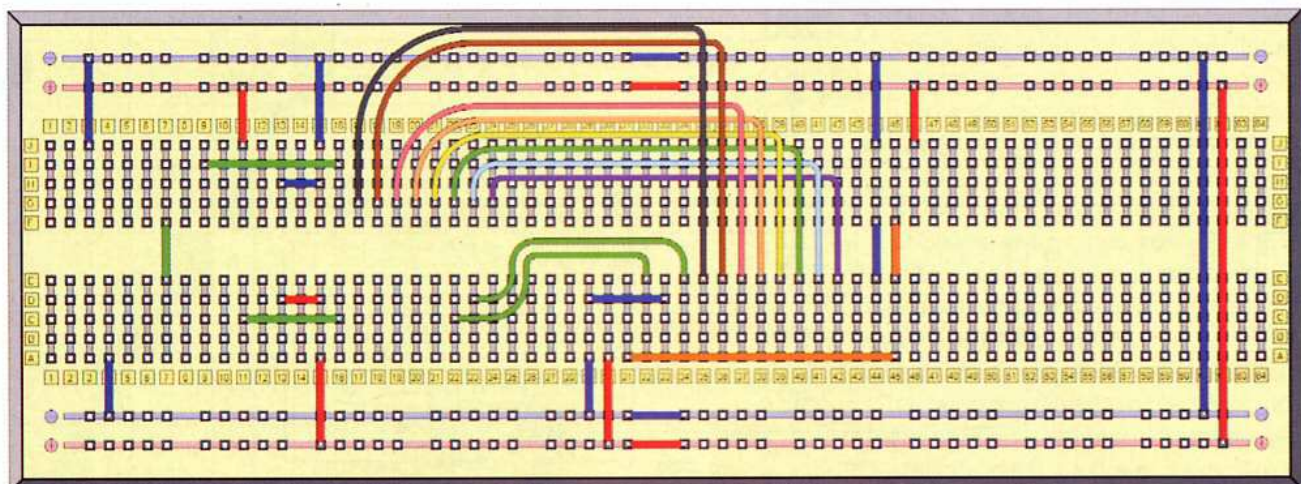
la stabilisation de l'alimentation de l'afficheur.

- **Ligne 24.** La valeur décimale 56, envoyée à l'afficheur comme instruction (par le sous-programme « COMMANDE »), le configure en mode 8 bits, avec deux ou quatre lignes de texte et une matrice de 5x7 points par caractère. La pause de 1 ms permet de s'assurer que le processus aura largement le temps nécessaire à l'exécution.

Notez la possibilité, en BASIC PICAXE, d'écrire plusieurs instructions par ligne, séparées par le symbole « deux points » (:).

- **Ligne 25.** De la même manière, la valeur 12 met l'afficheur en service sans curseur visible.

- **Ligne 26.** La valeur 1 efface l'afficheur et positionne le curseur (invisible) en haut et à gauche (ligne 0, colonne 0).



Notez que la première position n'est pas 1, mais 0 (lignes de 0 à 3 et colonnes de 0 à 19).

- **Lignes 27 à 34.** Déclaration de toutes les lignes de texte avec l'instruction « table ».
- **Lignes 25 et 54.** Utilisation d'une boucle sans fin « do ... loop ».
- **Lignes 38 à 41.** Pour chaque texte à afficher, nous définissons la ligne, la colonne, l'adresse de début, l'adresse de fin et nous appelons le

sous-programme « AFFICHE » chargé de l'afficher.

- **Lignes 42 à 45.** Après une pause de 3 s, servant à lire le message, nous effaçons l'écran (valeur 1 envoyée par le sous-programme « COMMANDE »), puis nous laissons une pause de 50 ms pour effectuer l'effacement.
- **Lignes 46 à 53.** Quatre lignes de texte s'affichent à intervalles de 1 s.
- **Ligne 56.** Les sous-programmes

prennent place après la boucle sans fin (donc, après la fin du programme).

- **Lignes 58 à 67.** Ce double sous-programme traite une « COMMANDE » ou un « TEXTE ». S'il s'agit d'une commande, le registre RS prend le niveau 0, puis la valeur (CAR) est envoyée (ENVOI) au port B. Il s'en suit une impulsion de validation de 2 ms sur la broche EN et enfin, l'instruction de retour du sous-programme (return). Dans le cas d'un texte, le


```

1 ***** DIRECTIVES
2 #picaxe20X2
3 #no_data
4 #terminal off
5
6 ***** CONSTANTES
7 symbol EN = C.1
8 symbol RS = C.2
9
10 ***** VARIABLES
11 symbol CAR = b0
12 symbol INDEX = b1
13 symbol INDD = b2
14 symbol INDF = b3
15 symbol LIGNE = b4
16 symbol COLONNE = b5
17 symbol DONNEE = b6
18
19 ***** INITIALISATIONS
20 dirsB = %11111111
21 dirsC = %00000110
22 setfreq m8
23 pause 200
24 CAR = 56 : gosub COMMANDE : pause 1
25 CAR = 12 : gosub COMMANDE : pause 1
26 CAR = 1 : gosub COMMANDE : pause 50
27 table 00, (" - AFFICHAGE LCD - ")
28 table 20, ("A COMMANDE PARALLELE")
29 table 40, ("4x20 C - MODE 8 BITS")
30 table 60, ("AVEC UN PICAXE 20X2")
31 table 80, ("0 <-- LIGNE 0 --> 19")
32 table 100, ("0 <-- LIGNE 1 --> 19")
33 table 120, ("0 <-- LIGNE 2 --> 19")
34 table 140, ("0 <-- LIGNE 3 --> 19")
35
36 ***** BOUCLE PRINCIPALE
37 do
38   LIGNE = 0 : COLONNE = 0 : INDD = 0 : INDF = 19 : gosub AFFICHE
39   LIGNE = 1 : COLONNE = 0 : INDD = 20 : INDF = 39 : gosub AFFICHE
40   LIGNE = 2 : COLONNE = 0 : INDD = 40 : INDF = 59 : gosub AFFICHE
41   LIGNE = 3 : COLONNE = 0 : INDD = 60 : INDF = 79 : gosub AFFICHE
42   wait 3
43   CAR = 1
44   Gosub COMMANDE
45   pause 50
46   LIGNE = 0 : COLONNE = 0 : INDD = 80 : INDF = 99 : gosub AFFICHE
47   wait 1
48   LIGNE = 1 : COLONNE = 0 : INDD = 100 : INDF = 119 : gosub AFFICHE
49   wait 1
50   LIGNE = 2 : COLONNE = 0 : INDD = 120 : INDF = 139 : gosub AFFICHE
51   wait 1
52   LIGNE = 3 : COLONNE = 0 : INDD = 140 : INDF = 159 : gosub AFFICHE
53   wait 1
54 loop
55

```

```

56 ***** SOUS-PROGRAMMES
57
58 *** COMMANDE OU TEXTE VERS L'AFFICHEUR
59 COMMANDE:
60   low RS
61   goto ENVOI
62 TEXTE:
63   high RS
64 ENVOI:
65   outpinsB = CAR
66   pulsout EN.2
67   return
68
69 *** POSITION D'AFFICHAGE
70 ADRESSE:
71   select case LIGNE
72     case 0
73       CAR = 128
74     case 1
75       CAR = 192
76     case 2
77       CAR = 148
78     case 3
79       CAR = 212
80   endselect
81   CAR = CAR + COLONNE
82   return
83
84 *** AFFICHAGE D'UNE LIGNE
85 AFFICHE:
86   gosub ADRESSE
87   gosub COMMANDE
88   pause 1
89   for INDEX = INDD to INDF
90     readtable INDEX,CAR
91     gosub TEXTE
92   next INDEX
93   return

```

17

```

1 ***** DIRECTIVES
2 #picaxe20X2
3 #no_data
4 #terminal off
5
6 ***** CONSTANTES
7 symbol EN = C.1
8 symbol RS = C.2
9
10 ***** VARIABLES
11 symbol CAR = b0
12 symbol INDEX = b1
13 symbol INDD = b2
14 symbol INDF = b3
15 symbol LIGNE = b4
16 symbol COLONNE = b5
17 symbol DONNEE = b6
18 symbol POS = b7
19
20 ***** INITIALISATIONS
21 dirsB = %11111111
22 dirsC = %00000110
23 setfreq m8
24 pause 200
25 CAR = 56 : gosub COMMANDE : pause 1
26 CAR = 12 : gosub COMMANDE : pause 1
27 CAR = 1 : gosub COMMANDE : pause 50
28
29 ***** BOUCLE PRINCIPALE
30 do
31   COLONNE = 0 : LIGNE = 0 : Gosub ADRESSE
32   for COLONNE = 0 to 19
33     lookup COLONNE, (" - AFFICHAGE LCD - ").CAR
34     gosub TEXTE
35   next COLONNE
36   COLONNE = 0 : LIGNE = 1 : Gosub ADRESSE
37   for COLONNE = 0 to 19
38     lookup COLONNE, ("A COMMANDE PARALLELE").CAR
39     gosub TEXTE
40   next COLONNE
41   COLONNE = 0 : LIGNE = 2 : Gosub ADRESSE
42   for COLONNE = 0 to 19
43     lookup COLONNE, ("4x20 C - MODE 8 BITS").CAR
44     gosub TEXTE
45   next COLONNE
46   COLONNE = 0 : LIGNE = 3 : Gosub ADRESSE
47   for COLONNE = 0 to 19
48     lookup COLONNE, ("AVEC UN PICAXE 20X2").CAR
49     gosub TEXTE
50   next COLONNE
51   wait 3
52   CAR = 1 : gosub COMMANDE : pause 50
53   COLONNE = 0 : LIGNE = 0 : Gosub ADRESSE
54   for COLONNE = 0 to 19

```

```

55     lookup COLONNE, ("0 <-- LIGNE 0 --> 19").CAR
56     gosub TEXTE
57   next COLONNE
58   wait 1
59   COLONNE = 0 : LIGNE = 1 : Gosub ADRESSE
60   for COLONNE = 0 to 19
61     lookup COLONNE, ("0 <-- LIGNE 1 --> 19").CAR
62     gosub TEXTE
63   next COLONNE
64   wait 1
65   COLONNE = 0 : LIGNE = 2 : Gosub ADRESSE
66   for COLONNE = 0 to 19
67     lookup COLONNE, ("0 <-- LIGNE 2 --> 19").CAR
68     gosub TEXTE
69   next COLONNE
70   wait 1
71   COLONNE = 0 : LIGNE = 3 : Gosub ADRESSE
72   for COLONNE = 0 to 19
73     lookup COLONNE, ("0 <-- LIGNE 3 --> 19").CAR
74     gosub TEXTE
75   next COLONNE
76   wait 1
77 loop
78
79 ***** SOUS-PROGRAMMES
80
81 *** COMMANDE OU TEXTE VERS L'AFFICHEUR
82 COMMANDE:
83   low RS
84   goto ENVOI
85 TEXTE:
86   high RS
87 ENVOI:
88   outpinsB = CAR
89   pulsout EN.2
90   return
91
92 *** POSITION D'AFFICHAGE
93 ADRESSE:
94   select case LIGNE
95     case 0
96       POS = 128
97     case 1
98       POS = 192
99     case 2
100      POS = 148
101     case 3
102      POS = 212
103   endselect
104   POS = POS + COLONNE
105   low RS
106   outpinsB = POS
107   pulsout EN.2
108   return

```

18

registre RS prend le niveau 1, la suite reste identique.

- **Lignes 69 à 82.** Le sous-programme « ADRESSE » a pour mission d'attribuer une adresse précise à la position d'affichage. Le début de la ligne 0 correspond à l'adresse 128, la 1 vaut 192, la 2 vaut 148 et la 3 vaut 212. Il suffit ensuite d'additionner ce nombre à la valeur de la colonne pour obtenir l'adresse finale.
- **Lignes 84 à 93.** Le sous-programme « AFFICHE » se charge d'afficher, à la suite, tous les caractères du texte sur une ligne. Il appelle lui-même successivement les sous-programmes « ADRESSE » et « COMMANDE », puis dans une boucle « for ... next », chaque caractère est lu et affiché par le sous-programme « TEXTE ».

La seconde méthode est bien plus souple à programmer, car les lignes du texte ne doivent pas faire l'objet de déclaration en début de code. Les premières lignes, jusqu'à la boucle sans fin (ligne 29) sont identiques au programme précédent et n'appellent pas d'informations supplémentaires. Le dernier sous-programme (ADRESSE) diffère légèrement, mais se comprend aisément.

Dans le logiciel d'édition « PICAXE

Programming Editor », ouvrez le programme basic « 09_LCD_Lookup_20X2.bas », lancez la compilation suivie du chargement et reportez-vous à la **figure 18** pour suivre cette étude.

- **Ligne 31.** Pour chaque texte à afficher, sur une même ligne, il convient de définir la position de départ (colonne et ligne), puis d'appeler le sous-programme « ADRESSE ».
- **Lignes 32 à 35.** Au sein d'une boucle « for ... next » ayant pour variable le numéro de « COLONNE », l'instruction « lookup » lit et envoie au sous-programme « TEXTE » successivement chaque caractère en vue de son affichage.

En examinant le code BASIC, vous constaterez que la technique se répète. Chaque texte s'affiche de la même manière jusqu'à la fin. Cette technique, bien qu'un peu moins lisible, simplifie le procédé. Le fait d'étudier deux modes de programmation différents pour effectuer une même tâche montre que chaque développeur travaille comme il préfère. Certains programmes sont peut-être plus lisibles, plus rationnels, plus concis, plus efficaces, etc. L'important n'est-il pas d'arriver à ses fins ?

Conclusion

Nous voici parvenus au terme de cette troisième série d'ateliers pratiques sur les PICAXE à tout faire. Vous maîtrisez maintenant ces microcontrôleurs si pratiques et si performants.

Même s'il reste toujours à apprendre, vous pouvez voler de vos propres ailes (ou plutôt programmer de vos propres doigts). Nous terminerons cette rubrique, lors d'un prochain numéro, par des ateliers plus pointus.

Y. MERGY

Adresse Internet de l'auteur :

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

Bibliographie :

Électronique Pratique N°340 - 342 - 357 - 358 - 360 - 361 - 362

Les liens Internet utiles pour ce sujet :

Même si vous le connaissez, voici le site du magazine : www.electroniquepratique.com

Site Internet de téléchargement libre du logiciel de programmation et d'édition pour les PICAXE : <http://www.rev-ed.co.uk/picaxe/>

Site Internet du distributeur des PICAXE en France :

<http://www.gotronic.fr/catalog/actif/micro.htm#25200>

Le site du forum officiel PICAXE francophone

<http://www.picaxeforum.co.uk/forumdisplay.php?f=44>



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 : _____

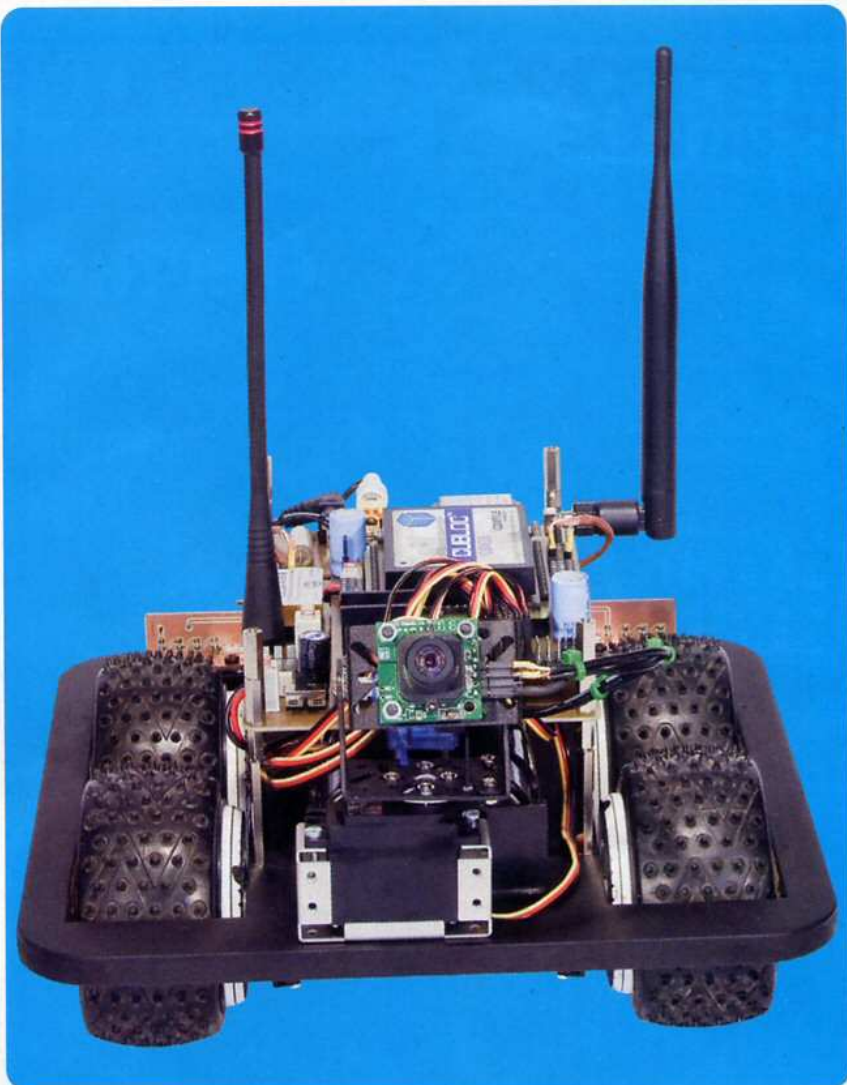
Je vous joins mon règlement par : ☐ chèque ☐ virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)
A retourner accompagné de votre règlement à : **TRANSOCÉANIC 3**, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

EP363

Robot 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.



Ce sera réalisable dès la fin de cette seconde partie consacrée à la fabrication des différents modules électroniques. Nous avons présenté les schémas théoriques dans notre précédent numéro, voyons maintenant comment rassembler les composants sur divers circuits imprimés.

La réalisation

La base robotique et sa télécommande nécessitent la fabrication de six circuits imprimés :

- Le dessin du circuit imprimé de la platine du microcontrôleur est visible en **figure 10**, la **figure 11** représentant l'implantation des divers composants
- Le microcontrôleur CB405 est placé sur une platine intermédiaire, ce qui facilite le tracé du circuit imprimé précédent.
- La **figure 12** représente le dessin du circuit imprimé de cette platine, tandis que la **figure 13** représente

une vue de dessus, précisant l'emplacement des différentes lignes

- La platine « support et radiofréquences » a son circuit imprimé représenté en **figure 14**. Le plan de l'insertion de ses composants est donné en **figure 15**. Le module émetteur vidéo AJV24e doit être placé sur un circuit adaptateur dont le tracé est montré en **figure 16**, la **figure 17** précisant l'emplacement de chacune des broches
- La **figure 18** représente le tracé du circuit imprimé de la platine « chargeur de batteries », tandis que la **figure 19** montre l'implantation des composants
- Le dessin du circuit imprimé de la platine « émetteur » est donné en **figure 20**. La **figure 21** représente l'implantation des composants
- La **figure 22** donne les dessins des deux circuits imprimés nécessaires à la réalisation du « moniteur vidéo » : l'un supporte l'électronique et l'écran, le second les boutons poussoirs de réglages et les potentiomètres de volumes.

En **figure 23** sont représentées les implantations des composants

Le câblage des différentes platines s'effectuera comme de coutume, à savoir :

- Placer d'abord les straps et les résistances
- Puis implanter les condensateurs, les diodes et les leds
- Souder les supports des circuits intégrés
- Implanter les borniers à vis
- Placer les connecteurs
- Terminer par les régulateurs de tensions fixés sur leurs dissipateurs

En ce qui concerne les divers connecteurs :

- **Pour la platine d'adaptation du CB405** : deux connecteurs de 2x20 points au pas de 2 mm supportent le microcontrôleur (**figure 13**). Pour le placer contre la platine du microcontrôleur, utiliser quatre rangées de barrette sécable de picots à broches carrées soudées « côté cuivré » du circuit imprimé

Nomenclature

PLATINE DU MICROCONTROLEUR ET PLATINE CHARGEUR

• Résistances

R1, R2, R3, R4 : 1Ω (marron, noir, rouge)
R5 : 3 x 10 Ω en parallèle (marron, noir, noir)
R6 : 4 x 27 Ω en parallèle (rouge, violet, noir)
R7 : 22 Ω (rouge, rouge, noir)
R8 : réseau de huit résistances de 470 Ω

• Condensateurs

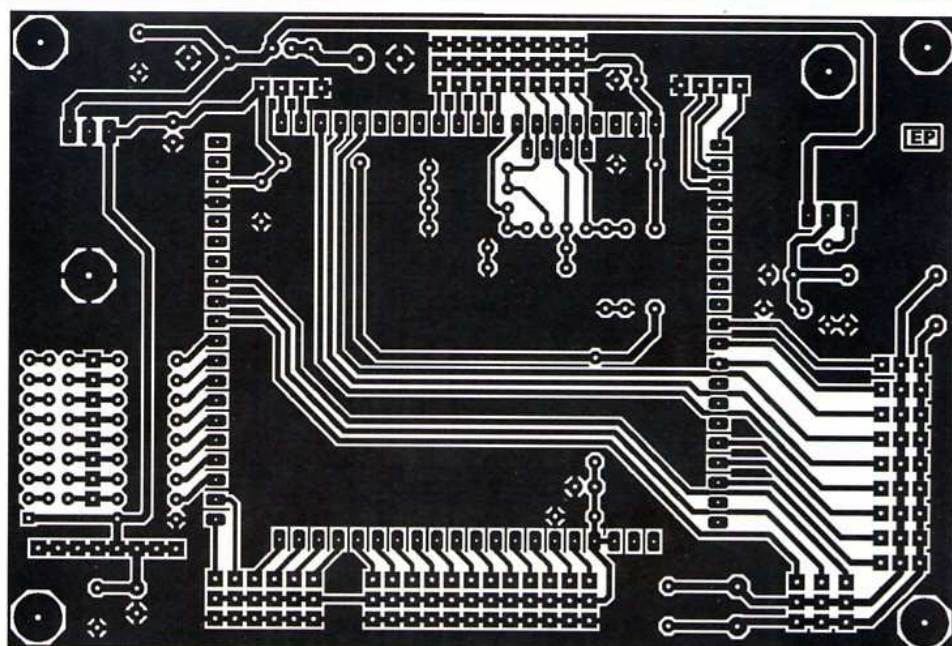
C1, C8, C12 : 1000 μF / 16 V
C2, C5, C7, C9, C11, C13, C14, C16 : 100 nF
C3, C4, C6, C10 : 10 μF / 16 V
C15 : 100 μF / 16 V

• Semi-conducteurs

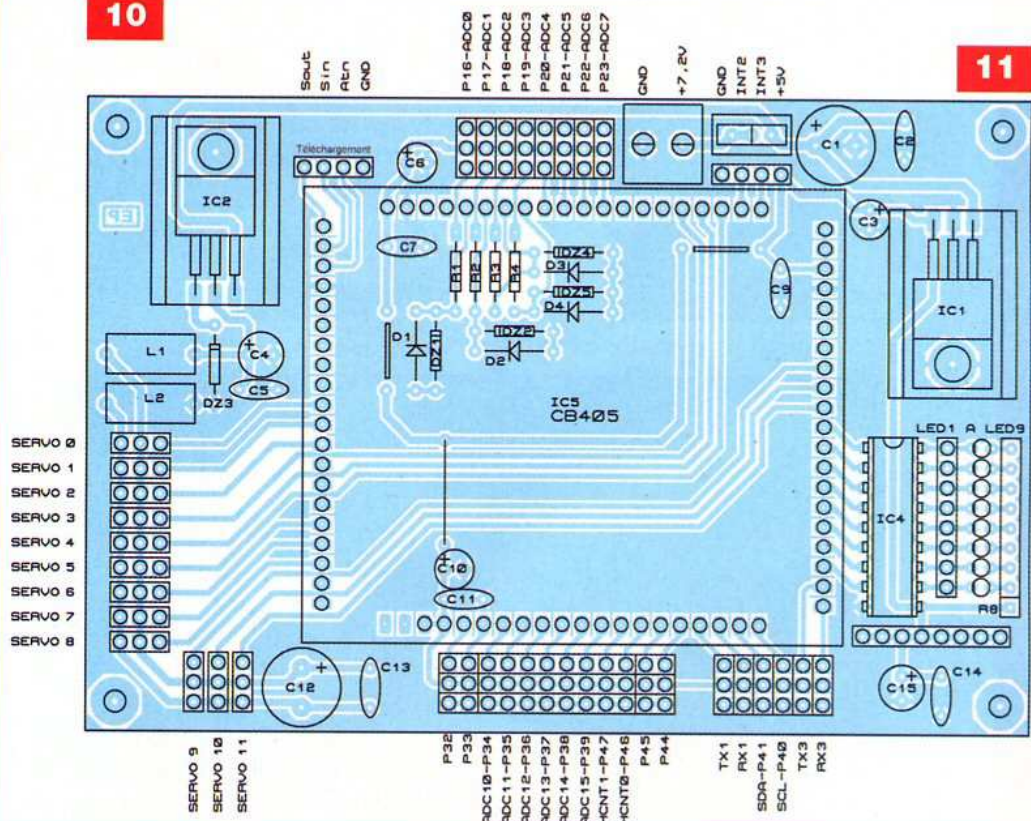
D1, D2, D3, D4 : 1N4148
D5 : 1N4001
DZ1, DZ2, DZ4, DZ5 : zéner 5,1 V
DZ3 : zéner 3,3 V
LED1 à LED7, LED9 : diode électroluminescente rouge, rectangulaire
LED8 : diode électroluminescente rouge, Ø 3 mm
LED10 à LED17 : diode électroluminescente rouge, diamètre 5 mm, haute luminosité
IC1 : LM2940CT5
IC2 : LM1084IT-3.3
IC3 : LM317
IC4 : ULN2803A
IC5 : CB405 (Lextronic)

• Divers

L1, L2 : inductance VK200
1 support pour circuit intégré, 18 broches
3 dissipateurs pour boîtier TO220
3 borniers à vis à deux points
1 connecteur alimentation pour circuit imprimé
3 interrupteurs inverseurs unipolaires pour circuit imprimé au pas de 2,54 mm
Barrettes sécables de picots à broches carrées
Barrettes sécables de supports pour broches carrées



10



11

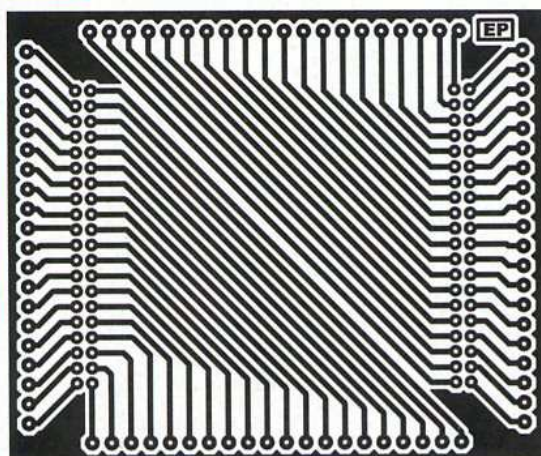
- **Pour la platine du microcontrôleur** : quatre rangées de barrette sécable de supports pour broches carrées à 20 points sont à souder pour recevoir l'adaptateur. Douze morceaux de barrette sécable à trois points seront utilisés pour les connexions des servomoteurs. Tous les autres connecteurs seront des morceaux de barrette sécable de supports pour broches carrées

- **Pour la platine support et radio-fréquences** : les modules TDL2A et AJV24e sont insérés dans des supports constitués par des morceaux de barrette sécable de supports pour broches carrées. Idem pour le module AJV24r de la platine de l'émetteur
- **Pour la platine adaptatrice de l'émetteur vidéo AJV24e** : deux rangées de barrette sécable de

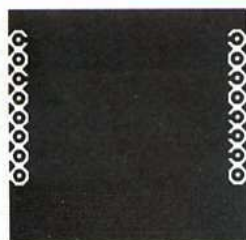
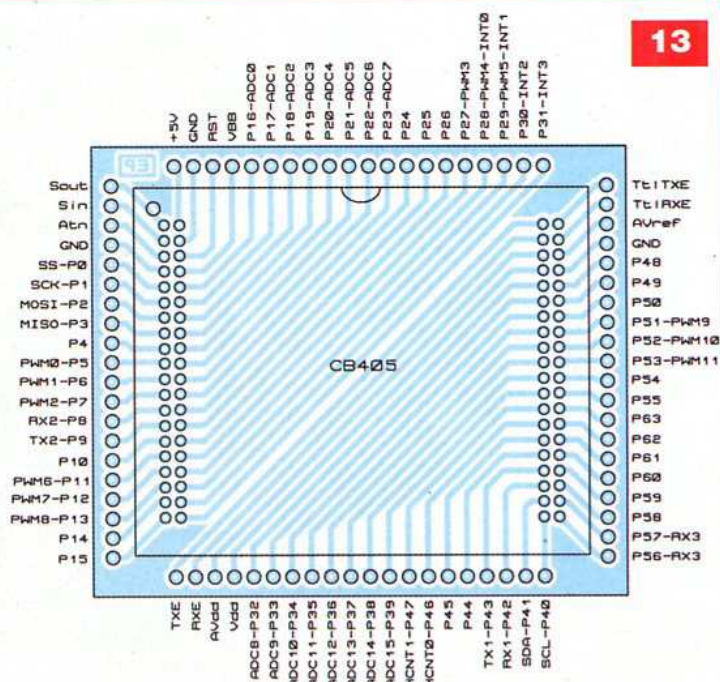
picots à broches carrées huit points sont soudées d'une part côté cuivré et d'autre part à la platine émetteur. Elles devront donc dépasser d'au moins 1,5 mm du côté composants

Le câblage des platines achevé, procéder à un très minutieux contrôle de celui-ci, en vérifiant notamment qu'aucun court-circuit n'existe entre pistes voisines.

12

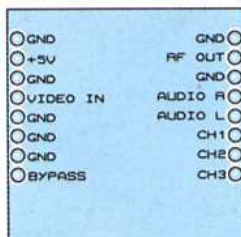


13



16

17



Nomenclature

PLATINE SUPPORT ET RADIOFREQUENCES

• Résistances

R1, R6 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
R2, R5 : 330 Ω (orange, orange, marron)
R3, R4 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

• Condensateurs

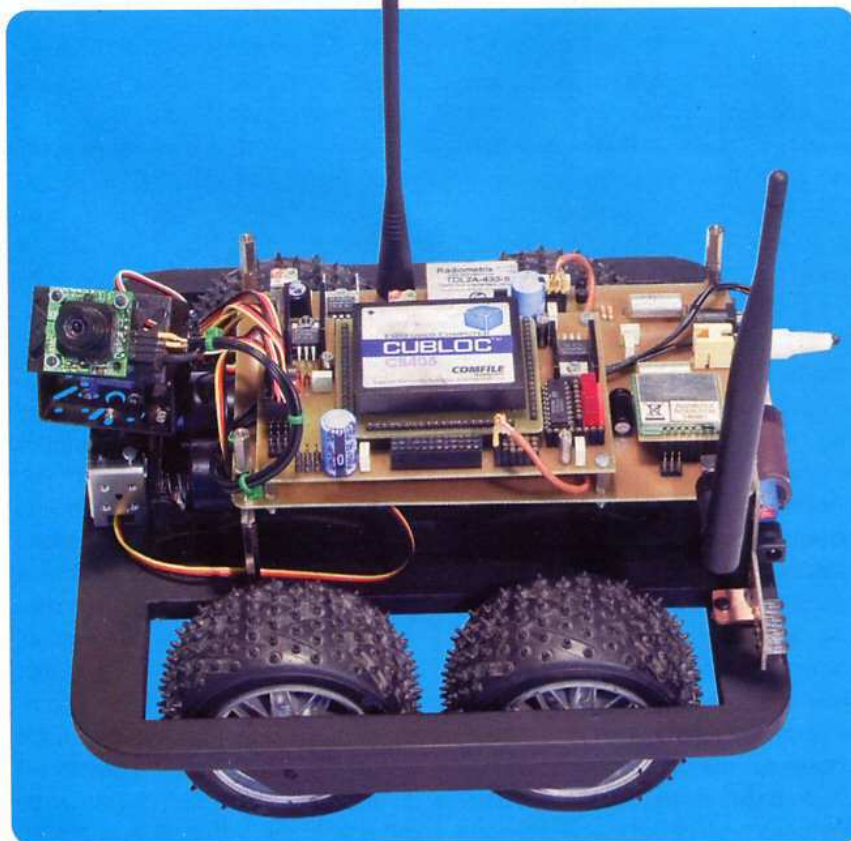
C1, C7 : 10 μ F / 16 V
C2, C3, C4, C6, C8, C10, C13 : 100 nF
C5 : 1000 μ F / 16 V
C9, C12 : 100 μ F / 16 V
C11 : 470 μ F / 16 V

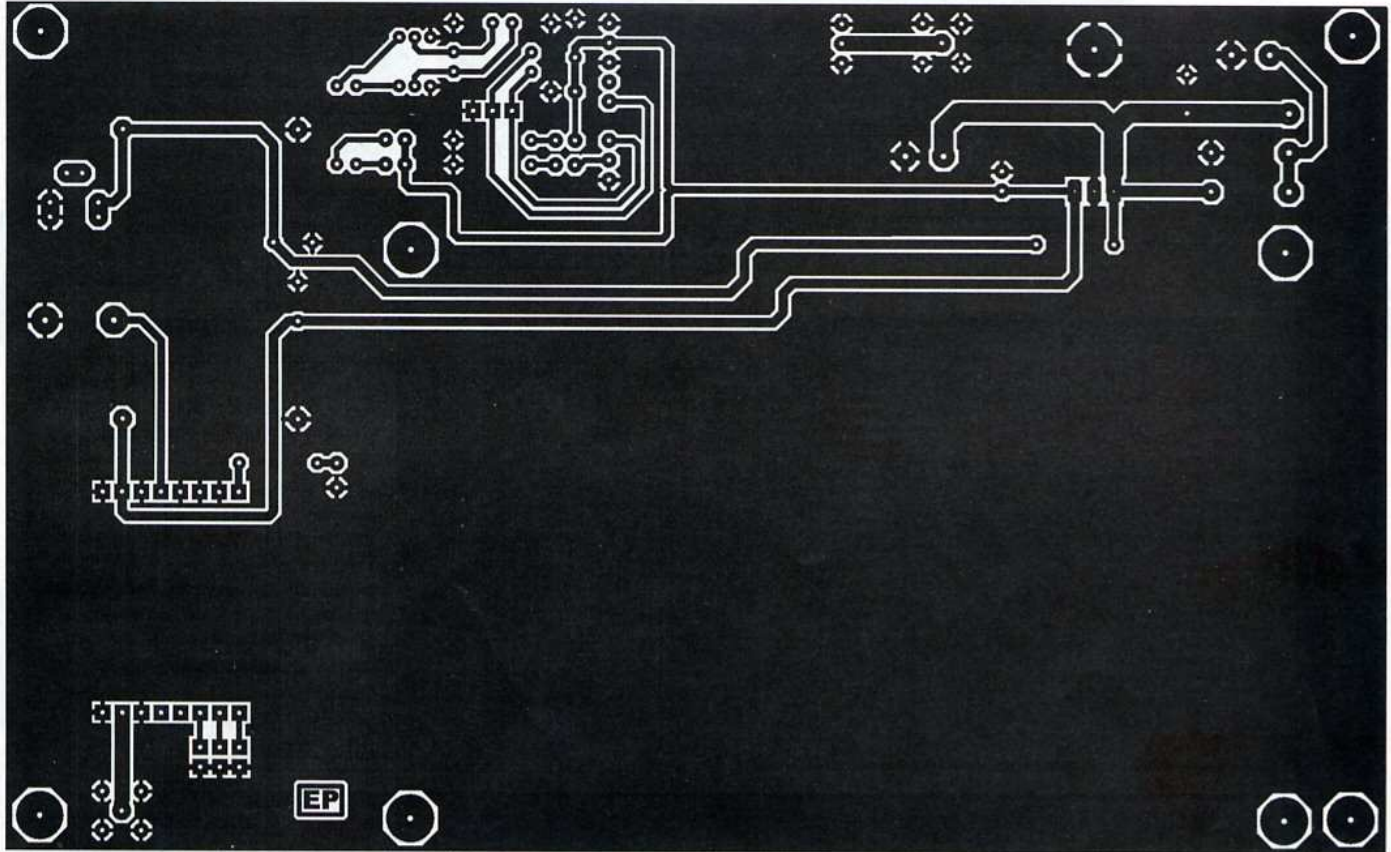
• Semi-conducteurs

T1, T2 : BC547
LED1 à LED4 : diode électroluminescente au pas de 2,54 mm, couleur au choix
IC1 : LM2940CT5

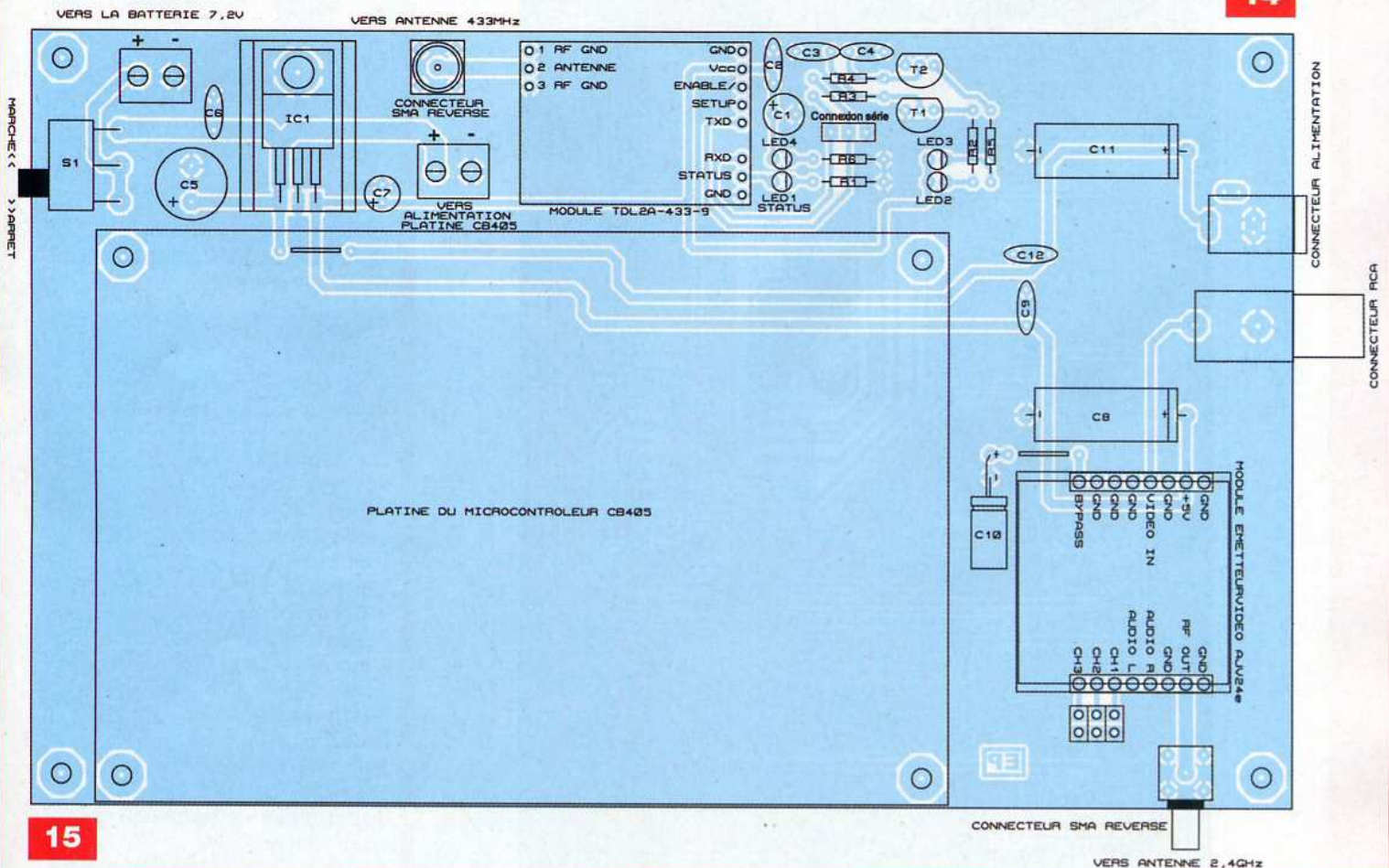
• Divers

1 module Radiometrix TDL2A-433-9 (Lextronic)
1 module émetteur vidéo AJV24e (Lextronic)
1 connecteur RCA pour circuit imprimé
1 connecteur alimentation pour circuit imprimé
1 connecteur SMA/reverse droit pour circuit imprimé
1 connecteur SMA/reverse coudé pour circuit imprimé
1 antenne 433 MHz à connecteur SMA
1 antenne 2,4 GHz à connecteur SMA
Barrettes sécables de picots à broches carrées
Barrettes sécables de supports pour broches carrées
1 interrupteur inverseur unipolaire pour circuit imprimé
2 borniers à vis à deux points

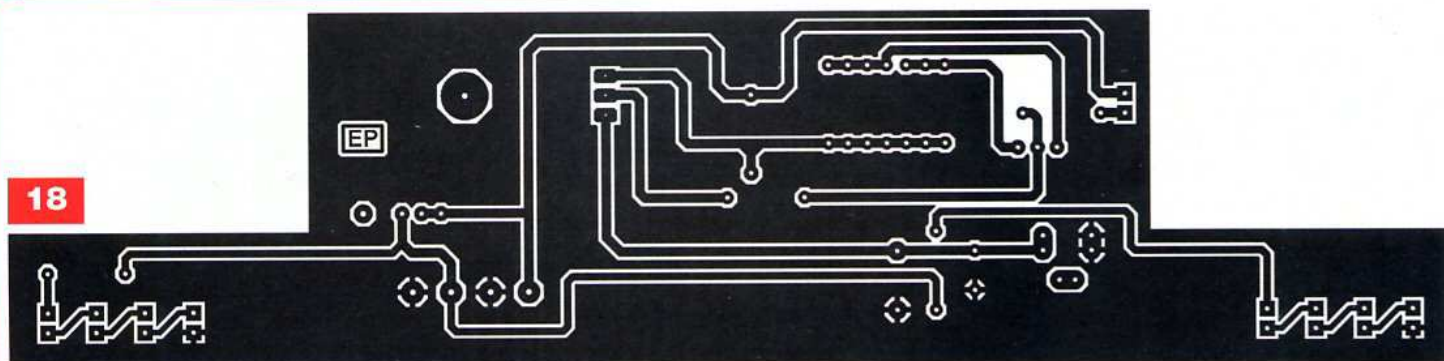




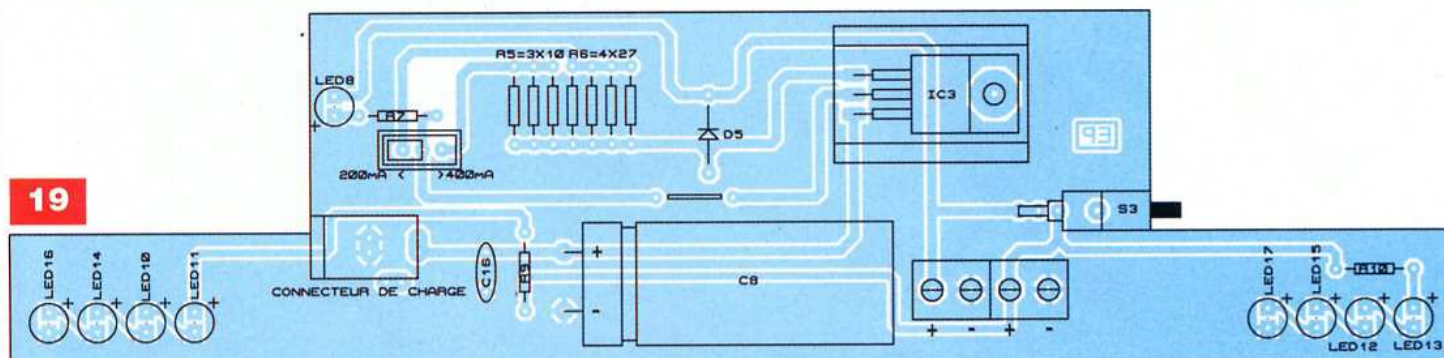
14



18

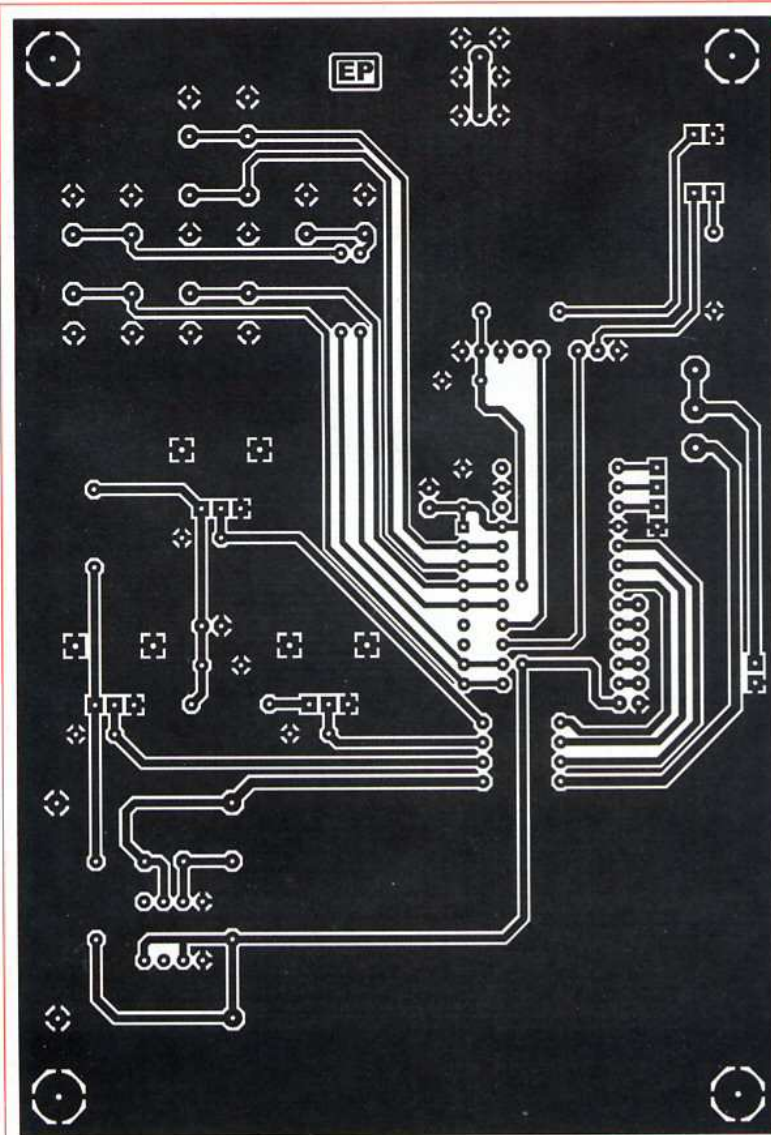


19



7,2 V Bat

20



Nomenclature

PLATINE EMETTEUR

• Résistances

R1 : 820 Ω (gris, rouge, marron)
R2 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
R3 : 8 x 10 k Ω
R4, R5, R6 : potentiomètre miniature vertical pour circuit imprimé de 10 k Ω

• Condensateurs

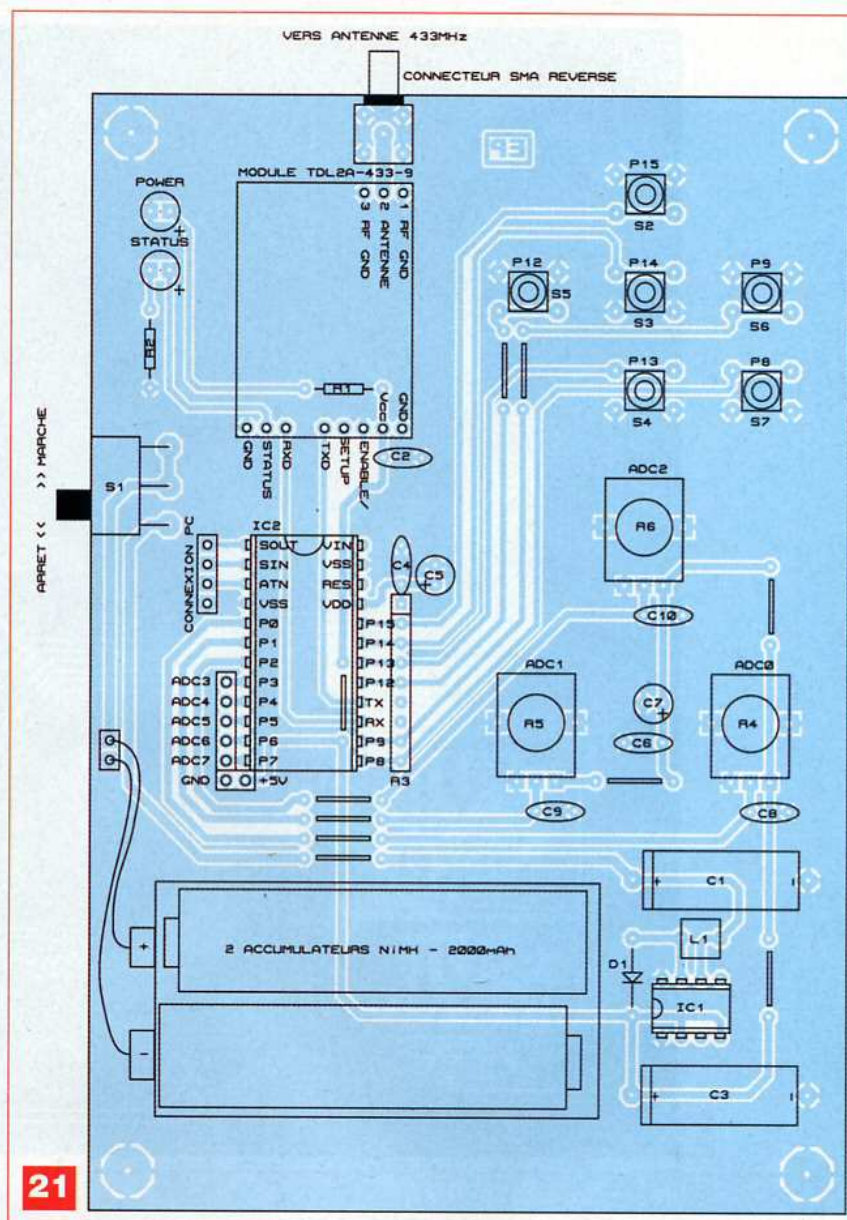
C1, C3 : 100 μ F / 20 V tantale axial
C2, C4, C6, C8, C9, C10 : 100 nF
C5, C7 : 10 μ F / 16 V

• Semi-conducteurs

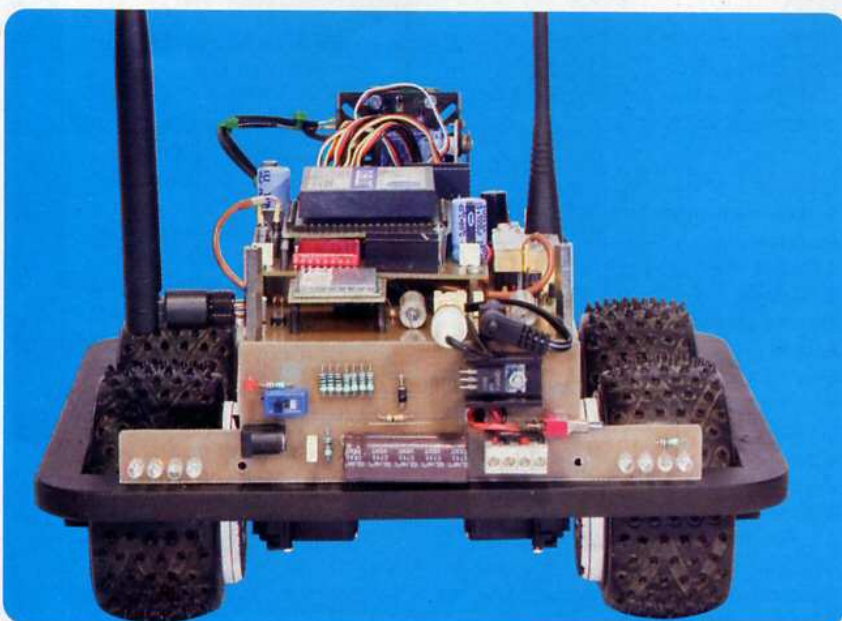
D1 : 1N5817
LED1, LED2 : diode électroluminescente, couleur quelconque, haute luminosité
IC1 : LT1300
IC2 : CB220 (Lextronic)

• Divers

1 module Radiometrix TDL2A-433-9 (Lextronic)
L1 : inductance 10 μ H
1 support pour circuit intégré 8 broches
1 support pour circuit intégré 24 broches
1 connecteur SMA/reverse coudé pour circuit imprimé
Barrette sécable de picots à broches carrées
Barrette sécable de supports pour broches carrées
1 interrupteur inverseur unipolaire pour circuit imprimé
5 boutons poussoirs pour circuit imprimé



21

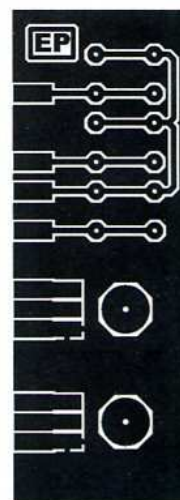
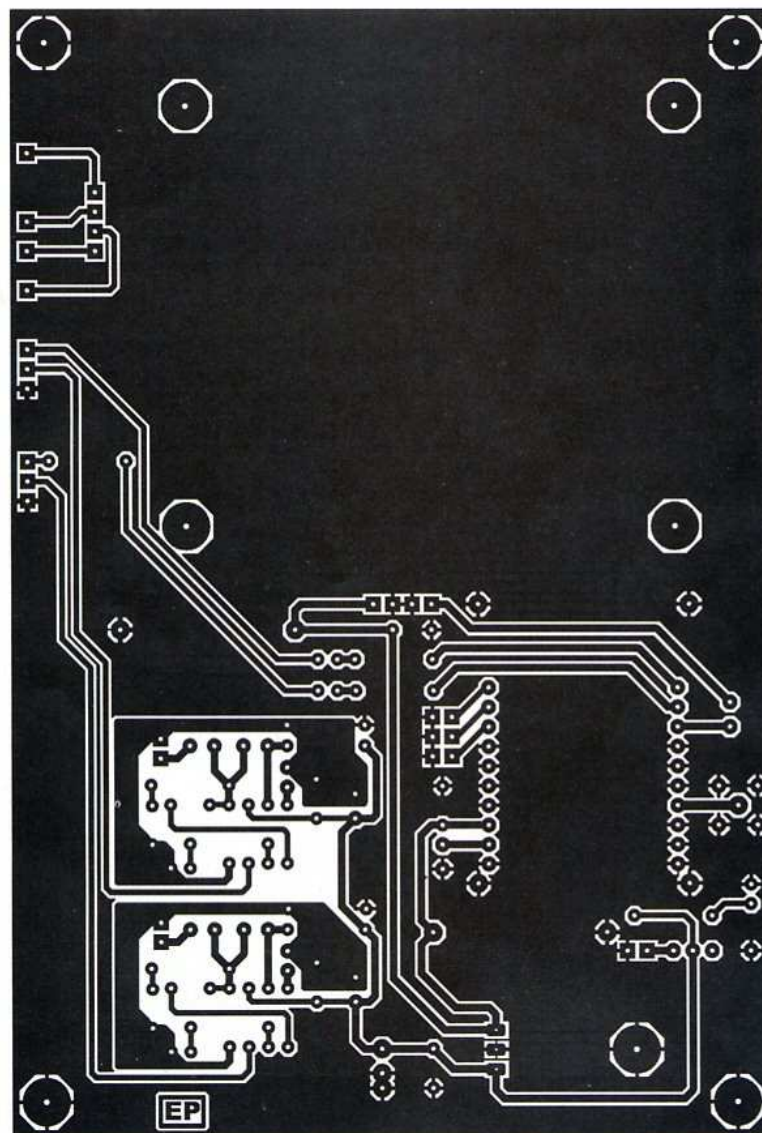


Les essais

L'alimentation de chaque platine sera vérifiée, les modules RF et le μC n'étant pas implantés. Pour cela, il suffira de les mettre sous tension et de mesurer les potentiels en divers points des circuits. Si tout est conforme, placer les derniers éléments sur leurs supports.

Il suffira ensuite de se connecter sur notre site pour télécharger les deux programmes dans les microcontrôleurs, au moyen d'un câble dont le schéma est donné en figure 24.

Ce travail terminé, **mettre d'abord la base robotique sous tension, puis l'émetteur.** La led indiquant la réception des données par la base mobile



22

Nomenclature

PLATINE MONITEUR

• Résistances

R1, R5 : 56 Ω (vert, bleu, noir)
R2, R6 : 120 Ω (marron, rouge, marron)
R3, R7 : potentiomètre 10 k Ω , courbe B
R4, R8 : 1 Ω (marron, noir, or)
R9 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

• Condensateurs

C1, C4, C8, C14 : 470 μ F / 16 V
C2, C6, C10, C16, C20, C23, C27 :
100 μ F / 16 V
C3, C5, C15, C24, C26 : 100 nF
C7, C17, C25 : 1000 μ F / 16 V
C9, C19 : 33 μ F / 16 V
C11, C18 : 220 nF
C12, C21 : 47 μ F / 16 V
C13, C22 : 220 pF

• Semi-conducteurs

IC1, IC2 : TBA820M

IC3 : LM2940CT5

LED1 : diode électroluminescente, couleur
quelconque, $\varnothing$ 3 mm

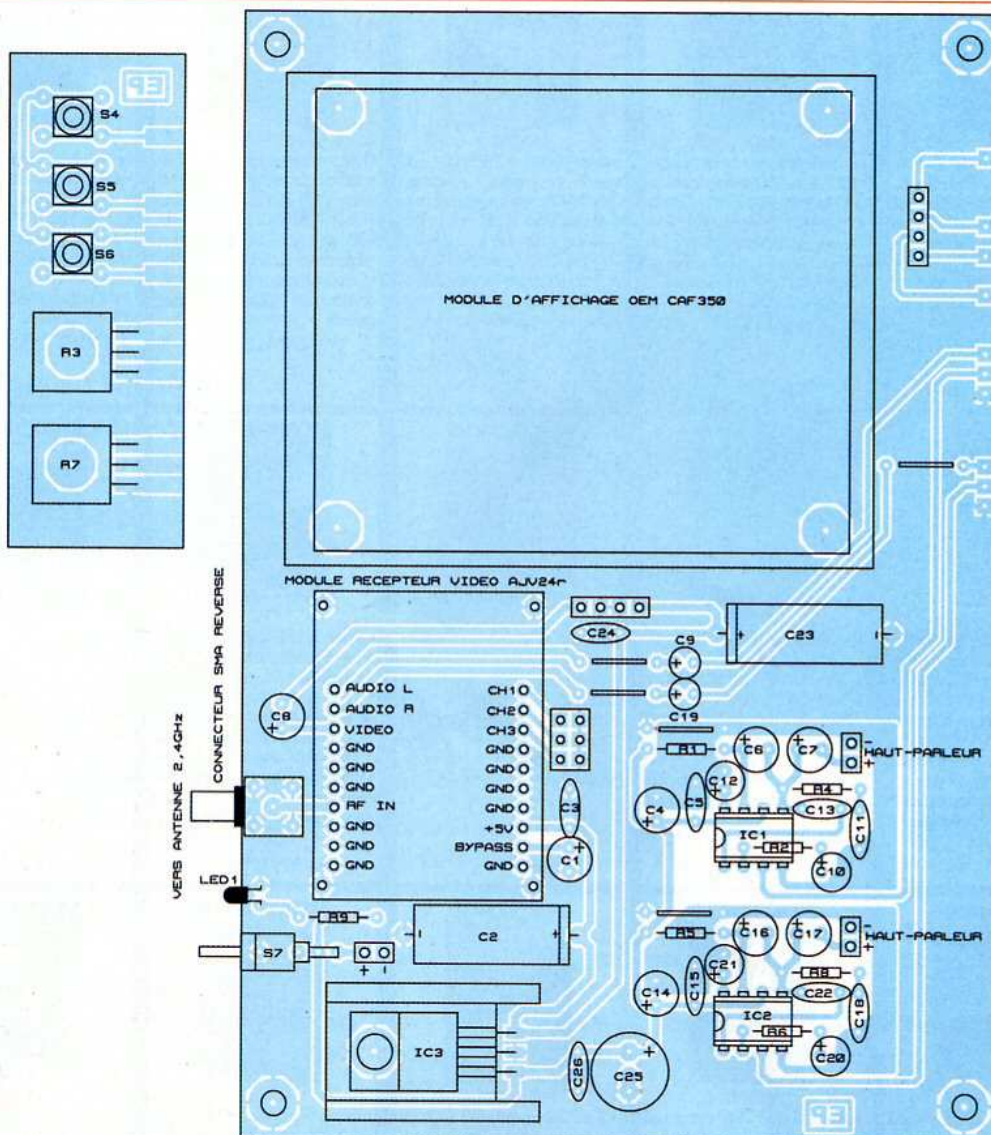
• Divers

1 module émetteur vidéo AJV24r
(Lextronic)
1 module vidéo moniteur CAF350
(Lextronic)
Barrette sécable de picots à broches
carrées
Barrette sécable de supports pour
broches carrées
1 interrupteur inverseur unipolaire pour
circuit imprimé
2 supports pour circuit intégré 8 broches
1 dissipateur pour boîtier TO220
1 connecteur SMA/reverse coudé pour
circuit imprimé
1 antenne 2,4 GHz à connecteur SMA
3 boutons poussoirs pour circuit imprimé

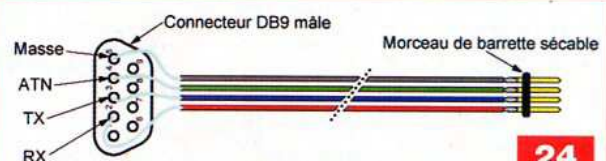
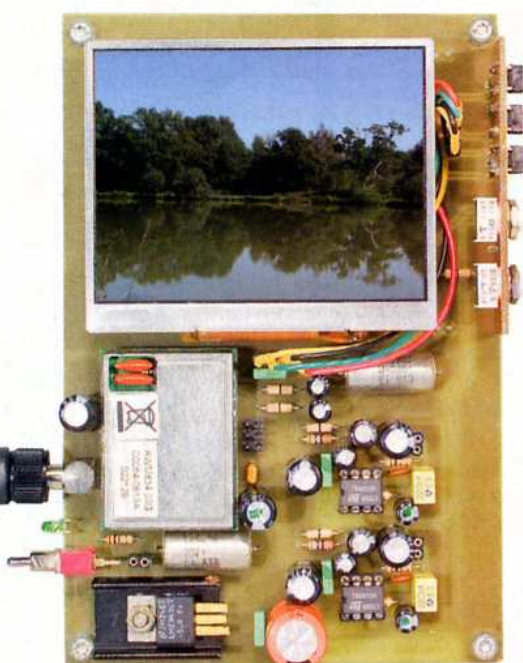
Nomenclature

Éléments ne figurant pas sur les divers modules

6 éléments d'accumulateurs NiCd ou
NiMh 2700mAh à 4000mAh
1 coupleur pour six éléments
1 tourelle (Lextronic)
4 servomoteurs à rotation continue
(Lextronic)
1 servomoteur miniature pour la tourelle
1 servomoteur standard pour la tourelle
Supports pour servomoteurs (voir texte)
1 support type « brique » pour
servomoteur
4 roues de diamètre 100 mm (à adapter
sur les servomoteurs, voir texte)
Médium, ou plexiglas, ou plastique
(voir texte)



23



24

doit clignoter rapidement, ce qui indique que la transmission entre les deux éléments est correcte.

Il ne reste plus qu'à piloter l'engin qui doit fonctionner immédiatement.

Nous vous souhaitons une bonne réalisation. Nous aurons sans doute l'occasion de parler à nouveau de cette base robotique, en vous proposant des améliorations et quelques nouveautés.

P. OGUIC

p.oguic@gmail.com

Les modules Bluetooth de Firmtech

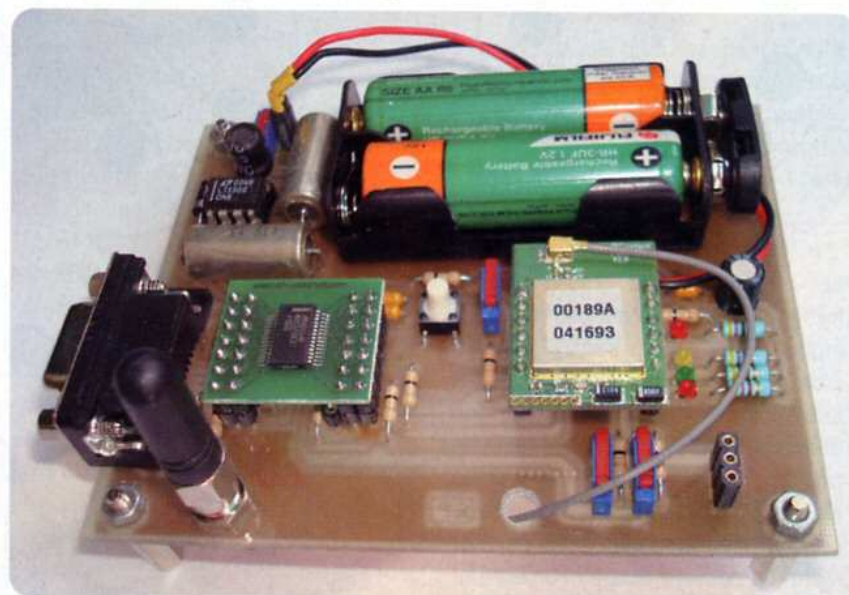
Nous avons proposé, dans un précédent numéro, un article d'initiation et d'utilisation des modules ZigBee de Firmtech, distribués en France par la société Lextronic. Elle commercialise également les modules Bluetooth issus du même fabricant, que nous vous faisons découvrir afin de vous permettre de voir plus dans le détail ce procédé d'échanges de données sans fil utilisé couramment dans notre vie quotidienne.

Le Bluetooth est une norme mondiale de communication utilisée pour les communications sans fil à courtes portées (quelques mètres à 100 m) dans un milieu domestique ou professionnel. Cependant, certains équipements permettent des liaisons beaucoup plus longues.

Cette technologie permet de créer des réseaux personnels, sans fil, ou WPAN (Wireless Personal Area Network).

Tous les systèmes équipés du Bluetooth peuvent communiquer ensemble, sans qu'il leur soit nécessaire d'être attachés à un réseau. Chacun des systèmes peut se connecter et se déconnecter comme bon lui semble.

Comme le WiFi, le Bluetooth utilise les ondes «radiofréquences» dans la bande 2,4 GHz, soit 79 canaux de fréquence différente (2,4000 GHz à 2,4835 GHz, dont 23 canaux en France, s'étalant de 2,4650 GHz à 2,4835 GHz). Il utilise la technique FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) ou étalement du spectre, par sauts de fréquence ou «évasion» de fréquence. Cette technique



consiste en un découpage de la bande 2,4 GHz en 79 canaux de 1 MHz de largeur, puis de transmettre les données aux récepteurs en utilisant une combinaison de canaux connue par ceux-ci. Le Bluetooth émet donc, en changeant de canal jusqu'à 1 600 fois par seconde, ce qui permet une liaison radio «propre», exempte d'interférences.

Ce découpage en tranches de 625 μ s (1 s / 1 600) est appelé «slot».

Chaque slot détermine un saut de fréquence. Se reporter à la **figure 1**.

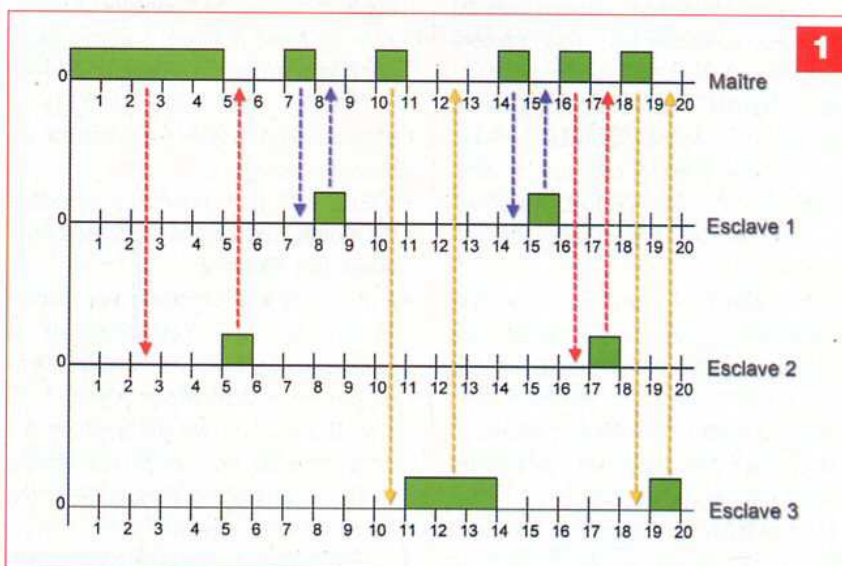
La transmission s'effectue par paquets, dont la taille tient en principe sur un slot.

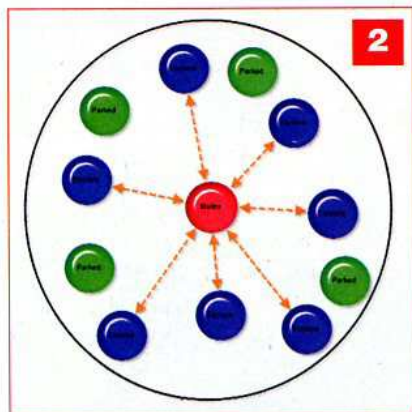
Cependant, ces paquets peuvent également occuper un espace de trois ou cinq slots.

Dans ces deux derniers cas, le saut de fréquence n'a lieu qu'à la fin de la transmission du paquet.

Un système désirant se connecter doit d'abord déterminer les sauts de fréquence, afin de pouvoir les respecter et établir ainsi une connexion.

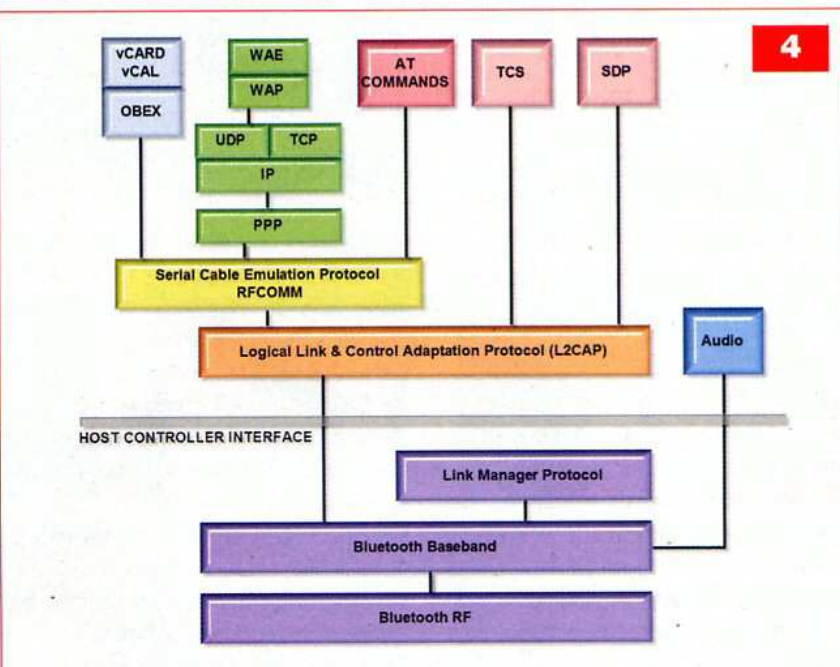
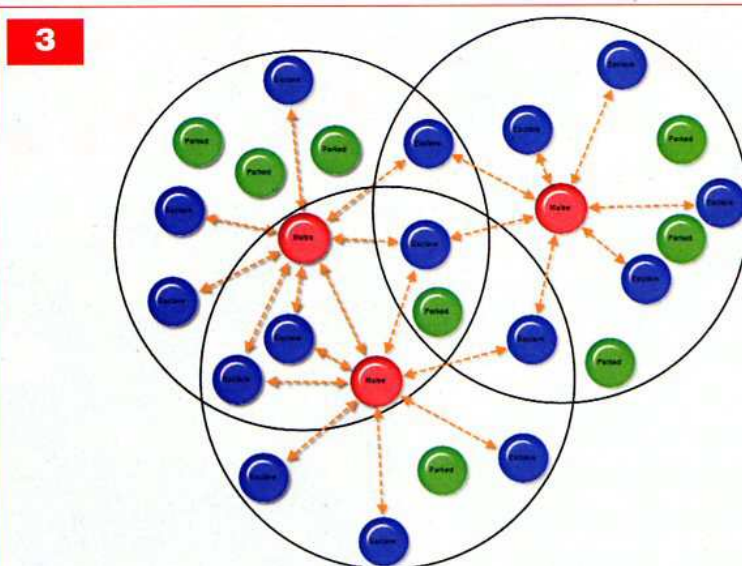
Le Bluetooth est basé sur un mode de fonctionnement *Master / Slave* (maître / esclave). Les différents systèmes s'interconnectant constituent ainsi deux sortes de réseaux :





- Le « **piconet** » ou réseau unique, formé par un *maître* qui peut communiquer avec sept *esclaves* actifs (adresse sur trois bits) et 255 *esclaves* inactifs ou «parqués» (parked). Ces derniers sont synchronisés mais ne possèdent pas d'adresse dans le réseau (figure 2). Deux *esclaves* ne peuvent pas communiquer directement. Ils passent obligatoirement par le *maître*. Celui-ci ne peut communiquer qu'avec un seul *esclave* à la fois, mais cette communication est commutée rapidement d'un *esclave* à l'autre, ce qui donne une impression de simultanéité

- Le « **scatternet** » (figure 3) ou réseau chaîné, constitué par deux ou (plus) «piconets» dont certains périphériques sont en même temps les *esclaves* de deux *maîtres*. Dans le «scatternet», un *maître* peut devenir *esclave* du *maître* d'un autre «piconet». Un «scatternet» est limité à huit «piconets» et à soixante quatre nœuds actifs



Les adresses des systèmes parqués ou connectés sont définies de la manière suivante :

- **BD ADDR (Bluetooth Device Address)** : donne l'adresse unique d'un appareil Bluetooth sur 48 bits. L'adresse du *maître* (BD ADDR) détermine la séquence des sauts de fréquence
- **AM ADDR (Active Member Address)** : donne l'adresse des *esclaves* actifs d'un canal Bluetooth sur 3 bits
- **PM ADDR (Parked Member Address)** : définit l'adresse de chaque *esclave* parqué sur 8 bits
- **AR ADDR (Access Request Address)** : donne la possibilité à un

esclave parqué de connaître le «time slot» qu'il est autorisé à utiliser pour demander au *maître* à devenir actif

Le standard Bluetooth est composé de différentes normes :

- L'IEEE 802.15.1 définit le standard Bluetooth, 1.x permettant d'obtenir un débit de 1 Mbit/sec
- L'IEEE 802.15.2 propose des recommandations pour l'utilisation de la bande de fréquence 2,4 GHz (fréquence utilisée également par le Wifi)
- L'IEEE 802.15.3 : est un standard qui proposera du haut débit (20 Mbit/s) avec la technologie Bluetooth (en cours de développement)
- L'IEEE 802.15.4 : est un standard utili-

sé pour des applications Bluetooth à bas débit (en cours de développement)

Pour information, nous donnons succinctement une description des différents protocoles Bluetooth.

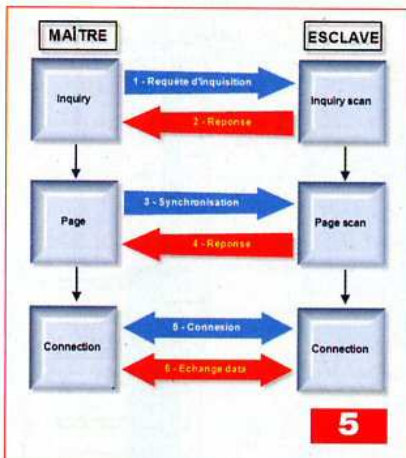
Le schéma simplifié de la pile des protocoles Bluetooth est représenté ci-dessus en figure 4.

La couche «radio» ou «**Bluetooth RF**» est la couche la plus basse.

Gérée matériellement, elle s'occupe de l'émission et de la réception RF.

Elle définit, entre autre, la fréquence de travail ainsi que les canaux.

La couche «**Baseband**» gère les différents types de liaisons Bluetooth :



- Liaisons synchrones (**SCO**) : ce type de liaisons offre un débit synchrone de 64 kb/s dans les deux directions. Utilisées pour la transmission de signaux «audio» et données. En théorie, Bluetooth permet trois liaisons synchrones simultanées
- Liaisons asynchrones (**ACL**) : ce type de liaisons offre un débit maximal de 720 kb/s pour la transmission de données, sans garantie de délai

Le «**Link Manager Protocol**» établit et gère les connexions entre les différents périphériques Bluetooth (authentification, cryptage, contrôle des paquets)

Le «**Logical Link & Control Adaptation Protocol**» (L2CAP) gère la segmentation, le multiplexage et le réassemblage des paquets, ainsi que le transport des informations sur la qualité des services

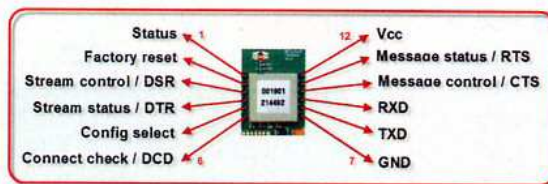
Le «**RFCOMM**» est un protocole de transport qui émule la liaison «série» RS232

Le «**SDP**» (Service Discovery Protocol) est le protocole de recherche de services et d'équipements Bluetooth.

Les «**UDP**», «**TCP**», «**IP**» et «**PPP**» sont des protocoles «internet» standards.

Les profils Bluetooth définissent le type de service offert par un périphérique. Ce dernier peut disposer de plusieurs profils. Voici quelques uns des principaux profils Bluetooth :

- Serial Port Profile (SPP) : profil de port «série»
- Personal Area Networking Profile (PAN) : profil de réseau personnel
- Headset Profile (HSP) : profil d'oreillette
- LAN Access Profile (LAP) : profil d'accès au réseau



- File Transfer Profile (FTP) : profil de transfert de fichiers
- Fax Profile (FAX) : profil de télécopieur
- Human Interface Device Profile (HID) : profil d'interface homme-machine
- Hands-Free Profile (HFP) : profil mains libres
- Cordless Telephony Profile (CTP) : profil de téléphonie sans fil
- Intercom Profile (IP) : profil d'intercom (talkie-walkie)
- SIM Access Profile (SAP) : profil d'accès à une carte SIM
- Hardcopy Cable Replacement Profile (HCRP) : profil de remplacement de copie
- Basic Printing Profile (BPP) : profil d'impression basique
- Dial-up Networking Profile (DUNP) : profil d'accès de réseau à distance
- Advanced Audio Distribution Profile (A2DP) : profil de distribution «audio» avancée
- Audio Video Remote Control Profile (AVRCP) : profil de télécommande multimédia
- Basic Imaging Profile (BIP) : profil d'imagerie basique
- Generic Object Exchange Profile (GOEP) : profil d'échange d'objets
- Object Push Profile (OPP) : profil d'envoi de fichiers
- Service Discovery Application Profile (SDAP) : profil de découverte d'applications
- Synchronization Profile (SP) : profil de synchronisation avec un gestionnaire d'informations personnelles

L'établissement d'une connexion entre éléments Bluetooth est relativement complexe, ce qui assure une bonne sécurité du système (**figure 5**).

Du mode passif, dans lequel il observe le réseau, le périphérique *maître* qui désire établir une connexion suit la procédure suivante :

- Lancement d'une requête d'interrogation (inquiry) à tous les points d'accès (périphériques se situant dans la zone couverte par le rayonnement RF)

- Réponses de tous les périphériques qui envoient leur adresse (Inquiry Scan)
- Choix d'une adresse par le périphérique *maître* et synchronisation (paging) de la fréquence et de l'horloge avec l'*esclave* (Page Scan)
- Etablissement d'une connexion, puis phase de lecture des services du périphérique *esclave* par le périphérique *maître*, suivant le protocole SDP vu plus haut
- Création du canal de communication par le périphérique *maître* avec *esclave* (protocole L2CAP)
- Dans la plupart des cas, une sécurité (pairing) nécessite l'entrée par l'utilisateur d'une clef PIN (Personal Information Number)

Les modules FB755AC et FB755AS de FIRMTECH

Les modules **FB755AC** et **FB755AS** ne diffèrent entre eux que par le système de rayonnement adopté.

Le premier possède une antenne intégrée, tandis que le second est équipé d'un connecteur uFL permettant la connexion d'une antenne externe.

Avec une antenne hélicoïdale, la portée atteint 100 m.

L'utilisation d'une antenne «patch» permet d'atteindre une distance de 1 000 m. Nous avons effectué tous nos essais avec le modèle **FB755AS**.

Capable de gérer des communications Bluetooth conformément aux spécifications v2, le Firmware de base chargé dans le module FB755AS lui permet de supporter le protocole de communication **SPP** (Serial Port Profile).

Avec ce protocole, toutes les données arrivant sur son port «série» seront automatiquement transférées de façon transparente au périphérique connecté sur la liaison Bluetooth, la communication étant bien évidemment bidirectionnelle.

La **figure 6** présente la fonction et la position de chacune des broches du module.

La représentation physique ainsi que les

dimensions et autres cotes du module sont données en **figure 7**.

Les caractéristiques des modules FB755Ax sont données ci-dessous :

Spécification Bluetooth 2.0

- Portée des communications de 100 m
- Emission dans la bande ISM 2,4 GHz
- Sensibilité de -83 dBm (typique)
- Puissance d'émission de 12 dBm
- Profil Bluetooth SPP
- Vitesse de communication comprise entre 1 200 bps et 230 400 bps
- Interface : UART au niveau TTL
- Contrôle du flux par RTS, CTS, DTR, DSR
- Alimentation sous 3,3 V
- Consommation maximale de 100 mA

Le **tableau 1** indique la fonction de certaines de ses broches dans les différents types de communications, ainsi que le sens du transfert.

- La broche HARD RESET (ou FACTORY RESET, broche 2) : lorsque la broche 5, CONFIG SELECT est au niveau «haut», il suffit de mettre le module sous tension puis de positionner la broche FA SET au niveau «bas» durant deux secondes. Nous obtenons ainsi un «hard reset» qui configure le module tel qu'il était à sa sortie d'usine

- Les broches CTS, RTS, DTR et DSR ne sont pas connectées lorsque le contrôle du flux n'est pas utilisé

- Les broches STREAM CONTROL, STREAM STATUS, MESSAGE CONTROL et MESSAGE STATUS sont obligatoirement utilisées pour les communications de type 1 : N (**figure 8**)

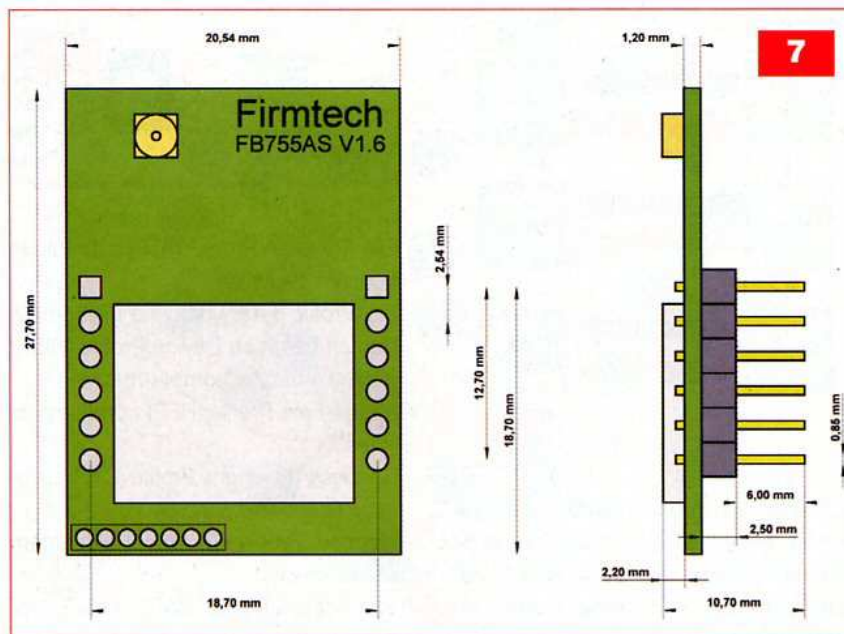
- La broche CONNECT CHECK / DCD : dans une communication de type 1 : N, si toutes les connexions sont valides, cette broche présente un niveau «bas» sur le module *esclave*. Si des connexions sont interrompues, elle présente un état «haut»

- La broche CONFIG (broche 5), lorsqu'elle est portée au niveau «haut», permet la configuration du module

- Les modules Bluetooth de Firmtech disposent de plusieurs modes d'opérations et de plusieurs modes de connexions, paramétrables au moyen de commandes AT ou de logiciels spécifiques, ce que nous verrons plus loin.

Les modes d'opérations :

- Le **mode 0**, communications 1→1 : c'est le mode de base qui permet



Broche	Signal	Communication	Fonction	Niveau du signal	Direction
1	STATUS	-	Status LED	TTL	Out
2	FA SET	-	Factory reset Réglages par défaut	TTL	In Pull-up
3	STREAM CONTROL	1 : N	Stream control	TTL	In
3	DSR	1 : 1	Data Set Ready	TTL	In
4	STREAM STATUS	1 : N	Stream status	TTL	Out
4	DTR	1 : 1	Data Terminal Ready	TTL	Out
5	CONFIG SELECT	-	Configuration select	TTL	In Pull-down
6	CONNECT CHECK	1 : N	Connect check	TTL	Out
6	DCD	1 : 1	Data Carrier Detect	TTL	Out
7	GND	-	Ground	-	-
8	TXD	-	Transfer data	TTL	Out
9	RXD	-	Received data	TTL	In
10	MESSAGE CONTROL	1 : N	Message control	TTL	In
10	CTS	1 : 1	Clear To Send	TTL	In
11	MESSAGE STATUS	1 : N	Message status	TTL	Out
11	RTS	1 : 1	Ready To Send	TTL	Out
12	VCC	-	3,3V DC	-	In

Tableau 1

d'établir des communications avec d'autres périphériques comme les PDA Bluetooth, les dongles USB, les PC, etc.

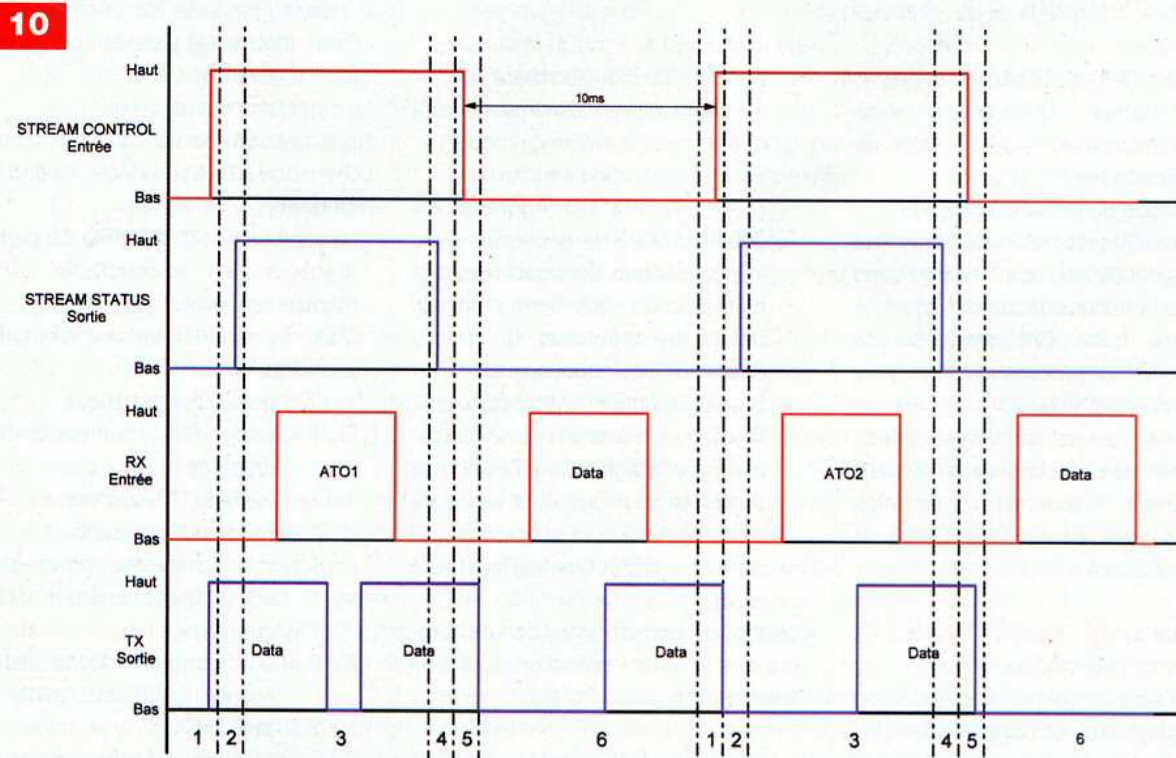
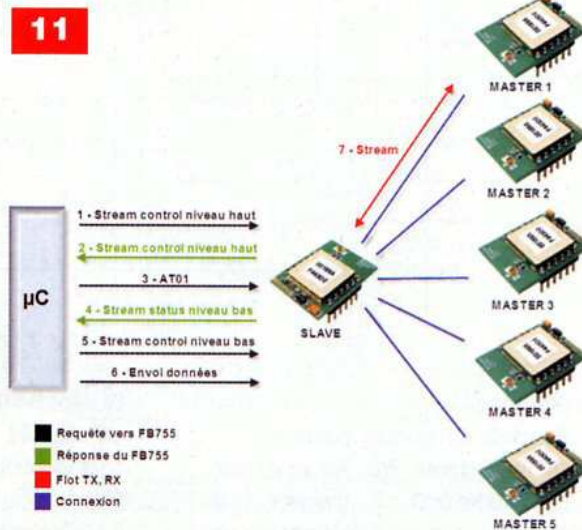
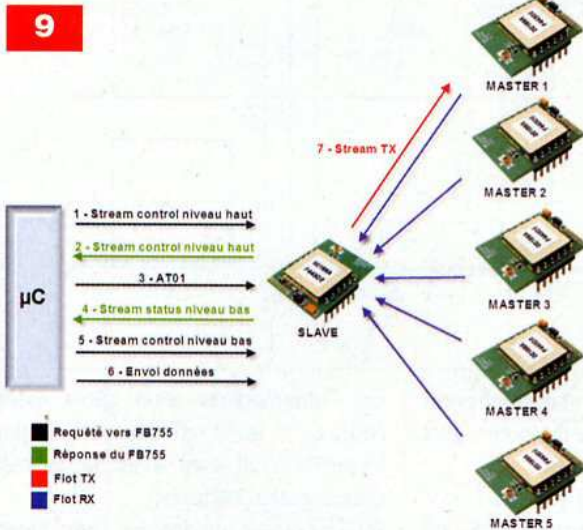
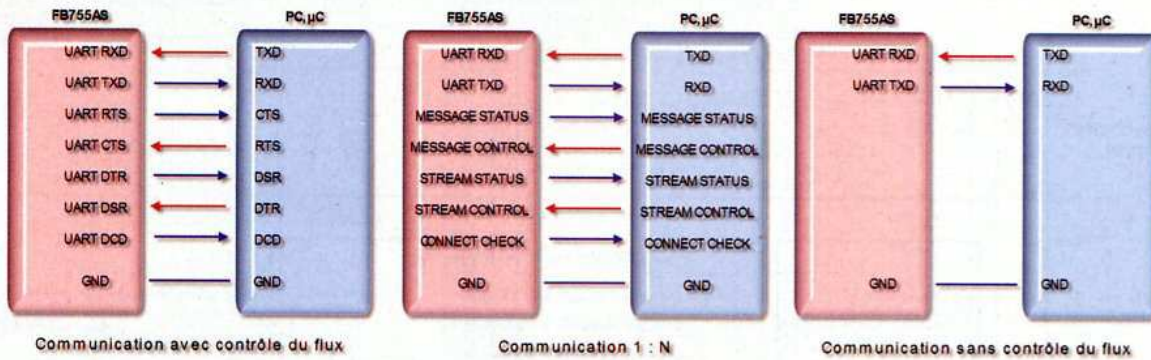
- Le **mode 1** ou «monitoring», communications 1→N : c'est le mode approprié à la réception, par un module *esclave*, de données envoyées par plusieurs modules *maîtres* (jusqu'à 7), à intervalles réguliers. Se reporter aux **figures 9 et 10** pour le diagramme des transmissions utilisant ce mode

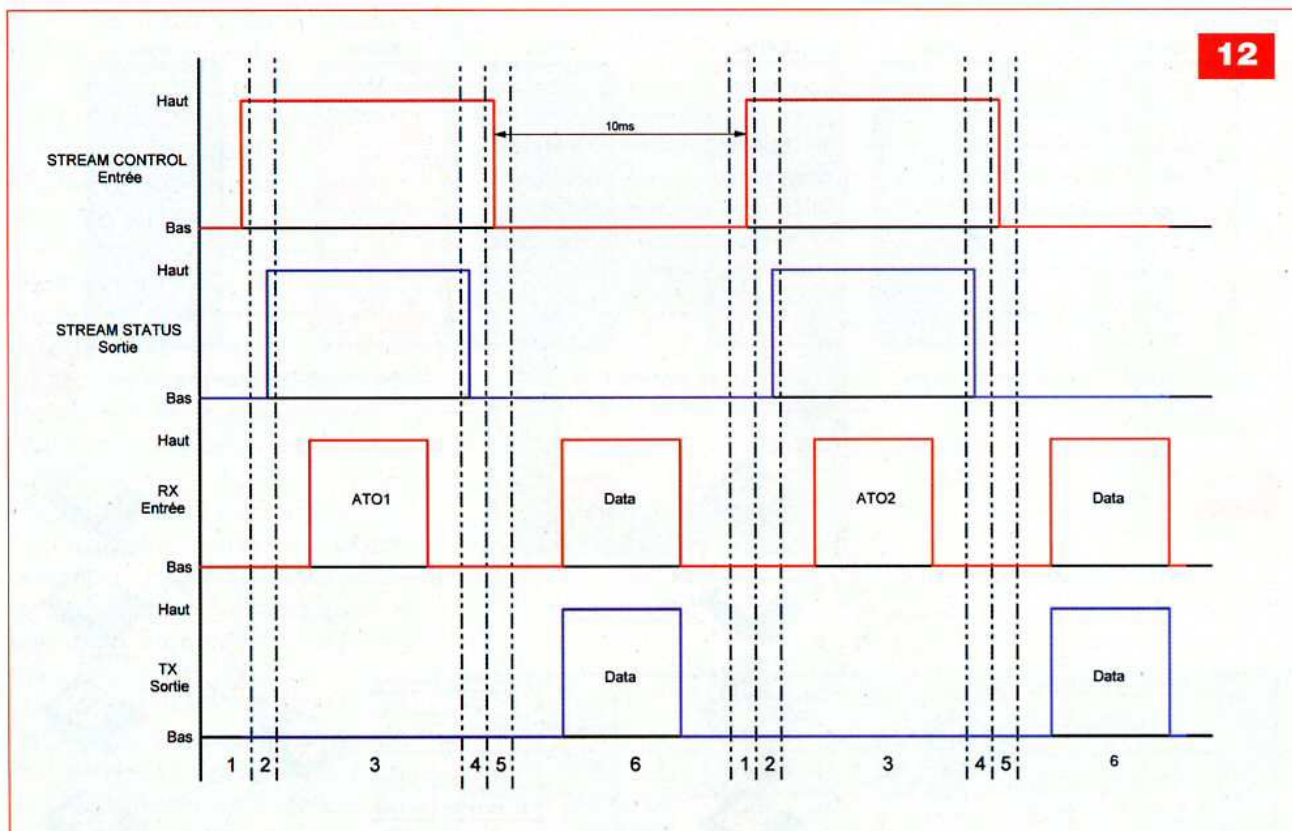
- Le **mode 2** ou «communications deux voies et grand volume de données», 1→N : dans le mode 1, il existe une limitation dans le temps et également dans le volume des données transmises, puisque le module *esclave* doit

traiter les informations issues de plusieurs modules *maîtres*. Dans le mode 2, aucune limitation n'entrave ces transmissions car c'est le module *esclave* qui fixe les paramètres (**figures 11 et 12**)

Les modes de connexions :

Il convient avant tout d'expliquer un terme que nous allons utiliser : la «Remote BD Address» est l'adresse MAC (Media Access Control address) du dernier système Bluetooth connecté. Si aucune connexion n'a été réalisée jusqu'à présent, «000000000000» est affiché. Jusqu'à douze caractères alphanumériques et seize systèmes peuvent être entrés.





- Le mode 1 :

Fonction du module *maître* :

Si la (Remote BD Address) est 000000000000, il lancera une requête aux périphériques Bluetooth afin d'obtenir un (Page Processing). La connexion sera réalisée lorsque le code PIN est identique

Si une (Remote BD Address) existe, il tentera uniquement une connexion avec le périphérique de cette adresse

Fonction du module *esclave* :

Si la (Remote BD Address) est 000000000000, la connexion avec le périphérique Bluetooth ayant le même code PIN sera réalisée durant les processus d' (Inquiry Scan) et (Page Scan)

Si une (Remote BD Address) existe, il permettra une connexion au périphérique uniquement durant les processus d' (Inquiry Scan) et (Page Scan)

- Le mode 2 :

Fonction du module *maître* :

Il réalise toujours une inquisition (Inquiry) dans son aire de couverture et une requête de connexion (Page) auprès des périphériques

Bluetooth trouvés. La connexion est réalisée lorsque les codes PIN sont identiques

Fonction du module *esclave* :

Il réalise toujours un (Inquiry Scan) et un (Page Scan) avec le module *maître* portant le même code PIN

- Le mode 3 :

Fonction du module *maître* :

Il fonctionne de la même manière que le module *maître* du mode 1

Fonction du module *esclave* :

Si la (Remote BD Address) est 000000000000, la connexion avec le périphérique Bluetooth ayant le même code PIN sera réalisée durant les processus d' (Inquiry Scan) et (Page Scan)

Si une (Remote BD Address) existe, le module *esclave* réalise seulement une (Page Scan). Le module *maître* ne peut le trouver à la suite d'une (Inquiry) et la connexion sera réalisée aussitôt que le (Page) sera requis

- Le mode 4 permet l'utilisation de commandes AT pour l'exécution de tâches diverses.

Le module ayant sa broche CONFIG connectée à la masse, sera relié au PC

par l'intermédiaire d'un câble «série» RS232. Il suffit d'utiliser le logiciel HyperTerminal livré avec le système d'exploitation Windows.

Au lancement du logiciel, une fenêtre apparaît (figure 13), un nom quelconque est entré. Ici, nous avons choisi *maître*. Il convient ensuite de choisir le port «série» (figure 14) puis de configurer la liaison (figure 15).

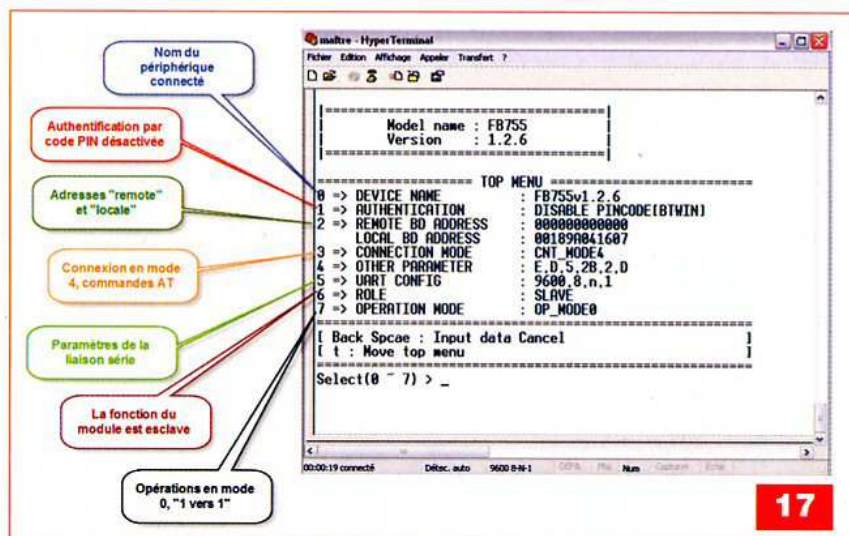
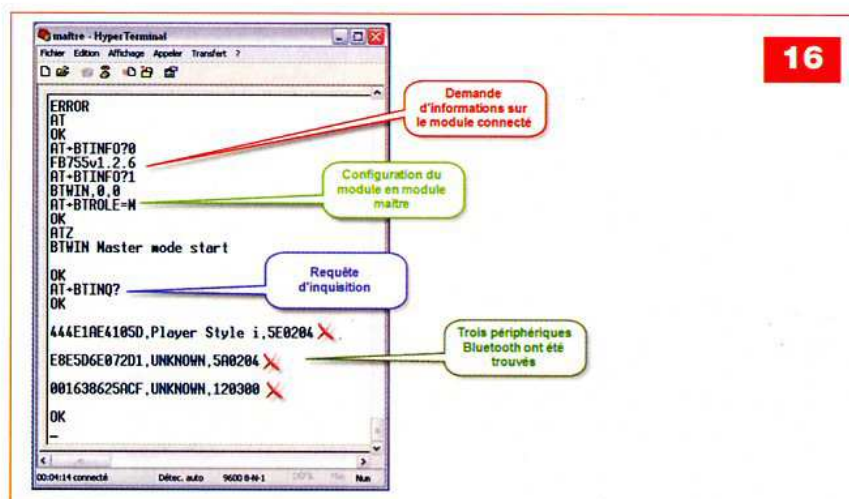
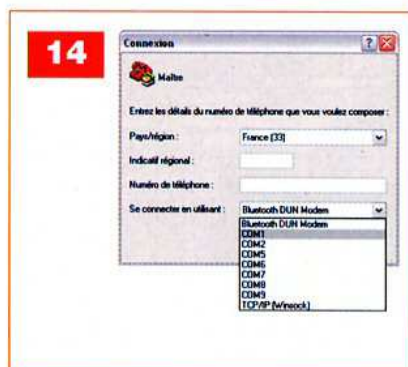
La connexion est réalisée.

Nous pouvons le vérifier en entrant la commande AT → le module répond OK (figure 16).

- La commande AT+BTINFO ? n permet d'obtenir des informations sur le module connecté.

C'est (n) qui détermine l'information souhaitée :

- 0 → nom du périphérique
- 1 → code PIN, authentification, cryptage
- 2 → Remote BD Address
- 3 → mode de connexion
- 4 → status message, power save, link time, esc caractère, debug caractère
- 5 → configuration de la liaison «série» (baud rate, parity bit, stop bit)
- 6 → rôle du module (*maître* ou *esclave*), mode d'opération



- 7 → numéro du périphérique, taille du buffer
- 8 → local BD address
- 9 → version du firmware
- 10 → version du Bluetooth
- 11 → IAC, CoD
- 12 → contrôle du flux matériel
- 13 → délais de connexion
- 14 → profil
- 15 → nom du service
- 16 → commutation en échange rapide

- Les commandes **ATZ** et **AT&F** permettent respectivement un reset logiciel et un reset matériel du module
- La commande **AT+BTROLE=x** où **x=M** ou **x=S** permet de configurer le module soit en *Master*, soit en *Slave*
- La commande **AT+BTINQ ?** permet de connaître si des périphériques Bluetooth se situent dans l'aire de couverture
- La commande **AT+BTRSSI ?** permet de connaître le niveau du signal de réception des communications éta-

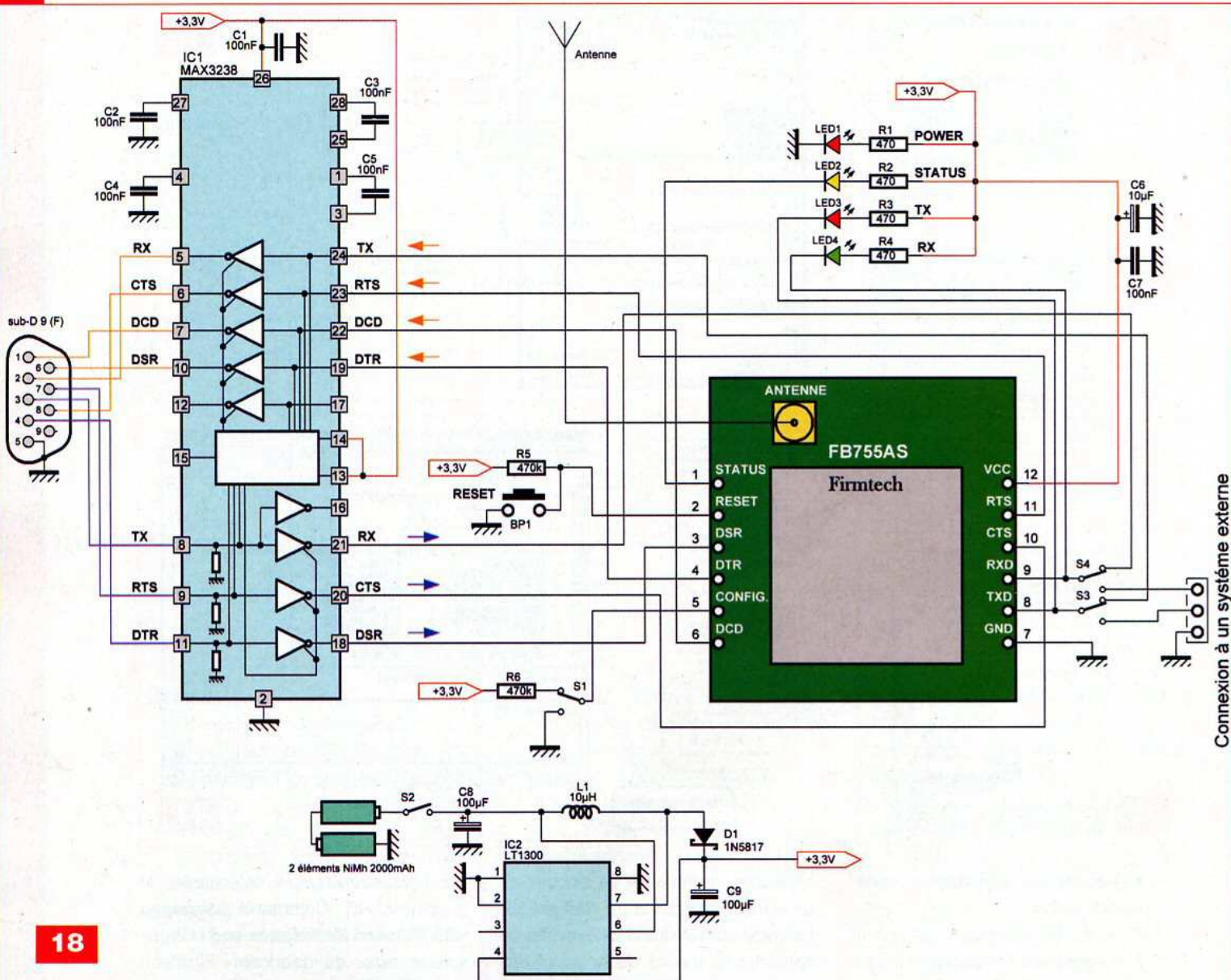
- blies entre les modules. La réponse est un nombre compris entre -255 et 255
- La commande **AT+BTIQ ?** permet de connaître la qualité de la connexion avec le module Bluetooth. La réponse est un nombre compris entre -255 et 255
- La commande **AT+BTNAME=xxxxxxxxxxxx** permet de changer le nom du module
- La commande **AT+BTKEY=xxxxxxxxxxxx** permet de changer le code PIN du module
- La commande **AT+BTADDR=123456789012** permet de modifier l'adresse du dernier module Bluetooth connecté
- La commande **ATD** permet d'essayer de communiquer à nouveau avec le dernier module Bluetooth connecté

Voici quelques unes des nombreuses commandes AT utilisables pour la configuration des modules et pour les communications inter modules.

Nous vous invitons à télécharger le document «**AT Command Language with Detailed Description and Usage**» sur le site du fabricant Firmtech (http://www.firmtech.co.kr/02download/main_eng.php?index=1). Il explique dans le détail toutes les instructions. La configuration du module Firmtech peut également être réalisée d'une autre façon. La broche CONFIG étant ramenée au potentiel positif de la tension d'alimentation, le connecter au PC par le port RS232, le logiciel HyperTerminal étant lancé. Lorsque le module est mis sous tension, nous obtenons l'écran de la **figure 17**. Il suffit alors d'entrer le chiffre correspondant aux paramètres que nous souhaitons modifier.

Le schéma théorique

Le schéma de notre réalisation est proposé en **figure 18**. Très simple, puisque n'utilisant que deux circuits intégrés et le module Bluetooth FB755AS, il ne



Connexion à un système externe

18

nécessite que quelques explications. Un connecteur SUBD à 9 broches permet la connexion de la platine à l'ordinateur PC. Le module ne supportant que des niveaux TTL de 3,3 V, un circuit d'adaptation est nécessaire.

C'est la raison d'être de IC1, un circuit de type MAX3238 intégrant huit buffers adaptateurs de niveaux qui convertit les niveaux -12 V et +12 V en des tensions de 0 V et 3,3 V et vice versa.

Tous les signaux de l'interface RS232 sont utilisés.

Des leds sont connectées sur les lignes TX, RX et STATUS.

Les deux premières visualisent l'arrivée et le départ des données.

La troisième, par son illumination, son extinction ou son clignotement plus ou moins rapide, signale à l'utilisateur à

quel stade de la connexion se situe le module :

- Elle clignote une fois par seconde durant la phase (scanning)
- Elle clignote plus rapidement durant la phase d' (inquiring). Cette phase s'achève automatiquement après un certain délai. La led reste alors éteinte
- Elle reste allumée lorsque la connexion maître / esclave est réalisée

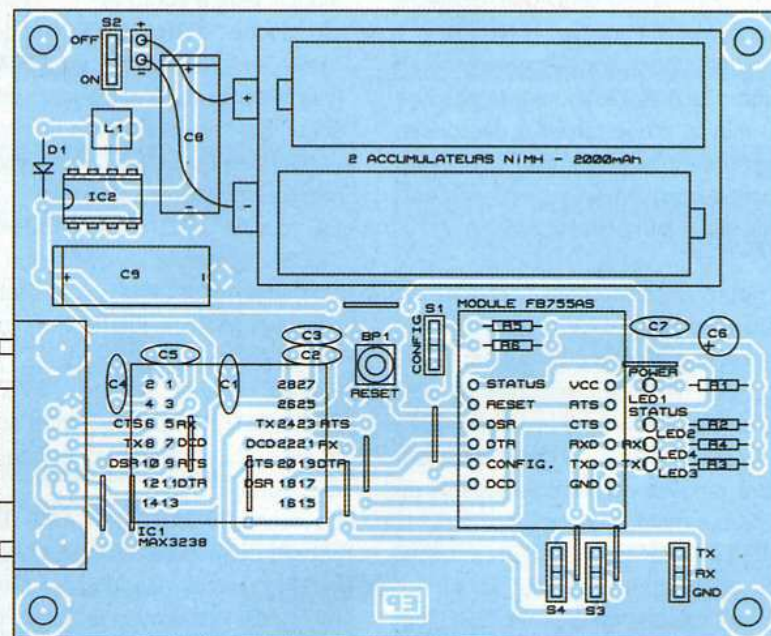
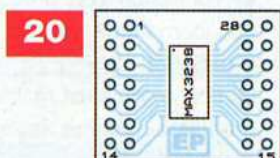
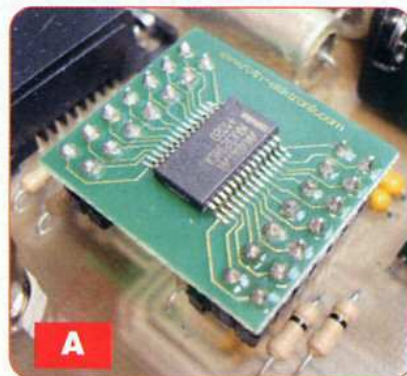
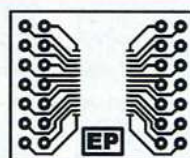
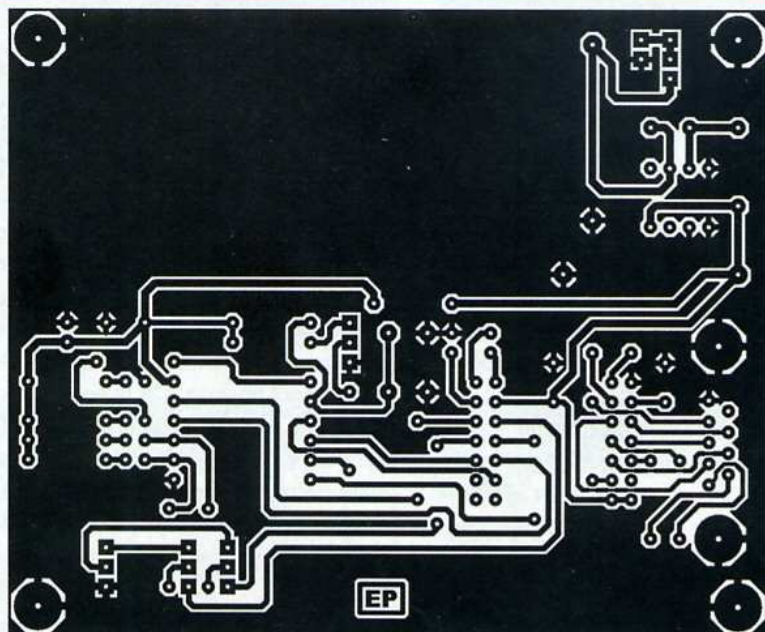
Le bouton poussoir BP1 permet la remise à zéro du module. Le commutateur S1 le positionne en mode « commande » ou en mode « configuration ».

Les commutateurs/inverseurs S3 et S4 permettent d'interrompre les lignes TX et RX connectées au MAX3238 pour les diriger vers un petit connecteur à trois points. Celui-ci peut être utilisé afin de

relier le module FB755AS à un microcontrôleur si vous souhaitez réaliser des essais. Il conviendra dans ce cas de placer un diviseur résistif sur la ligne TX de ce dernier afin de diminuer le niveau de la tension appliquée sur l'entrée RX du module (si le μC fonctionne sous 5 V). La platine est alimentée au moyen de deux accus NiMh, dont la tension est portée à 3,3 V au moyen de l'alimentation à découpage basée sur l'emploi d'un circuit intégré de type LT1300 pouvant débiter 200 mA au maximum. Une led signale la mise sous tension de la platine.

La réalisation

Le dessin du circuit imprimé de la platine est présenté en figure 19.



Nomenclature

• Résistances

R1, R2, R3, R4 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R5, R6 : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)

Condensateurs

C1, C2, C3, C4, C5, C7 : 100 nF
C6 : 10 μ F/16V
C8, C9 : 100 μ F/25V (tantale, radiaux)

• Semi-conducteurs

IC1 : MAX3238 (Farnell)
IC2 : LT1300

D1 : 1N5817

LED1, LED2, LED3, LED4 : diodes électroluminescentes de couleurs variées

• Inductance

L1 : 10 μ H

• Divers

1 module FB755AS (voir texte).
Le distributeur est la société Lextronic
1 adaptateur CMS SSOP-28
0,65 mm (ROTH ELEKTRONIC RE931-05, Farnell)

4 interrupteurs/inverseurs DIL pour circuit imprimé

1 bouton poussoir miniature pour circuit imprimé

1 support pour 2 piles AA

1 support pour circuit intégré à 8 broches

1 connecteur SubD 9 broches coudées, femelle, pour circuit imprimé

1 barrette sécable de picots pour supports tulipes au pas de 2,54 mm

1 barrette sécable de supports tulipes au pas de 2,54 mm

8 entretoises de 10 mm et 8 écrous

Deux exemplaires sont à réaliser. Sur cette figure est également présenté le tracé d'un circuit imprimé de petite taille. C'est le circuit adaptateur pour le

circuit intégré MAX3238 qui n'est disponible qu'en version CMS SSOP28. Ce dessin représente bien évidemment la face supérieure du circuit imprimé.

Si vous ne souhaitez pas réaliser ce circuit, sachez qu'il est disponible à la vente auprès d'un bon nombre de revendeurs à un prix se situant dans une

fourchette de 5 € à 7 €. Il suffit d'y souder quatre rangées de picots à 7 points pour supports tulipes au pas de 2,54 mm issus de barrettes sécables et le circuit intégré MAX3238 (photo A). Pour les lecteurs n'ayant jamais soudé un composant CMS, il existe un moyen simple, que nous avons déjà décrit :

- Plaquer provisoirement le composant contre le circuit au moyen d'une petite pince crocodile
- Choisir une panne de fer à souder très fine
- Souder une des broches de chaque côté du composant afin de le maintenir en place puis enlever la pince
- Souder chaque broche en utilisant un minimum de soudure et en respectant un délai de quelques secondes entre chaque opération. Il n'est pas important, pour le moment, que plusieurs broches soient soudées ensemble
- Lorsque l'opération est terminée, il suffit d'enlever l'excédent de soudure au moyen d'une tresse à dessouder, toujours en respectant un délai entre chaque opération afin de ne pas trop chauffer le composant CMS

La figure 20 représente l'implantation des composants.

Le nombre des composants étant faible, le câblage ne devrait pas poser de difficultés. L'adaptateur recevant le CMS MAX3238 utilisera, comme support, quatre rangées de barrette sécable de supports « marguerite » à 7 points.

Quant au module FB755AS, il est inséré dans deux rangées de supports pour broches carrées au pas de 2,54 mm (photo B).

Les deux accus sont maintenus dans un coupleur, lui-même collé contre la platine au moyen d'un adhésif double face.

Les essais

Les deux platines étant câblées, procéder à une ultime vérification après avoir nettoyé l'excédent de résine des soudures à l'aide d'acétone ou de solvant pour vernis à ongles.

Avant d'implanter les circuits MAX3238 et les modules FB755AS sur les platines, il convient de vérifier les alimentations.

Si la tension de 3,3 V est présente, tout fonctionne correctement.

Ensuite, en se connectant sur le site http://www.firmtech.co.kr/02download/main_eng.php?index=2, télécharger les logiciels «BTConfiguration» et «CWizard».

Procédure avec BT Configuration

Ce logiciel permet la lecture de la configuration du FB755AS connecté au PC et l'écriture des nouveaux paramètres si ceux-ci ont été modifiés. Son emploi est simple :

- Après avoir ouvert la communication «série» et l'avoir correctement paramétrée, cliquer sur la case «**READ**» (vue d'écran 1). La lecture des paramètres demande quelques secondes
- L'appui sur la touche «**OVERVIEW**» affiche l'ensemble des paramètres du module (vue d'écran 2)
- La touche «**PARAMETERS**» donne accès au paramétrage du FB755AS (vue d'écran 3). C'est à partir de cet écran que nous donnerons un nom au module et que nous choisirons sa fonction de *master* ou de *slave*
- La touche «**SECURITY PARAMETERS**» permet la modification des trois paramètres de sécurité : l'authentification, le code PIN et le cryptage (vue d'écran 4)
- L'appui sur la touche «**SYSTEM PARAMETERS**» permet, entre autres, le choix du mode de connexion (vue d'écran 5)
- La touche «**UART PARAMETERS**» permet de modifier les paramètres de la liaison «série» (vue d'écran 6)
- Le mode opératoire, le nombre de périphériques et la taille du buffer de réception peuvent être modifiés par l'appui sur la touche «**1 : N COMM. PARAMETERS**» (vue d'écran 7)
- Lorsque les réglages ont été choisis, l'appui sur la touche «**WRITE**» permet l'écriture des nouveaux paramètres dans la mémoire du module FB755AS (vue d'écran 8)

Procédure avec CWIZARD

La configuration du module Bluetooth peut se faire également en utilisant ce logiciel où tout est paramétré automatiquement.

- Au lancement du logiciel, le mode de fonctionnement du module doit être entré : «**FIRMTECH SLAVE**»

ou «**FIRMTECH MASTER**» (vue d'écran 9)

- L'écran suivant nécessite l'entrée des paramètres : le numéro du port «série», le caractère de debug (ou par défaut) et le nombre de périphériques (vue d'écran 10)
- Ensuite, le logiciel agit seul : il cherche d'abord les paramètres de la liaison «série» afin de communiquer avec le module (vue d'écran 11)
- Lorsque les paramètres de communication sont trouvés, il lit le paramétrage actuel du module (vue d'écran 12)
- En dernier lieu, il écrit les nouveaux paramètres dans la mémoire du FB755AS (vue d'écran 13). Il est difficile de faire plus simple

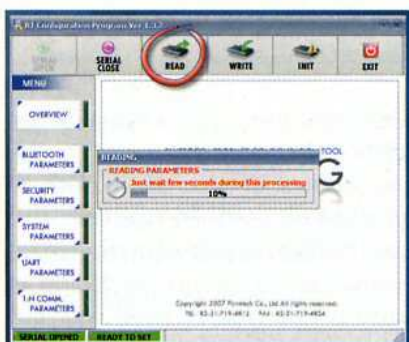
Nous avons également réalisé un essai de connexion avec un dongle Bluetooth du commerce et le logiciel **IVT BlueSoleil**.

La connexion s'est réalisée sans aucun problème comme le montre la vue d'écran 14.

La configuration du module peut également être effectuée comme nous l'avons vu plus haut, au moyen du logiciel HyperTerminal. Ce dernier peut être utilisé pour la transmission d'informations entre deux PC.

La procédure à suivre est la suivante :

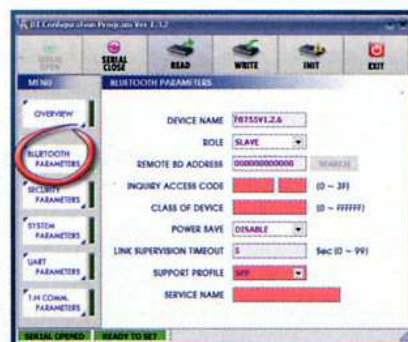
- Lancer le logiciel HyperTerminal sur les deux ordinateurs, puis, après avoir configuré les communications «série», connecter les platines, puis les mettre sous tension. Les messages «**BTWIN Slave mode start**» puis «**OK**» apparaissent sur les deux écrans
- Sur l'un des deux PC :
 - Entrer «**AT+BTROLE=M**» et «**RETURN**», réponse «**OK**» (configuration du module en *maître*)
 - Entrer «**ATZ**» (reset du module), réponse «**BTWIN Master mode start**» puis «**OK**»
- Sur le second PC :
 - Entrer «**AT+BTROLE=S**» et «**RETURN**» (configuration du module en *esclave*)
 - Entrer «**ATZ**» (reset du module), réponse «**BTWIN Slave mode start**» puis «**OK**»
- Sur le même PC, entrer «**AT+BTSCAN**» et «**RETURN**», réponse «**OK**». Cette instruction aura pour conséquence la transmission des



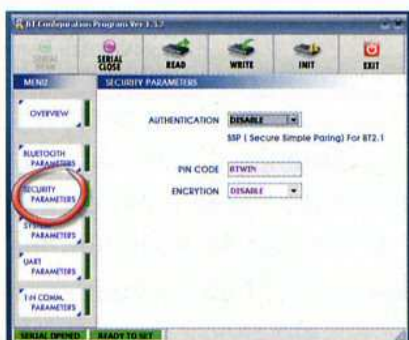
Vue d'écran 1



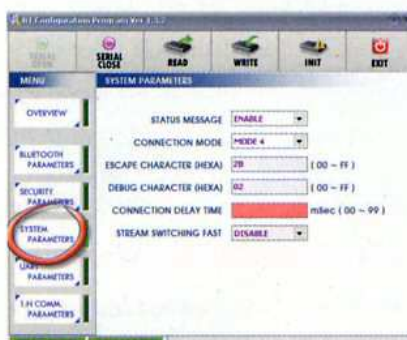
Vue d'écran 2



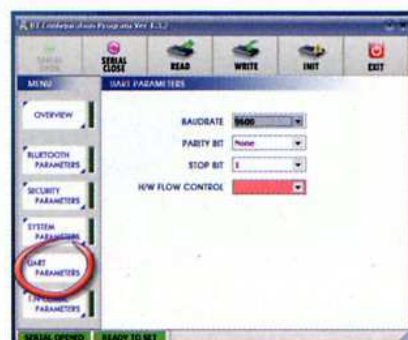
Vue d'écran 3



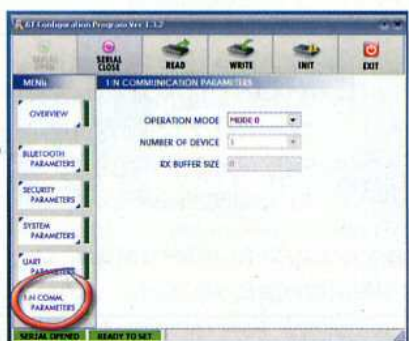
Vue d'écran 4



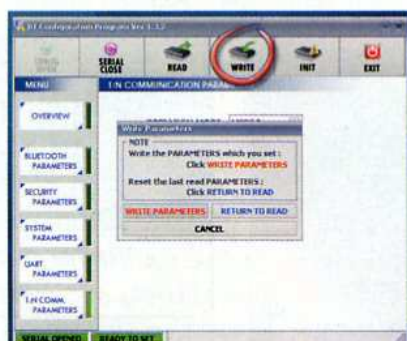
Vue d'écran 5



Vue d'écran 6



Vue d'écran 7



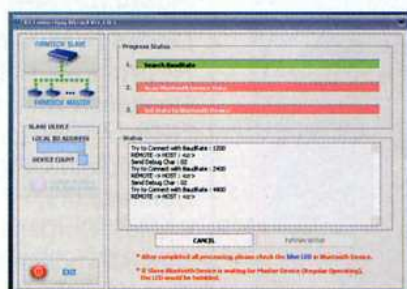
Vue d'écran 8



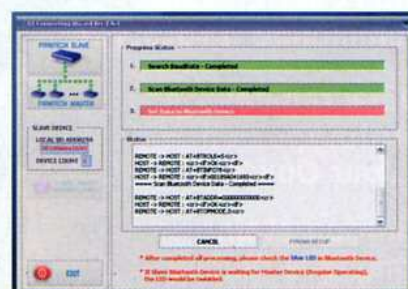
Vue d'écran 9



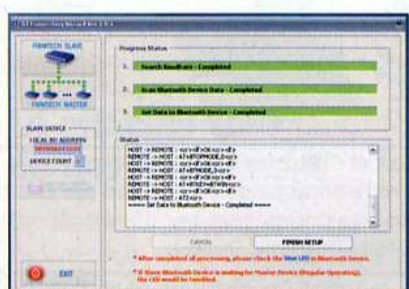
Vue d'écran 10



Vue d'écran 11



Vue d'écran 12



Vue d'écran 13



Vue d'écran 14

informations du module lorsque le module maître effectuera un scan

- Sur le PC connecté au module maître, entrer «AT+BTINQ» et «RETURN», réponse «OK» (lance une inquisition ; les modules ou autres appareils Bluetooth se trouvant dans l'aire de couverture envoient leurs informations). Le module FB755AS esclave enverra ses données sous la forme

«00189AF43382, FB755v1.2.6, 1F00», la première série de douze chiffres étant son adresse, la deuxième série étant son nom et la dernière série la classe (les séries sont séparées par des virgules)

- Sur le même PC, entrer «ATD00189AF43382» et «RETURN», réponses «OK» puis «CONNECT 00189AF43382». La connexion entre les modules *maître* et *esclave* est alors réalisée
- Enfin, des caractères entrés sur le clavier du PC *maître* apparaîtront sur

l'écran du PC *esclave* et inversement

- Sur le PC connecté au module *maître*, entrer «+++» et «RETURN», réponse «OK»

- Entrer «ATH» et «RETURN», réponses «OK» puis «DISCONNECT». Cela se traduit par l'interruption de la connexion. Seul le module *maître* peut mettre fin à cette connexion
- Sur le PC connecté au module *maître*, entrer «ATD» et «RETURN», réponses «OK» puis «CONNECT 00189AF43382».

Par cette instruction, la connexion

est rétablie avec le dernier module connecté

Nous voici parvenus au terme de cet article. Nous espérons avoir intéressé nos lecteurs et répondu à plusieurs questions concernant le Bluetooth.

Les modules que nous avons utilisés apparaissent d'une grande fiabilité et d'une portée exceptionnelle, pour peu que l'on utilise une antenne adéquate.

P. OGUIC

p.oguic@gmail.com

L'ORIGINAL DEPUIS 1994
PCB-POOL®
Beta LAYOUT

Spécialistes des circuits imprimés prototypes

NOUVEAU!

**Un Pochoir-Laser
offre sur chaque
commande "Prototype"**

NOUVEAU!

**Délai rapide:
prototypes en
1 Jour Ouvré**

NOUVEAU!

**Finition étain
chimique (aucun
changement de prix)**

 **Appel
Gratuit**
FR 0800 90 33 30

 **Télécharger vos fichiers et lancer
votre commande EN LIGNE**
PCB-POOL.COM • sales@pcb-pool.com

On accepte tous les formats suivants:

FreeCAD • Altium Designer • EDA • Gerber • Gerber2Gcode • JLCPCB • RS-274-X • Easy-PC • PULSONIX

Beta
LAYOUT

**ALL
ELECTRONIQUE**

17 Allée des Ecureuils
63100 Clermont-Ferrand
Tél : 04 73 31 15 15
Fax : 04 73 19 08 06
contact@allelectronique.fr

Visiter notre nouveau site Internet sur
www.allelectronique.fr

Circuits intégrés (+ 23000 ref.)
Transistors (+ 8000 ref.)
Thyristors (+800 ref.)
Diodes (+ 3500 ref.)
Résistances, Potentiomètres
Condensateurs, Selfs, Quartz
LEDs, Afficheurs, Capteurs
Interrupteurs, Relais, Coffrets
Connecteurs, Fiches, Supports
Câbles, Cordons, Kits, Mesure
Circuits-imprimés, Soudage
Transformateurs, Alimentation



Consulter notre site Internet : <http://www.allelectronique.fr>
- Possibilité de passer votre commande en ligne ou par courrier.
- **+ de 35.000 références de composants actifs disponibles !**
(Circuits intégrés, Transistors, Thyristors, Diodes)

Un simulateur de présence

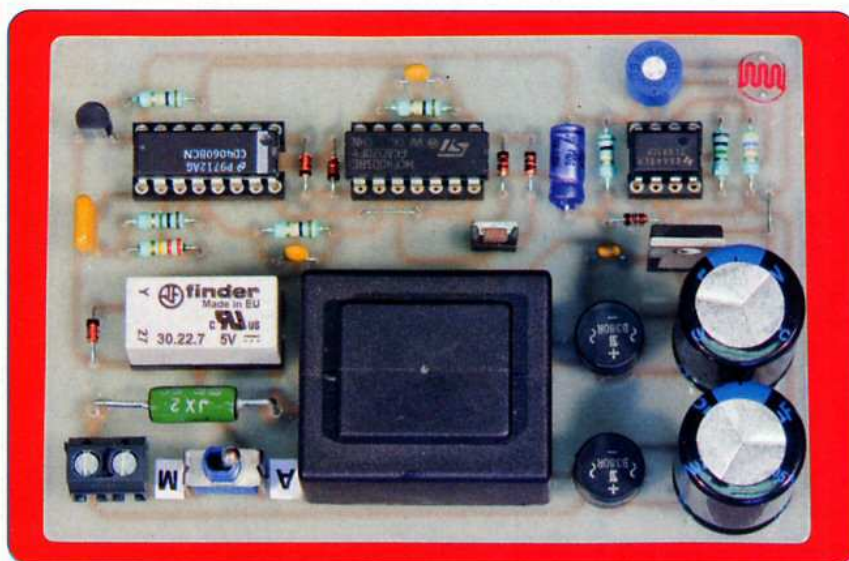
La simulation d'une présence dans une habitation est un complément tout à fait pertinent à un système d'alarme, en application de l'adage bien connu qu'il vaut mieux prévenir que guérir... Nous avons déjà publié quelques modèles de simulateurs. En général, ces derniers sont connectés sur une prise de courant et commandent de façon aussi aléatoire que possible des sources lumineuses, une fois la nuit tombée.

Malheureusement, les sources lumineuses en question ne font jamais partie de l'éclairage « normal » de l'habitation, généralement situé au niveau du plafond. En effet, les raccordements que cela nécessiterait transformeraient rapidement votre intérieur en usine à gaz. C'est donc généralement à des abat-jours que l'on fait appel, ce qui, vu de l'extérieur, ne donne pas vraiment l'apparence de l'éclairage habituel.

Le simulateur proposé résout favorablement ce problème. Il se connecte tout simplement sur les deux bornes de l'interrupteur de la commande normale du point d'éclairage. Il peut ainsi être reproduit autant de fois que nécessaire, en relation avec les différents interrupteurs des éclairages « stratégiques » de l'habitation.

Le principe de fonctionnement

Le simulateur devient actif dès que l'interrupteur de mise en service (I) est commuté en position « fermée ». Lorsque le soir arrive et que l'obscurité



rité devient suffisamment importante, l'ampoule contrôlée par son interrupteur normal (qui reste bien entendu ouvert), s'illumine. Elle s'éteindra au bout d'un certain temps pour s'illuminer à nouveau suivant un cycle dont la périodicité n'est pas apparente. Les durées des illuminations sont supérieures à celles des extinctions. Cette situation se poursuivra jusqu'au lever du jour.

A tout moment, si l'interrupteur normal correspondant au point d'éclairage contrôlé est placé en position de fermeture, son action devient prioritaire et le montage se trouve neutralisé. Il reprend sa fonction dès que l'interrupteur en question est à nouveau ouvert.

L'utilisation du simulateur pourra être plus commode et beaucoup plus simple en insérant sur la partie fixe d'un interrupteur encastrable deux fiches femelles, à écartement standard, en les reliant aux deux broches de celui-ci. Il suffira alors de connecter le module sur ces fiches.

Le fonctionnement

Alimentation

Premier cas :

l'ampoule contrôlée est éteinte

Le primaire du transformateur est alimenté à travers R1 et le filament de l'ampoule (figure 1).

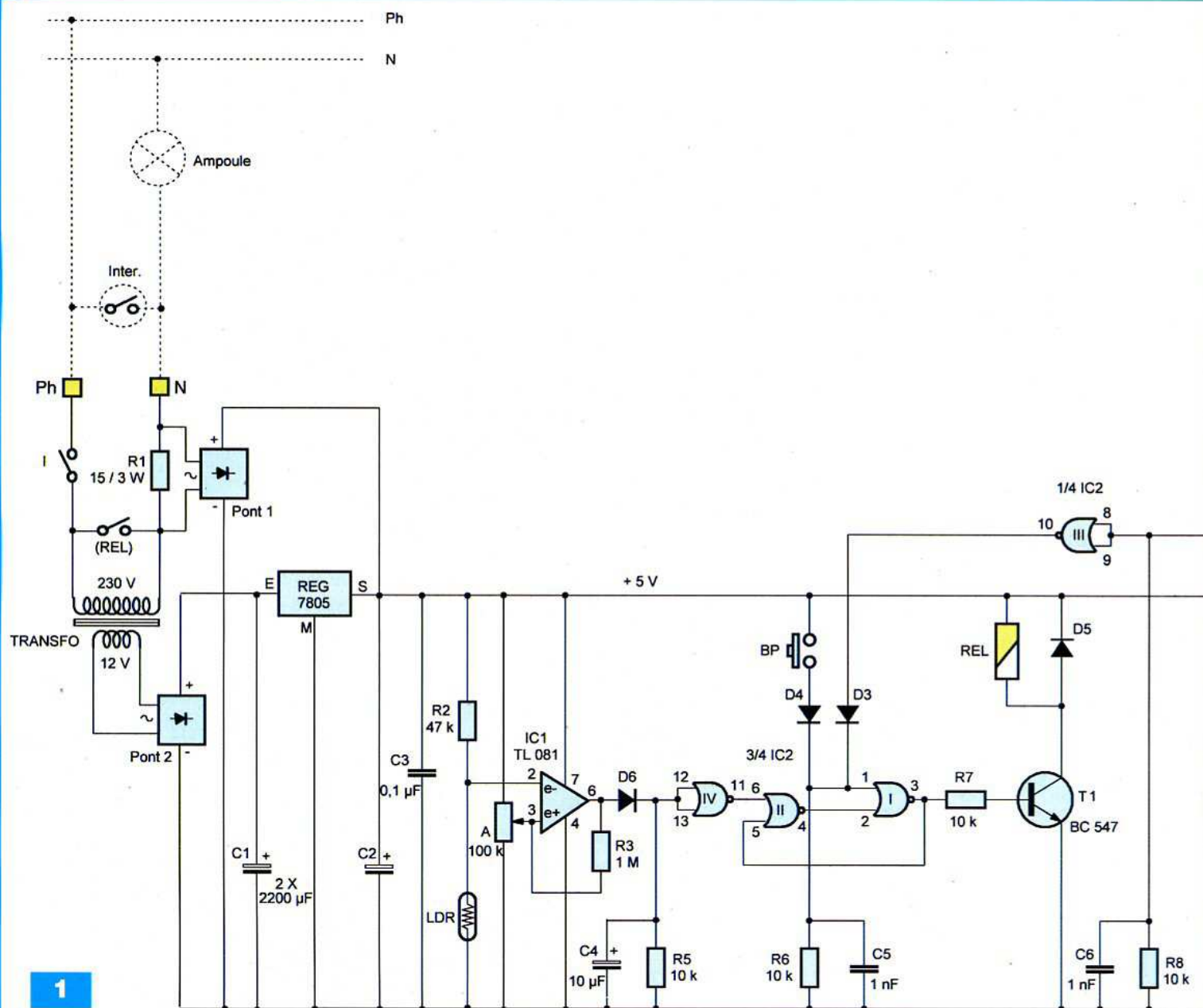
La valeur de R1 est très faible par

rapport à l'impédance très élevée du primaire du transformateur. Il en est de même en ce qui concerne le filament de l'ampoule, dont la résistance à froid est pour ainsi dire nulle. Le courant circulant dans le primaire est de l'ordre de 2 à 3 mA.

Sur l'enroulement secondaire du transformateur, une tension alternative d'environ 12 V est disponible. Ses deux alternances sont redressées par le pont de diodes n°2. Le condensateur C1 réalise le lissage de cette tension redressée, tandis que la sortie du régulateur REG délivre un potentiel continu et stabilisé à 5 V, constituant l'alimentation du module.

Deuxième cas : l'ampoule contrôlée est activée par le simulateur

Comme nous le verrons ultérieurement, les périodes d'illuminations de l'ampoule correspondent à la fermeture des contacts « Commun / Travail » du relais REL. Dans ce cas, il est évident que la tension aux bornes du primaire du transformateur devient nulle. Ce dernier est neutralisé. Mais le courant d'éclairage de l'ampoule transite par la résistance R1. Il en résulte une chute de tension à ses bornes. Cette tension alternative est aussitôt redressée en mode « double alternance » par le pont de diodes n°1. C'est au condensateur C2 d'assurer son lissage.



Celui-ci est placé en aval du régulateur si bien que la tension disponible, également de l'ordre de 5 V, est directement en relation avec la borne positive de l'alimentation précédemment évoquée.

Compte tenu de la puissance de l'ampoule contrôlée, il est possible de calculer la valeur de R1. A titre d'exemple, prenons le cas d'une ampoule de 100 W.

Sous une tension alternative de 230 V, cette ampoule consomme un courant de $100 \text{ W} / 230 \text{ V}$, soit 0,435 A. La chute de tension U à ses bornes s'exprime par la relation :

$$U = 0,435 \times R1$$

Mais, les diodes du pont redresseur introduisent une chute de potentiel de $0,6 \text{ V} \times 2 = 1,2 \text{ V}$.

La valeur U' en sortie du pont devient ainsi :

$$U' = (0,435 \times R1) - 1,2$$

De cette expression, il est possible de tirer R1.

$$R1 = 6,2 \text{ V} / 0,435 \text{ soit } 14,25 \Omega$$

Nous adopterons $R1 = 15 \Omega$. Cette résistance sera le siège d'une puissance dissipée P telle que :

$$P = 15 \Omega \times (0,435 \text{ A})^2 \text{ soit } 2,8 \text{ W}$$

R1 sera donc caractérisée par une

puissance de dissipation de 3 W. Le **tableau 1** indique les caractéristiques de R1, en fonction des différentes puissances d'ampoules.

Détection jour / nuit

Le circuit intégré IC1 est un amplificateur opérationnel monté en « comparateur ». Lorsque la photorésistance LDR est soumise à un éclairage, sa résistance ohmique est relativement faible, si bien que la tension au point commun avec R2 est pratiquement nulle. Ce point est relié à l'entrée « inverseuse » de IC1. L'entrée « non inverseuse » est en liaison avec le curseur de l'ajustable A, dont la

Puissance ampoule	R1	Puissance R1
60 W	22 Ω	2 W
75 W	18 Ω	2 W
100 W	15 Ω	3 W
150 W	10 Ω	5 W
200 W	6,8 Ω	7 W

Tableau 1

Durée (min)	Q14	Q13	Q12
9	0	0	1
9	0	1	0
45	0	1	1
	1	0	0
	1	0	1
	1	1	0
	1	1	1
9	0	0	0
9	0	0	1
9	0	1	0
	0	1	1

Tableau 2

tion positive lors des changements d'état de IC1, pour obtenir un basculement plus franc et surtout plus stable, dans un sens comme dans l'autre.

Enfin, lorsque la LDR est soumise à un éclairage en provenance de l'ampoule que le simulateur contrôle, le potentiel sur l'entrée « inverseuse » de IC1 accuse les faibles variations de luminosité dues au 50 Hz du secteur. Pour éviter les éventuelles perturbations que cela pourrait impliquer, le condensateur C4 assure un lissage du potentiel issu de la sortie de IC1. Il en résulte un état « haut » stable sur les entrées réunies de la porte NOR (IV) de IC2.

Illuminations de l'ampoule

Les portes NOR (I) et (II) de IC2 forment une bascule R/S (Set/Reset). Pour le moment et dans le but de faciliter les explications, nous prendrons le cas de l'entrée n°1 soumise à un état « bas » grâce à R6.

Lorsque la LDR est soumise à l'obscurité, nous avons vu ci-dessus que la sortie de la porte NOR (IV) présentait un état « haut ». La sortie de la bascule R/S passe alors à l'état « haut » à son tour, ce qui a pour conséquence la saturation du transistor T1. Ce dernier insère dans son cir-

cuit collecteur la bobine du relais REL. Celui-ci s'active, ce qui se traduit par l'illumination de l'ampoule contrôlée.

Mais dès cette illumination, la LDR est soumise à un éclairage, ce qui provoque de nouveau le passage de la sortie de la porte NOR (IV) à l'état « bas ». Cela n'a pas d'importance grâce à l'auto-maintien réalisé par la liaison 3 $\rightarrow$ 5 de la bascule R/S. L'éclairage est ainsi maintenu.

Pour l'éteindre, il est nécessaire que l'entrée 1 soit soumise, même temporairement, à un état « haut » en provenance de l'une des diodes D3 ou D4. Concernant D4, cette dernière délivre un état « haut » sur sa cathode par un simple appui sur le bouton-poussoir BP. Cette disposition permet à tout moment d'éteindre manuellement l'éclairage.

Quant à D3, elle contrôle les extinctions en relation avec un système de chronométrie que nous allons expliquer.

Gestion de l'éclairage

Le circuit intégré référencé IC3 est un compteur binaire comportant quatorze étages montés en cascade. Il « tourne » en permanence. Sur sa broche C (n°9), un créneau de forme carrée est présent. Ce créneau se caractérise par une période (t) fixée par la relation :

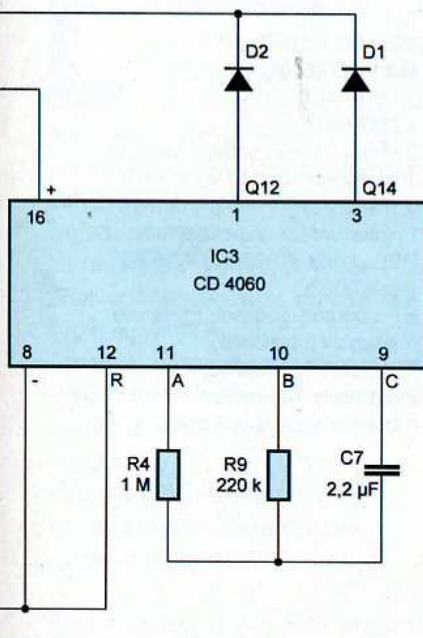
$$t = 2,2 \times R9 \times C7$$

Le lecteur pourra vérifier que cette valeur est de 1,06 s. Seules les sorties Q12 et Q14 sont mises à contribution. C'est donc le créneau disponible sur la sortie n°9 qui fait évoluer les niveaux logiques de ces sorties suivant le **tableau 2**.

La période du créneau disponible sur Q9 est telle que :

$$T = t \times 2^9, \text{ soit environ } 545 \text{ s ou environ } 9 \text{ min}$$

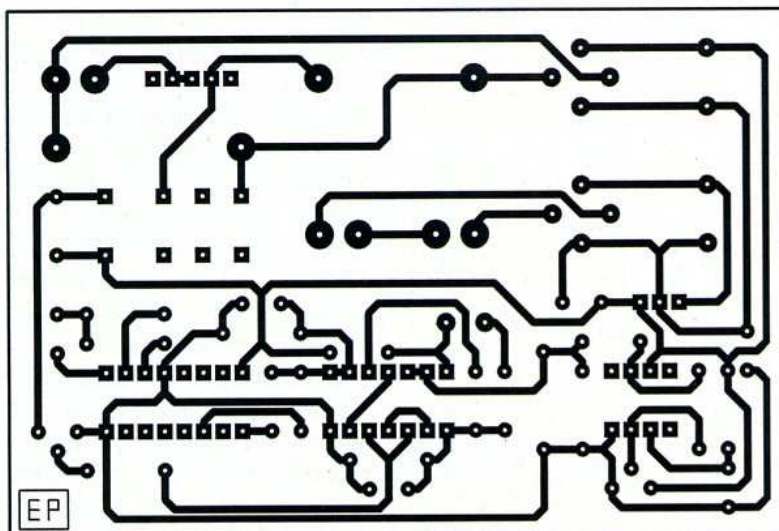
Chaque ligne du tableau correspond à une durée élémentaire de 9 min. La ligne pour laquelle un état « haut » est présent, soit sur Q12, soit sur Q14, a été surlignée en jaune. Pour ces positions du compteur, les entrées réunies de la porte NOR (III) de IC2 sont soumises à un état « haut ».



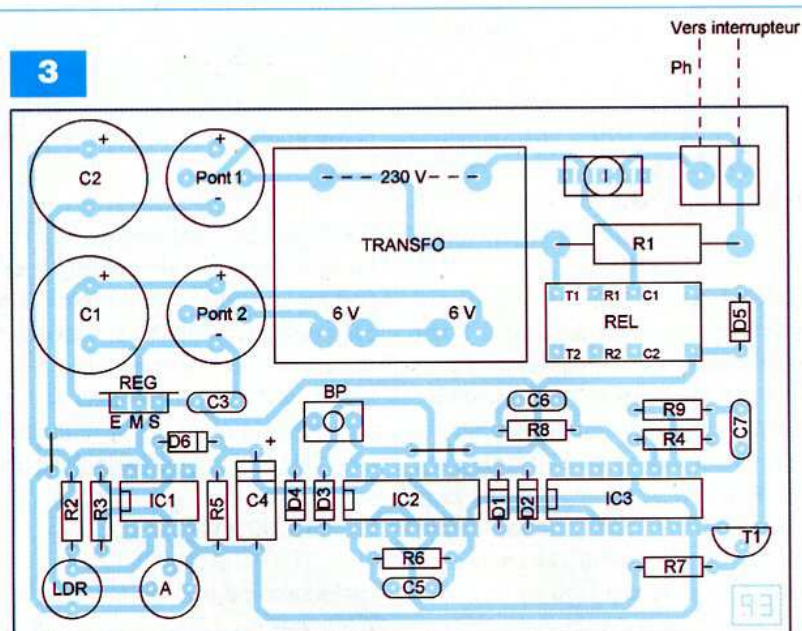
position est telle que la tension est généralement égale à la moitié de la tension d'alimentation, soit environ 2,5 V. La sortie de IC1 présente ainsi un état « haut ». Il en résulte un état « bas » sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC2.

Si la LDR est soumise à une relative obscurité, sa résistance augmente dans des proportions assez considérables. La tension sur l'entrée « inverseuse » de IC1 augmente et devient voisine de 5 V. La sortie du comparateur passe à l'état « bas » tandis que celle de la porte NOR (IV) présente un état « haut ».

La résistance R3 introduit une réac-



2



3

La sortie de cette porte présente alors un état « bas ».

C'est dans ce cas et dans ce cas seulement, que la bascule R/S NOR (I) et (II) de IC2 peut fonctionner normalement.

Si la LDR détecte une situation de nuit, l'ampoule s'allume. Sinon, elle reste éteinte.

En définitive, des durées d'allumages de 45 min sont entrecoupées par des extinctions d'une durée de 9 min.

Mais ce rythme est périodiquement rompu dans la mesure où, entre deux illuminations de 45 min, apparaissent également des illuminations de 9 min. Cela contribue à donner un

aspect plus aléatoire de la gestion de l'éclairage.

Bien entendu, en augmentant la valeur de R9, les durées de 9 min et 45 min sont augmentées.

Exemple : si R9 = 470 kΩ, ces durées deviennent respectivement égales à 20 min et 1 h 40 min.

La réalisation pratique

La figure 2 fait état du circuit imprimé du montage.

Quant à la figure 3, elle représente l'implantation des composants.

Attention à l'orientation correcte des composants polarisés.

Nomenclature

• Résistances

R1 : 15 Ω / 3 W (vitrifiée) voir texte
R2 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R3, R4 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R5 à R8 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R9 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
A : ajustable 100 kΩ

• Condensateurs

C1, C2 : 2200 μF / 25 V (sorties radiales)
C3 : 0,1 μF
C4 : 10 μF / 25 V
C5, C6 : 1 nF
C7 : 2,2 μF

• Semiconducteurs

D1 à D6 : 1N 4148
2 ponts de diodes
REG : 7805
LDR : photorésistance Ø 5 ou 7 mm
T1 : NPN BC 546 / 547
IC1 : TL 081
IC2 : CD 4001
IC3 : CD 4060

• Divers

2 straps (1 horizontal, 1 vertical)
Transformateur 230 V / 2 x 6 V / 1,2 VA
I : interrupteur unipolaire
REL : relais FINDER 5 V / 2 RT (série 3022)
BP : bouton-poussoir miniature
1 support 8 broches
1 support 14 broches
2 supports 16 broches
1 bornier soudable 2 plots

Le montage ne nécessite pas, véritablement de réglage. Pour fixer le point de basculement jour/nuit, la position médiane du curseur de l'ajustable A convient généralement.

En tournant le curseur dans un sens ou dans l'autre, il est possible de déplacer ce point pour obtenir une détection pour un degré d'obscurité donné.

Au niveau de la sécurité, il est vivement recommandé de ne pas intervenir sur le module si ce dernier est connecté. En effet, de par son fonctionnement, toutes les parties conductrices présentent une tension de 230 V par rapport à la terre.

R. KNOERR

Arrêts et démarrages progressifs automatisés

A l'intention de nos lecteurs modélistes, nous proposons ce dispositif qui assure les arrêts progressifs des trains dans une gare, une durée programmable de cet arrêt, suivi d'un redémarrage également progressif.

Le point de départ du processus est déclenché par le passage de la motrice au-dessus d'un ILS collé dans l'axe de la voie. Il est donc nécessaire que le bas du châssis de cette dernière soit muni d'un petit aimant permanent.

La fermeture momentanée de l'ILS a pour conséquence le démarrage du cycle suivant :

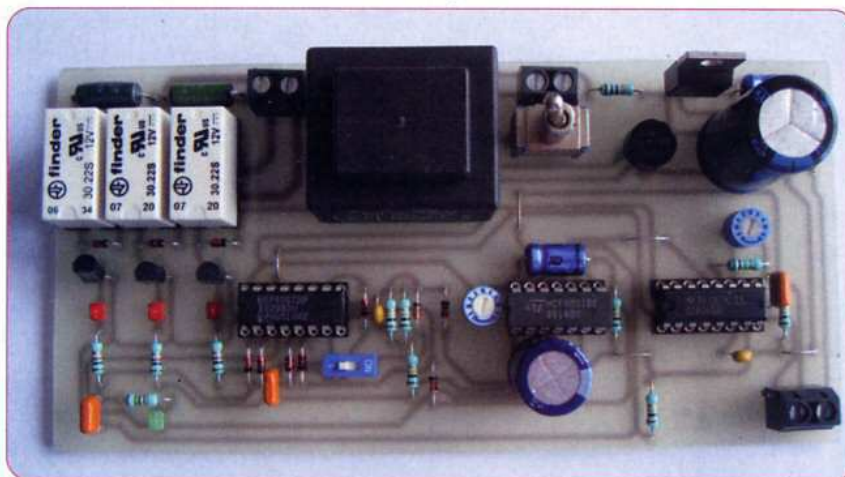
- premier niveau de ralentissement
- second niveau de ralentissement
- arrêt du train pendant une durée réglable
- départ à faible vitesse
- augmentation de la vitesse
- vitesse normale

Bien entendu, il est possible à tout moment de neutraliser le système, de même que la durée de l'arrêt peut être prolongée indéfiniment.

Le fonctionnement

Alimentation

L'alimentation est des plus classiques. L'énergie est prélevée du secteur 230 V par l'intermédiaire d'un transformateur dont le primaire est contrôlé par l'interrupteur I1 (figure 1). Les deux alternances de la tension de 12 V délivrée par l'enroulement secondaire sont redressées par un pont de diodes. Le condensateur C1 réalise un premier lissage. En sortie du régulateur REG, une tension continue stabili-



sée à 10 V est disponible. Le condensateur C2 assure un filtrage complémentaire tandis que C4 fait office de capacité de découplage.

Départ du cycle

Les portes NOR (III) et (IV) de IC3 sont connectées pour constituer une bascule R/S (Reset/Set) dont le fonctionnement est extrêmement simple. Tout état «haut», même bref, appliqué sur l'entrée 13 de la bascule, a pour conséquence l'apparition maintenue d'un état «haut» sur la sortie 10 et d'un état «bas» sur la sortie 11.

De même, toute impulsion positive sur l'entrée 8 de la bascule, a pour résultat le retour sur la position de repos, à savoir un état «bas» sur la sortie 10 et un état «haut» sur la sortie 11.

Ainsi, lorsque la motrice franchit l'ILS, la sortie 11 de la bascule passe à l'état «bas».

Base de temps

Le circuit intégré référencé IC1 est un compteur binaire de quatorze étages, un CD 4060, comportant un oscillateur incorporé. Tant que l'entrée R du compteur est soumise à un état «haut», ce qui est le cas lorsque la bascule R/S précédemment évoquée est au repos, le compteur est bloqué. En revanche, dès l'activation de la

bascule R/S, cette entrée R passant à un état «bas», le compteur devient opérationnel. En particulier, sur sa sortie C, un créneau de forme carrée fait son apparition. Sa période (t) dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A2.

Elle est déterminée par la relation :

$$t = 2,2 \times A2 \times C7$$

Pour une position médiane, le lecteur pourra vérifier que la valeur de (t) est de l'ordre de 0,1 s.

La valeur de la période (T) du créneau recueilli sur la sortie Q4 est déterminée, quant à elle, par la relation :

$$T = t \times 2^4$$

Ce qui correspond à environ 1,6 s.

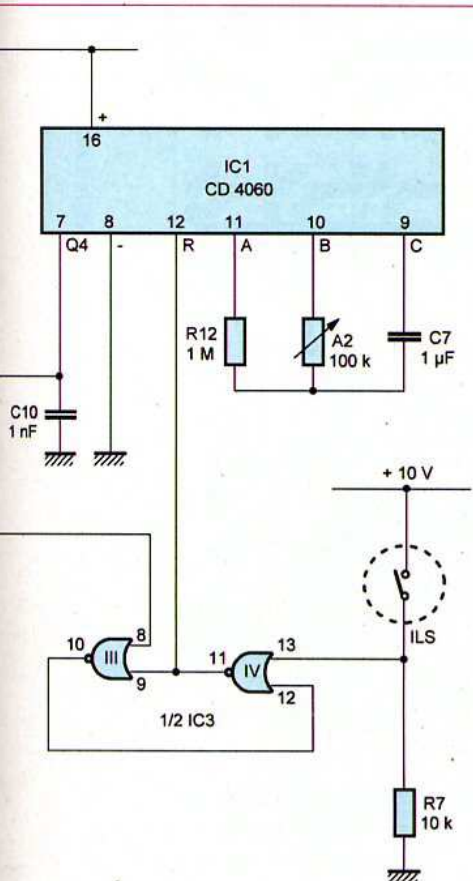
Le séquenceur

Le circuit intégré IC2 est un CD 4017. Il s'agit également d'un compteur, mais du type décimal. Il comporte dix sorties : S0 à S9. Il avance d'un pas pour chaque front montant appliqué sur son entrée CL, à condition toutefois que son entrée de validation, V, soit soumise à un état «bas», ce qui est le cas dans un premier temps du moins, ainsi que nous le verrons ultérieurement.

A noter qu'au moment de la mise sous tension du montage, le condensateur C3 se charge à travers R2. Il en



Tant qu'aucun relais ne sera actif, l'alimentation de la voie sera maintenue par la mise en «série» des contacts C/R (Commun/Repos) des trois relais. Dès l'activation du relais REL1, cette continuité va être rompue. En revanche, une nouvelle continuité va s'établir par l'intermédiaire



du second jeu de contacts C/T (Commun/Travail) du relais.

Cette continuité est réalisée par la mise en «série», dans le circuit d'alimentation de la voie, de la résistance R13 qui devient le siège d'une chute de tension à ses bornes.

Il en résulte une relative diminution de la tension d'alimentation aux bornes des rails constituant la voie. Le convoi ralentit.

Second palier de ralentissement

Environ 2 s plus tard, suivant la position du curseur de A2, l'état «haut» qui était présent sur la sortie S1 est transféré sur la sortie S2.

Cette fois, c'est le transistor T2 qui se sature. La led L1 s'éteint tandis que L2 s'illumine. Le relais REL2 s'active. L'alimentation normale de la voie continue d'être rompue.

Elle est suppléée par la mise en «série» de la résistance R14, de valeur plus importante que R13. Le train ralentit encore davantage.

Arrêt du train

A nouveau 2 s plus tard, l'état «haut» se déplace sur la sortie S3, ce qui occasionne la fermeture des contacts du relais REL3 et l'illumination de la led rouge L3.

Mais cette fois, l'alimentation de la voie est interrompue. Le train s'arrête aussitôt.

Les portes NOR (I) et (II) de IC3 forment une bascule monostable. Elle est activée au moment où le front montant issu de la sortie S3 se trouve transmis par l'intermédiaire du système dérivateur C5/R5, sur l'entrée de commande 6 de la bascule.

La sortie de cette dernière passe alors à l'état «haut» pendant une durée (Δt) telle que :

$$\Delta t = 0,7 \times A1 \times C8$$

Pour une position médiane du curseur de l'ajustable A1, la valeur de (Δt) est d'environ 70 s.

Pendant toute cette durée, par l'intermédiaire de D5, l'entrée de validation, V, du séquenceur se trouve soumise à un état «haut».

Il en découle le blocage de son avance malgré les impulsions de comptage en provenance de IC1 qui se poursuivent.

A noter, qu'au moment de la mise sous tension du montage, l'impulsion d'initialisation du séquenceur est également transmise sur l'entrée 2 de la porte NOR (I) de la bascule monostable.

Cette précaution évite tout démarrage intempestif de la bascule monostable au moment où la tension d'alimentation s'établit et au cours duquel toutes sortes d'instabilités se manifestent.

Redémarrage du train

Lorsque la temporisation (Δt) arrive à sa fin, la sortie de la bascule mono-

stable se repositionne sur son état «bas» de repos. L'entrée V du séquenceur est à nouveau soumise à un état «bas» par l'intermédiaire de R4.

Au premier front montant arrivant sur l'entrée CL du séquenceur, l'état «haut» de la sortie S3 se déplace sur la sortie S4.

Le transistor T2 se sature et les contacts du relais REL2 se collent. La voie est alimentée par l'intermédiaire de la résistance R14. Le convoi redémarre doucement.

Il est à noter que, la durée de l'arrêt précédant le redémarrage peut être indéfiniment augmentée. Il suffit, pour cela, de fermer l'interrupteur I2. En effet, dans ce cas, l'entrée de validation V est soumise à un état «haut» permanent par l'intermédiaire de D6. Le processus de redémarrage prend à nouveau son départ dès l'ouverture de l'interrupteur I2.

Prise de vitesse

Environ 2 s plus tard, c'est la sortie S5 qui présente un état «haut».

Le transistor T1 se sature et le relais REL1 s'active. La voie est alimentée par l'intermédiaire de R13. Le convoi prend de la vitesse.

Enfin, toujours 2 s plus tard, l'état «haut» apparaît sur la sortie S6 du séquenceur.

Une réaction immédiate est la désactivation du relais REL1.

Tous les relais sont donc à présent inactifs. L'alimentation de la voie est directe et le train roule à sa vitesse normale.

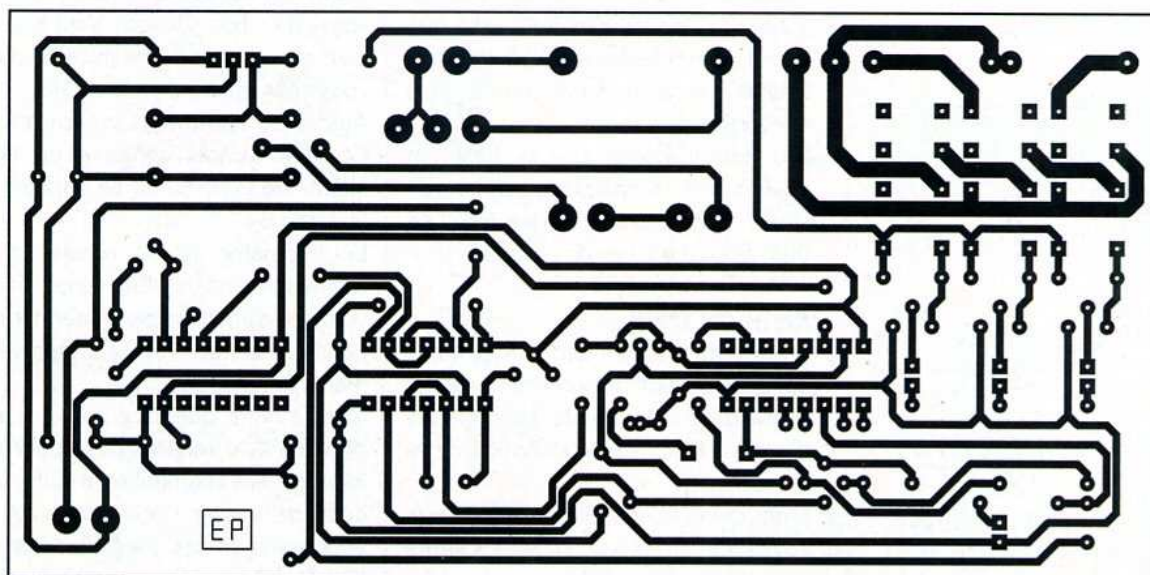
L'état «haut» sur S6 a également pour conséquence de soumettre l'entrée R du séquenceur à un état «haut» par l'intermédiaire de D8. Il en résulte la remise à zéro de ce dernier. La led verte L4 s'illumine à nouveau.

Par ailleurs, le front montant apparaissant sur S0 est transmis par le dispositif dérivateur C6/R6 à la sortie d'effacement de la bascule R/S.

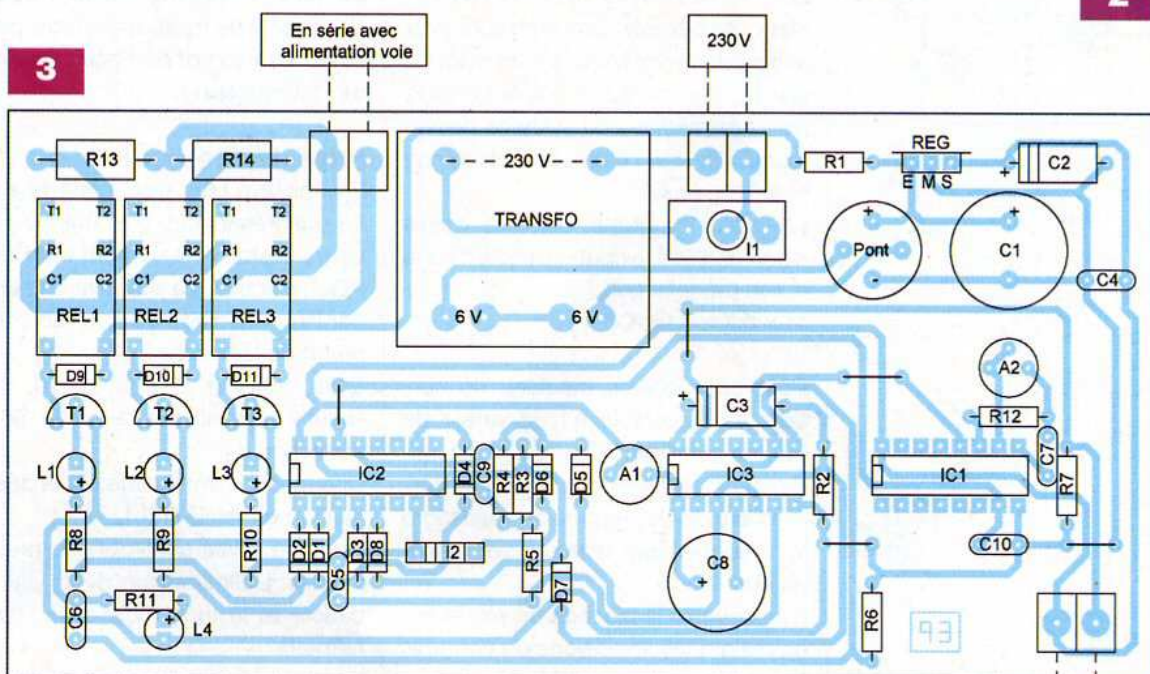
Celle-ci revient aussitôt sur sa position de repos.

L'entrée R du compteur IC1 est de nouveau soumise à un état «haut» permanent.

Le compteur est bloqué en attendant la prochaine fermeture de l'ILS pour redémarrer un nouveau cycle.



2



3

La réalisation pratique

Le module

Le circuit imprimé est présenté à la figure 2.

A noter une largeur des pistes plus importante pour la circulation du courant d'alimentation de la voie.

La figure 3 illustre le plan d'insertion des composants.

Attention surtout à l'orientation des composants polarisés.

Les réglages

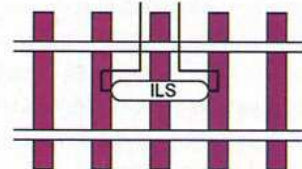
Ajustable A1

La position du curseur permet le réglage de la durée (Δt) de l'arrêt. Il est possible d'obtenir une durée maximale programmable de l'ordre de 2 à 3 min.

Rappelons par ailleurs que cette durée peut être augmentée indéfiniment par l'ouverture manuelle de l'interrupteur I2.

Ajustable A2

Grâce à cet ajustable, il est possible d'obtenir des durées de ralentissement et d'accélération plus ou moins importantes.



Nomenclature

• Résistances

R1 : 510 Ω (vert, marron, marron)
 R2 à R7 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R8, R9, R10 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R11 : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
 R12 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R13 : 15 Ω / 3 W (vitrifiée)
 R14 : 27 Ω / 3 W (vitrifiée)
 A1 : ajustable 220 k Ω
 A2 : ajustable 100 k Ω

• Condensateurs

C1 : 2 200 μ F / 25 V (sorties radiales)
 C2, C3 : 100 μ F / 25 V

C4 : 0,1 μ F
 C5, C6, C7 : 1 μ F
 C8 : 1 000 μ F / 25 V (sorties radiales)
 C9, C10 : 1 nF

• Semi-conducteurs

D1 à D11 : 1N 4148
 L1, L2, L3 : led rouge $\varnothing$ 3 mm
 L4 : led verte $\varnothing$ 3 mm
 T1, T2, T3 : NPN BC 546 / 547
 IC1 : CD 4060
 IC2 : CD 4017
 IC3 : CD 4001
 REG : 7810

Pont de diodes

• Divers

5 straps (3 horizontaux, 2 verticaux)
 Transformateur 230 V / 2 x 6 V / 1,2 VA
 REL1, REL2, REL3 : relais FINDER 12 V / 2 RT (série 3022)
 I1 : inverseur unipolaire
 I2 : interrupteur unipolaire (série «dual in line»)
 1 support à 14 broches
 5 supports à 16 broches
 3 borniers soudables de 2 plots
 ILS (hors module)



La durée maximale du pas d'avancement du séquenceur peut atteindre 4 s, ce qui correspond à 8 s de freinage ou d'accélération.

Interventions sur le réseau

Ces interventions sont minimales. Concernant l'alimentation de la voie, il suffit d'insérer, en «série», les deux

bornes du module prévues à cet effet. Un ILS est également à coller, dans l'axe de la voie, directement sur les traverses et dans le sens longitudinal.

Les deux bornes de l'ILS sont à relier à celles du module.

Enfin, un aimant permanent miniature est à coller sous les motrices, dans l'axe, de manière à ménager une distance de 3 à 8 mm entre aimant et plan supérieur des rails (exemple ci-contre).

R. KNOERR



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)

A retourner accompagné de votre règlement à :

TRANSOCÉANIC

3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

GO-TRONIC
www.gotronic.fr

ROBOT PICAXE BOT120N

Châssis équipé de 2 moteurs indépendants et commandé par une carte contrôlée par un PICAXE-20X2 programmable en Basic. Assemblage facile et rapide sans soudure. Livré avec deux leds, un buzzer, un module suiveur de ligne, un support de stylo, un connecteur pour servomoteur et une détection d'obstacles sur l'avant. Options possibles: pack opto BOT121, détecteur ultrasonique SRF05, servomoteurs, télécommande infrarouge TVR010. Nombreux exemples de programmation décrits dans le manuel. Plus de détails sur www.gotronic.fr.



Type	Code	Prix ttc
BOT120N	25248	63.70 €
AXE026 (câble série)	25215	5.20 €
AXE027 (câble usb)	25216	18.40 €

MICROCONTRÔLEURS PICAXE

Les microcontrôleurs PICAXE se programment facilement en BASIC ou de façon graphique. Spécifications et documentations sur www.gotronic.fr.

Type	Entrées/sorties	Code	Prix ttc
PICAXE-08M2	1-5 E/S	25280	3.10 €
PICAXE-14M2	10 E/6 S	25281	3.80 €
PICAXE-20M2	16 E/8 S	25284	3.90 €
PICAXE-20X2	18E/S config.	25208	5.80 €
PICAXE-18M2	16 E/S	25282	5.50 €
PICAXE-28X1	0-12 E/9-17 S	25204	8.90 €
PICAXE-28X2	PIC18F25K22	25209	9.40 €
PICAXE-28X2-5V	PIC18F2520	25206	7.35 €
PICAXE-40X1	8-20 E/9-17 S	25205	8.95 €
PICAXE-40X2	33 E/S config.	25207	9.85 €

INTERFACE PHIDGET 1014

Solution simple et pratique pour commuter 4 relais de puissance directement à partir d'un port USB de votre PC. 9 langages de programmation possibles. Applications: commande de lampes, moteurs, etc. Livrée avec câble USB. Module prêt à l'emploi. Plus de détails sur www.gotronic.fr.



Type	Code	Prix ttc
1014	25440	52.90 €

ROBOT VEX AUTONOME

Grâce à votre aide et celle du microcontrôleur Cortex, votre robot apprend à se débrouiller seul! Options avancées de programmation: plus de moteurs, plus de capteurs, plus de comportements. Programmation et débogage réalisés avec câble USB fourni ou kit de programmation sans fil (en option). Informations sur www.gotronic.fr.



Type	Code	Prix ttc
276-1750	25603	399.99 €
LOGICIEL EASYC	25650	129.99 €

Livraison 24H Chronopost: 12 €
 Livraison 48H Colissimo: 8 €
 Livraison 1 semaine: 5.90 €
 CB ou chèque à la commande

35ter, Route Nationale - BP 45
 08110 BLAGNY (FRANCE)
 E-mail: contacts@gotronic.fr

Tél.: 03.24.27.93.42
 Fax: 03.24.27.93.50

LES RESISTANCES

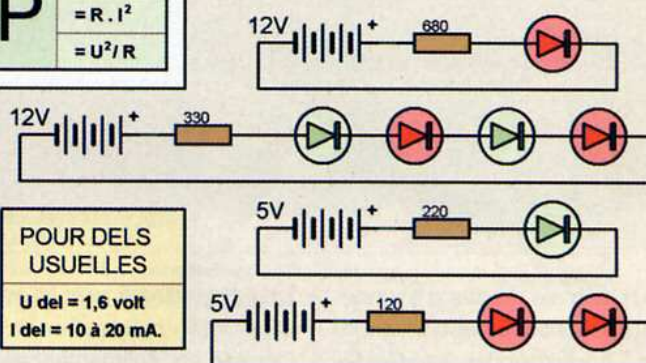
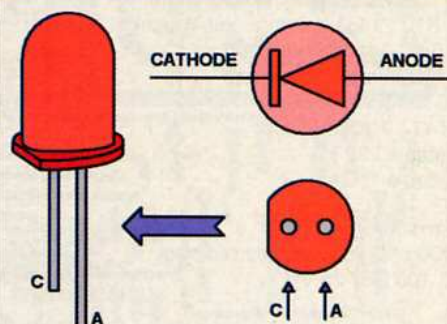
1er Chiffre
2ème Chiffre
3ème Chiffre (factultatif)
Multiplicateur
Tolérance

NOIR	0	0	0	x 1	
MARRON	1	1	1	x 10	1 %
ROUGE	2	2	2	x 100	2 %
ORANGE	3	1	1	x 1000	
JAUNE	4	4	4	x 10000	
VERT	5	5	5	x 100000	0,5 %
BLEU	6	6	6	x 1000000	
VIOLET	7	7	7		
GRIS	8	8	8		
BLANC	9	9	9		
ARGENT					10 %
OR				x 0,1	5 %

LA LOI D'OHM

U	$= R \cdot I$
	$= P / I$
	$= \sqrt{R \cdot P}$
I	$= U / R$
	$= P / U$
	$= \sqrt{P / R}$
R	$= U / I$
	$= P / I^2$
	$= U^2 / P$
P	$= U \cdot I$
	$= R \cdot I^2$
	$= U^2 / R$

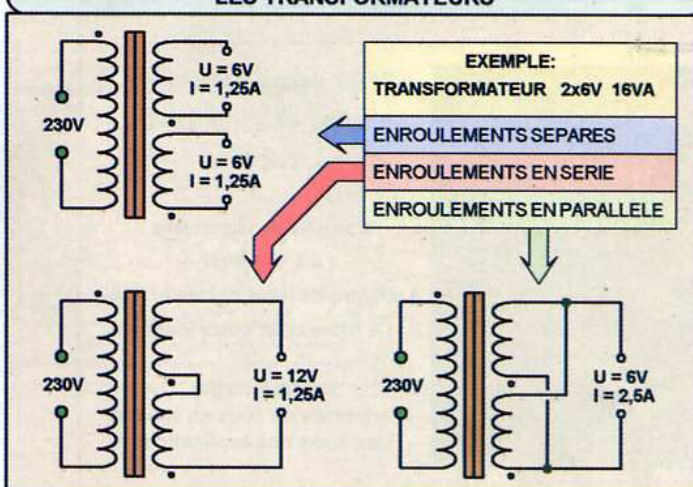
LA DEL (Diode Electro Luminescente)



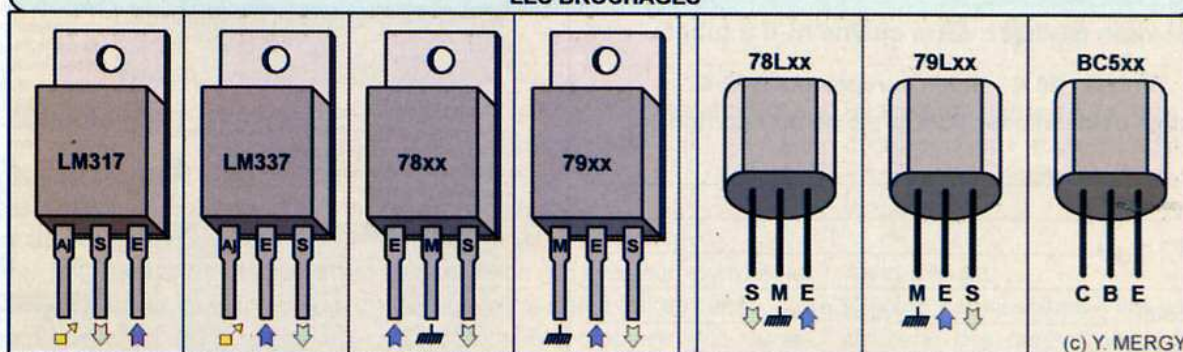
LES FONCTIONS LOGIQUES

		ENTREES			
		A	B	0	1
		0	1	0	1
SYMBOLE	FONCTION	SORTIE			
	OU	0	1	1	1
	NON OU	1	0	0	0
	ET	0	0	0	1
	NON ET	1	1	1	0
	OU EXCLUSIF	0	1	1	0
	NON OU EXCLUSIF	1	0	0	1

LES TRANSFORMATEURS



LES BROCHAGES



Un heurtoir pour motrice

L'électronique et le modélisme ferroviaire ont toujours fait bon ménage. Cette constatation a souvent été mise en pratique par la publication dans notre magazine, de nombreux montages destinés à donner plus d'animation et de réalisme aux réseaux ferroviaires miniatures.

L'application proposée avec cet article vous assurera une automatisation de l'arrêt progressif d'une motrice contre un heurtoir, sans toutefois toucher matériellement ce dernier.

Principe de fonctionnement

Le heurtoir est une espèce de butée fixe matérialisant la fin d'une voie. Il est souvent disposé sur une voie de garage ou encore dans les gares en « cul de sac ». Le conducteur de l'engin moteur s'en approche le plus près possible en évitant que les tampons entrent en contact avec ceux, fixes, du heurtoir.

Dans notre montage, le heurtoir est remplacé par un mesureur de distance (télémètre infrarouge) dont la forme rappelle d'ailleurs celle d'un « vrai » heurtoir. L'un des deux rails de la section finale de la voie équipée du heurtoir comporte une coupure électrique, matérialisée par la mise en place d'un joint isolant. La section ainsi déterminée se caractérise par une longueur de l'ordre de 50 à 80 cm.

Lorsque la motrice roulant à sa vitesse normale franchit le joint isolant, une première chute de tension intervient, ce qui a pour conséquence un premier degré de ralentissement. A une trentaine de centimètres du heurtoir, le télémètre infrarouge pro-

voque une chute de tension plus importante d'où l'apparition d'un deuxième degré de ralentissement. Un troisième degré intervient à une quinzaine de centimètres avant le heurtoir.

Enfin, lorsque l'avant de la motrice se trouve à 5 cm du heurtoir, l'alimentation de la section de voie cesse totalement : la motrice s'arrête.

Fonctionnement

Le télémètre GP2D 120 X

Ce composant comporte essentiellement une led d'émission et une photodiode de réception.

Ces deux éléments optoélectroniques sont disposés derrière des lentilles formant un objectif focal.

La puissance du rayonnement infrarouge est considérablement augmentée grâce à l'alimentation de la led d'émission par un courant pulsé.

Le rayonnement infrarouge se caractérise par une longueur d'onde de 850 nm (nanomètres).

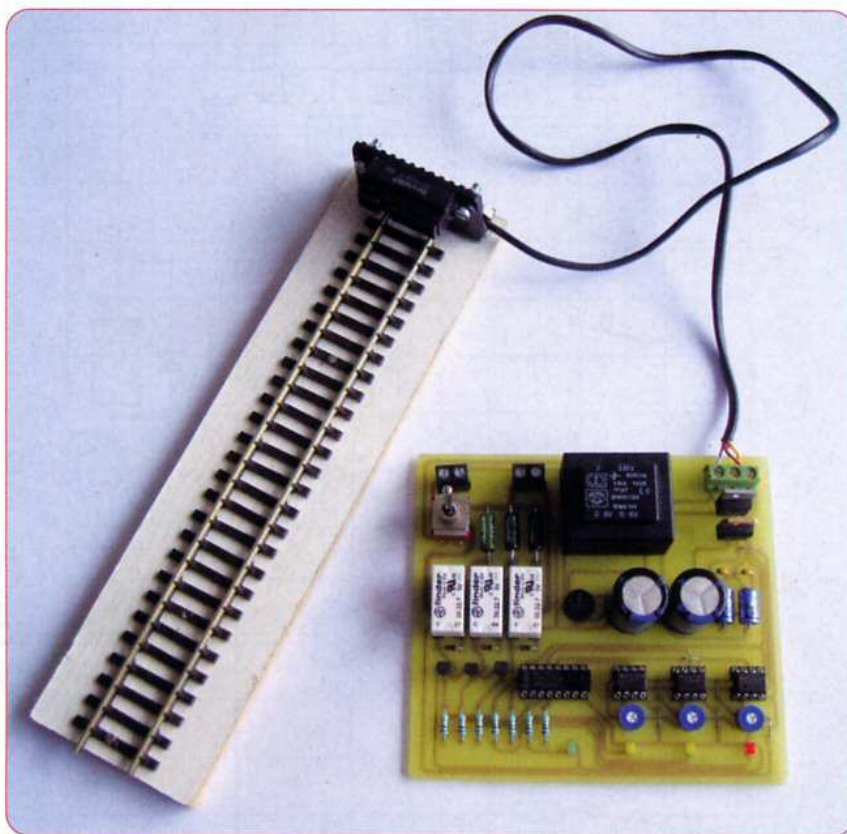
Les deux dispositifs optiques déter-

minent un angle aigu avec la face avant du boîtier, de manière à projeter le point de convergence, vers l'avant, à une distance de l'ordre de 40 cm. Lorsque le rayonnement émis est réfléchi par une surface relativement perpendiculaire à l'axe focal du télémètre, la sortie de ce dernier fournit un potentiel croissant au fur et à mesure que la distance entre la surface détectée et le capteur diminue. Cependant cette croissance n'est pas linéaire ainsi que l'indique le graphe de la figure 1.

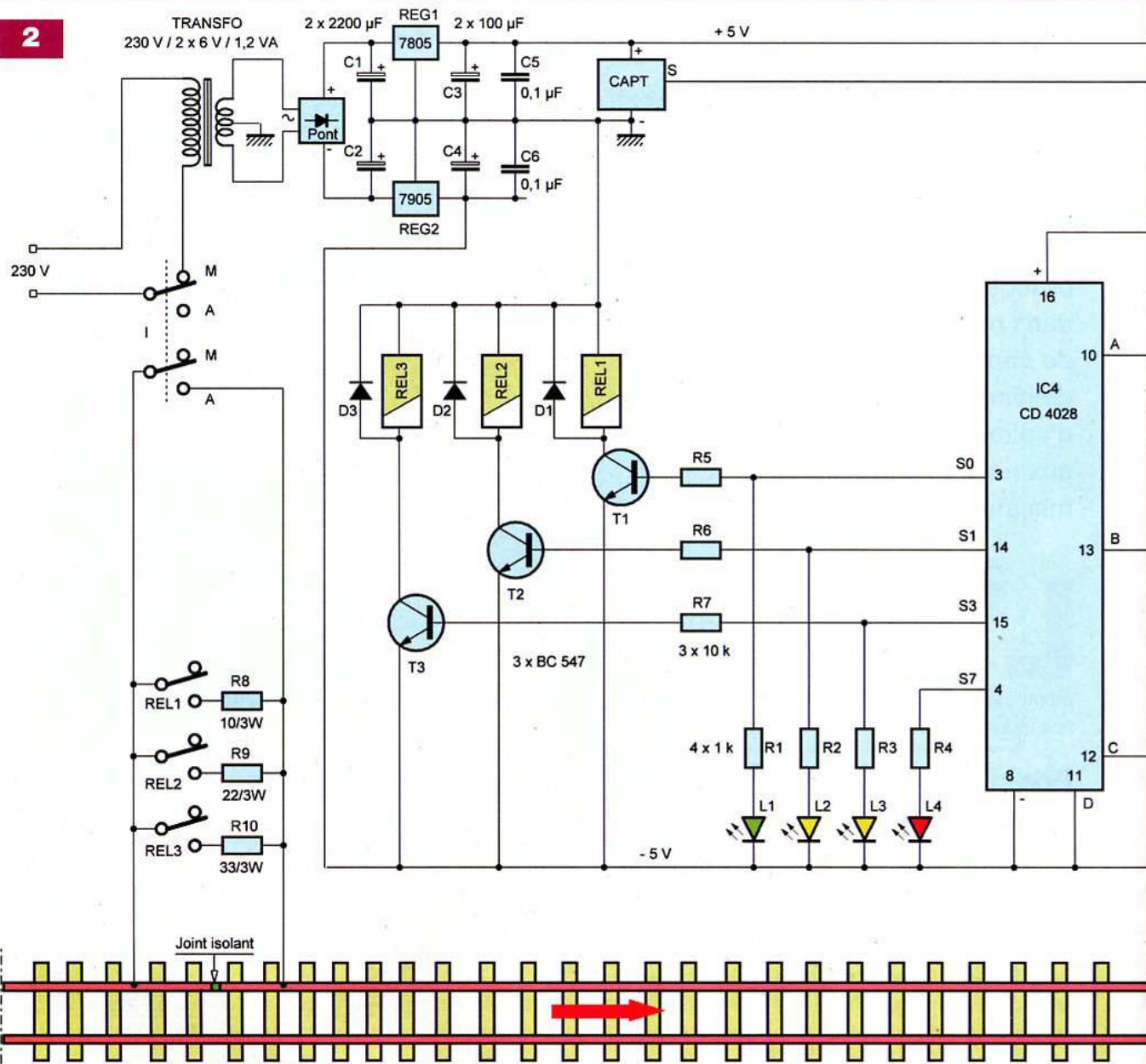
Le télémètre présente un potentiel de sortie exploitable pour une distance maximale de l'ordre de 40 cm.

Pour cette distance, il est égal à 0,3 V. Il croît jusqu'à 3 V pour une distance de 5 cm.

A noter que le capteur fonctionne normalement, même si la surface de réflexion est relativement sombre et comporte des irrégularités de surface, ce qui est assez remarquable. Celui-ci est prévu pour être alimenté par une tension nominale de 5 V. Il consomme alors 35 à 40 mA.



2



Alimentation symétrique

L'énergie nécessaire au fonctionnement du montage provient du secteur 230 V, par l'intermédiaire de l'inverseur bipolaire (I) dont la fermeture assure l'alimentation de l'enroulement primaire du transformateur abaisseur de tension. Ce dernier doit comporter deux enroulements secondaires, afin de pouvoir établir au niveau de leur point commun, la référence de masse de l'alimentation symétrique nécessaire au montage.

Les condensateurs C1 et C2 réalisent un premier lissage des deux alternances, redressées préalablement par le pont de diodes. Sur les sorties res-

pectives des régulateurs positif (REG1 / 7805) et négatif (REG2 / 7905), deux potentiels symétriques de + 5 V et de - 5 V sont alors disponibles (figure 2). Les condensateurs C3 et C4 apportent un complément de filtrage tandis que C5 et C6 servent de capacités de découplages.

Le capteur

Ce dernier est alimenté par les polarités + 5 V et la référence de masse, pour disposer d'une alimentation de 5 V correspondant à sa tension nominale de fonctionnement. C'est donc bien par rapport à la référence qu'il convient de considérer le

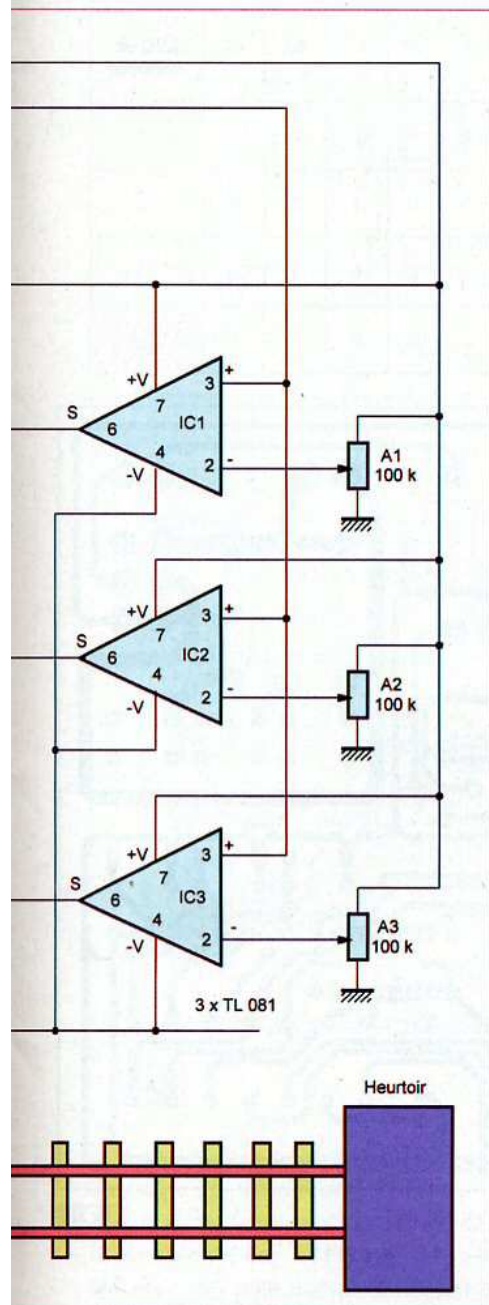
potentiel (s) délivré par la sortie du capteur.

Celui-ci est en liaison directe avec les entrées « non inverseuses » de trois amplificateurs opérationnels référencés IC1, IC2 et IC3.

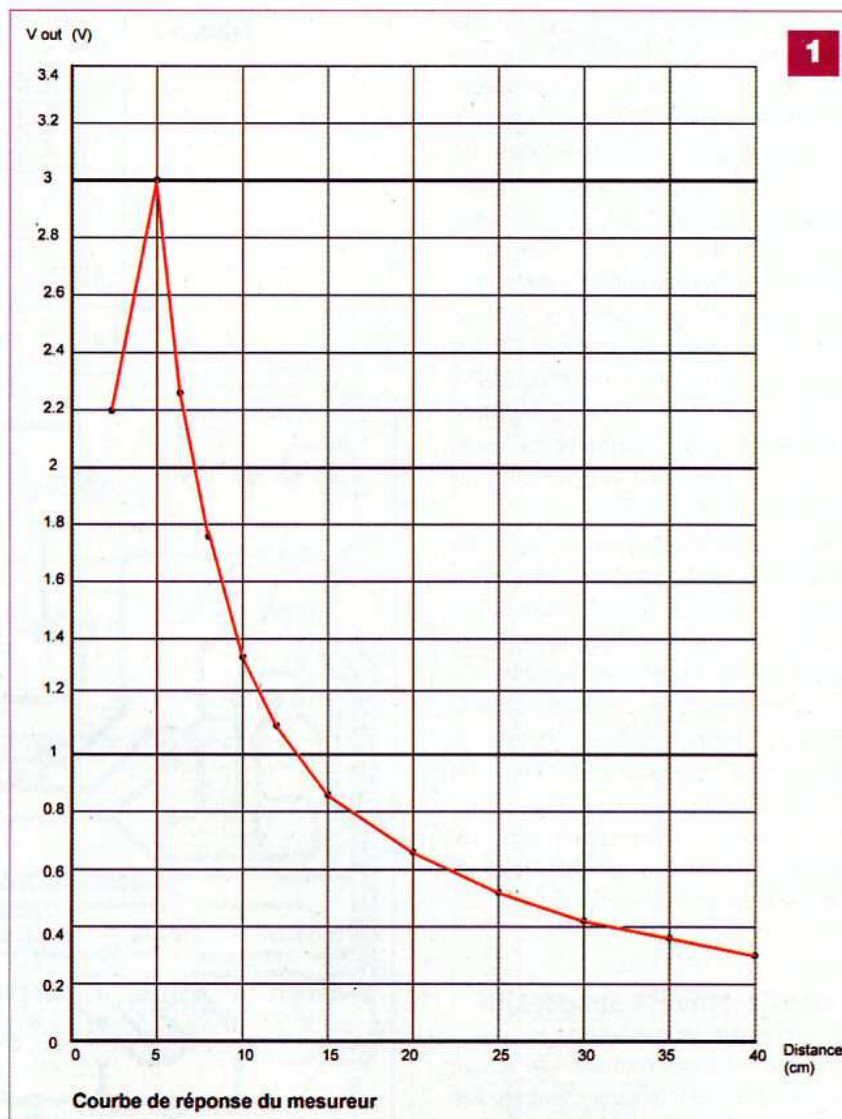
Détection des distances

Les entrées « inverseuses » des trois amplificateurs sont reliées aux sorties des ajustables A1, A2 et A3. Suivant la position de leurs curseurs, il est ainsi possible de soumettre ces entrées à un potentiel quelconque compris entre 0 et 5 V, toujours par rapport à la masse.

L'ajustable A1 est réglé à un potentiel



de 0,35 V, ce qui correspond à une distance de détection d'environ 35 cm. Tant que l'avant de la motrice se trouve à une distance supérieure à cette valeur, le potentiel auquel est soumise l'entrée « non inverseuse » est inférieur à celui de l'entrée « inverseuse ». La sortie du comparateur IC1 présente alors un potentiel nul, à la tension de déchet près, c'est-à-dire environ 1,5 V. Ce potentiel est assimilable à un état logique « bas ». A noter que la tension d'alimentation des trois amplificateurs est de 10 V, étant donné que leurs broches d'alimentation sont respectivement connectées aux polarités + 5 V et - 5 V.



Dès que la motrice franchit le seuil correspondant à cette distance, les polarités de comparaison s'inversent et la sortie du comparateur IC1 passe à l'état « haut ».

L'ajustable A2 est réglé à une valeur légèrement supérieure, soit environ 0,85 V, ce qui correspond à un seuil de détection de 15 cm. Dès que la motrice a franchi ce seuil de distance, la sortie de IC2, qui présentait un état « bas » auparavant, passe également à l'état « haut ».

Enfin, l'ajustable A3 est réglé à un potentiel de sortie proche de 3 V, seuil qui représente une distance de 5 cm. Lorsque la motrice arrive à ce niveau d'approche, la sortie de IC3 passe également à l'état « haut ». Les valeurs numériques évoquées sont des exemples destinés à faciliter la compréhension du fonctionnement. Nous verrons ultérieurement

que, dans la pratique, le réglage des curseurs des ajustables est beaucoup plus simple et ne nécessite aucune mesure de tension.

Mise en évidence des résultats de la détection

Les niveaux logiques des sorties des trois comparateurs sont appliqués aux entrées A, B et C d'un décodeur BCD / décimal. Il s'agit d'un CD 4028, référencé IC4. Ce dernier est également alimenté sous un potentiel de 10 V. L'entrée D n'est pas utilisée dans le présent montage. Elle est reliée en permanence à l'état « bas ». Les différents cas de figures évoqués ci-dessus sont repris dans le **tableau 1**.

Exploitation des résultats de la détection

Tant que la motrice n'a pas été détectée par le capteur, la sortie S0 de IC4

présente un état « haut ». Il en résulte la saturation du transistor T1. Ce dernier insère dans son circuit collecteur la bobine du relais REL1. A noter que la bobine est alimentée sous un potentiel de 5 V, sa valeur nominale de fonctionnement. En effet, le pôle positif correspond à la référence « zéro » de l'alimentation, tandis que le pôle négatif est la polarité - 5 V. La diode D1 protège le transistor T1 des effets liés à la « surtension de self » qui se manifeste essentiellement lors de l'ouverture des contacts du relais. Cette situation est signalisée par l'illumination de la led verte L1.

Une fois franchi le premier seuil de détection, l'état « haut » est transféré sur la sortie S1 de IC4. Le relais REL2 s'active tandis que REL1 se déconnecte. La led jaune L2 s'allume. Le second seuil de détection correspond à la fermeture des contacts de REL3 et à l'ouverture de ceux de REL2. La led jaune L3 s'allume. Enfin, lorsque le troisième seuil de détection est atteint, le relais REL3 se déconnecte et la led rouge L4 s'allume.

Ralentissements successifs et arrêt de la motrice

Tant que « l'engin moteur » se trouve en amont du joint isolant, il avance à la vitesse normale correspondant à la position du rhéostat de commande de la voie concernée. Dès que ce joint est franchi, l'alimentation de la motrice est réalisée par l'intermédiaire de R8, une résistance de l'ordre de $10 \Omega / 3 \text{ W}$. Il en résulte un premier ralentissement dû à la chute de tension introduite par cette résistance.

A l'activation du relais REL2, c'est la résistance R9 ($22 \Omega / 3 \text{ W}$) qui devient opérationnelle. La chute de tension est plus importante et la motrice est le siège d'un ralentissement supplémentaire.

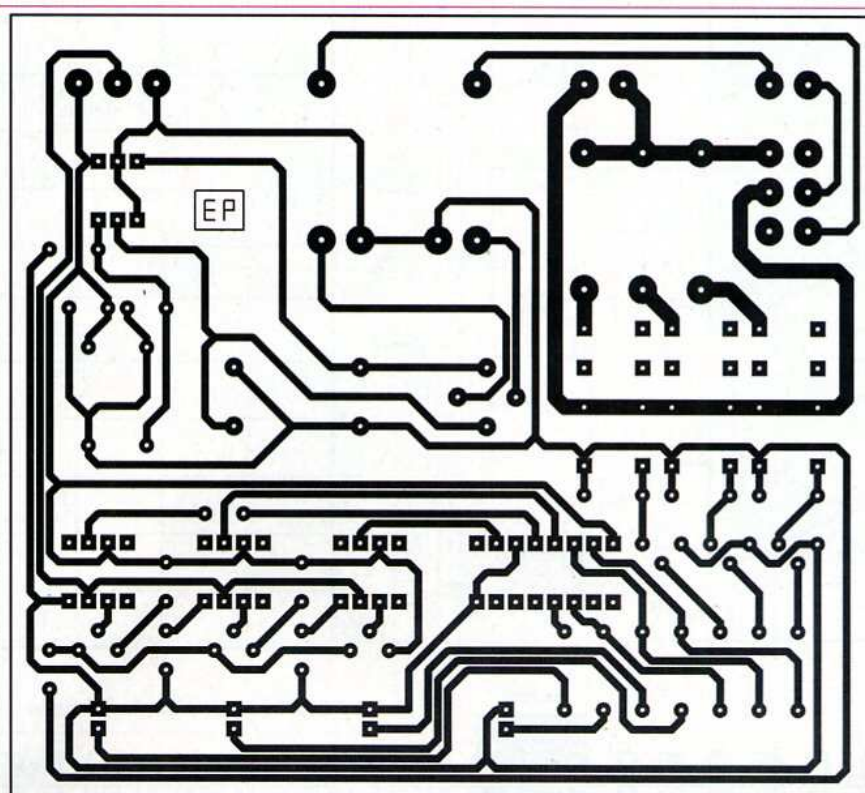
Lorsque les contacts du relais REL3 se ferment, la résistance R10 ($33 \Omega / 3 \text{ W}$) est insérée dans le circuit d'alimentation.

Le ralentissement devient alors très important.

Enfin, une fois le relais REL3 déconnecté, la section de voie n'est plus alimentée. La motrice s'arrête.

Tableau 1

D	C	B	A	S0	S1	S3	S7	LED de contrôle
0	0	0	0	1	0	0	0	L1
0	0	0	1	0	1	0	0	L2
0	0	1	1	0	0	1	0	L3
0	1	1	1	0	0	0	1	L4



3

Afin de permettre le « retour » de la motrice vers le réseau, il est possible à tout moment de neutraliser les effets du montage par la simple ouverture de l'inverseur (I). Dans ce cas, la section de voie située en aval du joint isolant est reliée à la section en amont. De plus, l'alimentation en 230 V du montage cesse.

Réalisation pratique

Le module

La figure 3 fait état du circuit imprimé. A noter la largeur plus importante des pistes destinées à véhiculer le courant d'alimentation de la motrice. L'implantation des composants est reprise en figure 4.

Attention à l'orientation des composants polarisés.

Dans un premier temps, les curseurs des trois ajustables sont à positionner de manière à obtenir le potentiel maximal de 5 V. Cela correspond à un curseur tourné à fond dans le sens antihoraire.

Les réglages des ajustables

Les réglages sont très simples. Pour déterminer le premier niveau de ralentissement, la motrice est placée manuellement sur sa voie, à la distance désirée par rapport au heurtoir. Cette distance devra, dans tous les cas, être inférieure à 40 cm, valeur correspondant au fonctionnement correct du capteur.

Nomenclature

• Résistances

R1, R2, R3, R4 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R5, R6, R7 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R8 : 10 Ω 3 W (vitrifiée)
 R9 : 22 Ω 3 W (vitrifiée)
 R10 : 33 Ω 3 W (vitrifiée)
 A1, A2, A3 : ajustable 100 k Ω

• Condensateurs

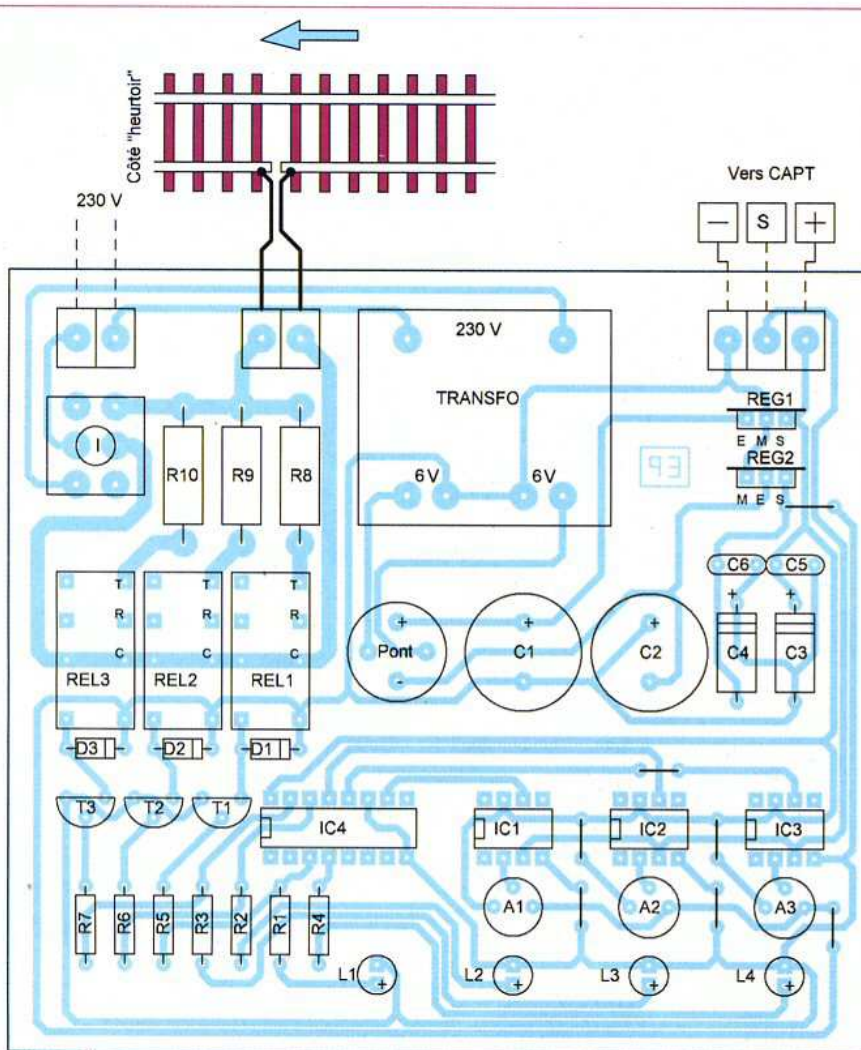
C1, C2 : 2200 μ F / 25 V (sorties radiales)
 C3, C4 : 100 μ F / 25 V
 C5, C6 : 0,1 μ F

• Semi-conducteurs

D1, D2, D3 : 1N 4148
 L1 : led verte $\varnothing$ 3 mm
 L2, L3 : led jaune $\varnothing$ 3 mm
 L4 : led rouge $\varnothing$ 3 mm
 Pont de diodes
 REG1 : 7805
 REG2 : 7905
 T1, T2, T3 : transistor NPN (BC 546, BC 547)
 IC1, IC2, IC3 : TL 081
 IC4 : CD 4028
 CAPT : mesureur de distance
 GP 2 D 120 X (Sharp / Saint Quentin Radio)

• Divers

7 straps (2 horizontaux, 5 verticaux)
 3 supports 8 broches
 4 supports 16 broches
 REL1, REL2, REL3 : relais FINDER
 5 V / 2 RT (série 3022)
 Transformateur 230 V / 2 x 6 V / 1,2 VA
 2 borniers soudables 2 plots
 1 bornier soudable 3 plots
 I : inverseur bipolaire



4

Une distance comprise entre 30 et 35 cm représente un bon compromis. Il suffit alors de tourner très lentement le curseur de l'ajustable A1, dans le sens horaire, pour aboutir à l'illumination de la led jaune L2.

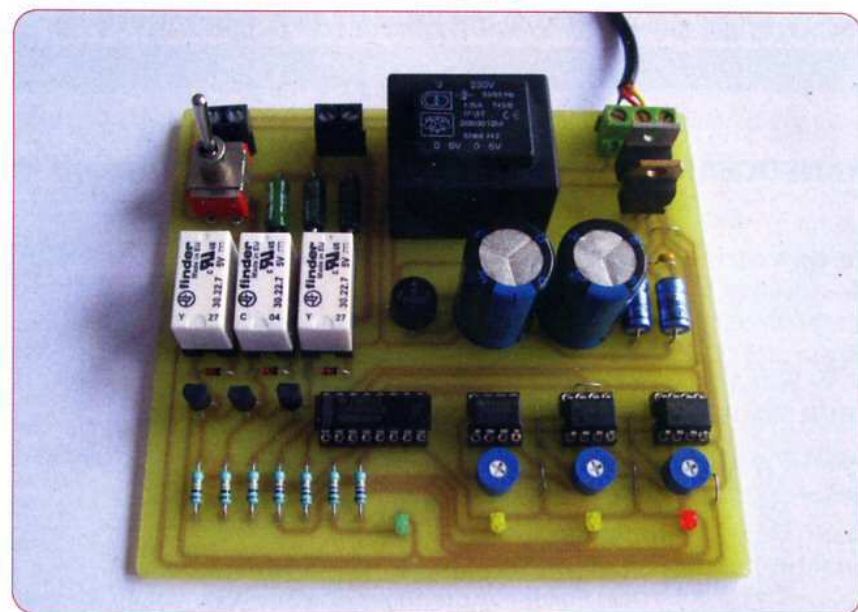
L'opération est à répéter avec l'ajustable A2. L'avant de la motrice est positionné à une quinzaine de centimètres du heurtoir.

Le réglage est correct lorsque la led jaune L3 s'illumine.

Enfin, pour l'ajustable A3, l'avant de la motrice est positionné à 5 cm du heurtoir. C'est l'illumination de la led rouge L4 qui est l'indice du bon réglage de A3.

Les valeurs des résistances R8, R9 et R10

Les valeurs de ces résistances correspondent à du matériel « moteur » de marque JOUEF (échelle HO). Elles



peuvent être déterminées expérimentalement. Il suffit de se procurer, auparavant, un éventail de résistances allant de 5 Ω à 47 Ω et de les

insérer, en série, avec l'alimentation du réseau pour constater de visu l'effet ralentisseur obtenu.

R. KNOERR

Amplificateur Hi-Fi

Push-Pull classe A de triodes



Cet amplificateur « tout triodes » développe une puissance nominale de 2 x 3 W sous 8 Ω .

Sa bande passante s'étend de 30 Hz à 20 kHz à -1 dB, avec un taux de distorsion inférieur à 1 %. Les sorties haut-parleurs peuvent être commutées pour une parfaite écoute au casque. Sa consommation de l'ordre de 40 VA se révèle économique à l'usage.

Il met en œuvre le concept élémentaire d'un push-pull piloté par un circuit déphaseur cathodyne. Le choix des tubes s'est porté sur deux valves de production courante : la ECC832 et la ECC99, qui sont deux fabrications récentes de la firme JJ Electronics.

La ECC832 est une double triode asymétrique dédiée au déphaseur cathodyne.

Pour faire simple : la première triode (broches 1-2-3) est équivalente à la ECC82 et la deuxième (broches

6-7-8) est équivalente à une ECC83 (figure 1).

Ce tube permet donc d'associer un bon facteur d'amplification ($\mu=100$) au « pilotage » à basse impédance d'un étage push-pull.

Le tube 12DW7 présente les mêmes caractéristiques et peut s'y substituer. Les broches 4, 5 et 9 permettent l'alimentation en « série » ou en « parallèle » des deux filaments, soit 6,3 V sous 300 mA ou 12,6 V sous 150 mA.

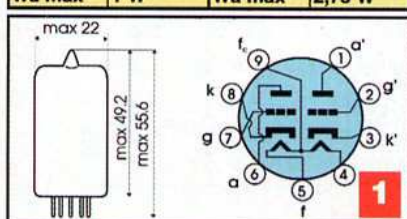
Des essais réalisés avec des ECC83, sans modification de circuit, donnent

des résultats équivalents. La ECC99 est une double triode symétrique de dissipation anodique de 5 W par élément (photo A).

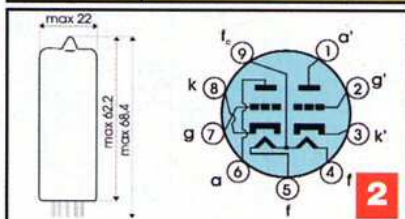
Elle est dédiée au « pilotage » en courant des étages de puissance ($I_k \text{ max} = 60 \text{ mA}$). Utilisée en push-pull, elle peut délivrer 3 W « audio » à 1 % de DHT. Toutefois, nous limiterons ici la puissance de chaque anode à 3 W.

Les broches 4, 5 et 9 permettent l'alimentation en « série » ou en « parallèle » des deux filaments, 12,6 V / 400 mA ou 6,3 V / 800 mA (figure 2).

ECC832			
Filaments	6,3V / 0,3A 12,6V / 0,15A		
EC83	Br. 6-7-8	EC82	Br. 1-2-3
Va	250 V	Va	250 V
Vg	-2 V	Vg	-8,5 V
Ia	1,2 mA	Ia	10,5 mA
S	1,6 mA/V	S	2,2 mA/V
μ	100	μ	17
Ri	62,5 K Ω	Ri	7,7 K Ω
Vak max	300 V	Vak max	300 V
Ik max	8 mA	Ik max	22 mA
Wa max	1 W	Wa max	2,75 W

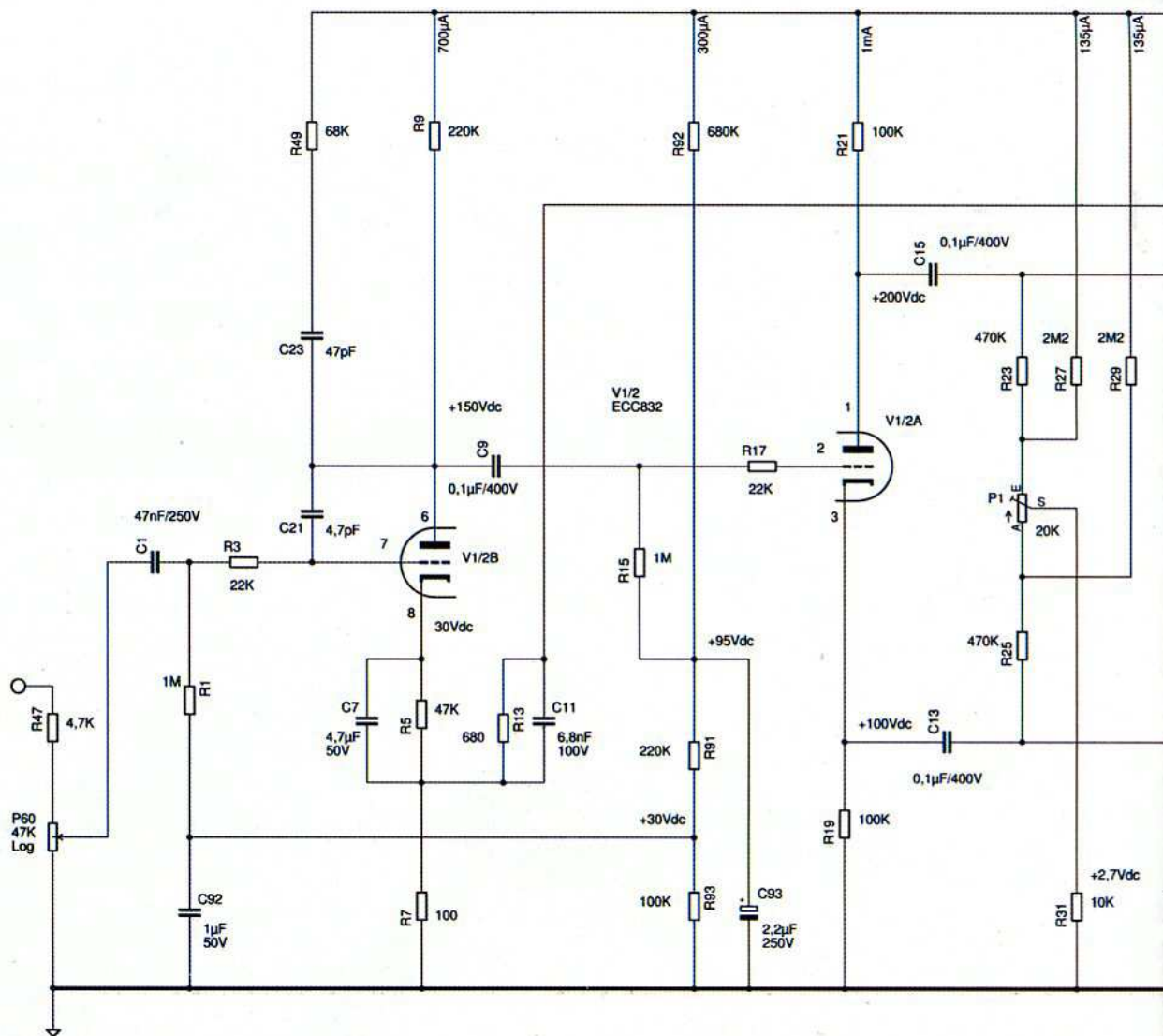


ECC99	
Filaments	6,3 V / 0,8 A 12,6 V / 0,4 A
Vak	300 V
Vg1	-14,5 V
Ia	10 mA
Wa	3 W par triode
S	9,5 mA/V
μ	22
Ri	2,3 K Ω
Vak max	400 V
Ik max	60 mA
Wa max	5 W par triode

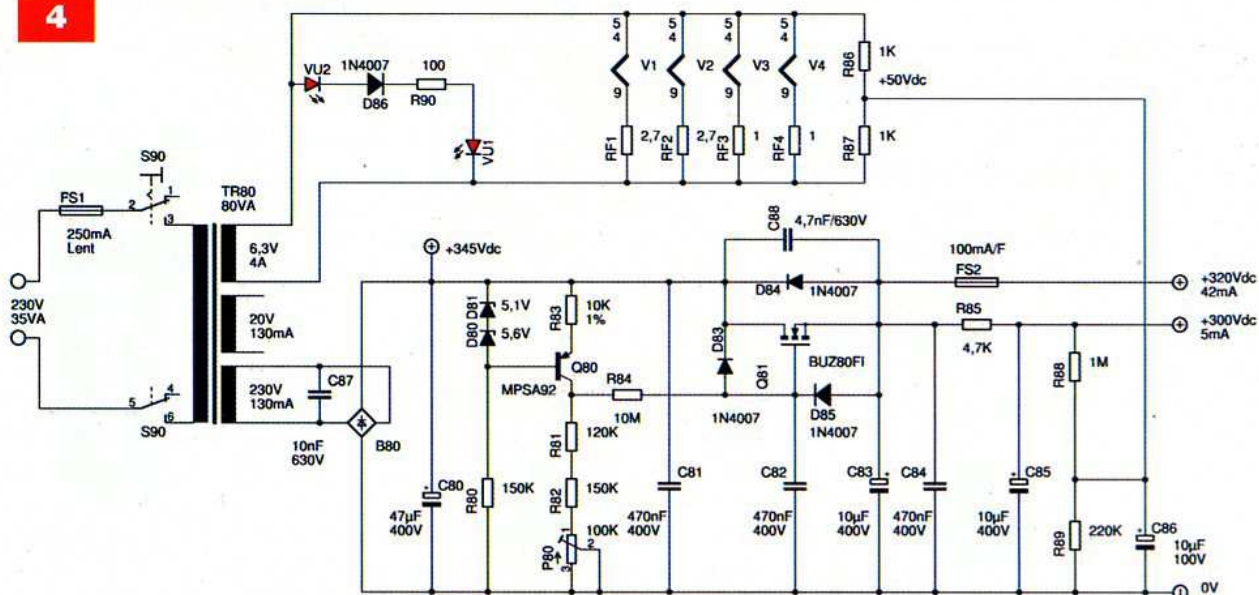


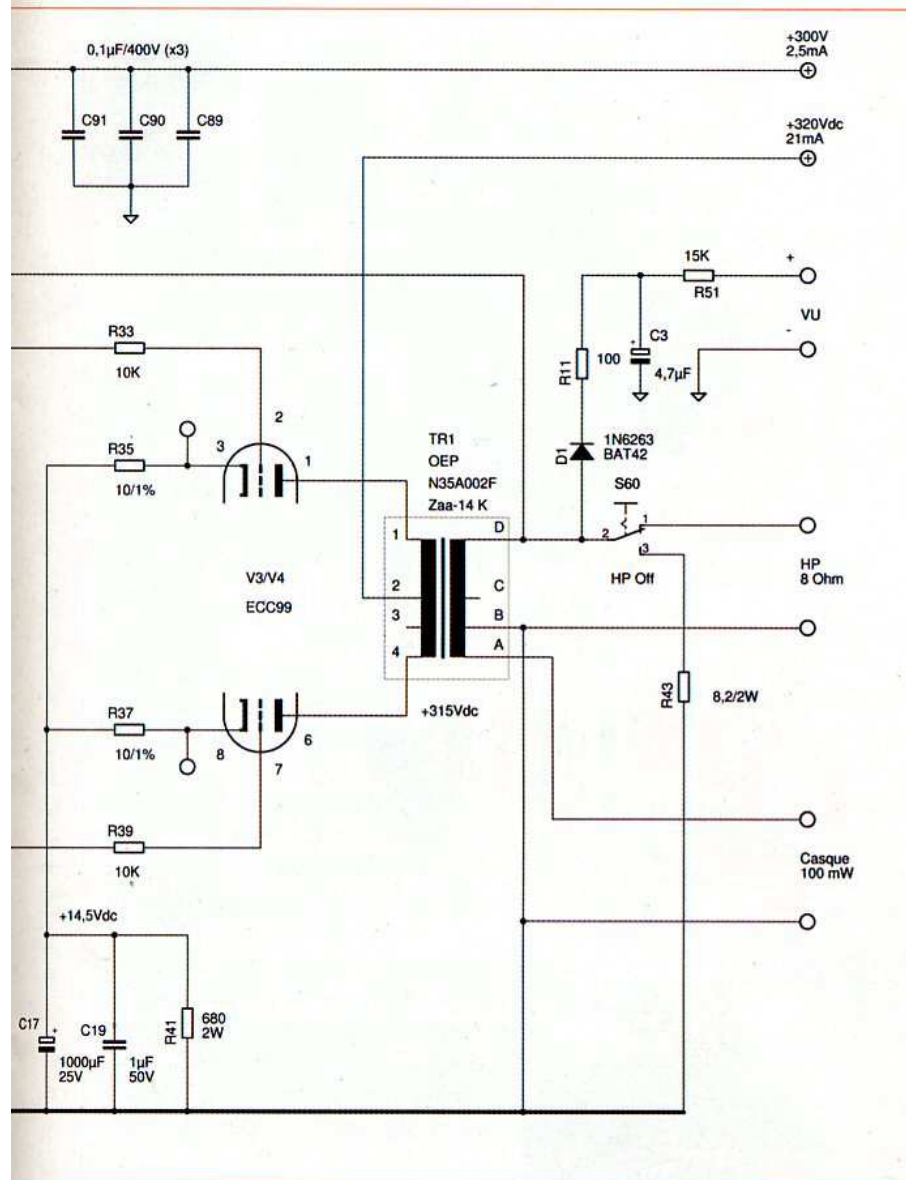
A

3



4





Le schéma du Push-Pull

Pour des raisons de stabilité, les deux triodes ECC832 sont couplées par des capacités et polarisées par des tensions fixes issues d'un pont diviseur R91, R92, R93 à respectivement +30 et +95 Vdc (**figure 3**).

Ceci évite les dérives du point de fonctionnement. C'est impératif pour conserver les spécifications de départ dans le temps.

Le gain de la première triode V1B s'élève à 37 dB, hors contre-réaction. Les deux cathodes du push-pull ECC99 sont reliées par deux résistances de $10\ \Omega / 1\%$, afin de pouvoir équilibrer les courants d'anodes. Cet équilibrage est obtenu avec les potentiomètres P1 et P2. Ils polarisent les grilles à + 4 Vdc en

position médiane, si les deux sections de l'ECC99 sont appariées (on peut encore rêver...). Une différence de 10 mV entre cathodes correspond à un déséquilibre de 1 mA.

Le courant d'anode s'élève à 10,5 mA, ce qui, sous les 300 V de V_{ak} , nous donne une dissipation de 3,15 W par section. Le tube ne sera pas utilisé au maximum de sa puissance, afin d'allonger sa durée de vie.

L'impédance Z_{aa} du transformateur est de 14 k Ω , pour 8 Ω aux broches B-D.

Ce transformateur très économique est fabriqué par la firme anglaise OEP (réf. N35A002F). Il est disponible chez « RS-Particuliers » sous le code : 210-6475.

Le signal prélevé à la broche D est réinjecté dans le circuit de cathode de

la triode d'entrée par le pont diviseur R13-R7. Le taux de contre-réaction est de 14 dB.

Pour l'écoute au casque, il doit être possible de déconnecter les haut-parleurs. C'est la fonction de l'inverseur S60 qui commute une résistance de 8,2 Ω . Ceci permet de conserver la valeur Zaa de 14 k Ω de charge des anodes, en l'absence de la charge du haut-parleur.

L'impédance des casques n'est pas vraiment normalisée.

Nous trouvons sur le marché des casques de 8 Ω , 32 Ω , 64 Ω , 300 Ω et même 600 Ω , ce qui nous oblige à avoir à disposition, pour une même puissance, des tensions assez différentes : 100 mW dans 8 Ω ne demande que 0,9 Vac, alors que 100 mW dans 600 Ω exige 7,7 Vac.

Pour les impédances inférieures à 100 Ω , nous prélèverons le signal sur la broche A du transformateur.

Pour les impédances de 300 Ω et 600 Ω , nous prélèverons le signal sur la broche D du transformateur.

Les VU-mètres disponibles chez Sélectronic sous la référence 11.0825 sont activés par le circuit redresseur D1-B11-C3.

Le circuit d'alimentation

Le transformateur torique a l'avantage de ne demander que 35 mm en hauteur. De plus, son rayonnement magnétique est insignifiant.

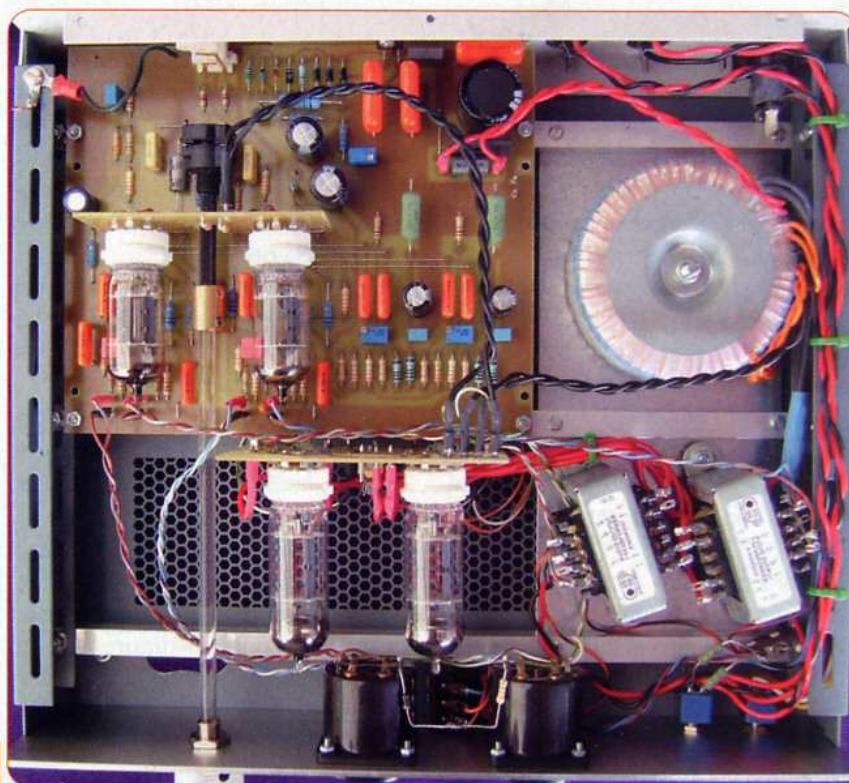
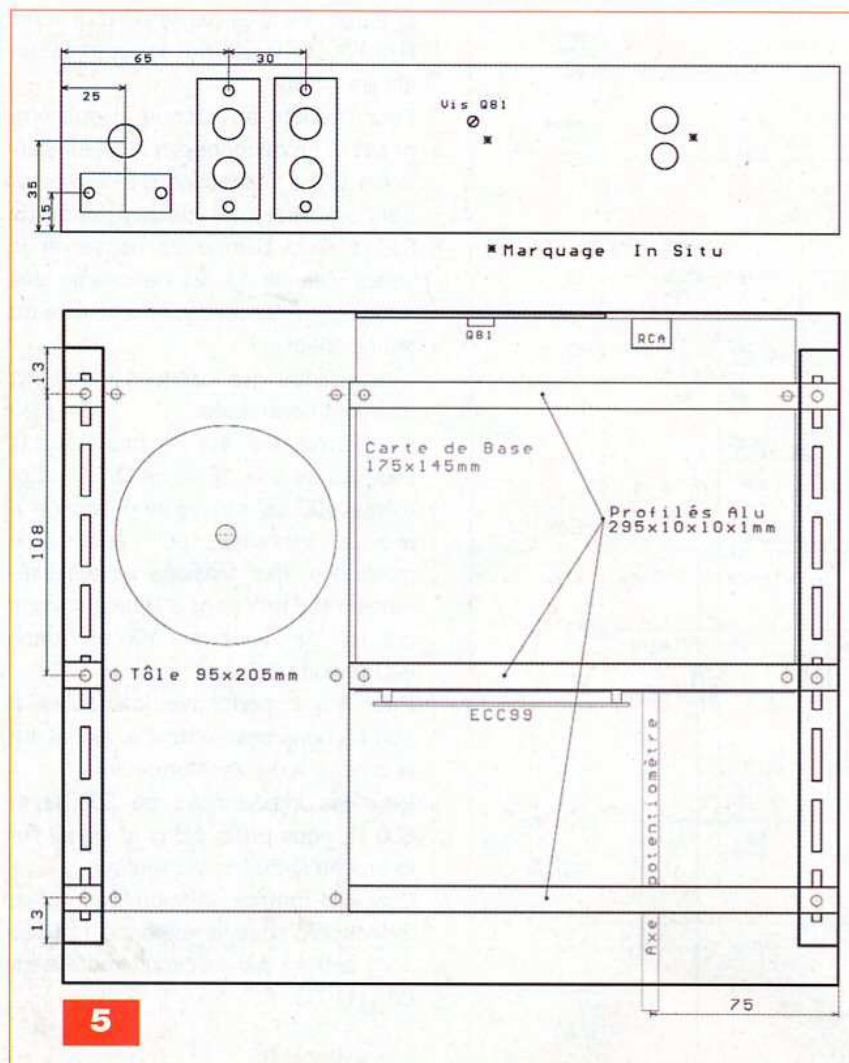
Il fournit, au secondaire, une tension de 230 Vac pour la HT et 6,3 Vac pour le chauffage des filaments.

Le troisième secondaire de 20 Vac n'est pas utilisé. Il est disponible, sur stock, sous la référence TRA801, chez « Wüsten » en Allemagne.

La tension redressée de 345 V s'obtient avec une tension primaire de 230 Vac, mais celle-ci variera avec les aléas du secteur.

La stabilisation de la tension est réalisée par l'action des transistors Q80 et Q81. Le transistor Q80 est monté en « source de courant » (**figure 4**).

La tension stabilisée de 10 Vdc développée aux bornes de R83 (10 k Ω - 1 %) induit un courant stabilisé de 1 mA via le collecteur.



Ce courant constant de 1 mA développe une tension stable de 320 V, fixée par les résistances R81, R82 et l'ajustable P80.

Le résidu alternatif est encore filtré par la cellule R84-C82 dont la constante de temps s'élève à 5 s.

L'impédance interne de l'alimentation est inférieure à 10 Ω , ce qui garantit la stabilité des circuits en aval.

L'ondulation résiduelle, pour un courant de 47 mA, est de 8 Vpp aux bornes de C80 et seulement 500 μ Vac en sortie HT.

Les tubes sont tous alimentés en 6,3 Vac. Comme le secondaire du transformateur est prévu pour débiter 4 A, la tension « monte » à 7,5 Vac.

Les résistances Rf1 à Rf4 la font retomber à 6,3 Vac.

Pour éviter les ronflettes dues à l'influence thermoïonique du filament vers la cathode de la triode d'entrée V1B, ils sont polarisés à +50 Vdc.

Cette influence reste toutefois minime, car la cathode est shuntée à la masse par un condensateur.

De plus, la contre-réaction « écrase » cette influence parasite. Cependant, l'écoute au casque ne pardonne aucun bruit. Si nous voulons au minimum 80 dB de rapport S/B avec 1 Vac sur 8 Ω , le ronflement résiduel rapporté à l'entrée doit être inférieur à 100 μ V !

L'amplificateur est protégé par un fusible « lent » de 315 mA en entrée secteur et par un fusible « rapide » de 100 mA pour les tubes de sortie.

Mise en œuvre

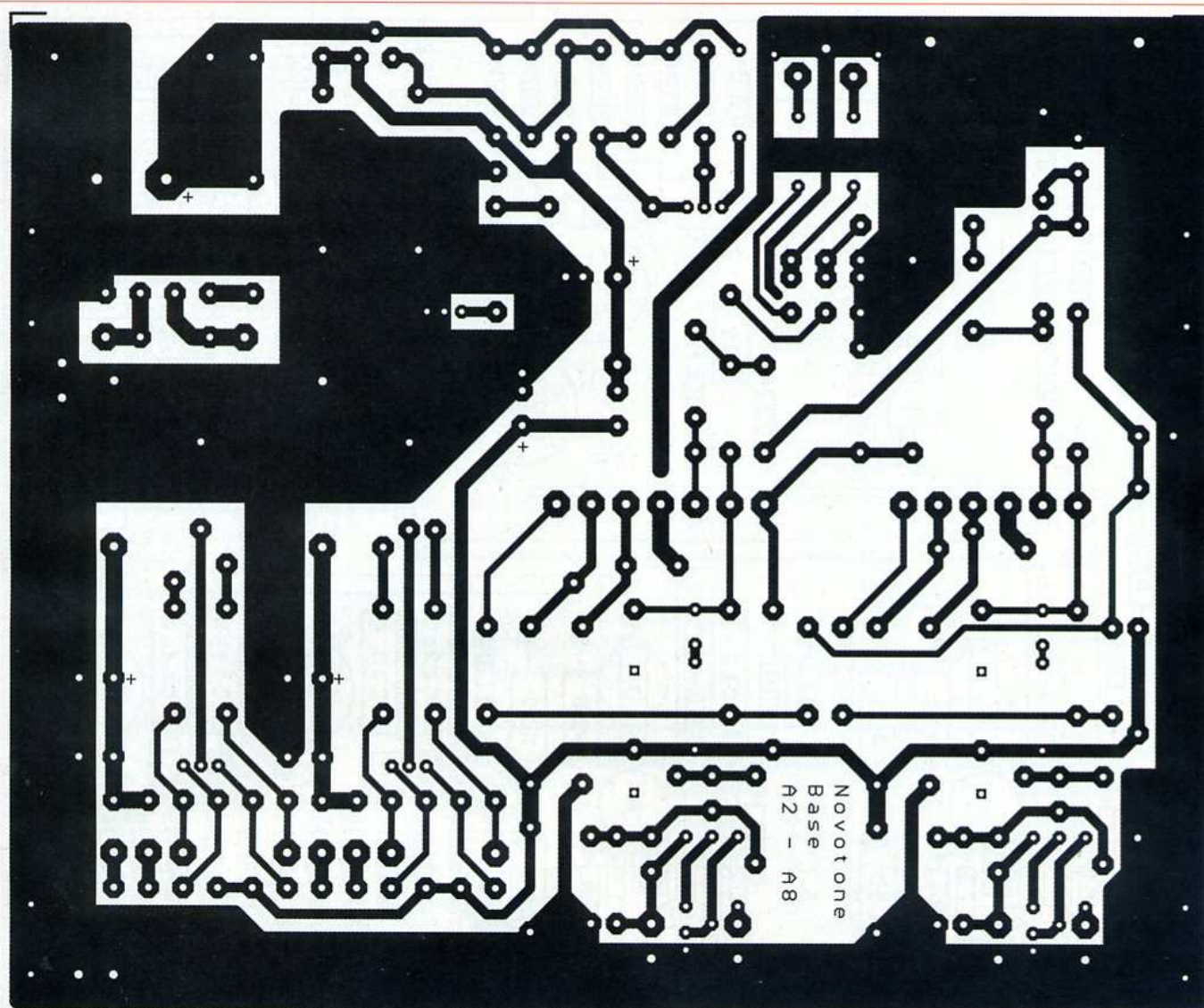
La mécanique

Il est plus facile de réaliser la partie mécanique en se servant des cartes non câblées.

La photo B et la figure 5 (vue de dessous) sont assez didactiques et vous serviront de guide pour la réalisation.

Le boîtier est le même que celui utilisé pour le préamplificateur RIAA du n° 359. Il est disponible chez « RS-Particuliers » sous le code : 224-004. Les faces font 65x300 mm, la profondeur 280 mm.

Les pieds fournis ne permettent pas une ventilation suffisante pour des appareils à tubes. Nous utilisons ici des bouchons « d'arrêt de porte » dispo-



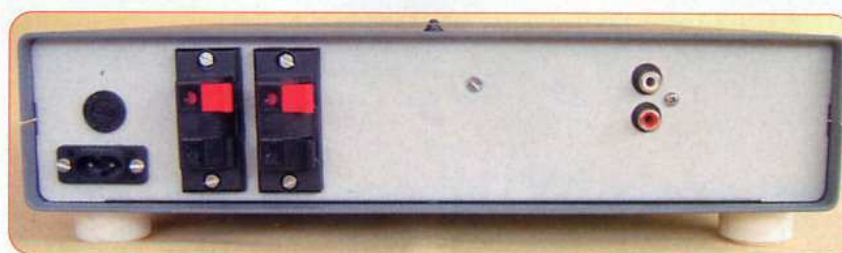
6

nibles dans les rayons du bricolage. L'appareil est ainsi surélevé de 20 mm. Nous veillerons d'ailleurs, en utilisation, à ne rien déposer contre les orifices de ventilation.

Une tôle de fer zinguée reçoit les trois transformateurs. Le tout est fixé, d'équerre, sur trois profilés en aluminium de 10x10x1,5 mm.

La face avant est fabriquée par la firme « Schaeffer ». Le passage du potentiomètre fixe le positionnement latéral de la carte sur les profilés, ainsi que les positionnements du socle RCA et du transistor ballast sur le panneau arrière (**photo C**).

Le transistor ballast Q81 est soudé de manière à pouvoir être fixé sur une plaque d'aluminium de 2 mm d'épaisseur. Sa surface de 100 x 60 mm est



C

plaquée contre le panneau arrière. Le trou de fixation doit être à 20 mm au-dessus de la carte et la semelle de refroidissement alignée sur le bord de celle-ci.

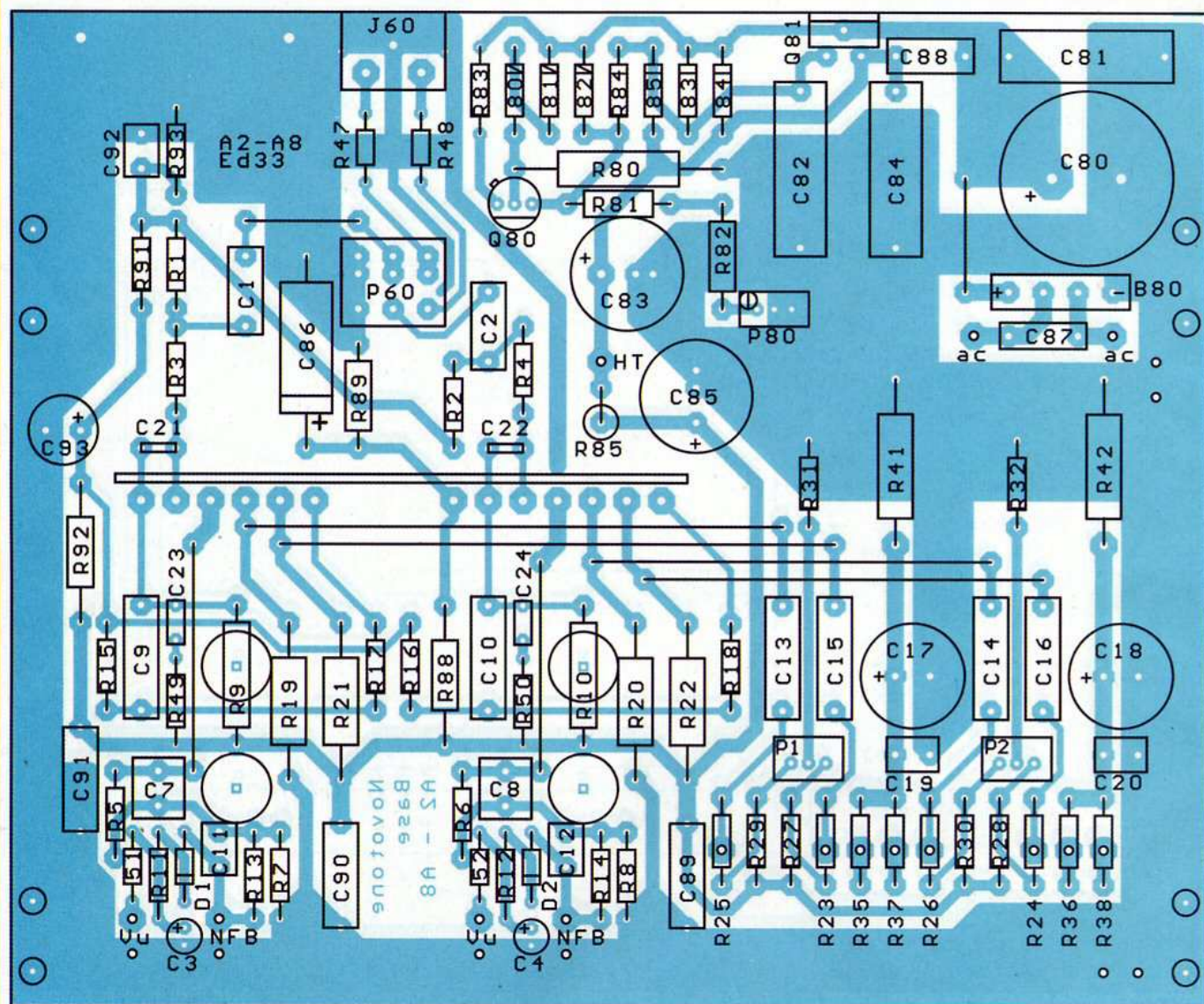
Avec la carte bien positionnée par rapport à la face avant, marquer et percer avec précision la plaque de refroidissement et le panneau arrière ainsi que le positionnement du socle RCA.

La carte ne doit être assemblée

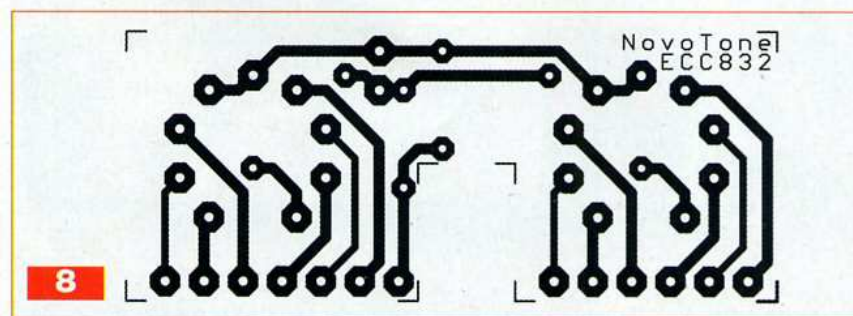
qu'après avoir effectué les divers perçages et s'être assuré que tous les éléments trouvent bien leurs places.

Les circuits imprimés

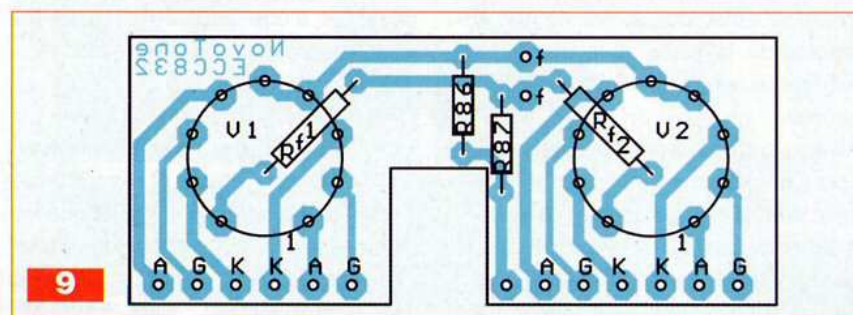
- La carte de base mesure 175x150 mm (**figure 6**). Avant toute opération du câblage, vérifier que les quatre trous de ventilation situés sous les ECC832 sont bien percés à Ø 10 mm.



7



8



9

Placer ensuite les quinze picots de 1,3 mm situés du côté des composants et les huit picots de raccordements des ECC99 du côté cuivré. Ces derniers doivent être coupés à raz pour ne pas « blesser » les résistances.

Suivront ensuite les huit pontages. Le placement du reste des composants ne présente pas de difficulté.

Terminer par le placement du potentiomètre de volume.

La résistance R80 de 150.k Ω est surélevée de l'époxy de 5 mm environ (figure 7 et photo D).

- La carte ECC832 (figure 8) mesure 85x35 mm. Souder d'abord treize fils rigides qui, pliés vers le bas, seront insérés dans la carte de base.

Les couper ensuite à une longueur

Nomenclature

• Condensateurs

C1, C2 : 47 nF / 250 V / 10 mm
 C3, C4 : 4,7 μ F / 10 V / 2,5 mm
 C7, C8 : 4,7 μ F / 50 V / 5 mm
 C9, C10, C13, C14, C15, C16, C89,
 C90, C91 : 100 nF / 400 V / 15 mm
 C11, C12 : 6,8 nF / 100 V / 5 mm
 C17, C18 : 1000 μ F / 25 V / 10 mm
 C19, C20, C92 : 1 μ F / 50 V / 5 mm
 C21, C22 : 4,7 pF / 500 V / 5 mm
 C23, C24 : 47 pF / 500 V / 5 mm
 C80 : 47 μ F / 400 V / 10 mm
 C81, C82, C84 : 470 nF / 400V /
 22,5 mm
 C83, C85 : 10 μ F / 400 V / 5 mm
 C86 : 10 μ F / 100 V / Axial
 C87 : 10 nF / 630 V / 10 mm
 C88 : 4,7 nF / 630 V / 10 mm
 C93 : 2,2 μ F / 250 V / 5 mm

• Résistances

R1, R2, R15, R16 : 1 M Ω / $\frac{1}{2}$ W / 5 %
 R3, R4, R17, R18 : 22 k Ω / $\frac{1}{2}$ W / 5 %
 R5, R6 : 47 k Ω / $\frac{1}{2}$ W / 5 %
 R7, R8, R11, R12, R90 : 100 Ω / $\frac{1}{2}$ W /
 5 %
 R9, R10, R89 : 220 k Ω / 1 W / 5 %
 R13, R14 : 680 Ω / $\frac{1}{2}$ W / 5 %
 R19, R20, R21, R22 : 100 k Ω / 1 W /
 5 %
 R23, R24, R25, R26 : 470 k Ω / $\frac{1}{2}$ W /
 5 %

R27, R28, R29, R30 : 2,2 M Ω / $\frac{1}{2}$ W /
 5 %
 R31, R32, R33, R34, R39, R40 : 10 k Ω /
 $\frac{1}{2}$ W / 5 %
 R35, R36, R37, R38 : 10 Ω / $\frac{1}{2}$ W / 1 %
 R41, R42 : 680 Ω / 3 W / 5 %
 R43, R44 : 8,2 Ω / 2 W / 5 %
 R47, R48 : 4,7 k Ω / $\frac{1}{4}$ W / 5 %
 R49, R50 : 68 k Ω / $\frac{1}{2}$ W / 5 %
 R51, R52 : 15 k Ω / $\frac{1}{4}$ W / 5 %
 R80 : 150 k Ω / 3 W / 5 %
 R81 : 120 k Ω / 1 W / 5 %
 R82 : 150 k Ω / 1 W / 5 %
 R83 : 10 k Ω / $\frac{1}{2}$ W / 1 %
 R84 : 10 M Ω / $\frac{1}{2}$ W / 5 %
 R85 : 4,7 k Ω / 1 W / 5 %
 R86, R87 : 1 k Ω / $\frac{1}{2}$ W / 5 %
 R88 : 1 M Ω / 1 W / 5 %
 Rf1, Rf2 : 2,7 Ω / 2 W / 5 %
 Rf3, Rf4 : 1 Ω / 2 W / 5 %
 P1, P2 : 20 k Ω / 10 tours
 P60 : 47 k Ω / Log (Volume)
 P80 : 100 k Ω / 10 tours

• Semiconducteurs

B80 : Redresseur 600 V / 1 A
 D1, D2 : BAT42, 1N6263
 D80 : zéner 5,6 V / 400 mW
 D81 : zéner 5,1 V / 400 mW
 D83, D84, D85, D86 : 1N4007
 Q80 : MPSA92
 Q81 : BUZ80FI

• Divers

S90 : Switch DPDT (On)
 TR1, TR2 : Transformateur
 RS 210-6475
 TR80 : Wüsten TRA801
 V1, V2 : ECC832 / 12DW7 / ECC83 /
 12AX7
 V3, V4 : ECC99
 VU1, VU2 : Sélectronic Réf 11.0825
 Socle fusible CI
 FS1 : 315 mA, lent
 FS2 : 100 mA, rapide

• Mécanique

Boîtier : RS 224-004
 Face avant : Schaeffer
 3 profilés en alu de 295x10x10x1,5 mm
 Tôle en fer de 95x205 mm
 Tôle en alu de 100x60x2 mm (Q81)
 4 supports noval
 45 picots de 1,3 mm
 45 souliers de 1,3 mm
 Cosse relais (S60)
 Socle RCA stéréo pour CI
 Manchon 6 mm
 Axe 6 mm / 170 mm
 Passage d'axe 6 mm
 Bouton 6 mm
 Socle fusible châssis
 Socle secteur 1A
 2 socles HP
 Socle Jack stéréo 6,35 mm

de 1 cm. Suivront les deux picots de 1,3 mm et les deux supports noval. Les résistances Rf de 2 W sont soudées du côté cuivré (figure 9).

- La carte ECC99 mesure 99x55 mm (figure 10). Elle reçoit et distribue les 6,3 Vac vers la carte ECC832 et l'éclairage des VU-mètres. Insérer et souder en premier lieu les dix-huit picots de 1,3 mm.

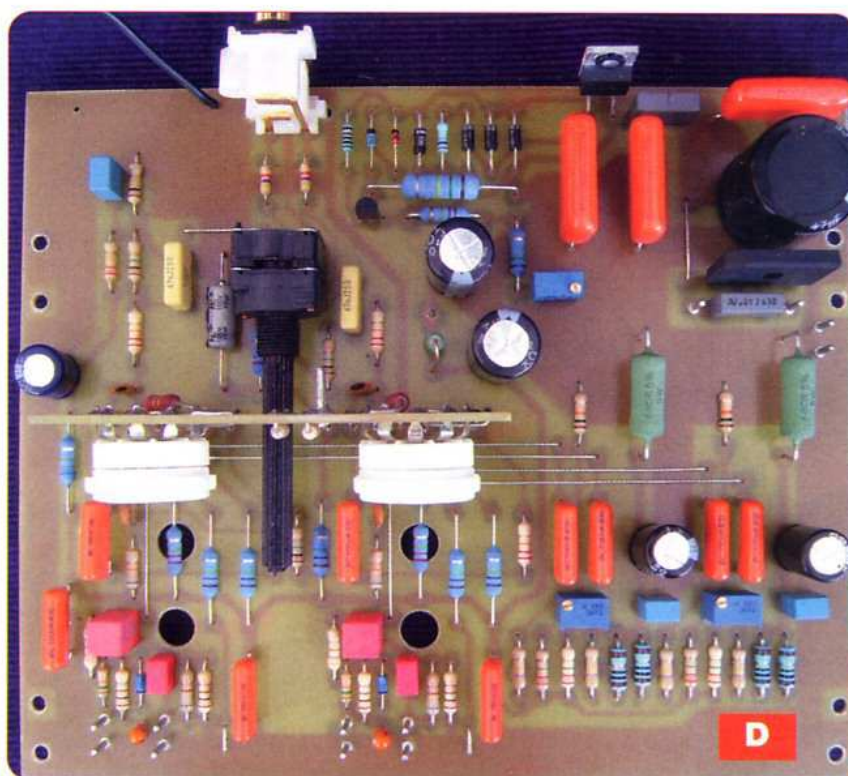
Les deux résistances Rf sont soudées côté cuivré (figure 11).

Les masses

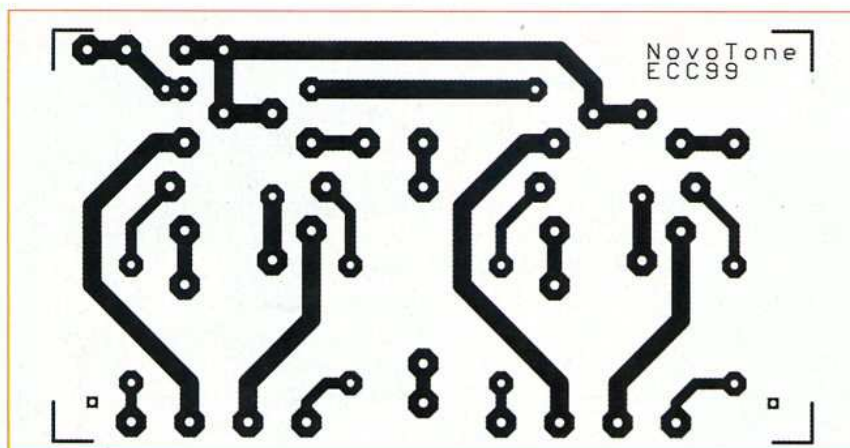
L'ensemble des circuits est « flottant ». A l'aide d'un ohmmètre, s'assurer qu'il en est bien ainsi.

Les quatre entretoises pour la fixation de la carte de base sont en nylon.

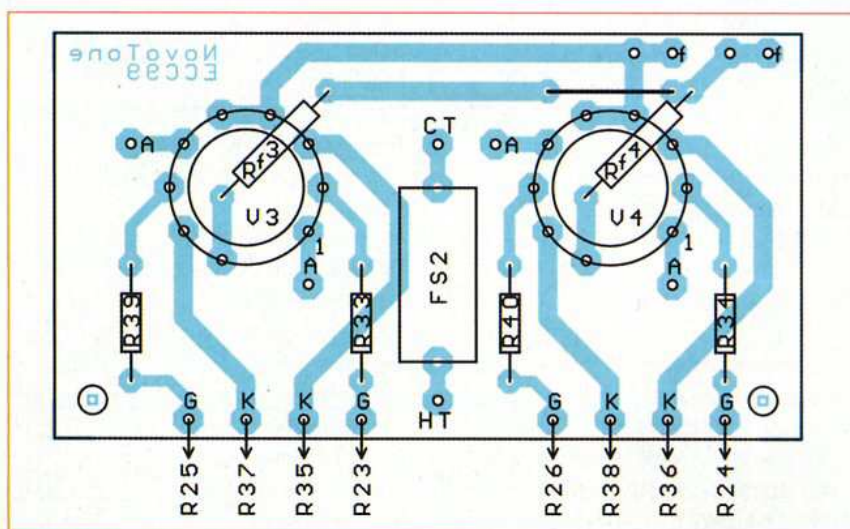
Les trous sont dégagés du cuivre à



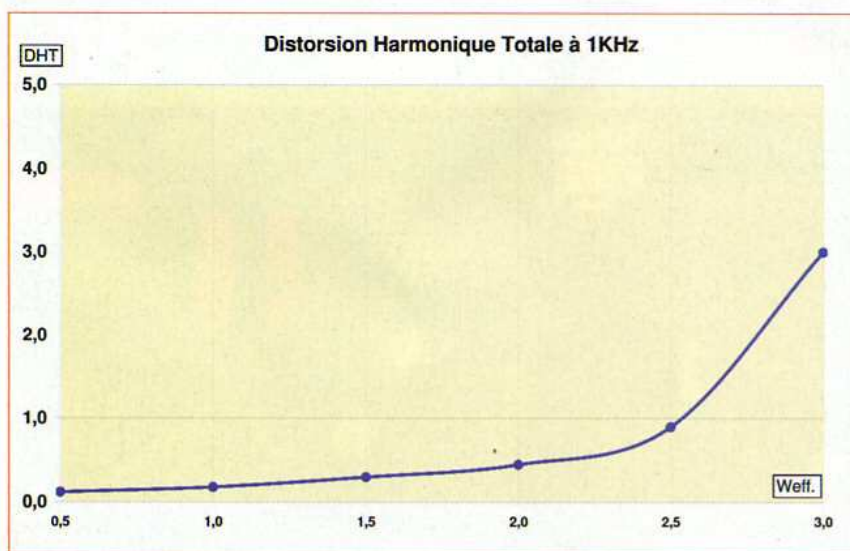
10



11



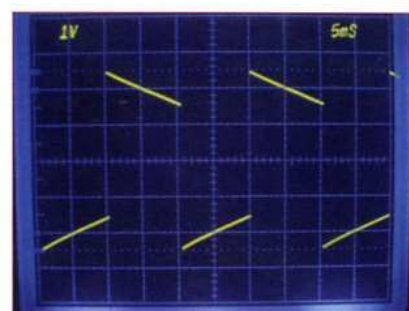
14



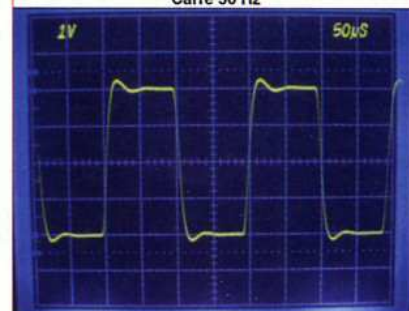
l'aide d'un foret de Ø 6 mm. La mise à la masse du châssis se fait en un seul point de la carte de base, près du connecteur d'entrées (photo B). Une vis auto-taraudeuse assure le contact électrique avec le côté du châssis. Le connecteur, pour la fiche « stéréo » du casque, est un modèle à **masse isolée**.

Mise sous tension

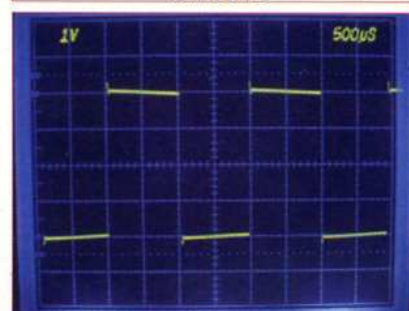
Les multitours P1 et P2 sont positionnés à mi-course. La première « mise sous tension » se fait sans les tubes, de préférence à l'aide d'un auto-transformateur. Vérifier la montée progressive des tensions jusqu'à obtenir les 6,3 Vac de



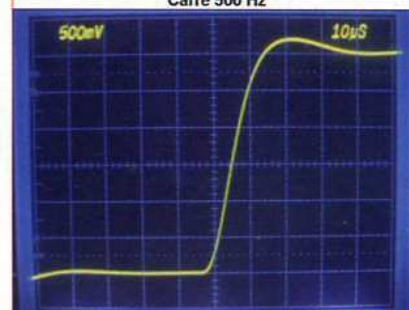
Carré 50 Hz



Carré 5 KHz



Carré 500 Hz



Temps de montée : 12 µSec

12

chauffage (qui font 7,5 Vac sans les tubes) et les 320 Vdc de HT. La tension est à ajuster avec le multitours P80. Vérifier les tensions de polarisations de 30 et 95 Vdc aux jonctions R91-R93 et R91-R92.

Couper l'alimentation et laisser se décharger la HT.

Mettre en place les tubes, connecter un voltmètre entre les deux cathodes de V3, sur R35-R37 et V4 sur R36-R38 et remettre sous tension.

Ajuster P1 et P2 pour obtenir une tension nulle. Attendre quelques minutes et réajuster.

Quelques mesures

La **figure 12** présente la réponse de l'amplificateur aux signaux carrés.

Le temps de montée est volontairement limité à 12 μ s par l'action de C21 et de la cellule R49-C23, afin d'éliminer la distorsion transitoire caractéristique des circuits de contre-réaction. La fréquence de coupure « audio » reste néanmoins irréprochable : 20 kHz à -1 dB.

Les **figures 13 et 14** montrent la répartition spectrale de la distorsion et son évolution en fonction de la puissance.

La mesure au distorsiomètre à 1 kHz à -1 dB nominal ou 2,5 W donne 0,7 %. La mesure du bruit résiduel est inférieure à 50 μ V-Lin et 15 μ V-A. Voilà qui nous garantit un silence supérieur à 90 dB-Lin. L'écoute au casque est rigoureusement exempte de bruit.

L'amplificateur fonctionne en classe A jusqu'à 2,5 W et en AB1 au-delà...

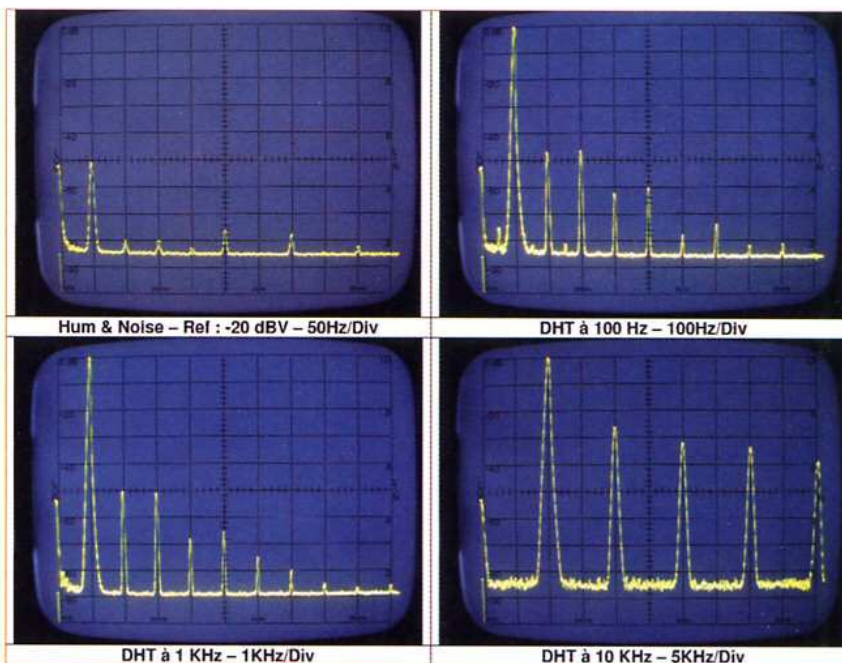
Conclusion

Probablement que la puissance de 2 x 3 W vous semblera insuffisante.

Détrompez-vous, une écoute confortable dans une pièce de séjour dépasse rarement 1 Weff. D'ailleurs une puissance supérieure devient rapidement insupportable... avec des facultés auditives normales. Cet amplificateur se révèle à l'usage très agréable, produisant un son sans coloration ni agressivité. Il restitue le message musical impeccablement sans oublier les plus infimes détails. La puissance apparente et la musicalité ont séduit, voir bluffé, les auditeurs les plus exigeants.

J.L. VANDERSLEYEN

En cas de difficultés, n'hésitez pas à me contacter par courriel à l'adresse : jl.vandersleyen@skynet.be ou via notre site www.novotone.be



13

Caractéristiques Techniques

Puissance nominale	2 x 3 W
DHT + Bruit à 2,5 W	< 1%
DHT + Bruit à 1 W	< 0,3%
DHT + Bruit Casque	< 0,1 %
Distorsion d'intermodulation à 2,5 W	< 2%
Temps de montée	12 μ Sec
Sensibilité	0,8 Vac pour 2,5 W
Réponse en fréquence à -1 dB à 2,5 W	30 Hz $\rightarrow$ 20 KHz
Réponse en fréquence à -1 dB Casque	10 Hz $\rightarrow$ 30 KHz
Gain	- ∞ $\rightarrow$ +12 dB
Diaphonie 100 Hz $\rightarrow$ 10 KHz	> 50 dB
Impédance de sortie	8 Ω
Impédance d'entrée	47 K Ω
Taux de contre-réaction	14 dB
Impédance interne	< 1 Ω
Facteur d'amortissement	> 10
Bruit de fond - Lin	< 50 μ V
Bruit de fond (A-Pondéré)	< 15 μ V
Rapport S/B à 1 W	> 90 dB
Rapport S/B à 1 W (A-Pondéré)	> 100 dB
Bruit reporté en entrée	12 μ V
Tubes	ECC832 - ECC99
Consommation	230 V - 180 mA - 40 VA
Dimensions	306 x 270 x 80 mm
Poids	4 Kg

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 100 μ m 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