



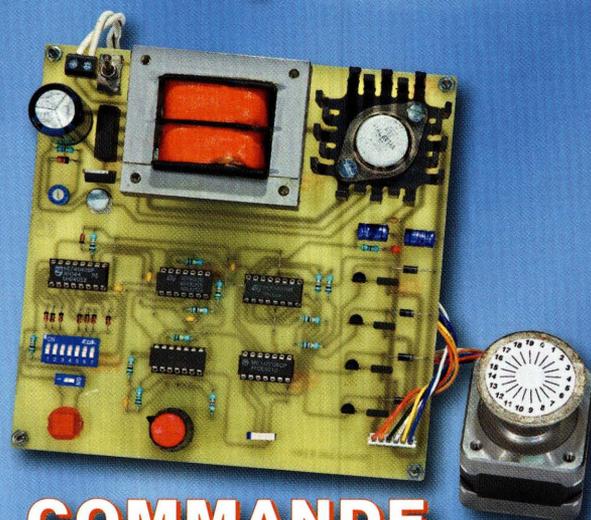
PLATINE DE COMMANDE robotique

TESTEUR DU TEMPS de réaction

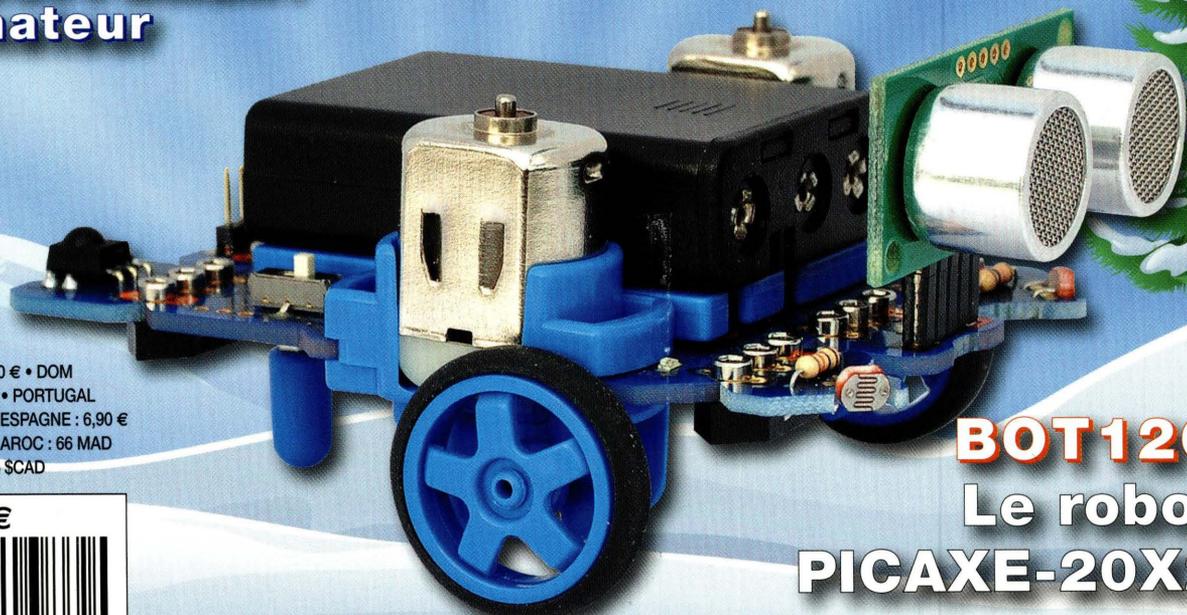
MINI-PLATINE DE DÉVELOPPEMENT Programmateur de PIC



LUXMÈTRE de précision



COMMANDE D'UN MOTEUR pas à pas



BOT120 Le robot PICAXE-20X2

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

L 14377 - 379 - F: 6,00 €



24 / 192

M2TECH

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

Hiface BNC:

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

Hiface RCA:

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



Hiface Evo:

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



Face arrière



Face avant



Hiface Young

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

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

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 379 - FEVRIER 2013

Initiation

- 8 Commande d'un moteur pas à pas

Loisirs

- 15 Testeur du temps de réaction

Micro/Robot/Domotique

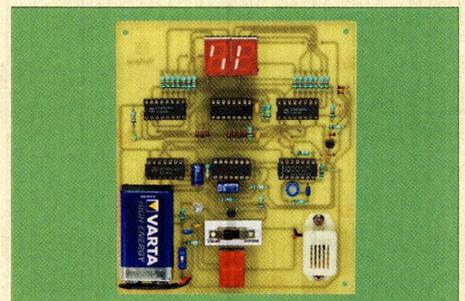
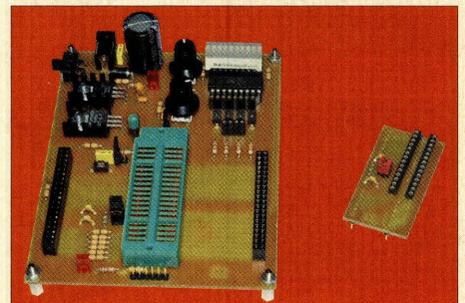
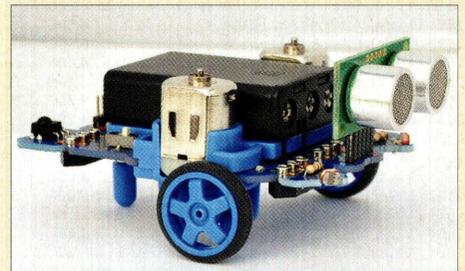
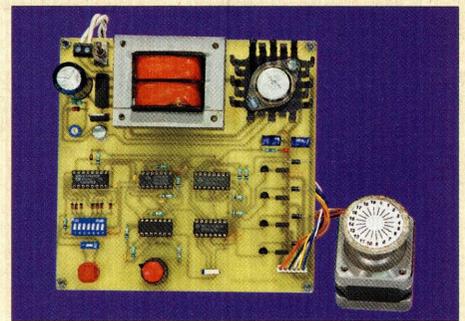
- 19 Platine de commande robotique
32 BOT120. Le robot PICAXE-20X2 en kit
45 Mini-platine de développement.
Programmateur de PIC
et outils gratuits

Mesure

- 60 Luxmètre de précision

Divers

- 6 Bulletin d'abonnement
7 Vente du CD «Et si vous réalisez
votre ampli à tubes»
30 Vente des anciens numéros
31 Vente du CD «Année 2010»
44 Vente du CD «Picaxe à tout faire»
59 Vente du CD «14 robots accessibles
à tous»
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** : © Christos Georghiou - Fotolia.com - **Photographe** : Antonio Delfim

Avec la participation de : R. Knoerr, G. Lehuède, Y. Mergy, P. Oguic

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

DIFFUSION/VENTES : ALIX CONSEIL PRESSE Tél. : 01 64 66 16 39 - **COMPTABILITÉ** : Véronique Laprie-Bérout - **PUBLICITÉ** : À la revue, e-mail : pubep@fr.oleane.com

I.S.S.N. 0243 4911 - N° **Commission paritaire** : 0914 T 85322 - **Distribution** : MLP - **Imprimé en France/Printed in France**

Imprimerie : Imprimerie de Compiègne, ZAC de Mercières, BP 60524, 60205 Compiègne Cedex - **DEPOT LEGAL** : FEVRIER 2013 - Copyright © 2013 - **TRANSOCEANIC**

ABONNEMENTS : EVERIAL CRM, 123 Rue Jules Guesde, CS 70029, 92309 Levallois Perret Cedex - Tél. : 01 44 84 80 26 - Fax : 01 42 00 56 92. - Préciser sur l'enveloppe «Service Abonnements»

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous 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 : 6,00 € • DOM Avion : 7,40 € • DOM Surface : 6,80 € • TOM/S : 900 CFP • Portugal continental : 6,90 €

Belgique : 6,50 € • Espagne : 6,90 € • Grèce 6,90 € • Italie : 6,80 € • Maroc : 66 MAD • Tunisie : 9,50 Tnd • Canada : 9,75 \$CAD

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

st Quentin radio

6 rue de st quentin 75010 PARIS

Tél 01 40 37 70 74 - Fax 01 40 37 70 91 - site internet : stquentin-radio.com

Prix ttc donnés à titre indicatif

Câbles audio Gotham

GAC 1 - Gotham, 1 cond + blind, ø 5,3mm.....	2,50€
GAC 2 - Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm.....	3,00€
GAC 3 - Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm.....	3,30€
GAC 4 - Gotham, 4 + blind, ø 5,4mm.....	3,50€
GAC 2 2P - Gotham, 2 fois GAC2.....	3,50€

Câbles audio Mogami

2524 - Mogami, 1 cond + blindage.....	4,00€
2497 - Mogami, 1 cond + blindage.....	25,00€
2549 - Mogami, 2 cond 6mm.....	4,10€
2792 - Mogami, 2 cond 8mm.....	3,10€
2944 - Mogami, 2 cond 2,5mm.....	1,50€
2534 - Mogami, 4 cond + blindage.....	4,20€
2965 - Mogami, audio/vidéo, sinxex ø 4,6mm/canal... 4,20€	
2552 - Mogami pour Bantam.....	2,50
3080 - Mogami AES EBU 110 ohms.....	4,95€
3103 - Mogami HP, 2 x 4mm ² , Ø 12,5mm.....	16,00€
2921 - Mogami HP, 4 x 2,5mm ² , Ø 11,8mm.....	nc
3104 - Mogami HP, 4 x 4mm ² , Ø 15mm.....	24,00€
3082 - Mogami HP, 2 x 2mm ² , Ø 6,5mm (type coaxial).....	5,50€

Transformateurs amplificateurs à tubes HEXACOM

alimentation, pour amplis à lampe unique et push-pull
HT 2x250V / 2x300V + 5V et 6,3V

Pour ampli de Puissance	Poids	capoté	en cuve*
TU75 - 8/12W	1.7Kg	82€	113€
TU100 - 12/15W	2.2Kg	95€	126€
TU120 - 15/20W	2.6Kg	109€	142€
TU150 - 20/30W	3.3Kg	130€	163€
TU200 - 30/50W	4.1Kg	146€	181€
TU300 - 50/80W	5.4Kg	170€	206€
TU400 - 100/120W	7.4Kg	218€	256€



Transformateur de sortie, pour amplis à lampe unique
CM:EI OW6, grain orienté, enroulement sandwichés, BP: 20Hz à 20KHz, fixation étrier.

Puissance	8/10W	12/15W
Série	EC8xx	EC12xx
Poids	0,65Kg	1,15Kg
Prix	39€	60€

CM:EI OW6, qualité M6X recuit, en 35/100°, enroulement sandwichés, BP: 20Hz à 80KHz, à encasturer capot noir

Puissance	15/30W	30/50W
Série	E15xx	E30xx
Poids	1,3Kg	1,9Kg
Prix	118€	143€

De sortie, pour amplis à lampe «push-pull»
Circuit magnétique : EI, qualité «M6X à grains orientés» recuit, en 35/100°, BP: 30Hz à 60KHz ±1dB, à encasturer capot noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire. enroulement sandwichés;

Puissance	35W	65W	75W	100W
Série	EPP35xx	EPP65xx	EPP75xx	EPP100xx
Poids	1,7Kg	3,3Kg	4,5Kg	6,70Kg
Prix	144€	178€	222€	269€

Circuit magnétique: «double C», enroulement sandwichés, BP: 15Hz à 80KHz ±1dB, moulé dans boîtier noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire. Modèle en cuve sur commande.

Puissance	35W	65W	100W
Série	CPHG35xx	CPHG65xx	CPHG100xx
Poids	2,8Kg	5,5Kg	6,8Kg
Prix	173€	300€	369€

impédance xx disponible 3500, 5000, 6600, 8000 ohms. exemple pour 3500 R / 75W = EPP 7535

(* Les modèles en cuve sont «sur commande» délai 15 jours environ.

Support tube		
Noval	Octal	
Cl Ø 22mm.....	7br C imprimé.....	4,40€
Cl Ø 25mm.....	7br blindé.....	4,50€
blindé chassis.....	pour 300B.....	12€
chassis doré.....	pour 845.....	16€
	Circuit imprimé.....	3,50€
	chassis doré.....	3,75€



Auto-transformateur 230V>115V & 115V>230V

Equipé côté 230V d'un cordon secteur longueur 1,30m avec une fiche normalisée 16 amp. 2 pôles+ terre, et côté 115V d'un socle américaine recevant 2 fiches plates + terre

Fabrication Française	
Pour utilisation matériel USA en france	
ATNP350 - 350VA -3,4Kg - 230V > 115V.....	79€
ATNP630 - 630VA -4,2Kg - 230V > 115V.....	112€
ATNP1000 - 1000VA -8Kg - 230V > 115V.....	148€
ATNP1500 - 1500VA -9Kg - 230V > 115V.....	185€
Fabrication Française	
Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V	
ATUS350 - 350VA -3,7Kg - 115V > 230V.....	87€
ATUS630 - 63VA -5,1Kg - 115V > 230V.....	132€



importation	
Pour utilisation matériel USA en france	
40VA - 230V > 115V.....	13€
85VA - 230V > 115V.....	24€
250VA - 230V > 115V.....	48€

Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V	
40VA - 115V > 230V.....	11€
85VA - 115V > 230V.....	23€
250VA - 115V > 230V.....	58€



SOUDEURE - TRESSE - FLUX

flux incorporé CR2, CT22 ou A11

60% étain - 40% plomb	
10/10° 40G.....	2,50€
10/10° 100G.....	6,00€
10/10° 250G.....	11,00€
10/10° 500G.....	18,50€
10/10° 1K.....	34,00€

1.5mm 1.6m.....	2,50€
2.0mm 1.6m.....	2,50€
2.5mm 1.6m.....	2,50€
3.0mm 1.6m.....	2,80€
2.5mm 15m.....	14,00€
1.5mm 30m.....	22,00€
2.0mm 30m.....	22,00€

flux en flacon	
100ml-WELLER.....	17,00€
flux en flacon	
250ml-BMJ.....	7,50€

soudure seringue 20 grs..... 18,00€

flux en flacon

Tubes électroniques	
2A3 - Sovtek.....	42€
12AX7LPS - Sovtek.....	15€
12AX7 Tungsol.....	15€
12AX7WA - Sovtek.....	15€
12AX7WB - Sovtek.....	16€
12AX7WC - Sovtek.....	19€
12AX7 JJ TESLA.....	15€
12AX7 voir ECC83.....	18€
12BH7 - EH.....	15€
5AR4 -GZ34 - SOVTEK.....	25€
5R4 WGB.....	18€
5725 - CSF Thomson.....	12€
5881 WXT Sovtek.....	15€
6550 - EH.....	34€
6922 - EH.....	18€
6C45Pi - Sovtek.....	23€
6CA4 - EZ 81 - EH.....	15€
6H30 Pi EH gold.....	31€
6L6GC - EH.....	20€
6SL7 - Sovtek.....	14€
6SN7 - EH.....	21€
6V6GT - EH.....	18€
ECC 81 - 12AT7-JJ.....	15€
ECC 81 - 12AT7-EH.....	13,50€
ECC 81 - 12AT7-EH, gold.....	19€
ECC 82 - 12AU7-JJ.....	15€
ECC 82 - 12AU7-EH.....	13,50€
ECC 82 - 12AU7-EH, gold.....	18€
ECC 83 - 12AX7 - EH.....	14€
ECC 83 - 12AX7 EH, gold.....	18€
ECF 82 - 6U8A.....	17€
ECL 86 - 6GW8 Mullard.....	35€
EF 86.....	24€
EL 34 - JJ.....	22€
EL 34 - EH.....	18€
EL 84 - Sovtek.....	10€
EL 84 - JJ TESLA.....	15€
EL 86.....	14€
EM 80 - 6EIP1.....	35€
GZ 32 - 5V4.....	25€
GZ 34 voir 5AR4 Sovtek.....	13€
OA2 Sovtek.....	14€
OB2 Sovtek.....	14€
6CA7 - EH.....	21€

lot de 2 tubes appariés	
300B - EH.....	155€
845 - Chine.....	229€
6550 - EH.....	68€
6L6GC - EH.....	40€
6L6WXT - Sovtek.....	40€
6V6GT - EH.....	33€
EL 34 - EH.....	36€
EL 34 - Tungsol.....	49,50€
EL 84 - EH.....	29€
EL 84M - Sovtek.....	39€
EL 84 - Gold lion.....	56,50€
KT 66 - Genalex.....	79€
KT 88.....	69€
KT 90 - EH.....	95€

FER A SOUDER

JBC

Weller

14ST/11W.....	42,00€	SPI16.....	53,00€
30ST/25W.....	34,00€	SPI27.....	53,00€
40ST/26W.....	34,00€	SPI41.....	53,00€
65ST/36W.....	37,00€	SPI81.....	61,00€

Fer à dessouder DS..... 60,00€
FER AVEC THERMOSTAT
W61..... 89,00€
W101..... 101,50€
W201..... 129,00€

Fer avec thermostat dans le manche
SL2020 100 à 400° .. 84,00€
FER A GAZ
WP60K..... 80,00€
Pyropen junior..... 92,00€
Pyropen senior..... 155,00€
Pyropen piezzo..... 169,90€
Recharge gaz..... 6,90€

15W 0,12mm cuivre ... 5,50€
25W 0,12mm cuivre ... 6,00€
Panne pour µ soudeur ANTEX

ANTEX 15W..... 27,00€
ANTEX 25W..... 29,50€

CONDENSATEUR HAUTE TENSION

SIC SAFCO / SICAL
Fabricant SIC SAFCO, série sical Temp. d'utilisation -40°C à +85°C.

10µF 450V.....	6,00€
15µF 450V.....	6,00€
22µF 450V.....	6,90€
33µF 450V.....	6,90€
100µF 450V.....	9,90€

SPRAGUE ATOM

Qualité standard pour la restauration des amplificateurs à tubes

8µF 450V.....	6,00€
10µF 500V.....	14,00€
16µF 475V.....	14,00€
20µF 500V.....	14,00€
30µF 500V.....	15,00€
40µF 500V.....	17,50€
80µF 450V.....	12,50€
100µF 450V.....	13,50€

Chambre de réverbération à ressorts «belton*»



Type 4 - Le standard de l'industrie pour des années. 4 ressorts. Longueur: 42,64cm largeur: 11,11cm Hauteur: 3,33cm

Type 4	€ ttc
4AB3C1B - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec.	39€
4BB2A1B - Zi=150Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
4BB3C1B - Zi=150Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec.	39€
4DB2C1D - Zi=250Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
4EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€

Type 8 - Qualité assez proche du type 4, mais avec un encombrement réduit. Longueur: 23,50cm largeur: 11,11cm Hauteur : 3,33cm

Type 8	€ ttc
8AB2A1B - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
8AB2D1A - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
8BB2A1B - Zi=150Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
8DB2C1D - Zi=250Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
8EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€

Type 9 - 6 ressorts, très riche harmoniquement, idéal pour clavier. Longueur: 42,64cm, largeur: 11,11cm Hauteur : 3,33cm

Type 9	€ ttc
9AB3C1B - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec.	39€
9EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€
9FB2A1C - Zi=1475Ω, Zo= 2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€

Bandeau LED

souple, adhésif et étanche

DCA55 ANALYSEUR DE COMPOSANTS SEMI-CONDUCTEURS

Caractéristiques
 identification automatique des composants
 identification automatique des broches de connexion
 identification de particularités comme la détection des diodes de protection et la détection des résistances shunt
 transistors bipolaires : mesure du gain en courant et de courant de fuite, détection à diode silicium et germanium
 mesure de la tension de seuil pour les MOSFET à enrichissement
 mesure de la tension directe pour diodes, LED et jonctions base-émetteur des transistors
 extinction automatique et manuelle



89,00€

Idéal pour des effets lumineux, éclairage ponctuel etc...

- Alimentation en 12Vcc
- Largeur 8mm (sauf blanc chaud 60 LED 5050 et RVB 10mm)
- Vendu par longueur de 1mètre minimum
- Peut-être découpé par longueur de 5cm (sauf RVB 30 leds/mètre : 10cm)
- Conditionnement fabricant
- Rouleau de 5m
- Consommation voir site internet

couleur	Type LED	prix pour 1 mètre	prix au mètre pour une bobine de 5mètres	prix pour une bobine de 5mètres
blanc chaud - 60 led/m	3528	12€		
blanc froid - 60 led/m	3528	12€		
blanc chaud - 96 led/m	3528	18€	15€	75€
blanc chaud - 120 led/m	3528	18€	15€	75€
blanc neutre - 60 led/m (très lumineux)	5050	21€	18€	90€
rouge - 60 led/m	3528	12€	10€	50€
vert - 60 led/m	3528	12€	10€	50€
jaune - 60 led/m	3528	12€	10€	50€
bleu - 60 led/m	3528	12€	10€	50€
tricolore RVB - 30 led/m	5050	15€	13€	65€
tricolore RVB - 60 led/m	5050	18€	16€	80€

Voir Promo

LCR 40 ANALYSEUR AUTOMATIQUE DE COMPOSANTS PASSIFS

129,00€

identification automatique des composants
 sélection automatique de gamme de mesure (CC, 1kHz, 15kHz et 200kHz)
 analyse différée ou immédiate (pour fonctionnement mains libre)
 extinction automatique
 compensation des câbles et sondes de mesure
 sondes interchangeables / paramétrage de gamme automatique
 précision de base de 1% pour des résistances électriques
 précision de base de 1.5% pour bobines et des condensateurs
 résistance: -plage: 10Ohm ~ 2MOhm
 résolution: 0.3Ohm / précision: ±1.0%±1.2Ohm
 capacité: -plage: 0.5pF ~ 10000µF / résolution: 0.2pF
 précision: ±1.5%±1.0pF / inductance: -plage: 1µH ~ 10H
 resolution: 0.4µH / précision: ±1.5%±1.6µH



SUPER PRIX SUR LE BANDEAU DE 5 MÈTRES BLANC CHAUD OU BLANC NEUTRE

Super prix sur le bandeau de 5 mètres 60 Leds/Mètre Largeur 8mm

Blanc Chaud
 Blanc Neutre
 Largeur 8mm

Alimentation 12VCC Consommation 300mA/Mètre



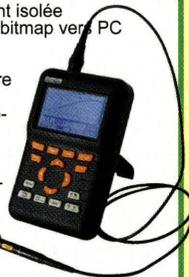
35€00 les 5 Mètres

HPS 50 OSCILLOSCOPE PORTABLE AVEC CONNEXION USB

249,00€

Conçu par des électroniciens pour des électroniciens ! Puissance, dimensions compactes et une connexion USB : tout ce qu'il vous faut dans un oscilloscope. Le clavier grand format et l'afficheur LCD à haute luminosité facilitent l'utilisation de cet oscilloscope. Ces caractéristiques en font un instrument de mesure indispensable !

Caractéristiques
 fréquence d'échantillonnage 40MHz
 largeur de bande analogique 12MHz
 sensibilité 0.1 mV
 5mV à 20V/div en 12 pas
 base de temps 50ns à 1heure/div en 34 pas
 possibilité de programmation automatique ultra-rapide
 niveau de déclenchement réglable
 déplacement du signal au long des axes des X et affichage DVM
 calcul de puissance audio (rms et peak) en 2, 4, 8, 16 & 32 ohm
 mesures: dBm, dBV, DC, rms ...
 marqueurs pour la tension et le temps
 affichage de fréquence (via les marqueurs)
 fonction d'enregistrement (roll mode)
 mémoire pour 2 signaux
 LCD à haute résolution 192x112 pixels
 LCD rétro-éclairé
 sortie USB pour PC, galvaniquement isolée
 téléchargement de données ou de bitmap vers PC
 modes d'affichage
 multiples-affichage normal
 affichage écran large avec voltmètre numérique
 affichage normal avec large voltmètre numérique
 affichage écran large avec large voltmètre numérique
 capture d'écran simultanée sur l'ordinateur et l'oscilloscope connecté
 contenu: -adaptateur de chargeur universel
 sonde de mesure isolée x1 / x10:
 PROBE60S
 câble USB
 oscilloscope portable
 Spécifications
 alimentation: -Pile Li-ion: 7.4V / 1050mAh
 poids: 440g
 dimensions: 110 x 175 x 40mm



ARDUINO

Les modules arduino™ sont des plate-formes de prototypage microcontrôlées «open-source» spécialement conçues pour les artistes, les concepteurs ou les hobistes. Cette version est architecturée autour d'un microcontrôleur Atmel™ ATmega328 (livré pré-monté sur un support) associé à une interface USB

ARDUINO UNO ATmega328
 14 entrées/sorties dont 6 pwm

ARDUINO MEGA ATmega1280
 54 entrées/sorties dont 14 pwm



24,50€

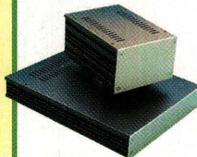
27,00€

15,90€

CHIP KIT uno 32	36,00€
ARDUINO proto shield	9,00€
ARDUINO proto shield motor rev 3	39,00€
ARDUINO pro 328 3v3 - 8 MHz	25,00€
ARDUINO pro mini 328 - 5v - 16 MHz	25,00€
ARDUINO pro mini 328 - 3v3 - 8 MHz	25,00€
ARDUINO xbee shield	25,00€
ARDUINO xbee antenne integree	35,00€
ARDUINO mini light	24,00€
ARDUINO nano	38,00€
ARDUINO uno	32,00€
ARDUINO leonardo	32,00€
ARDUINO lilypad	27,00€
ARDUINO ethernet shield	40,50€
ARDUINO mega	65,00€
ARDUINO ethernet wo-poe	75,00€
ARDUINO shield afficheur bleu	32,00€

Coffret Série GALAXY

Coffrets en métal de conception et finition professionnelles. Construction très robuste en trois éléments assemblés par vis. Façades avant et arrière en aluminium 30/10° anodisé (une noir, l'autre naturelle). Côtés en profilé d'aluminium noir formant dissipateur de chaleur. Fond et couvercle en tôle d'acier 10/10° laqué noir.



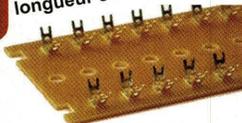
GX 147	30,00€	25,00€
GX 247	36,00€	30,00€
GX 243	37,00€	32,00€
GX 248	46,00€	40,00€
GX 383	52,00€	45,00€

PROMOTION DANS LA LIMITE DU STOCK

BARRETTE CABLAGE

longueur 50 cm

1 RANGEE	3,70€
2 RANGEES	6,50€



BUNGARD

PLAQUE PRESENSIBILISE

Attention : en cas d'expédition, nous nous réservons le droit de couper en deux cette barrette.

CIRCUIT IMPRIME

100x160 1 face	3,50€
100x160 2 faces	6,00€
200x300 1 face	12,00€
200x300 2 faces	16,00€



Bouton

BOUTTON ALUMINIUM Diametre 49 mm Hauteur 40mm



F300 ALU CLAIR	45,00€	12,00€
F301 ALU NOIR	45,00€	12,00€

Bouton dit tête de poulet pour potentiomètre

noire	1,80€	1,20€
Ivoire	1,80€	1,20€
Rouge	1,80€	1,20€
Bordeaux	1,80€	1,20€



PROMOTION DANS LA LIMITE DU STOCK

PLAQUE AVEC ET SANS SOUDURE

EPOXY	
Plaque essai bande - 100x160mm	7,00€
Plaque essai pastille 3 trous - 100x160mm	7,00€
BAKELITE	
Plaque essai bande - 100x160mm	3,00€
Plaque essai pastille - 160x100mm	3,00€
PLAQUE TYPE BREADBOARD	
SD 1 - 270 CONTACTS	4,50€
SD 12 - 840 CONTACTS	9,50€
SD 24 - 1680 CONTACTS + 3 BORNES	23,00€
SD 35- 2420 CONTACTS + 4 BORNES	28,00€
Cable rigide pour BREADBOARD	0.25€ le metre (rouge noire vert jaune)

St Quentin radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS

Tél 01 40 37 70 74 - Fax 01 40 37 70 91 e-mail : sqr@stquentin-radio.com

Expédition mini 20€ de matériel +Expédition Poste : 7€ + 2€ par objets lourds (coffrets métal, transfo etc...). CRBT +7,00€.

Reglement par chèque, carte bancaire, carte bancaire (VAD:vente à distance).

ouvert du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h20

samedi ouvert de 9h30 à 12h30 et de 14h à 17h30

abonnez-vous

ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN

Le prix de l'abonnement reste inchangé

43 €

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



Bon à retourner accompagné de votre règlement à :

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

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

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

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

Je désire que mon abonnement débute avec le n° : _____

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

Offre spéciale étudiant - 11 numéros (Joindre obligatoirement un document daté prouvant votre qualité d'étudiant)

France Métropolitaine : 35,00 € - DOM par avion : 45,00 €
Union européenne + Suisse : 47,00 € - TOM, Europe (hors UE), USA, Canada : 55,00 € - Autres pays : 65,00 €

Je choisis mon mode de paiement :

- Chèque à l'ordre d'Electronique Pratique. Le paiement par chèque est réservé à la France et aux DOM-TOM
- Virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3002 1728 445 • BIC : CCFRFRPP)
- Carte bancaire J'inscris ici mon numéro de carte bancaire

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

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

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

Centrale de commande portable

Avec le NETIO-230 disponible en Allemagne, exclusivement chez Reichelt Elektronik, l'utilisateur peut utiliser et commander le fonctionnement de ses appareils et de ses applications via un ordinateur relié au LAN ou à Internet.

Le répartiteur compatible IP permet de commander à distance, en direct ou en différé, (par exemple lorsqu'on est en voyage, au travail ou lors d'une absence prolongée), des ordinateurs, des serveurs, des routeurs, des commandes électriques, des systèmes de surveillance ou d'autres appareils fonctionnant en 230 V. Ce genre de télécommande est également très pratique pour les composants difficilement accessibles. Grâce au serveur Internet intégré et à l'interface utilisateur multilingue, l'appareil de couleur noire ou argentée peut être utilisé via tous les navi-

gateurs Internet courants et via le navigateur Telnet, par exemple par PC, smartphone ou tablette PC. Pour ce faire, pas besoin d'installer un logiciel séparé. Il existe depuis très récemment des applications pour Android et iOS qui permettent de commander le NETIO-230 de façon particulièrement intuitive. Les différents appareils raccordés peuvent non seulement être télécommandés manuellement, mais aussi à l'appui d'un planning (tous les jours ou toutes les semaines). Il y a, en outre, une fonction «Watchdog» intégrée. A cet effet, des ordres Ping sont régulièrement envoyés à l'appareil en réseau. Si l'appareil ne répond plus au signal à un intervalle prédéterminé, il est redémarré, en étant éteint puis rallumé.

www.reichelt.de



Le bloc de prises NETIO-230 compatible IP, disponible exclusivement chez Reichelt, permet de commander à distance, en direct ou en différé, des ordinateurs, des serveurs, des routeurs, etc.



Grâce au serveur Internet intégré et à l'interface utilisateur multilingue, le NETIO-230 de couleur noire ou argentée peut être utilisé via tous les navigateurs Internet courants et via Telnet.



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

Commande d'un moteur pas à pas

Le développement fulgurant de la robotique a eu pour corollaire l'apparition des moteurs dont la vitesse, le sens et même l'angle de rotation constituent autant de paramètres parfaitement maîtrisables. Il s'agit des moteurs dits «pas à pas».

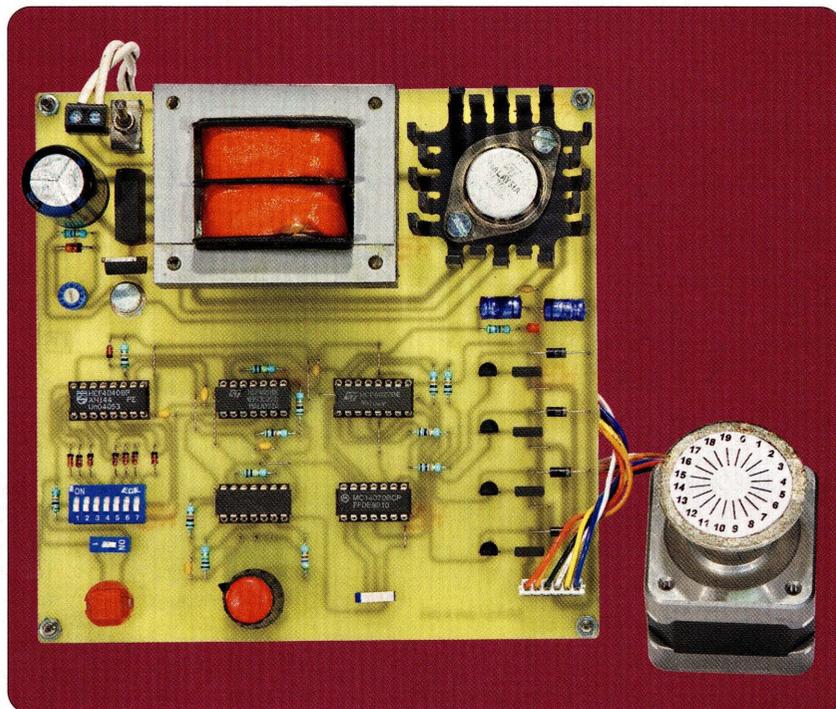
Le but de cette initiation est de passer en revue le principe de fonctionnement d'un tel type de moteur. Pour une meilleure compréhension, une maquette expérimentale vous est proposée, pour en assurer le pilotage.

Principe de fonctionnement

Il existe plusieurs modèles de moteurs «pas à pas». Parmi les plus courants, figure le modèle unipolaire. Il est reconnaissable à ses six fils de raccordements permettant d'alimenter, selon des règles très précises, les quatre bobines qui le constituent. C'est ce type de moteur que nous avons retenu.

Constitution

Dans un but de simplification des explications, nous considérerons, dans un premier temps, un modèle théorique dont une rotation complète correspond à quatre pas élémentaires (**figure 1**). Le stator comporte deux circuits magnétiques en forme de \sqsubset , décalés de 90° l'un par rapport à l'autre. Sur chacun de ces circuits sont enroulées deux bobines qu'il est possible d'alimenter séparément. Pour un circuit magnétique donné, l'extrémité proche d'une bobine alimentée présente un pôle nord, ce qui entraîne la présence d'un pôle sud sur l'extrémité opposée.



Le rotor est un aimant permanent, dont la ligne «nord-sud» s'établit le long d'un diamètre.

Fonctionnement

Un tour complet du rotor se décompose en quatre phases. Pour chacune de ces phases, seulement une des deux bobines de chaque circuit magnétique est alimentée. Pour une phase donnée et compte tenu des règles d'orientation du flux magnétique évoquées ci-dessus, le rotor se positionne de façon à ce que l'axe «nord-sud» de son aimantation permanente se place :

- dans une zone dans laquelle les pôles magnétiques sont opposés
- plus exactement le long de la bissectrice (donc à 45°) de l'angle que forment les deux branches du \sqsubset de chaque circuit magnétique

Pour la phase 1, ce sont respectivement les bobines caractérisées par les extrémités B et C qui sont actives. La figure 1 montre la position d'équilibre prise par le rotor. Lors de la phase 2, la bobine d'extrémité C

continue d'être activée, mais cette fois c'est la bobine d'extrémité A qui devient active.

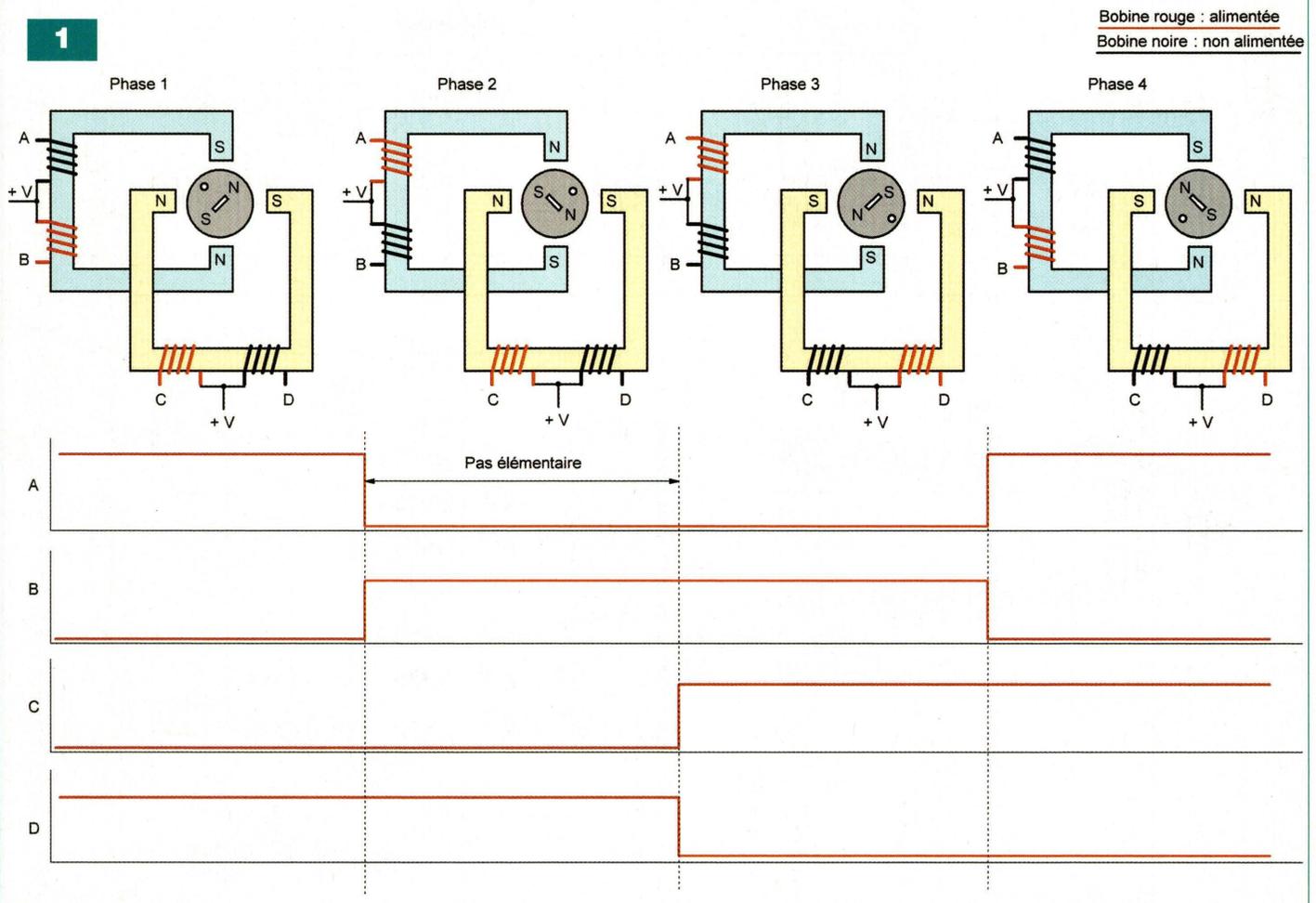
Le rotor a donc tourné d'un angle de 90° dans le sens horaire.

Le lecteur peut ainsi poursuivre le raisonnement jusqu'à la phase 4, avec le retour sur la position initiale du rotor en phase 1.

Les graphes de la figure 1 font état des potentiels qu'il convient d'appliquer, successivement, aux extrémités A, B, C et D des bobines, pour obtenir le fonctionnement en continu du moteur. Il est à noter que pour un circuit magnétique donné (par exemple celui qui comporte les bobines dont les extrémités sont A et B) les niveaux logiques correspondant aux potentiels d'alimentation sont opposés. Pour l'autre circuit magnétique (bobines à extrémités C et D), la règle est la même, mais avec un décalage d'un pas.

A noter, qu'en inversant l'ordre d'activation des bobines de l'un ou de l'autre des circuits magnétique, le moteur change de sens de rotation. Bien entendu, les moteurs «pas à

1



pas» disponibles dans le commerce se caractérisent par un nombre de pas par rotation beaucoup plus important, grâce à une succession d'alternances de pôles. Le modèle utilisé dans la présente réalisation se définit par un pas de $1,8^\circ$. Dans ce cas, un tour complet (360°), nécessite 200 pas élémentaires.

Propriétés d'un moteur «pas à pas»

Par rapport aux moteurs classiques fonctionnant avec du courant continu, les moteurs «pas à pas» présentent des avantages certains :

- ils sont capables de tourner à des vitesses extrêmement réduites
- leur vitesse est rigoureusement constante et parfaitement maîtrisable
- leur sens de rotation peut être prédéterminé
- il est possible d'obtenir une rotation correspondant à une fraction programmable de 360°

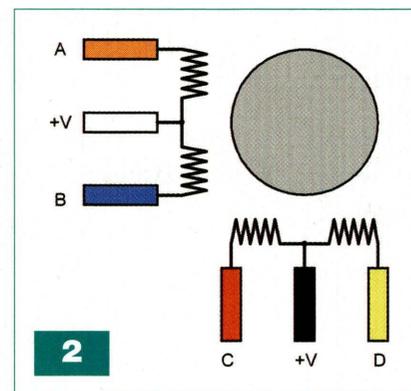
- sur une position angulaire donnée, l'axe de sortie présente un couple résistant de blocage

Cette dernière propriété nécessite cependant une alimentation permanente, même à l'arrêt, contrairement à un moteur fonctionnant à courant continu.

Il existe également des moteurs «pas à pas» dits bipolaires. Ils ne disposent que d'une seule bobine par circuit magnétique. Pour les piloter, il est donc nécessaire d'inverser les polarités d'alimentation des bobines. Ils sont reconnaissables par le fait qu'ils ne comportent que quatre fils de raccordements.

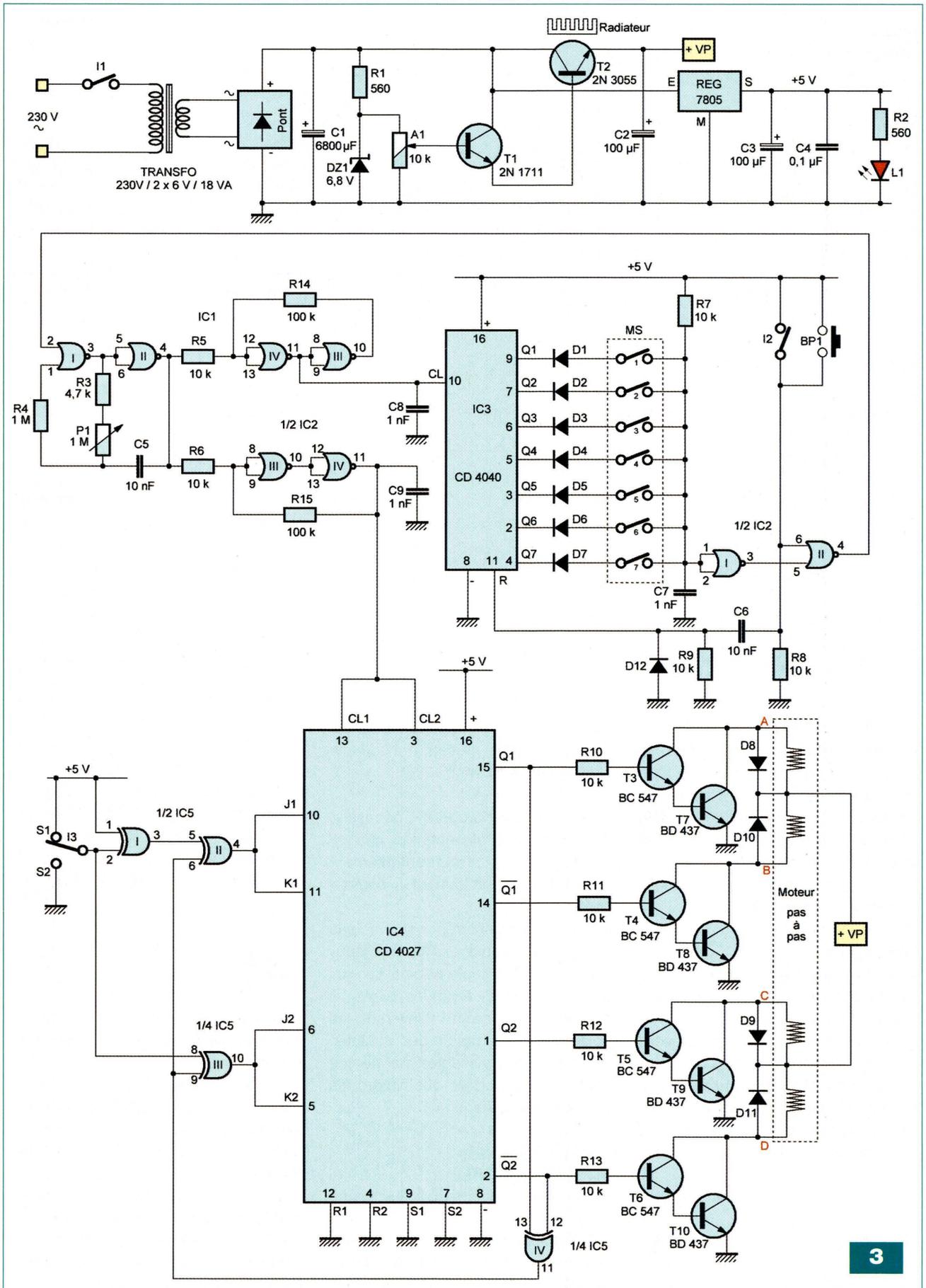
Caractéristiques du moteur utilisé

Le moteur utilisé est de marque EMIS, référencé E547- 52500 / 52300, de dimensions $42 \times 42 \times 36$. Il comporte un axe de sortie de 24 mm de longueur et de 5 mm de diamètre.



Son poids est de 240 g. Il est notamment disponible auprès du fournisseur Conrad.

Il dispose de six fils de sorties, avec connecteur, dont les couleurs définissent les connexions comme indiqué en **figure 2**. A noter qu'il est possible de le faire fonctionner suivant le mode «bipolaire». Il suffit pour cela d'alimenter, en «série», les deux bobines propres à une armature du stator. Dans ce cas, seulement quatre fils de sorties sont à utiliser.



Ses caractéristiques sont les suivantes :

- pas élémentaire : 1,8°
- consommation en mode «unipolaire» : 1 A
- consommation en mode «bipolaire» : 0,7 A
- résistance par bobine : 3,15 Ω
- inductance par bobine : 3 mH
- couple de blocage : 0,25 Nm

Fonctionnement du montage expérimental de pilotage

Alimentation

L'énergie provient du secteur, par l'intermédiaire d'un transformateur que l'interrupteur I1 permet de mettre en service. Ce transformateur doit se caractériser par une puissance suffisante, étant donné que le courant nécessaire à l'alimentation du moteur est de l'ordre de 2 A. Nous avons retenu un modèle de 18 VA. Ce dernier comporte deux enroulements secondaires de 6 V qui ont été reliés en «parallèle» (figure 3). Un pont de diodes de 4 A redresse les deux alternances. Le condensateur C1, de grande capacité (6 800 µF), effectue un premier lissage. Sur la sortie du régulateur REG, une tension continue et stabilisée à 5 V est disponible. Elle est destinée à l'alimentation du circuit logique de commande. La capacité C3 réalise un complément de filtrage, tandis que C4 fait office de capacité de découplage. Enfin, la led L1, dont le courant est limité par R2, signale la mise sous tension du montage.

Sur la cathode de la diode zéner DZ1, dont le courant est contrôlé par R1, une tension stabilisée à 6,8 V s'établit. Suivant la position du curseur de l'ajustable A1, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante de ce potentiel pour l'appliquer à la base du transistor T1.

Il forme un Darlington «suiveur» avec T2, un transistor de puissance. Sur l'émetteur de ce dernier apparaît un potentiel, dont la valeur est celle qui est présente sur la sortie de l'ajustable, diminuée d'environ 1,2 V.

C'est le potentiel (+VP) de puissance. Il sera à régler à une valeur d'environ 3 V. Le transistor T2 est à fixer contre

un dissipateur pour obtenir une meilleure évacuation de l'énergie thermique engendrée par le courant relativement intense qui le traverse.

Base de temps

Les portes NOR (I) et (II) de IC1 constituent un oscillateur «commandé». Rappelons qu'un tel montage n'entre en oscillation que si son entrée de «commande» est soumise à un état «bas». A l'état de repos, sa sortie présente un état «haut» permanent. La condition d'activation est satisfaite dans le cas général où l'interrupteur I2 est fermé. En effet, dans ce cas, l'entrée 6 de la porte NOR (II) de IC2 est soumise à un état «haut», ce qui occasionne l'apparition d'un état «bas» sur la sortie de cette porte. L'oscillateur délivre des créneaux de forme carrée, dont la période (T) dépend essentiellement de la position du curseur du potentiomètre P1. Plus précisément, la valeur de (T) est déterminée par la relation :

$$T = 2,2 \times (R3 + P1) \times C5$$

La valeur de la période obtenue peut ainsi varier de 0,1 ms à 22 ms.

Les créneaux générés sont pris en compte par deux triggers de Schmitt séparés, constitués par les portes NOR (III) et (IV) de IC1 d'une part et les portes NOR (III) et (IV) de IC2 d'autre part. Ces deux triggers confèrent, aux fronts montants et descendants des créneaux, des allures davantage verticales.

Dans un premier temps, nous nous intéresserons aux créneaux générés par le trigger NOR (III) et (IV) de IC2.

Génération des signaux de commande du moteur «pas à pas»

La génération des signaux qui sont à l'origine de l'alimentation des quatre bobines du moteur «pas à pas» repose sur la mise en œuvre de deux circuits intégrés :

- le CD 4027, qui contient deux bascules J / K
- le CD 4070, qui contient quatre portes XOR (OR exclusif)

Il n'est sans doute pas inutile de rappeler brièvement le fonctionnement de ces montages très basiques :

La bascule J / K

Une telle bascule réagit uniquement sur les transitions positives des créneaux appliqués sur l'entrée CL.

Une première condition de réaction réside dans le fait que les entrées J et K soient soumises à un état «haut».

Une seconde condition impose un état «bas» permanent sur les entrées R et S.

Si ces deux conditions sont réunies, le fonctionnement peut se résumer comme suit :

- à l'occasion de chaque front montant appliqué sur l'entrée CL, si la sortie Q était à l'état «bas», celle-ci passe à l'état «haut»
- à l'occasion de chaque front montant appliqué sur l'entrée CL, si la sortie Q était à l'état «haut», celle-ci passe à l'état «bas»

Bien entendu, la sortie \bar{Q} présente à tout moment un niveau logique opposé à celui qui est présent sur la sortie Q.

La porte OR exclusif

Le tableau suivant résume le fonctionnement d'une porte XOR à deux entrées E1 et E2 :

E1	E2	Sortie
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Pour que la sortie d'une telle porte présente un état «haut», il suffit que l'une ou l'autre des deux entrées (mais pas les deux) soit soumise à un état «haut».

Retour au fonctionnement de l'ensemble

Le tableau de la figure 4 reprend le fonctionnement des deux bascules J / K qui réagissent au rythme des fronts montants des signaux appliqués sur les entrées réunies CL1/CL2. L'exemple traité correspond au positionnement de l'inverseur I3 sur «Sens 1».

Pour comprendre l'exploitation de ce tableau, nous explicitons dans le détail la première colonne. Nous nous plaçons dans une situation de départ pour laquelle les sorties Q1 et Q2 présentent toutes les deux un état «haut».

Les sorties $\overline{Q1}$ et $\overline{Q2}$ présentent donc un état «bas». En appliquant les règles de fonctionnement à la porte XOR (IV) de IC5, la sortie de cette dernière présente un état «haut». La sortie de la porte XOR (I) présentant un état «bas» (compte tenu du positionnement de l'inverseur I3), la sortie de la porte XOR (II) présente un état «haut». Quant à la porte XOR (III), sa sortie présente un état «bas».

En définitive :

- les entrées J1 / K1 sont soumises à un état «haut»
- les entrées J2 / K2 sont soumises à un état «bas»

Lors de la prochaine transition positive du signal sur CL1 / CL2, la sortie Q1 change d'état et passe à l'état «bas», tandis que le niveau de la sortie Q2 reste inchangé. Une sortie Q donnée ne change de niveau que pour une impulsion sur deux.

Les oscillogrammes ainsi disponibles sur les sorties Q1, $\overline{Q1}$, Q2 et $\overline{Q2}$ sont bien ceux qui ont été mis en évidence à la figure 1.

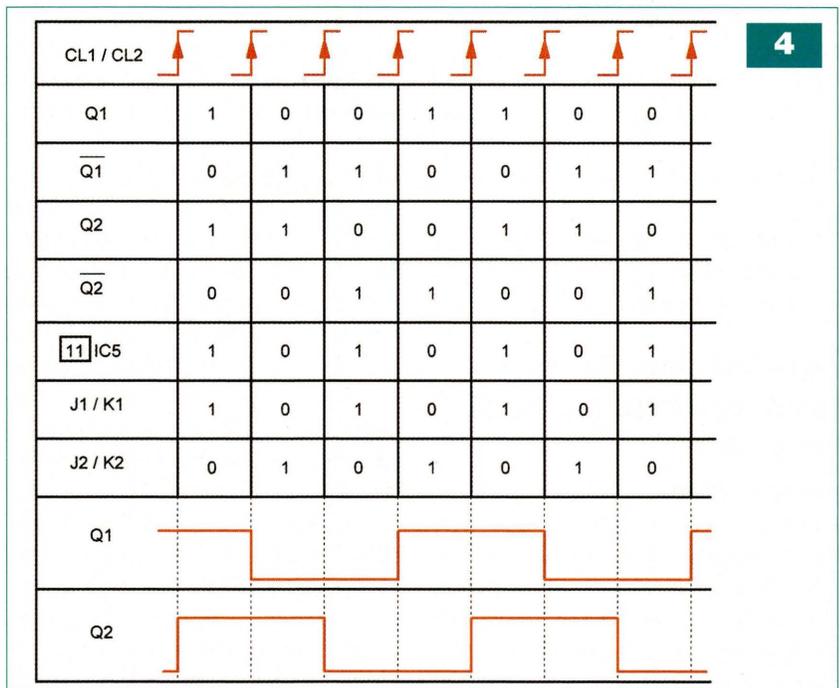
Il existe, bien entendu, des circuits intégrés spécialisés pour la commande des moteurs «pas à pas». C'est le cas du circuit L 297 (vingt broches). Nous n'avons pas retenu son utilisation, afin de rester dans un contexte davantage pédagogique, basé sur la mise en œuvre des circuits intégrés classiques.

Alimentation des bobines du moteur «pas à pas»

Les quatre bobines du moteur «pas à pas» sont alimentées à partir des quatre sorties Q de IC4. Prenons, à titre d'exemple, la bobine dont l'extrémité négative est le point A.

Lorsque la sortie Q1 présente un état «haut», un courant s'établit à travers les jonctions base-émetteur des deux transistors T3 et T7 montés en Darlington. Rappelons qu'un tel montage réalise une forte amplification en courant. Il en résulte un courant issu de la polarité positive (+VP) à travers la bobine évoquée ci-dessus.

La diode D8 protège le transistor T7 des effets liés à la surtension de self qui se produit, notamment, au moment de l'interruption de ce courant.



4

N° de l'interrupteur	1	2	3	4	5	6	7
Poids binaire	1	2	4	8	16	32	64

Tableau 1

Le transistor de puissance T7 fonctionne en «tout ou rien».

En conséquence, il ne présente pratiquement aucune tension entre son collecteur et son émetteur.

Il n'est donc pas nécessaire de l'équiper d'un dissipateur.

Commande d'une rotation angulaire

Le trigger, constitué par les portes NOR (III) et (IV) de IC1, est également en liaison avec l'entrée de comptage de IC3 qui est un compteur comportant douze étages binaires montés en cascade. Il avance d'un pas, pour chaque transition négative du signal carré, dont l'origine est la base de temps évoquée en début d'article. C'est la sortie de la porte NOR (IV) qui est utilisée dans le cas présent. Cela revient à synchroniser les actions :

- sur les bascules J / K qui sont sensibles aux fronts ascendants
- sur le compteur IC4 qui avance d'un pas lors des fronts descendants

Plaçons-nous dans le cas où l'interrupteur I2 est ouvert, ainsi que les sept interrupteurs du groupement MS. Les entrées de la porte NOR (I) de IC2 sont soumises à un état

«haut» imposé par R7. Il en résulte un état «bas» sur la sortie de cette porte. Les deux entrées de la porte NOR (II) de IC2 étant soumises à un état «bas», la sortie présente un état «haut» qui neutralise l'oscillateur NOR (I) et (II) de IC1.

Les sept interrupteurs du groupement MS permettent la programmation d'un nombre déterminé d'oscillations. Ils sont en liaisons avec les sorties Q1 à Q7 du compteur, par l'intermédiaire des diodes D1 à D7.

Ce nombre d'oscillations évoqué précédemment se déduit par l'intermédiaire du **tableau 1**.

Par exemple, si l'axe de sortie du moteur «pas à pas» doit parcourir un angle de 45°, le nombre de pas élémentaires nécessaire est égal à :

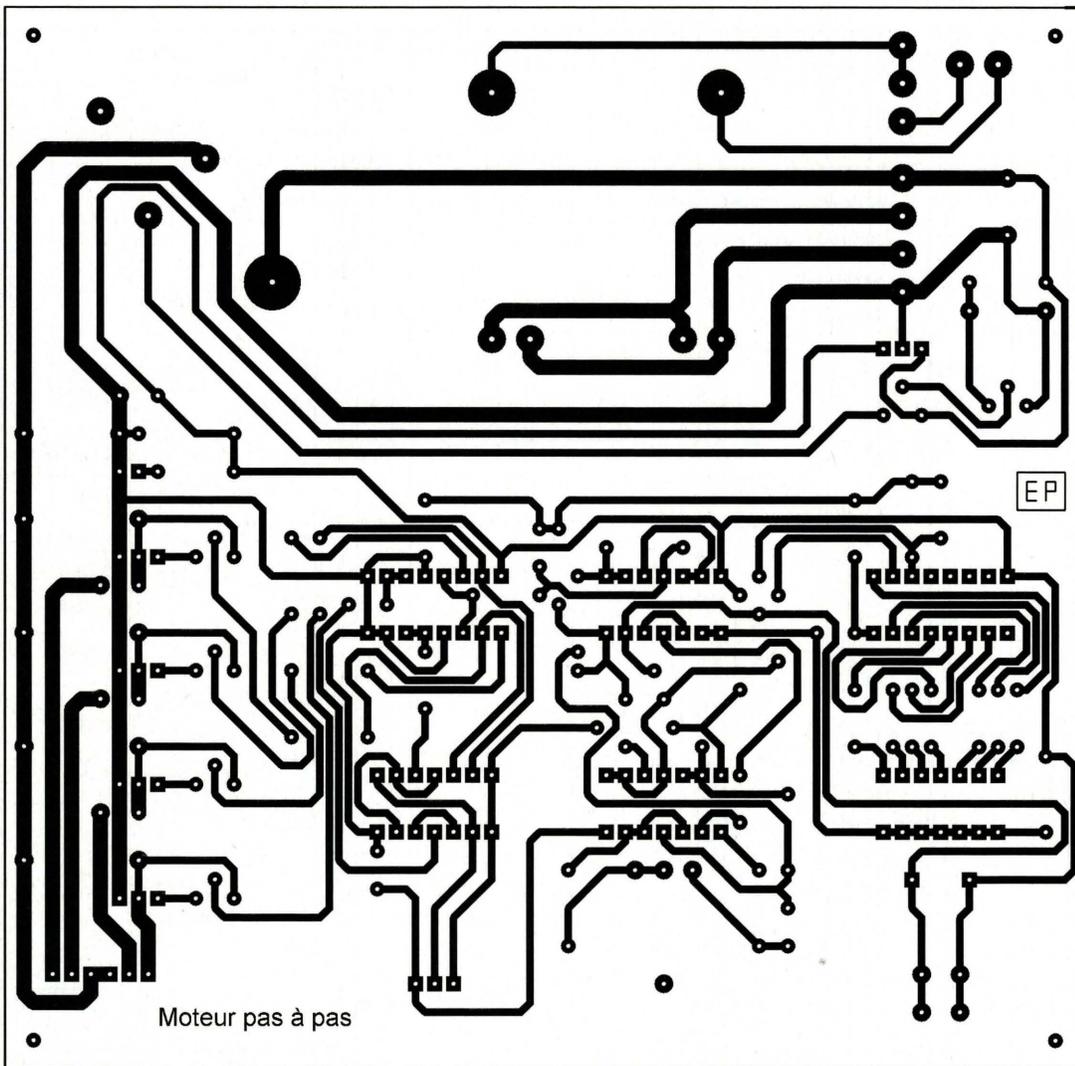
$45 / 1,8$, soit 25. Il conviendra donc de programmer la valeur 25, dont la décomposition en puissances entières de 2 est la suivante :

$$25 = 16 + 8 + 1$$

Il est donc nécessaire de fermer les interrupteurs n°1, 4 et 5.

En appuyant brièvement sur le bouton-poussoir BP1, l'état «haut» qui se produit sur l'entrée 6 de la porte NOR (II) de IC2 a deux conséquences :

5



- il est pris en compte par le dispositif dérivateur constitué par C6, R9 et D12 : il en résulte une brève impulsion positive sur l'entrée R de IC3, ce qui effectue sa remise à zéro
- la sortie de la porte NOR (II) de IC2 présente un état «bas», d'où l'activation de l'oscillateur

La remise à zéro du compteur IC3 a pour conséquence immédiate la soumission à l'état «bas» des entrées de la porte NOR (I) de IC2, dont la sortie passe à l'état «haut».

La sortie de la porte NOR (II) reste donc à l'état «bas», même si l'appui sur BP1 a cessé.

L'oscillateur poursuit son activité.

Lorsque le nombre de fronts descendants issus de l'oscillateur atteint 25 (pour rester dans l'exemple évoqué ci-dessus), les entrées de la porte NOR (I) sont soumises à un état

«haut». La sortie passe à l'état «bas», tandis que celle de la porte NOR (II) repasse à l'état «haut» de repos. L'oscillateur est de nouveau bloqué. Le moteur a «bénéficié» de vingt cinq impulsions élémentaires. Son axe de sortie a donc réalisé une rotation de 45°.

La réalisation pratique

Le module

Le circuit imprimé fait l'objet de la **figure 5**. A noter une largeur plus importante des pistes destinées à l'acheminement des courants plus intenses correspondant à l'alimentation des bobines du moteur «pas à pas». Le plan d'insertion des composants est représenté en **figure 6**. Veiller au respect de l'orientation des composants polarisés. Toute erreur, à ce niveau, compromet totalement les

chances d'un bon fonctionnement, sans parler du risque de la destruction du composant concerné.

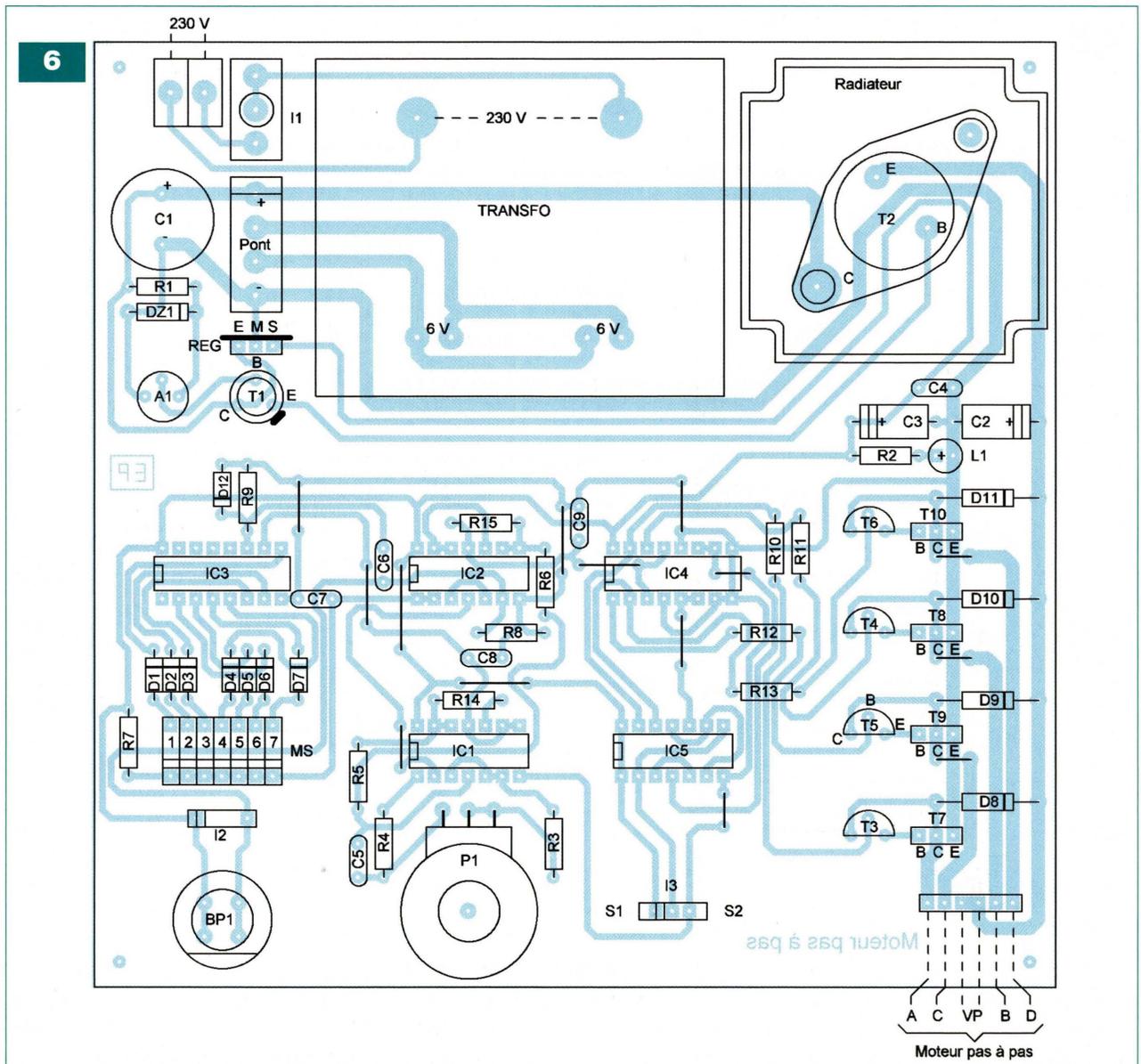
Le raccordement du moteur au module s'effectue par l'intermédiaire de son connecteur. Le tracé du circuit a été conçu en tenant compte du modèle de moteur utilisé. Pour un modèle différent, il est nécessaire de bien vérifier les brochages.

Expérimentations

Pour une position du potentiomètre aboutissant à la période la plus grande, soit environ 20 ms, la fréquence correspondante est de l'ordre de 50 Hz.

La vitesse de rotation, dans ce cas, est de 50/200 de tour par seconde soit 0,25 t/s ou 15 t/min.

Des vitesses plus élevées sont obtenues, toujours en agissant sur le curseur de P1.



Nomenclature

• Résistances

R1, R2 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R3 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R4 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
 R5 à R13 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R14, R15 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 A1 : ajustable 10 kΩ
 P1 : potentiomètre 1 MΩ (linéaire)

• Condensateurs

C1 : 6 800 μF / 25 V (sorties radiales)
 C2, C3 : 100 μF / 25 V
 C4 : 0,1 μF
 C5, C6 : 10 nF
 C7, C8, C9 : 1 nF

• Semiconducteurs

D1 à D7 : 1N 4148
 D8 à D11 : 1N 4004
 D12 : 1N 4148
 DZ1 : diode zéner 6,8 V / 1,3 W
 REG : 7805
 L1 : led rouge Ø 3 mm
 1 pont de diodes 4 A (RS 406)
 T1 : 2N 1711
 T2 : 2N 3055
 T3 à T6 : BC 547 C
 T7 à T10 : BD 437
 IC1, IC2 : CD 4001
 IC3 : CD 4040
 IC4 : CD 4027
 IC5 : CD 4070

• Divers

14 straps (6 horizontaux, 8 verticaux)
 1 bornier soudable de 2 plots
 I1 : inverseur unipolaire 230 V
 I2 : interrupteur unipolaire (dual in line)
 I3 : inverseur unipolaire
 MS : groupement de 7 interrupteurs «dual in line»
 1 transformateur 230 V / 2 x 6 V / 18 VA
 1 dissipateur pour transistor 2N 3055
 4 supports à 14 broches
 2 supports à 16 broches
 BP1 : bouton-poussoir
 1 bouton pour potentiomètre
 1 barrette de 6 broches mâles
 1 moteur pas à pas (voir texte)

L'expérience montre, cependant, qu'un décrochage se produit au-delà de 2 000 à 2 500 t/min. Un potentiel d'alimentation (+ VP) de

2,5 V à 3 V assure un fonctionnement tout à fait correct du moteur. Pour un potentiel de cet ordre de grandeur, le moteur présente un couple de blocage

largement suffisant. Rappelons que la valeur de ce potentiel dépend de la position du curseur de l'ajustable A1.

R. KNOERR

Testeur du temps de réaction

Le temps de réaction correspond à la durée séparant un signal donné d'une action en réponse. Il est souvent appelé improprement «réflexe». Alors que la réaction est le siège d'un acte volontaire, le réflexe est tout à fait involontaire.

Le temps de réaction peut avoir une importance capitale dans certaines circonstances, comme la conduite d'un véhicule devant lequel surgit brusquement un obstacle. Il dépend beaucoup de l'état de fatigue du sujet testé. En particulier, il augmente dans des proportions considérables suite à une absorption de produits alcoolisés ou, encore, de stupéfiants ou de certains médicaments.

Le montage proposé permet une mesure assez précise de ce temps de réaction.

Le principe de la mesure

Le sujet testé doit appuyer sur un bouton-poussoir et maintenir ce dernier enfoncé. Après un temps aléatoire laissé au hasard, un signal fait son apparition. Il convient alors de relâcher le bouton-poussoir le plus rapidement possible. Pendant le laps de temps séparant l'apparition du signal et l'action de relâchement du bouton-poussoir, un chronométrage s'établit. Le résultat de la mesure est alors affiché sous la forme d'un nombre à deux chiffres.

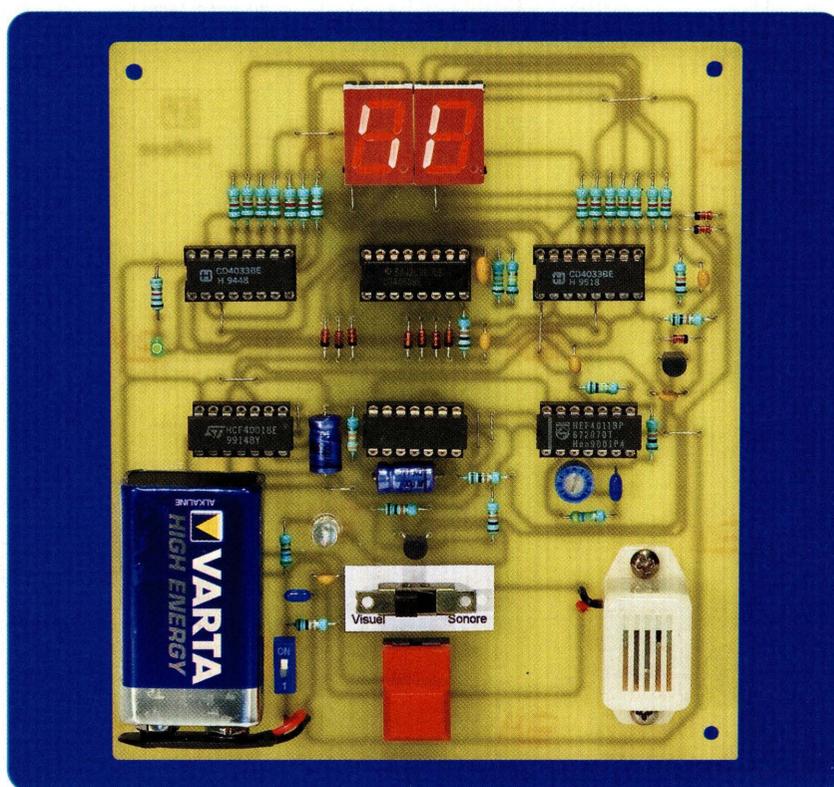
Le signal peut revêtir deux formes, qu'il est possible de choisir :

- visuelle, par l'illumination d'une led rouge
- sonore, par le bruitage strident émis par un buzzer

Le fonctionnement

Alimentation

C'est une pile de 9 V qui assure l'alimentation. La mise en service est assu-



rée par la fermeture de l'interrupteur I1. L'illumination de la led verte L1, dont le courant est limité par R1, signale la mise sous tension. Le condensateur C3 fait office de découplage (figure 1). Le courant débité par la pile est très faible : quelques milliampères en état de veille. Cette intensité monte à une quinzaine de milliampères lors de l'établissement du signal d'abord, puis de l'affichage du résultat par la suite. Mais ces deux opérations se caractérisant par des durées relativement faibles, l'autonomie du testeur est très importante.

Décali de «hasard»

Le circuit intégré référencé IC1 est un compteur de quatorze étages binaires, montés en cascade. Il fait suite à un oscillateur interne. Ce dernier «tourne» en permanence dès la mise sous tension du montage. Au niveau de la broche n°9, un signal de forme carrée apparaît. Il est caractérisé par une période (t). La valeur de cette période de base est telle que :

$$t = 2,2 \times R3 \times C9$$

Le lecteur pourra vérifier que $t = 16$ ms.

Les sept sorties successives Q4 à Q10

constituent un ensemble binaire de comptage, pouvant représenter 2^7 soit cent vingt huit positions élémentaires. Parmi ces positions (comptage de 0 à 127), la position 0 correspond à celle où les sept sorties Q sont simultanément à l'état «bas».

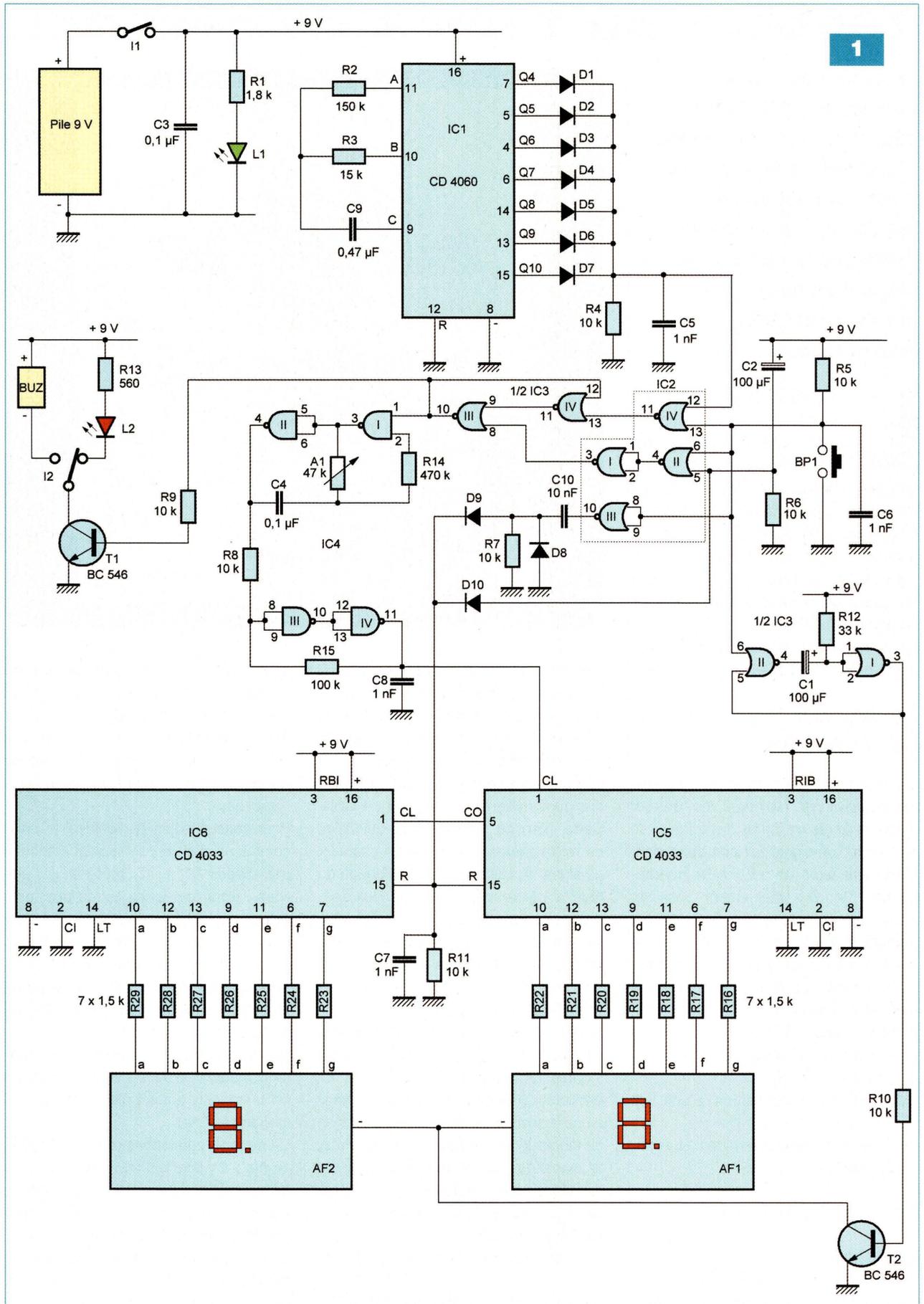
Pour cette position particulière, le point commun constitué par les sept cathodes des diodes D1 à D7, présente un état «bas». Pour toutes les autres positions, ce point est à l'état «haut».

Nous verrons au paragraphe suivant que, lorsque cette position particulière se présente et à condition que le bouton-poussoir BP1 se trouve enfoncé, le cycle de mesure prend son départ.

Le pas d'avance du dispositif de comptage, matérialisé par les sept sorties Q4 à Q10, est celui qui est disponible sur Q3 (non accessible).

La période correspondante est égale à $16 \text{ ms} \times 2^3$, soit 128 ms. C'est d'ailleurs cette valeur qui caractérise également la durée de l'état «bas» sur le point commun des cathodes des diodes.

Enfin, la périodicité de la succession de ces état «bas» est égale à $0,128 \text{ s} \times 128$, soit environ 16 s.



En définitive, lorsque le sujet testé appuie sur le bouton-poussoir BP1, à un moment donné, les deux entrées de la porte NOR (IV) de IC2 sont simultanément soumises à un état «bas» au bout d'une durée d'attente pouvant atteindre au maximum 16 s. Bien entendu, il est impossible de deviner à l'avance à quel moment se produira ce phénomène, étant donné que le début de l'appui sur BP1 est tout à fait aléatoire.

Commande du signal

Une fois BP1 enfoncé, la sortie de la porte NOR (IV) de IC2 présente un état «haut» lorsque la position «hasard» issue de IC1 se produit.

Cet état «haut» est par ailleurs très fugitif. Il laisse sa place à un état «bas» au bout de 128 ms, puisque IC1 poursuit sa course. Mais cette durée est cependant suffisante pour activer la bascule R/S, formée par les portes NOR (III) et (IV) de IC3.

Rappelons rapidement les règles de fonctionnement d'une telle bascule. Tout état «haut», même de courte durée, appliqué sur l'entrée 13, a pour conséquence le passage à l'état «haut» stabilisé de la sortie 10 de la bascule.

De même, tout état «haut» appliqué sur l'entrée 8 a pour effet de faire passer cette même sortie de la bascule à un état «bas».

Ainsi, l'état «haut» issu de la sortie de la porte NOR (IV) de IC2 a pour résultat l'apparition d'un état «haut» sur la sortie 10 de la bascule R/S.

Cet état «haut» a pour conséquence la saturation du transistor T1. Si l'inverseur I2 est placé sur la position «visuel», la led rouge L2, dont le courant est limité par R13, s'illumine. Au contraire, si I2 se trouve en position «sonore», c'est le buzzer BUZ qui se trouve alimenté. Il émet son bruitage caractéristique.

A noter qu'au moment de la mise sous tension du testeur, le condensateur C2 se charge à travers R6. Il s'en suit l'apparition d'un bref état «haut» au niveau de son armature négative. Cet état «haut» fait apparaître un état «bas» sur la sortie de la porte NOR (II) de IC2 et un état «haut» sur la sortie de la porte NOR (I) du même boîtier. Il en résulte l'initialisation de la bascule R/S qui se place d'office dans la position d'attente, correspondant à la présence d'un état «bas» sur sa sortie. Cette précaution évite que la bascule

R/S se positionne sur n'importe quel état au moment, toujours instable, de la mise sous tension du montage.

Chronométrage

Pendant toute la durée de la présence d'un état «haut» sur la sortie de la bascule R/S, l'oscillateur formé par les portes NAND (I) et (II) est opérationnel. Il délivre, sur sa sortie, des créneaux de forme carrée dont la période dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A1. Pour une position médiane, cette période est de l'ordre de 5 ms. Les signaux ainsi générés transitent par un trigger de Schmitt formé par les portes NAND (III) et (IV) et de ses résistances périphériques R8 et R15. Ils ressortent du trigger avec des fronts ascendants et descendants davantage verticaux grâce à la réaction positive introduite par R15 lors des basculements.

Ces signaux sont ensuite appliqués sur l'entrée CL de IC5, qui est un compteur-décodeur sept segments. Le compteur IC5 est affecté au comptage des unités. Sa sortie de report CO est en liaison avec l'entrée CL de IC6, qui est un compteur du même type affecté, quant à lui, au comptage des dizaines. Les sorties a, b, c, d, e, f et g, des deux décodeurs, sont reliées aux segments respectifs de deux afficheurs à cathodes communes AF1 et AF2, par l'intermédiaire des résistances de limitations de courant R16 à R29.

Lors de la mise sous tension, le condensateur C2, déjà évoqué précédemment, assure également la remise à 0 des compteurs grâce à un état «haut» transmis sur les entrées R de IC5 et de IC6, par l'intermédiaire de D10.

Mais les compteurs sont également remis à 0 au moment où le bouton-poussoir BP1 est enfoncé. En effet, à cet instant, les entrées réunies de la porte NOR (III) de IC2 sont soumises à un état «bas». Sa sortie passe donc à l'état «haut».

Le front montant qui en résulte est pris en compte par le système dérivateur constitué de C10, R7 et D8. Sur la cathode de D9, un bref état «haut» apparaît à ce moment, en mettant le dispositif de chronométrage à 0.

Fin du chronométrage

Lorsque le sujet testé perçoit le signal visuel ou sonore, il relâche aussitôt le bouton-poussoir BP1. L'entrée de la

porte NOR (II) de IC2 est alors soumise à nouveau à un état «haut». Sa sortie passe à l'état «bas», tandis que celle de la porte NOR (I) de IC2 passe à l'état «haut». La sortie 10 de la bascule R/S se positionne de nouveau sur son état «bas» de repos. Le signal visuel ou sonore cesse.

Le chronométrage cesse également. Par la même occasion, l'entrée 6 de la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC3 est soumise à un état «haut». La bascule est alors activée et présente sur sa sortie un état «haut» d'une durée de $0,7 \times R12 \times C1$ (s). Le lecteur pourra vérifier que cette durée est d'environ 2,5 s. Pendant cet état actif, le transistor T2 est saturé. Il comporte dans son circuit collecteur le retour des deux afficheurs sept segments. L'affichage est visible pendant cet intervalle de temps.

A noter, qu'au moment de la mise sous tension, cette bascule monostable se trouve également activée. Il en résulte la lecture de l'affichage de la valeur [00] pendant 2,5 s, ce qui est normal étant donné que les compteurs IC5 et IC6 sont précisément mis à 0 à cet instant, ainsi que nous l'avons déjà explicité plus haut.

La réalisation pratique

Le module

Le circuit imprimé est repris en **figure 2**. Il nécessite peu de commentaires, si ce n'est celui qui consiste à rappeler qu'il est toujours conseillé de se procurer les composants avant la gravure du circuit imprimé. Cette sage précaution permet d'effectuer les éventuelles retouches en cas de divergence de brochage ou de dimensionnement des composants, par rapport à ceux mis en œuvre par l'auteur. Le plan d'insertion des composants fait l'objet de la **figure 3**. Respecter l'orientation des composants polarisés tels que les diodes, les condensateurs électrolytiques et surtout les circuits intégrés. Le montage ne nécessite aucun réglage particulier.

Les premiers essais

Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, la base de temps du chronométrage, pour une position médiane de l'ajustable A1, est de 5 ms.

Avec une capacité d'affichage de [00] à [99], la durée maximale du temps de réaction mesurable est d'environ 0,5 s.

Nomenclature

• Résistances

- R1 : 1,8 k Ω (marron, gris, rouge)
- R2 : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
- R3 : 15 k Ω (marron, vert, orange)
- R4 à R11 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R12 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
- R13 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
- R14 : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)
- R15 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
- R16 à R29 : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
- A1 : ajustable 47 k Ω

• Semiconducteurs

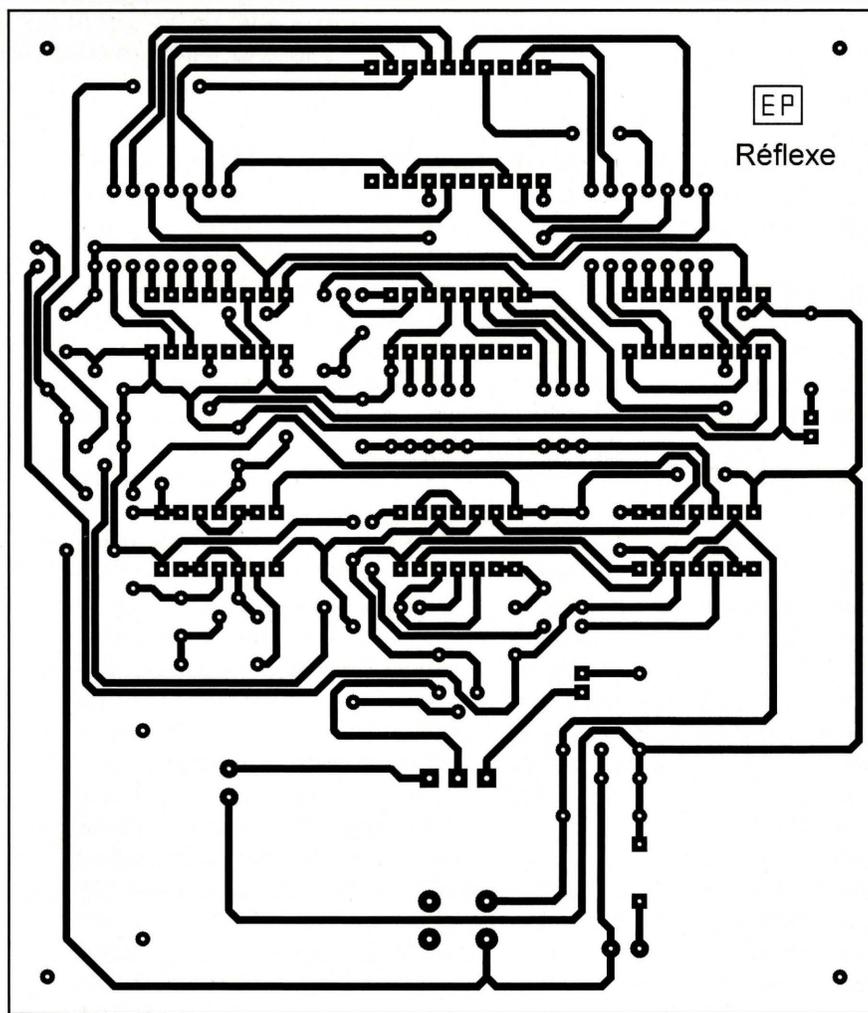
- D1 à D10 : 1N 4148
- L1 : led verte \varnothing 3 mm
- L2 : led rouge \varnothing 5 mm
- AF1, AF2 : afficheur 7 segments à cathodes communes
- T1, T2 : BC 546, BC 547
- IC1 : CD 4060
- IC2, IC3 : CD 4001
- IC4 : CD 4011
- IC5, IC6 : CD 4033

• Condensateurs

- C1, C2 : 100 μ F / 25 V
- C3, C4 : 0,1 μ F
- C5 à C8 : 1 nF
- C9 : 0,47 μ F
- C10 : 10 nF

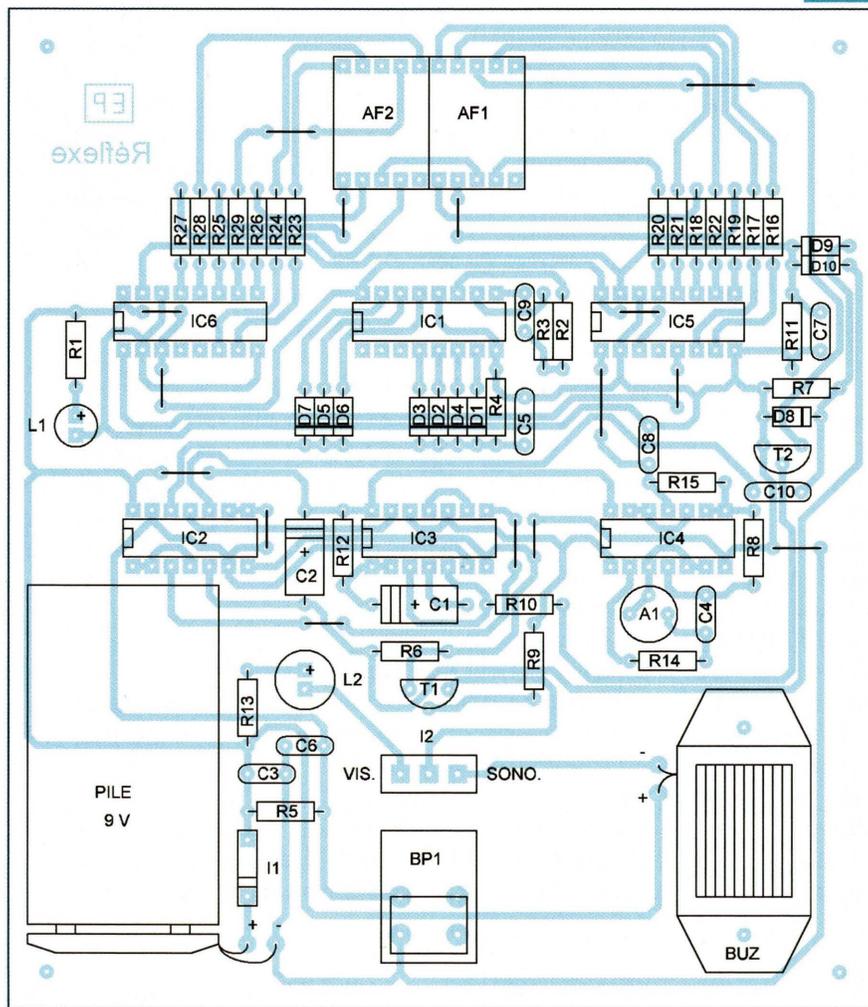
• Divers

- 15 straps (7 horizontaux, 8 verticaux)
- 3 supports à 14 broches
- 3 supports à 16 broches
- 2 barrettes de 10 broches
- I1 : interrupteur unipolaire (dual in line)
- I2 : inverseur unipolaire à glissière
- BP1 : bouton-poussoir (Digitast DIP)
- BUZ : buzzer (oscillateur incorporé)
- Pile 9 V
- Coupleur pression



2

3



Une réaction de cette valeur est relativement grande, pour ne pas dire médiocre, pour un individu normal. En règle générale, un affichage inférieur à [70] représente un assez bon temps de réaction.

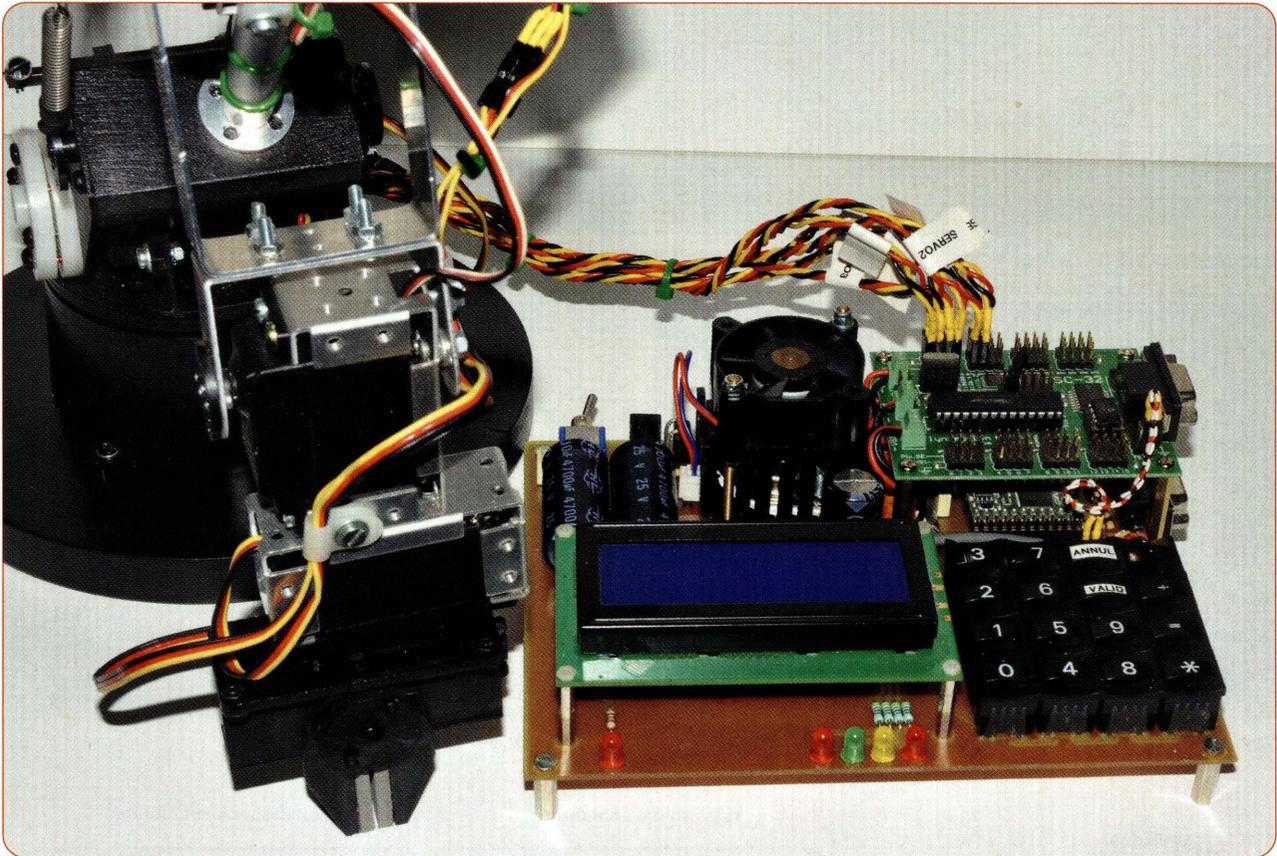
Par ailleurs, et pour la plupart des individus, le temps de réaction est généralement meilleur pour un signal sonore que pour un signal visuel.

L'exercice consiste à réaliser un nombre important d'essais en des circonstances différentes : au réveil, après un repas... plus ou moins arrosé, ou encore le soir avant de se coucher, et de consigner les résultats obtenus.

Il se dégage assez rapidement un temps de réaction moyen qu'il convient de bien connaître et de le rapprocher, par la suite, à des résultats peut être plus mauvais à la suite d'absorption de boissons alcoolisées, par exemple. Mieux vaut alors se reposer et renoncer à prendre la route dans ces conditions.

R. KNOERR

Platine de commande robotique



Nous avons publié, dans le numéro de janvier, un article traitant de la réalisation d'un bras robotisé élaboré au moyen de servomoteurs. La commande électronique proposée permettait le positionnement des différentes parties du bras à l'aide de potentiomètres mais était plutôt destinée aux premiers essais. Nous vous proposons maintenant la réalisation d'une platine de commande plus élaborée, permettant le pilotage du bras par une suite de mouvements répétitifs ou non.

L'utilisation d'un bras, en robotique, nécessite une élaboration de divers programmes permettant la réalisation d'une suite de mouvements destinés, par exemple, au positionnement d'objets.

L'utilisation de microcontrôleurs est alors absolument nécessaire.

Celui que nous avons sélectionné, le CUBLOC CB220, est capable de piloter des servomoteurs mais peut difficilement, entre autres, en régler la vitesse de rotation. Nous avons donc dû

mettre en œuvre un second microcontrôleur qui, lui, permet une bien plus grande souplesse de fonctionnement. Nous avons choisi le SSC-32 qui est une mini-platine fabriquée par LYNXMOTION, société spécialisée dans la robotique ludique (figure 1).

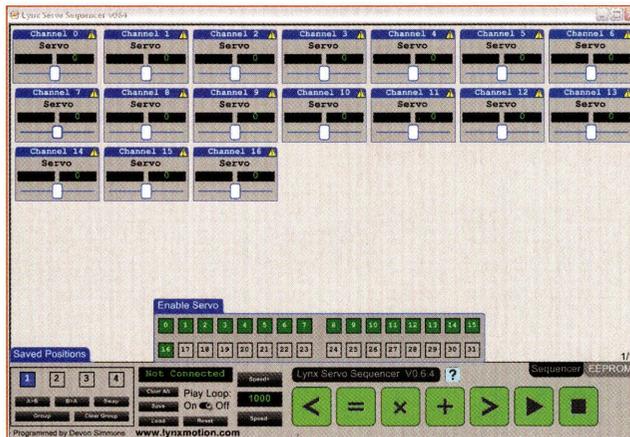
Le microcontrôleur, utilisé sur cette platine, est commercialisé séparément. Le schéma de cette dernière est également disponible en téléchargement sur le site web <http://www.lynxmotion.com/p-395-ssc-32-servo-controller.aspx>, ce qui pourrait intéresser cer-

tains de nos lecteurs. D'autre part, des mises à jour du «firmware» sont également disponibles.

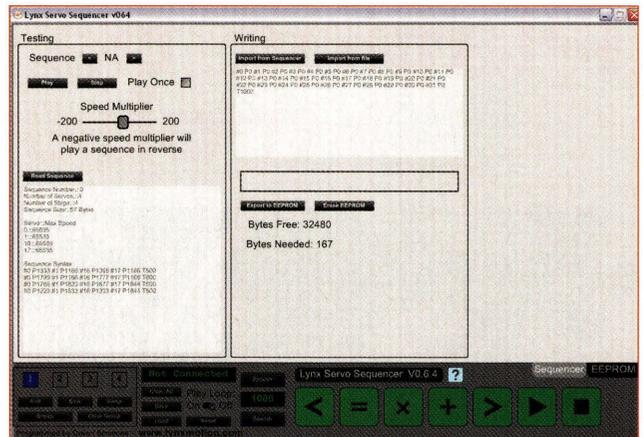
La platine SSC-32 peut être utilisée seule, connectée à un ordinateur PC. Elle est alors gérée par un logiciel disponible en téléchargement libre sur le site de LYNXMOTION (vues d'écrans 1, 2, 3 et 4).

Dans ce cas, l'utilisation d'un PC est obligatoire.

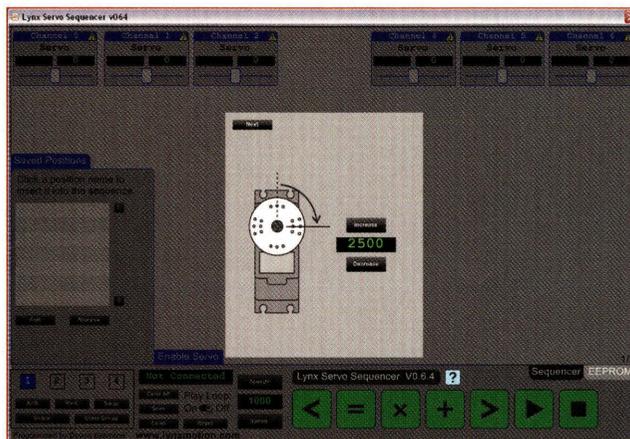
La mise en œuvre d'un second microcontrôleur permet une commande indépendante de l'ordinateur.



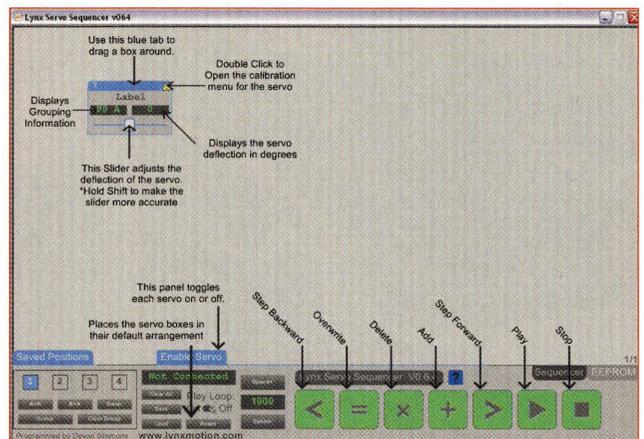
Vue d'écran 1



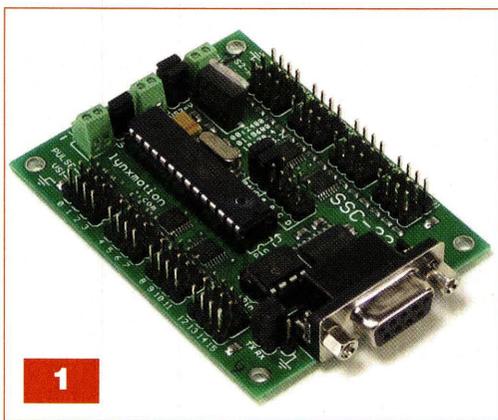
Vue d'écran 2



Vue d'écran 3



Vue d'écran 4



1

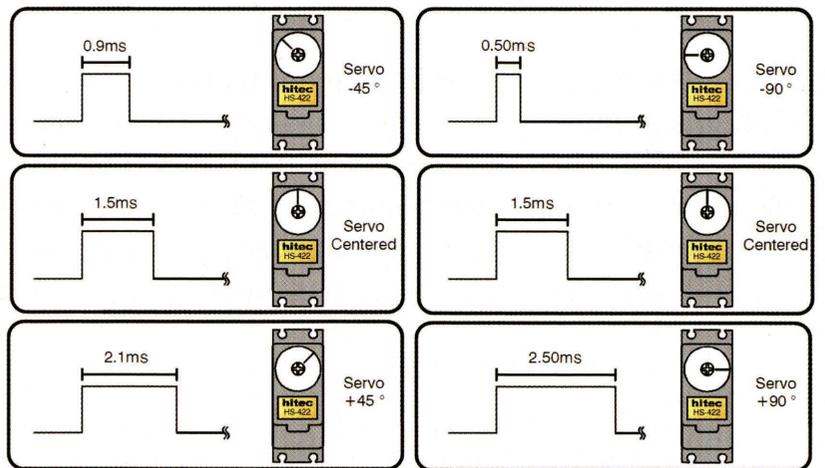
Nous donnons, ci-dessous, les caractéristiques de la platine SSC-32 :

- Microcontrôleur Atmel ATMEGA 168-20PU
- EEPROM 24LC256
- Vitesse d'horloge de 14,75 MHz
- Séquenceur interne pour commande d'hexapode
- Interface «série» RS232 ou TTL : 2 400 bps, 9 600 bps, 38 400 bps, 115 200 bps, N 8 1
- 32 sorties vers servomoteurs ou TTL

2

Fonctionnement normal

Fonctionnement étendu



- Servomoteurs supportés : FUTABA ou HITEC
- 4 entrées analogiques ou digitales
- Consommation de 31 mA
- Précision du positionnement des servomoteurs : 1 μ s ou 0,9°
- Précision de la vitesse des servomoteurs : 1 μ s/s
- Courant de sortie maximal : 30 A

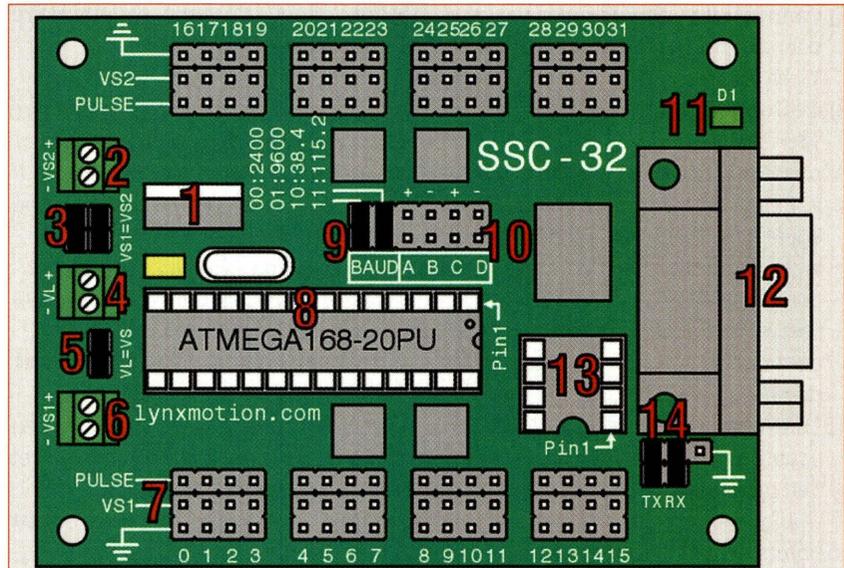
Le positionnement des servomoteurs peut être réalisé en mode «normal» ou en mode «étendu», ainsi que le représentent les dessins de la **figure 2**. Selon le type des servomoteurs utilisés, le déplacement maximal obtenu, en rotation, peut dépasser les 180°. Il convient cependant d'être très prudent, car la mécanique de certains

servomoteurs peut être rapidement endommagée si leur rotation maximale est dépassée.

Utilisation de la platine SSC-32

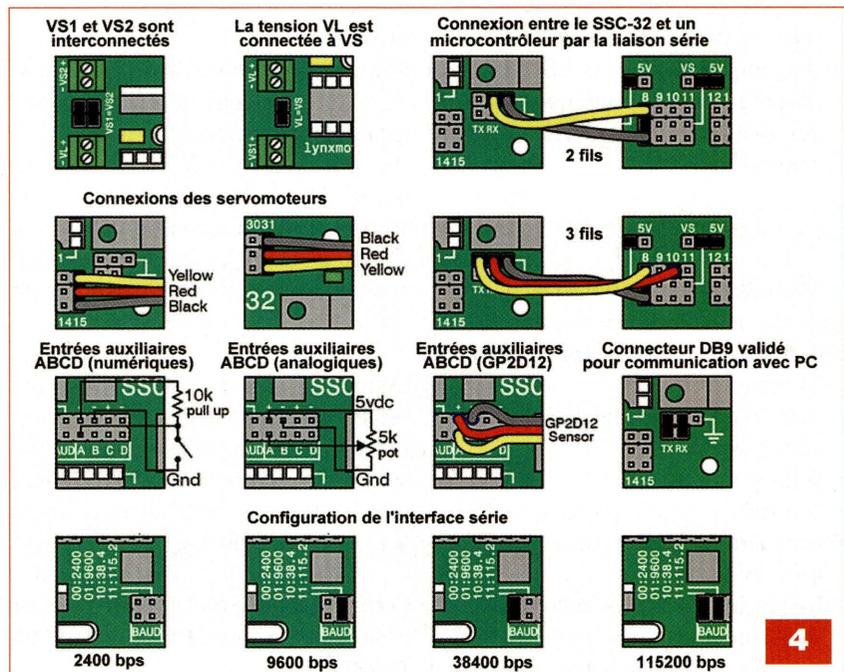
La figure 3 représente la platine SSC-32, de façon schématique. Elle permet de discerner les différents éléments :

- 1) **le régulateur de tension** : de type «Low Dropout», il génère la tension de 5 V nécessaire au fonctionnement de l'électronique de la platine. La tension d'entrée peut être comprise entre 5,5 V et 9 V, tension qui ne doit pas être dépassée. Le régulateur peut débiter un courant maximal de 250 mA
- 2) **connecteur de tension VS2** : c'est l'entrée sur laquelle doit être raccordée la tension d'alimentation des servomoteurs 16 à 31
- 3) **cavaliers de configuration des tensions VS1 et VS2** : lorsqu'ils sont mis en place, les tensions VS1 et VS2 sont connectées et les trente deux servomoteurs sont alimentés par la même source (figure 4)
- 4) **connecteur de tension VL** : c'est l'entrée de la source de tension utilisée par l'électronique de la carte. Elle doit être comprise entre 6 Vcc et 9 Vcc. Pour être utilisée, le cavalier «VL = VS» ne doit pas être présent
- 5) **cavalier de configuration VL = VS** : lorsqu'il est positionné, l'entrée de la tension VL est raccordée à la tension d'alimentation des servomoteurs. Cette configuration n'est pas recommandée, en particulier si l'alimentation est assurée par des batteries. En effet, une brusque demande de courant peut diminuer la tension d'alimentation en-deçà de la valeur minimale acceptable par le régulateur et provoquer un «reset» du microcontrôleur
- 6) **connecteur de tension VS1** : c'est l'entrée sur laquelle doit être raccordée la tension d'alimentation des servomoteurs 0 à 16. Chaque sortie peut débiter un courant de 35 mA. Ce courant est cependant limité à une valeur de 70 mA par groupe de 8 (0-7, 8-15, 16-23 et 24-31)



- | | |
|----|--|
| 1 | Régulateur de tension |
| 2 | Entrée tension servomoteurs |
| 3 | Configuration si VS1 = VS2 |
| 4 | Entrée tension régulateur |
| 5 | Configuration si VL = VS2 |
| 6 | Entrée tension servomoteurs |
| 7 | Connexions servomoteurs |
| 8 | Microcontrôleur |
| 9 | Configuration de la vitesse de communication |
| 10 | Entrées logiques |
| 11 | LED de fonctionnement |
| 12 | Connexion RS232 |
| 13 | Emplacement mémoire 24LC256 |
| 14 | Connexion série TTL |

3



4

- 7) **connecteurs des servomoteurs** : connexions des servomoteurs 0 à 15 et 16 à 31
- 8) **microcontrôleur ATMEGA 168-20PU**
- 9) **cavaliers de configuration de la vitesse de communication** (voir également figure 4) : ils permettent la configuration de la vitesse de communication entre le SSC-32 et l'ordinateur ou le microcontrôleur de commande. Cette vitesse peut prendre quatre valeurs différentes
- 10) **entrées auxiliaires A, B, C et D** : ces entrées peuvent être utilisées en mode «numérique» ou en mode «analogique». Les quatre autres broches sont connectées soit au +5 V, soit à la masse (2 au +5 V et 2 à la masse)
- 11) **led de visualisation du fonctionnement** : cette led permet de visualiser le bon fonctionnement de la SSC-32. Elle s'allume puis s'éteint à la mise sous tension, puis clignote lors de la réception des données par l'interface «série»
- 12) **connexion RS232** : c'est le connecteur DB9 de raccordement à l'ordinateur PC
- 13) **mémoire 24LC256** : elle permet le stockage des séquences de fonctionnement. Le «firmware» du microcontrôleur ATMEL doit être la version 2.01GP
- 14) **port «série» TTL** : si l'interface RS232 est utilisée, des cavaliers doivent être positionnés (voir également figure 4). Si la SSC-32 est pilotée par un microcontrôleur externe, ce dernier doit y être connecté

Les commandes

La SSC-32, selon son utilisation, dispose de différentes commandes qu'il convient de lui envoyer via son interface «série» :

- 1) rotation de servomoteur(s)
- 2) sorties numériques
- 3) sortie d'octet(s)
- 4) connaître l'état d'un mouvement
- 5) connaître la largeur de l'impulsion de commande
- 6) lire les entrées numériques
- 7) lire les entrées analogiques
- 8) mettre à jour le «firmware»

9) lire et écrire dans la mémoire EEPROM

Rotation d'un servomoteur ou d'un groupe de servomoteurs

Six instructions sont disponibles pour la rotation des servomoteurs. Une commande prend la forme suivante :

Syntaxe : `#<ch> P<pw> S<spd> #<ch> P<pw> S<spd> #<ch> P<pw> S<spd> T<time> <cr>`

- **<ch>** : numéro du canal en décimal, entre 0 et 31
- **<pw>** : largeur de l'impulsion en microsecondes (μ s), entre 500 et 2 500 (0,5 ms et 2,5 ms)
- **<spd>** : vitesse de la rotation en microsecondes / s (μ s/s) pour chaque canal (optionnel)
- **<time>** : durée en millisecondes (ms) pour l'accomplissement du mouvement demandé, au maximum 65 535 (optionnel)
- **<cr>** : caractère «retour chariot», ASCII 13. Caractère obligatoire pour valider la commande
- **<esc>** : annulation de la commande courante, ASCII 27

Exemple de rotation d'un servomoteur : `«#5 P1600 S750 <cr>»`

Cette commande permet une rotation du servomoteur connecté au canal 5, jusqu'à la position 1 600. Ce mouvement du servomoteur, à partir de sa position initiale, s'effectuera à une vitesse de 750 μ s/s jusqu'à la position de destination.

Afin de comprendre l'argument vitesse, il faut considérer que 1 000 μ s correspondent à une rotation de 90°.

Une vitesse de 100 μ s/s correspondra alors à un mouvement d'une durée de 10 s pour une rotation de 90° et une vitesse de 2 000 μ s aura pour conséquence un mouvement d'une durée de 500 ms pour une rotation de 90°.

Exemple de rotation d'un servomoteur : `«#5 P1600 T1000 <cr>»`

Cette commande permet la rotation du servomoteur attaché au canal 5, jusqu'à la position 1 600. Ce mouvement aura une durée de 1 s.

Exemple de rotation d'un groupe de servomoteurs : `«#5 P1600 #10 P750 T2500 <cr>»`

Cette commande entraîne la rotation des servomoteurs connectés aux canaux 5 et 10, respectivement aux positions 1 600 et 750. Le mouvement des deux servomoteurs s'effectuera pendant une durée de 2,5 s, même si le mouvement de l'un des servomoteurs est plus long.

Les deux servomoteurs entreront en rotation et stopperont en même temps. C'est une commande très puissante qui simplifie la mise au point des programmes gérant les robots marcheurs nécessitant des mouvements compliqués de leurs jambes et de ceux pilotant les bras robotisés.

Les commandes «vitesse» et «durée» peuvent être combinées. La vitesse de chaque servomoteur sera alors calculée de la manière suivante :

- Chacun des canaux débutera et stoppera simultanément le mouvement
- Si une vitesse est spécifiée pour un servomoteur, la rotation ne sera pas aussi rapide que la vitesse demandée. Le mouvement sera plus lent si la commande de la «durée» le nécessite
- Si une durée de déplacement est spécifiée pour le mouvement, ce dernier nécessitera au moins la durée demandée. La durée peut être plus longue si la commande de «vitesse» le requiert

Exemple de rotation d'un groupe de servomoteurs : `«#5 P1600 #17 P750 S500 #2 P2250 T2000 <cr>»`

Cette commande entraîne la rotation du servomoteur attaché au canal 5 vers la position 1 600, la rotation du servomoteur attaché au canal 17 vers la position 750 et celle du servomoteur attaché au canal 2 vers la position 2 250. Ce mouvement nécessitera au moins une durée de 2 s pour son accomplissement. Cependant, le servomoteur du canal 17 n'ayant pas une rotation supérieure à 500 μ s/s, sa position initiale entre en jeu.

En effet, si sa position initiale est 2 000, il devra alors parcourir 1 250 μ s. Puisque sa rotation est limitée à 500 μ s/s, celle-ci aura une durée minimale de 2,5 s et cette valeur sera également celle du mouvement de tous les servomoteurs.

NOTE IMPORTANTE : ne jamais indiquer une vitesse ou une durée comme première instruction.

Offset d'impulsion

Syntaxe : # <ch>PO <offset value>
... # <ch> PO <offset value> <cr>

- <ch> : numéro du canal en décimal, entre 0 et 31
- <offset value> : valeur de 100 à -100 en microsecondes (μ s)
- <cr> : caractère «retour chariot», ASCII 13. Caractère obligatoire pour valider la commande.

Cette instruction permet un réglage du positionnement initial en introduisant un offset.

Sorties numériques

Syntaxe : # <ch><lvl> ... # <ch><lvl><cr>

- <ch> : numéro du canal en décimal, entre 0 et 31
- <lvl> : niveau logique souhaité pour le canal, H pour «haut» (1) et L pour «bas» (0)
- <cr> : caractère «retour chariot», ASCII 13. Caractère obligatoire pour valider la commande.

Cette commande donne la possibilité d'utiliser les trente deux canaux comme «sorties» logiques. L'écriture nécessite un délai de 20 ms.

Exemple : «#3H #4L <cr>»

Cette commande positionne le canal 3 au niveau «haut» et le canal 4 au niveau «bas».

Sortie d'octet(s)

Syntaxe : # <bank> : <value><cr>

- <bank> : 0 → canaux 0 à 7, 1 → canaux 8 à 15, 2 → canaux 16 à 23, 3 → canaux 24 à 31
- <value> : valeur décimale à sortir sur la «bank» spécifiée, bit 0 = LSB
- <cr> : caractère «retour chariot», ASCII 13. Caractère obligatoire pour valider la commande.

Cette instruction permet d'écrire un octet sur le port choisi.

Tous les bits du port sont écrits simultanément. Cette instruction nécessite un délai de 20 ms pour son accomplissement.

Exemple : «#3:123 <cr>»

Cette commande écrit la valeur 123 dans la «bank» 3, soit la valeur binaire 01111011. La «bank» 3 étant compo-

sée des canaux 24 à 31, les bits 26 et 31 seront à 0 et les autres bits à 1.

Connaître l'état d'un mouvement

Syntaxe : Q <cr>

Cette instruction permet de connaître la progression d'un mouvement. Le caractère «.» est retourné si le mouvement est terminé ou un «+» si le mouvement est en cours. Un délai compris entre 50 μ s et 5 ms est nécessaire pour l'obtention de la réponse.

Connaître la largeur de l'impulsion de commande

Syntaxe : QP <arg><cr>

- <arg> : numéro du canal
- <cr> : caractère «retour chariot», ASCII 13. Caractère obligatoire pour valider la commande.

Cette instruction retourne un seul octet en format «binaire» qui indique la largeur de l'impulsion de commande du canal spécifié, avec une résolution de 10 μ s. Par exemple, si l'impulsion a une valeur de 1 500 μ s, l'octet retourné sera 150 (en binaire, 10010110). Un délai compris entre 50 μ s et 5 ms est nécessaire pour l'obtention de la réponse. Typiquement, la valeur est de 100 μ s. Plusieurs servomoteurs peuvent être interrogés par la même commande. La réponse prendra la forme d'un octet par servomoteur.

Lire les entrées numériques

Syntaxe : A B C D AL BL CL DL <cr>

Les instructions A, B, C et D permettent de lire la valeur présente sur les entrées comme une valeur «binaire». La réponse est le caractère ASCII «0» si le niveau logique est «bas» (0 V) et le caractère ASCII «1» si le niveau logique est «haut» (+5 V).

Les instructions AL, BL, CL et DL retournent la valeur présente sur les entrées par le caractère ASCII «0» si le niveau logique est «bas» (0 V) ou s'il est resté «bas» depuis la dernière commande xL et le caractère ASCII «1» si le niveau logique est «haut» (+5 V) et s'il n'a jamais été «bas» depuis la dernière commande xL. Un «0» est retourné si un niveau «bas» a été appliqué sur l'entrée. Une lecture de l'état des entrées provoque un reset des «latches» (verrous).

Les entrées A, B, C et D sont pourvues de résistances de rappel au (+), d'une valeur de 50 k Ω , lorsqu'elles sont utilisées comme entrées «numériques». Elles sont lues approximativement toutes les 1 ms et disposent d'une fonction d'anti-rebond durant 15 ms.

Les commandes de lecture des entrées peuvent être groupées en une seule lecture, jusqu'à huit valeurs par lecture. Une chaîne de caractères est alors retournée comprenant un caractère par entrée sans espace.

Exemple de lecture des entrées numériques : «A B C DL <cr>»

Cette commande entraîne une réponse de quatre caractères indiquant les valeurs de A, B, C et DL «latch».

Si A = 0, B = 1, C = 1 et DL = 0, la valeur retournée sera 0110.

Lire les entrées analogiques

Syntaxe : VA VB VC VD <cr>

Les instructions VA, VB, VC et VD permettent de lire la valeur appliquée sur les quatre entrées comme valeur «analogique». Le résultat est une valeur «binaire» codée sur huit bits.

Lorsque les entrées A, B, C et D sont utilisées comme «entrées analogiques», les résistances de rappel internes sont déconnectées.

Les entrées sont filtrées numériquement afin de réduire l'effet de bruit.

Ce filtrage introduit un retard de lecture de 8 ms.

Une valeur retournée de 0 indique 0 V en entrée et 255 une valeur de 4,98 V. Afin de convertir la valeur retournée en volts, il suffit de la multiplier par : (5 / 256), soit 0,0195.

A la mise sous tension de la SSC-32, les entrées A, B, C et D sont configurées en «entrées numériques» avec résistances de rappel. Lors de la première commande Vx, les entrées sont configurées en «entrées analogiques». Le résultat de cette première lecture ne retourne pas de données valides.

Exemple de lecture des «entrées analogiques» : «VA VB <cr>»

Cette commande entraînera le retour de deux octets représentant la valeur analogique des entrées A et B. Si 2 V sont appliqués sur l'entrée A et 3,5 V sur l'entrée B, les valeurs retournées seront 102 (en binaire, 1100110) et 179 (en binaire, 10110011).

Mettre à jour le «firmware»

Syntaxe : GOBOOT <cr>

Cette instruction démarre le «bootloader» permettant la mise à jour du «firmware». Pour sortir de ce «bootloader» et démarrer l'application, il suffit de mettre le module «hors» puis «sous» tension. On peut également entrer l'instruction «g0000 <cr>».

Mémoire EEPROM, écriture et lecture

Les commandes **EEW** et **EER** sont utilisées pour écrire et lire des données dans l'EEPROM présente sur la mini-platine SSC-32.

En effet, par défaut, le «firmware» de la SSC-32 possède un séquenceur permettant le pilotage aisé des robots hexapodes de la marque H2.

En utilisant une EEPROM externe et le firmware «GP Sequencer» (dernier en date : 2-07EGP_A1A.abl), le séquenceur H2 est remplacé par un séquenceur d'usage général.

L'EEPROM sert alors à stocker des séquences et les «pas» du programme. Lorsque celle-ci est utilisée, les 256 premiers octets sont réservés au «GP Sequencer», la place restante étant alors attribuée à d'autres tâches.

Syntaxe : EEW -<addr>,<byte>,<byte>,<byte>, ..., <byte><cr>

- <addr> : adresse de départ où la première donnée doit être écrite, en décimal

- <byte> : octet à écrire, en décimal

Une commande EEW permet d'écrire jusqu'à 32 octets dans l'EEPROM. Si l'on souhaite écrire plus de 32 octets, il convient alors d'utiliser plusieurs instructions EEW.

Dans ce cas, une commande prenant plusieurs millisecondes pour son exécution, il faut s'assurer que celle-ci soit terminée avant que la suivante ne soit envoyée.

On peut, pour cela, utiliser deux méthodes :

- Soit insérer un délai de 10 ms
- Soit envoyer une commande de lecture EER afin d'obtenir en réponse ce qui vient d'être écrit dans l'EEPROM. La SSC-32 n'enverra cette réponse que lorsque le cycle d'écriture sera achevé

Exemple d'écriture en EEPROM :

EEW -256, 12, 34, 56, 78, 90, 98, 76, 54<cr>

Cette commande permet d'écrire huit octets dans l'EEPROM, à partir de l'adresse 256.

Syntaxe : EER <addr> ; <nbytes>

- <addr> : adresse de départ de la première donnée à lire, en décimal

- <nBytes> : nombre d'octets à lire, en décimal

Une commande EER permet de lire jusqu'à 32 octets dans l'EEPROM.

Si l'on souhaite lire plus de 32 octets, il convient alors d'utiliser plusieurs instructions EER. La réponse obtenue en retour est une suite d'octets, en format «binaire».

Exemple de lecture en EEPROM :

EER -256;8<cr>

Réponse obtenue en retour : **12, 34, 56, 78, 90, 98, 76, 54 (en format «binaire»)**

Cette commande lit une suite de huit octets positionnés à partir de l'adresse 256.

«Memory Map» - Séquences dans l'EEPROM externe

Les séquences stockées dans l'EEPROM doivent posséder un format défini. Les 256 premiers octets (0 à 255) sont réservés à la table des pointeurs de séquences. Cette table contient les adresses de départ des séquences (entre l'adresse 256 et l'adresse 32767). Les adresses sont stockées de la manière suivante :

0:1 = pointeur de la séquence 0 (octet de poids «fort» à l'adresse 0, octet de poids «faible» à l'adresse 1)

2:3 = pointeur de la séquence 1

4:5 = pointeur de la séquence 2

6:7 = pointeur de la séquence 3

Etc., jusqu'à la séquence 127

Adresses 256 à 32767 : données des séquences

Les données formant les séquences peuvent être stockées à n'importe quel endroit de la mémoire EEPROM, mais le seul moyen d'y accéder est la méthode de la table des pointeurs de séquences.

Format d'une séquence

Chaque séquence est formée de trois sections contiguës :

- Le «header» (données de tête) formé de trois octets et comportant :

- Le numéro de séquence qui doit correspondre au numéro de la table des pointeurs

- Le nombre de servomoteurs, de 1 à 32

- Le nombre de «pas», de 1 à 255

- La liste servomoteurs/vitesse (servo/speed), composée de trois octets par servomoteur indiquant :

- Le numéro du servomoteur étant considéré comme le premier

- L'octet de poids «fort» indiquant la vitesse du premier servomoteur

- L'octet de poids «faible» la vitesse du premier servomoteur

- Le numéro du servomoteur étant considéré comme le second

- L'octet de poids «fort» indiquant la vitesse du second servomoteur

- L'octet de poids «faible» la vitesse du second servomoteur

- Etc.

- Les numéros des servomoteurs doivent être compris entre 0 et 31.

Les vitesses doivent être d'une valeur comprise entre 0 et 65 535

- La liste durée/largeur d'impulsion (time/pulse width) spécifie la position des servomoteurs (par la largeur d'impulsion) pour chaque «pas» de la séquence et la durée souhaitée pour le passage d'un «pas» à un autre. La liste alterne la largeur d'impulsion et la durée et débute et termine par une durée, comme le montre l'exemple donné ci-dessous :

Pas (N-1) -> 0 durée
Pas 0 PW, PW, ..., PW (une valeur de PW pour chaque servomoteur)
Pas 0 -> 1 durée
Pas 1 PW, PW, ..., PW
Pas 1 -> 2 durée

Pas (N-1) PW, PW, ..., PW
Pas (N-1) -> 0 durée

Plusieurs choses sont à noter au sujet de la liste durée/largeur d'impulsion :

- Le «pas (N-1) -> durée» est dupliqué en début et en fin de séquence, ce qui permet à la SSC-32 un fonctionnement inverse de cette séquence, plus aisément

- Les durées «move time» sont indiquées en millisecondes (ms) et sont

codées sur deux octets, le premier étant l'octet de poids «fort»

- Les durées d'impulsion sont en microsecondes (μs) et sont codées sur deux octets, le premier étant l'octet de poids «fort»

Voici un exemple qui rendra plus clair ce qui vient d'être dit. Nous voulons écrire une séquence numéro 5 commençant à l'adresse 500 et dont les pointeurs sont placés à l'adresse 10. Voici ce qu'il convient d'effectuer :

Lorsque le nombre 500 est partagé en 2 octets, l'octet de poids «fort» est 1 et l'octet de poids «faible» est 244, de manière à ce que $500 = 1 \times 256 + 244$. Donc, les pointeurs de séquences de la table seront :

10 = 1

11 = 244

La commande d'écriture des pointeurs de séquences est :

EEW -10, 1, 244

Le «header» est composé de 3 octets qui indiquent le numéro de la séquence (5), le nombre de servomoteurs (2) et le nombre de «pas» (3). Il commence en EEPROM à l'adresse 500 :

500 = 5

501 = 2

502 = 3

La commande EEW d'écriture du «header» est :

EEW -500, 5, 2, 3

La liste «servo/speed» comprend 3 octets par servomoteur (1 octet \rightarrow n° du servomoteur et 2 octets la vitesse maximale). Dans cet exemple, la vitesse maximale sera de 65 535 ($255 \times 256 + 255$). La liste débute immédiatement après le «header», à l'adresse 503 :

503 = 9

504 = 255

505 = 255

506 = 10

507 = 255

508 = 255

La commande EEW est la suivante :

EEW -503, 9, 255, 255, 10, 255, 255

Les largeurs d'impulsions «pulse widths» sont, dans cet exemple, de : $1\ 000\ \mu\text{s} = 3 \times 256 + 232$, $1\ 500\ \mu\text{s} = 5 \times 256 + 220$ et $2\ 000\ \mu\text{s} = 7 \times 256 + 208$.

Les durées des mouvements «move times» sont, dans cet exemple, de : $600\ \text{ms} = 2 \times 256 + 88$, $1\ 200\ \text{ms} = 4 \times 256 + 176$ et $2\ 400\ \text{ms} = 9 \times 256 + 96$. La liste «time/pulse» débute immédiatement après la liste «servo/speed», à l'adresse 509 :

509 = 9 (Pas 2 \rightarrow Pas 0, time = 2 400 ms)

510 = 96

511 = 5 (Pas 0, servo 9 = 1 500 μs)

512 = 220

513 = 5 (Pas 0, servo 10 = 1 500 μs)

514 = 220

515 = 2 (Pas 0 \rightarrow Pas 1, time = 600 ms)

516 = 88

517 = 3 (Pas 1, servo 9 = 1 000 μs)

518 = 232

519 = 5 (Pas, servo 10 = 1 500 μs)

520 = 220

521 = 4 (Pas 1 \rightarrow Pas 2, time = 120 ms)

522 = 176

523 = 3 (Pas 2, servo 9 = 1 000 μs)

524 = 232

525 = 7 (Pas 2, servo 10 = 2 000 μs)

526 = 208

527 = 9 (Pas 2 \rightarrow Pas 0, time = 2 400 ms)

528 = 96

La commande EEW est alors la suivante :

EEW -509, 9,96,5,220,5,220,2,88,3,232,5,220,4,176,3,232,7,208,9,96

Le schéma théorique

Il est représenté en figure 5.

L'alimentation nécessite trois régulateurs de tensions :

- le LM338, capable de débiter un courant de 4 A, est réservé à l'alimentation des servomoteurs. La diode 1N4007 le protège contre les tensions de décharge des condensateurs chimiques à la mise hors tension. La résistance ajustable R3 permet le réglage de sa tension de sortie à 6 V
- le LM7806 génère la tension nécessaire au fonctionnement de la mini-platine SSC-32
- le LM7805 fournit les 5 V qui alimentent le Cubloc CB220 et l'afficheur LCD

La tension primaire peut être comprise entre 9 Vcc et 12 Vcc.

Un petit ventilateur permet le refroidissement du régulateur de tension LM338.

Le microcontrôleur Cubloc CB220 est chargé de la gestion de l'afficheur LCD au moyen de son bus I²C, de la gestion du clavier à seize touches permettant d'entrer les données et de la communication «série» avec la SSC-32.

Dix touches du clavier sont réservées aux chiffres (0 à 9), deux touches pour la validation et l'annulation des données/entrées et quatre touches pour les choix.

Nous en avons utilisé deux pour le petit programme que nous donnons en exemple.

Quatre leds visualisent la prise en compte des touches enfoncées.

L'écran LCD affiche les données entrées et la commande en cours d'exécution.

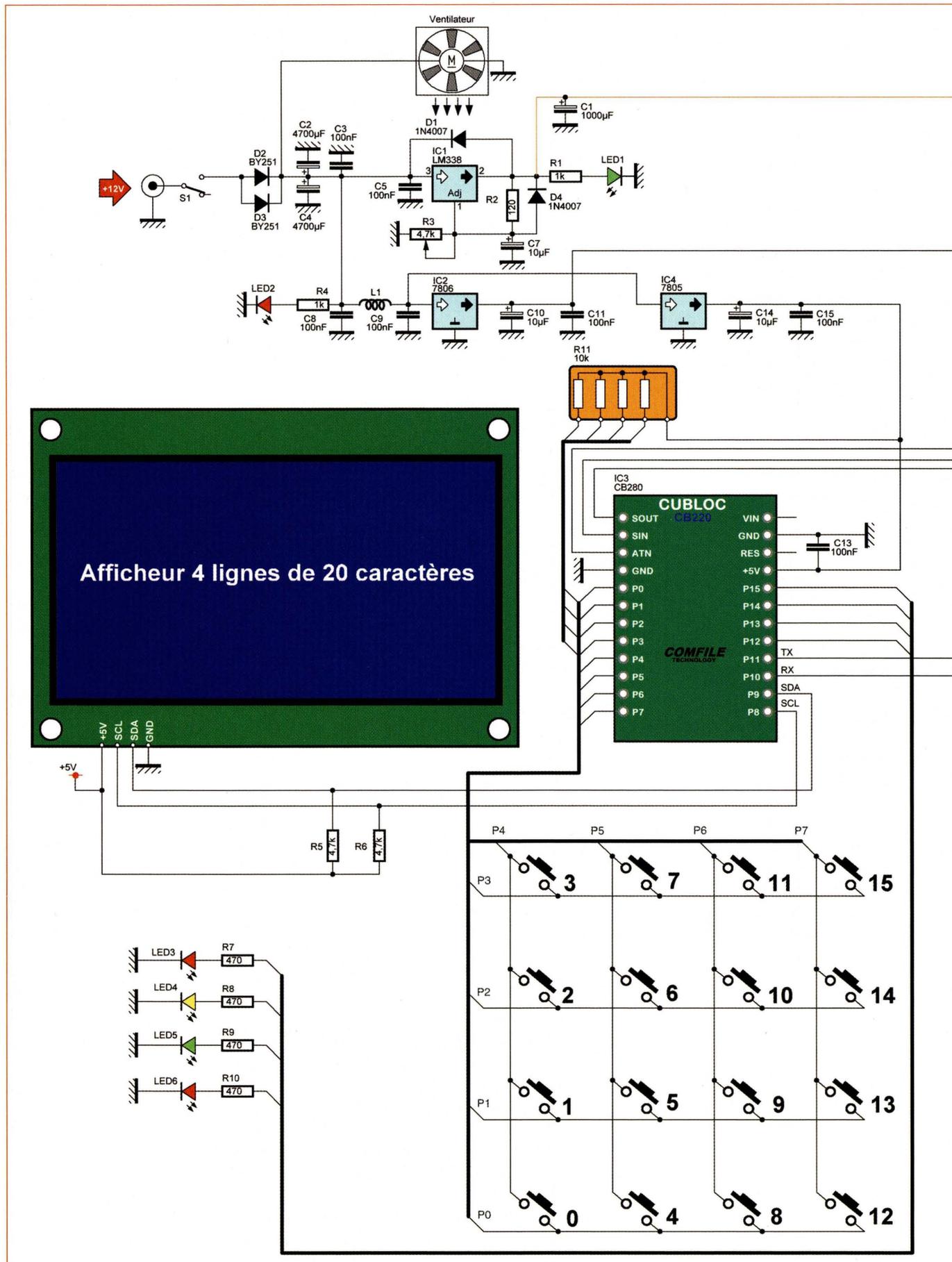
La réalisation

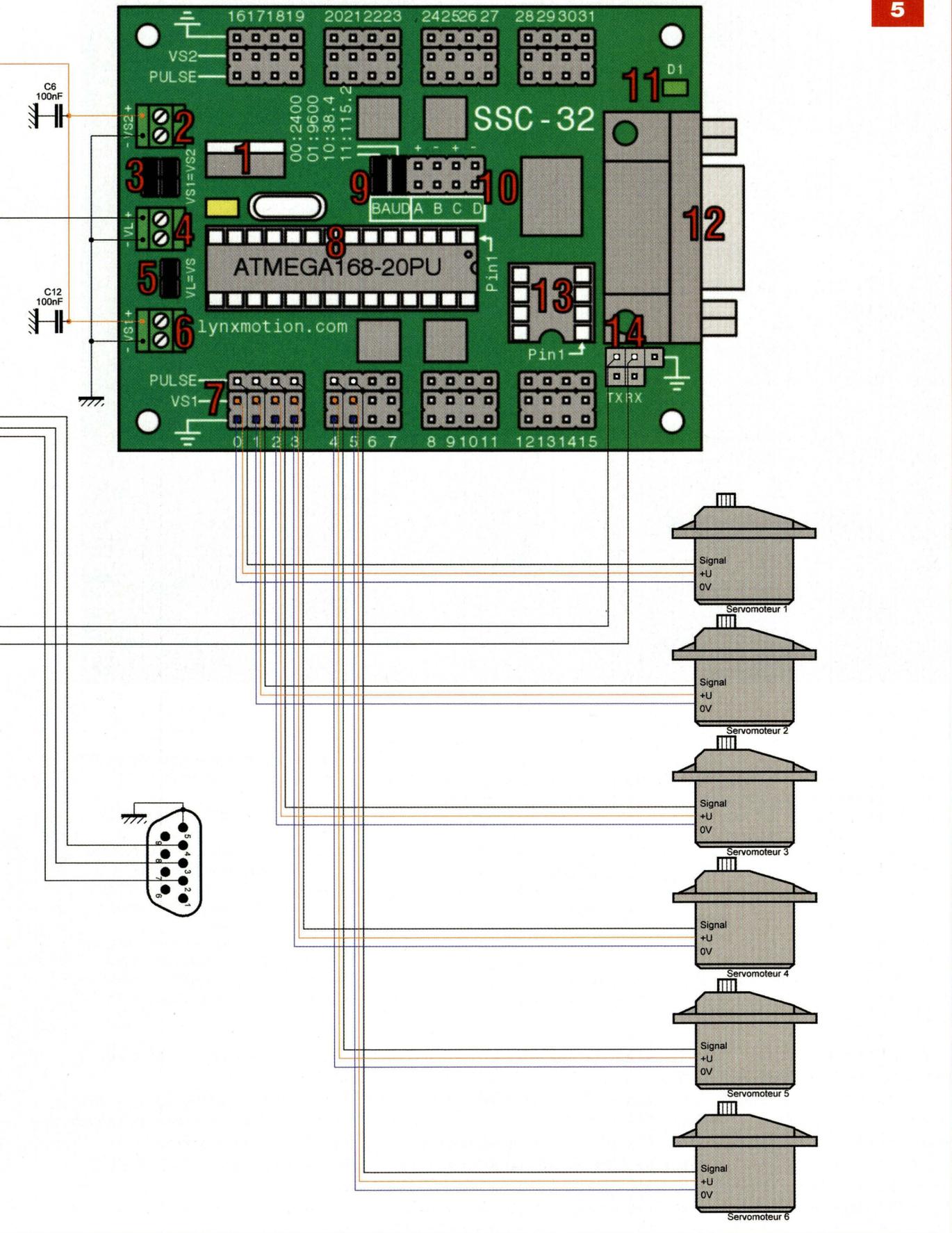
Le dessin du circuit imprimé de la platine est représenté en figure 6, tandis que la figure 7 précise l'implantation des composants.

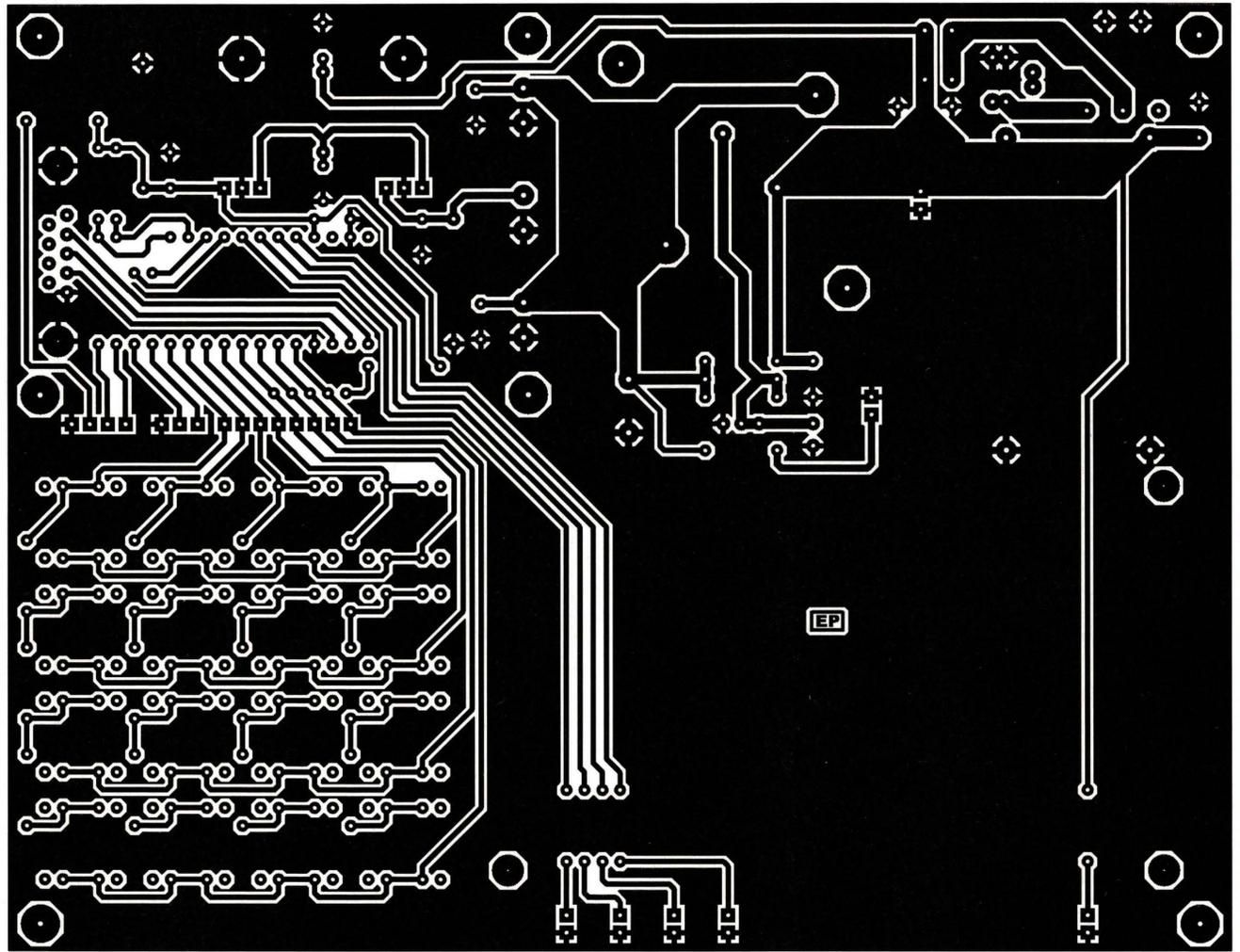
Le câblage de la platine s'effectuera de la manière habituelle, à savoir :

- Placer d'abord les straps et les résistances, les straps étant de préférence des résistances de 0 Ω , bien plus faciles à implanter que des straps en fil de cuivre
- Implanter les petits condensateurs, les diodes et les leds
- Souder les transistors
- Souder le support du Cubloc CB220
- Implanter les différents connecteurs et le commutateur d'alimentation
- Souder les régulateurs fixés contre leur refroidisseur
- Souder les capacités de fortes valeurs et le connecteur SUBD 9
- Souder les seize touches
- Mettre en place l'afficheur LCD au moyen de trois entretoises
- Fixer les quatre entretoises devant recevoir le module SSC-32

Le ventilateur est fixé au-dessus du dissipateur du LM338, au moyen de deux tiges filetées de 3 mm de diamètre, d'écrous et de rondelles.







6

Nomenclature

• Résistances

R1, R4 : 1 k Ω (marron, noir rouge)
 R2 : 120 Ω (marron, rouge, marron)
 R3, R5, R6 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R7, R8, R9, R10 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R11 : réseau de 4 x 10 k Ω

• Condensateurs

C1 : 1 000 μ F / 25 V
 C2, C4 : 4 700 μ F / 25 V
 C3, C5, C6, C8, C9, C11, C12, C13, C15 : 100 nF
 C7, C10, C14 : 10 μ F / 25 V

• Semi-conducteurs

LED1 à LED6 : diode électroluminescente \varnothing 5 mm, couleurs au choix
 D1, D4 : 1N4007
 D2, D3 : BY251
 IC1 : LM338 en boîtier TO3
 IC2 : LM7806
 IC3 : Cubloc CB220
 IC4 : LM7805

• Divers

L1 : self de choc VK200
 1 ventilateur 12 V de 40 mm
 2 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220

1 dissipateur thermique pour boîtier TO3
 1 support pour circuit intégré à 24 broches
 1 interrupteur inverseur pour circuit imprimé
 1 connecteur SUBD 9 femelle, broches coudées, pour circuit imprimé
 Barrette sécable de broches carrées
 Barrette sécable de supports femelles pour broche carrées
 1 afficheur 4 lignes de 20 caractères pour Cubloc CB220 (communication I²C)
 16 boutons-poussoirs MEC, ou référence COMDP (Elecdiv) ou clavier de 16 touches

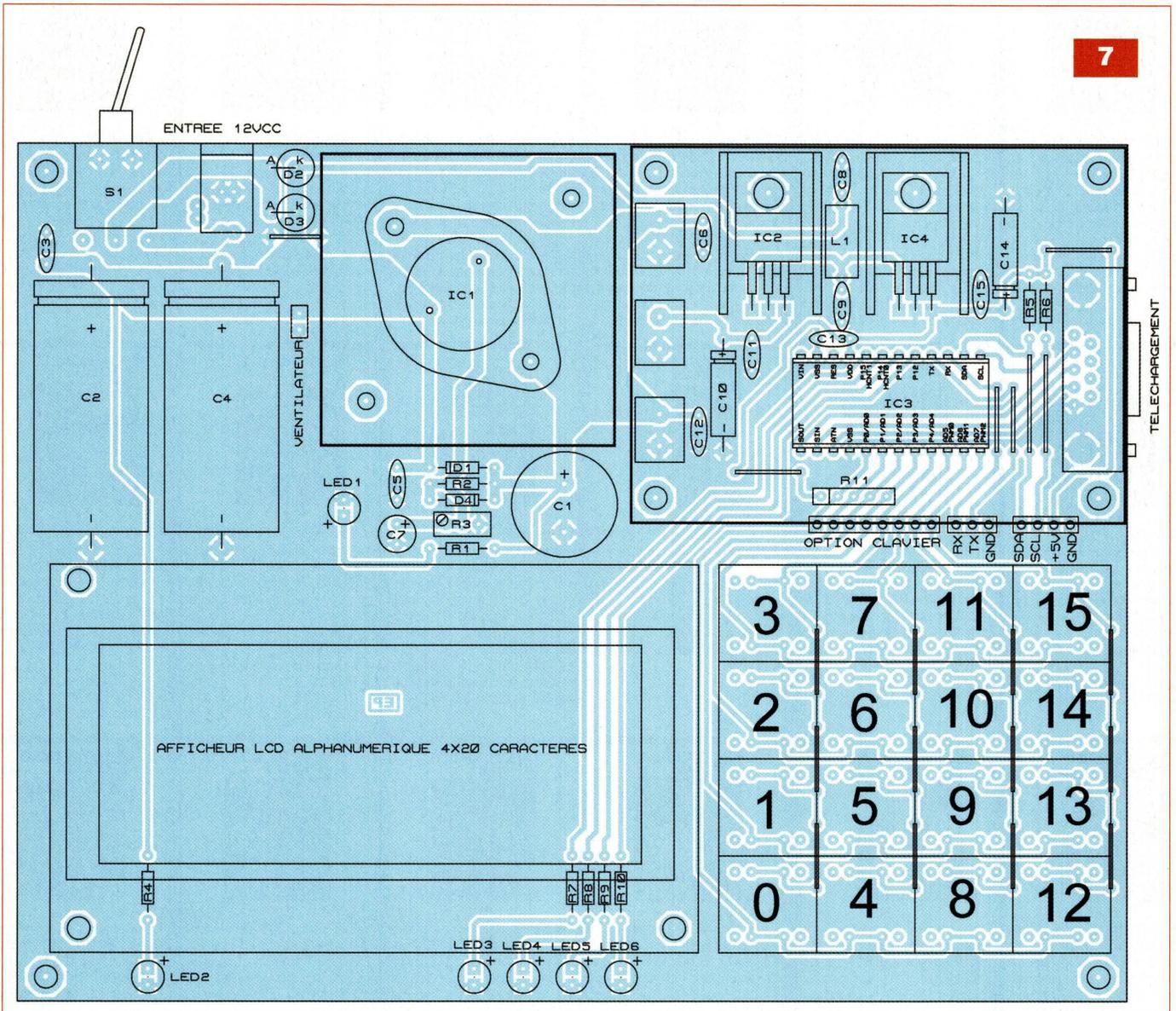
Le câblage terminé, la face cuivrée sera débarrassée de l'excédent de la résine de la soudure au moyen d'un chiffon imbibé d'acétone. Vérifier ensuite qu'aucun court-circuit n'existe entre pistes voisines. Passer à la phase des essais, le Cubloc CB220 n'étant pas inséré dans son support et le module SSC-32 n'étant pas connecté.

Les essais

La platine est raccordée à une alimentation de 12 Vcc. Une alimentation à découpage pouvant débiter 5 A convient fort bien. Mesurer les tensions en sortie des régulateurs LM7806 et LM7805 et régler la résistance ajustable R3 de

manière à obtenir 6 V en sortie du LM338.

Si tout est satisfaisant, placer la platine hors tension et insérer le Cubloc CB220 dans son support. Raccorder ensuite la SSC-32 à la platine (fils des tensions VL et VS et connexions «série»), puis la fixer sur ses quatre entretoises.



Lancer le logiciel «CUBLOC Studio» sur le PC et charger le programme «exemple» disponible sur notre site. Il suffit ensuite de raccorder la platine au PC par l'intermédiaire d'un câble «série», afin de télécharger le programme dans le Cubloc CB220. La première partie du programme permet «d'initialiser» le bras robotisé. Les premiers ordres de positionnement doivent correspondre approximativement avec la position de repos du robot. En effet, on ne peut régler la vitesse de déplacement des servomoteurs avant qu'ils n'aient reçu un premier ordre et la SSC-32 les déplace alors à la vitesse maximale. Dans notre cas, l'initialisation requiert les ordres suivants :

.....
Putstr 1, «#16 P1200», Cr
Pause 1000
Putstr 1, «#17 P900», Cr
Pause 1000
Putstr 1, «#18 P1000», Cr
Pause 1000
Putstr 1, «#19 P1300», Cr
Pause 1000
Putstr 1, «#20 P1500», Cr
Pause 1000
Putstr 1, «#21 P1000», Cr
Pause 2000

 Ensuite, la vitesse de déplacement peut être réglée. Pour cela, nous n'avons utilisé que la fonction «time» (durée). Dans la partie du programme suivant, on peut voir que les données peuvent être écrites, avec ou sans

espaces, la SSC-32 n'en tenant pas compte. Il faut également veiller à ce que la ligne de «commande» soit terminée par le «Cr» qui permet la prise en compte des ordres.

Putstr 1, «#16P1500#17P800T4000», Cr
Pause 1000
Putstr 1, «#18 P500 T4000», Cr
Pause 1000
Putstr 1, «#19 P1900 T3000», Cr
Pause 1000
Putstr 1, «#20 P1600», Cr
Pause 1000
Putstr 1, «#21 P2000 T4000», Cr
Pause 2000

G. LEHUEDE
 glehuede@sfr.fr

Complétez votre collection de **ELECTRONIQUE PRATIQUE**



N°339

- Emetteur numérique pour guitare
- Chiffrement téléphonique par la DTMF
- Surveillance par GPS
- Ensemble caméra CCD & Ecran TFT couleur
- Journal lumineux... très lumineux
- Redonner vie au téléphone à cadran
- Transmetteur audio/vidéo en 5,8 GHz
- Contrôles d'accès originaux
- Centrale de protection pour amplificateur en enceintes



N°340

- Emetteur numérique pour guitare
- Le simulateur électronique LTspice
- Convertisseur 5 V USB pour auto (6 ou 12 V)
- Animation lumineuse commandée par le port USB
- Boîte aux lettres « active »
- Le Mélomane ampli hi-fi 2 x 130 W/4 Ω avec pré-ampli et correcteur
- Convertisseur numérique-analog, pour interface USB
- Microcontrôleurs PICAXE
- Analyse des montages éprouvés : la série Luxman 3045/3500 & MQ360



N°341

- Emetteur numérique pour guitare
- La technologie du CMS
- Valeurs remarquables des signaux périodiques
- Disjoncteur à réarmement automatique
- Orgue de barbarie à bande programme 5 pistes
- Module de mesure de l'ensoleillement
- Contrôleur PWM pour éclairage à diodes leds
- Analyse des montages éprouvés : l'ampli intégré Telewatt VS-71 de Klein + Hummel
- Télécommande par bluetooth
- Préampli linéaire pour audophile adapté au Mélomane 300
- Potentiomètre numérique



N°342

- Emetteur numérique pour guitare
- Le UM3750, un codeur/décodeur bien pratique
- Transmetteur audi numérique 2,4 GHz
- Picaxe : télécommandes infrarouges
- Sonnette d'entrée codée
- Ensemble diapason-métronome
- Répétiteur vocal du chiffrement téléphonique
- Barrière infrarouge pour portail automatique
- Limiteur écologique pour jeux vidéo
- Vumètre stéréo universel à 60 leds adapté au Mélomane 300
- Sonomètre économique



N°344

- Emetteur numérique pour guitare
- Dé à annonce vocale
- Les mémoires vocales ISD de la série 2500
- Simulateur d'aube
- Mesures de tensions et tracés de courbes par PC
- Cyber-Troll. Robot marcheur expérimental
- Manomètre numérique
- Avertisseur de pollution
- Le C8 Mc Intosh
- Enceinte expérimentale en polystyrène



N°360

- Alimentation contrôlée du poste de travail
- Pour musiciens et mélomanes, boîte stéréo multi-effets numériques
- Modélisme ferroviaire. Indicateur permanent et rigoureux de la vitesse d'un train
- Egaliseur stéréophonique à dix bandes de fréquences
- Radar de recul
- Amplificateur Hi-Fi 2 x 70 Weff / 8 Ω
- Crossover actif pseudo-numérique deux voies



N°365

- La DTMF « Dual Tone Multi Frequency » TCM5089 et MT8870
- Chargeur pour accumulateurs au lithium-polymère
- Stroboscope de mesure
- Photographier des gouttes d'eau... et autres objets
- Mini laboratoire « tout en un »
- Amplificateur à saturation douce. Le classe AB
- Un standard téléphonique
- Comptabilisateur d'ensoleillement. Mensuel et annuel



N°366

- Animation lumineuse en 3D
- Indicateur de consommation d'énergie de chauffage
- Pulsomètre numérique
- Convertisseurs COCC de puissance
- HARMONIC 2 100. Amplificateur pour audiophiles 2 x 100 Weff avec télécommande IR
- Contrôle d'accès horodaté à badge RFID



N°367

- Le module chipKIT Max32
- Minuteur retardateur sur PC
- Signalisation complémentaire pour véhicule en panne
- Récepteur FM-VHF-UHF 48 MHz à 863 MHz
- Détecteur de monoxyde de carbone
- Alarme à détection de mouvements
- Testeur de tubes lampemètre moderne



N°369

- Laboratoire d'expérimentations pour Arduino Uno
- Toise ultrasonique
- Convertisseur 6 V / 12 V
- Acquisition de quatre voies analogiques via une liaison Bluetooth
- Un robot aspirateur (2^{ème} partie)
- Le NébuloPhone. Synthétiseur audio Arduino de « Bleep Labs »
- Indicateur de niveau de lave-glace
- Préampli stéréophonique en AOP
- 4 entrées : 2 LIN - USB - S/P DIF



N°370

- Robot radioguidé
- Robot guidé par radar
- Alimentations à régulateurs intégrés, 2 x 38 V - 0 à 5 A et 2 x 80 V - 1 A
- Télécommande infrarouge pour tout amplificateur audio
- Générateur BF à base de TL081, 0 à 28 kHz : sinus/carré/triangle
- Amplificateur 2 x 32 Weff. Push-pull de tétrodes KT66



N°371

- Moulin solaire
- Composants pour la robotique
- Globe d'ambiance à leds avec variateur et télécommande IR
- Fréquencecètre logarithmique
- Comptabilisateur des journées de pluie
- Téléalarme pour résidence secondaire
- Amplificateur monotube, la KT66 en Single End



N°373

- Applaudimètre à affichage géant
- Télécommande 3 canaux par les fils du secteur
- Mini-table croisée à 3 axes
- Centrale de mesures pour thermocouples
- Sirènes prioritaires pour modélisme
- Alimentation pour PICAXE à partir du port USB
- Lecteur/programmeur de mémoire PC



N°374

- Hygromètre - Hygrostat avec capteur HIH 4030/31
- Commande par détection de courant
- Barrière ultrasonique
- Télésures avec modules HM-TRP
- Applications de l'effet Hall
- Amplificateur et Préamplificateur Hi-Fi à tubes ECC81/EL95
- Amplificateur - Préamplificateur - Correcteur pour utilisation nomade



N°375

- Les DuinoMite. De véritables petits ordinateurs
- Un éclairage redondant
- Centrale solaire secours par le secteur
- Un stroboscope
- Télécommande originale d'une porte de garage
- Analyseur de trafic USB
- La compression dynamique en audio



N°376

- Indicateur expérimental de fuites micro-ondes
- Un VENTURI expérimental
- Contrôle téléphonique du niveau d'une citerne
- APAXE 402. Automate Programmable PICAXE
- Platine multifonctions à microcontrôleur CB280CS
- Amplificateur monotube. La triode 6EM7 en Single End



N°377

- Platine BasicATOM Pro 64
- Suivi des consommations d'énergie de chauffage
- Goniomètre à rayon laser
- Animation lumineuse pour Noël
- APAXE 402. Automate Programmable PICAXE. La programmation par diagrammes (2^{ème} partie)
- Clavier de commande pour télécommande Bluetooth sécurisée
- Préamplificateur stéréophonique Entrées USB - S/P DIF - linéaires et sortie casque



N°378

- Bras robotisé à six axes
- Scanner Wifi
- APAXE 402. Automate Programmable PICAXE. La programmation Basic (3^{ème} partie)
- Étude d'une alimentation haute tension
- AUDIOMEDIA 200. Amplificateur de 2 x 100 Weff / 8 Ω
- Girouette statique

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

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

TARIFS PAR NUMÉRO - Frais de port compris • France Métropolitaine : 6,00 € - DOM par avion : 8,00 €

U.E. + Suisse : 8,00 € - TOM, Europe (hors U.E.), USA, Canada : 9,00 € - Autres pays : 10,00 €

FORFAIT 5 NUMÉROS - Frais de port compris • France Métropolitaine : 24,00 € - DOM par avion : 32,00 €

U.E. + Suisse : 32,00 € - TOM, Europe (hors U.E.), USA, Canada : 36,00 € - Autres pays : 40,00 €

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

par chèque joint à l'ordre de *Électronique Pratique* - *Le paiement par chèque est réservé à la France et aux DOM-TOM*

par virement bancaire (IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 - BIC : CCFRFRPP)

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

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

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

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

321	322	325	327
328	330	332	333
335	336	337	338
339	340	341	342
344	360	365	366
367	369	370	371
373	374	375	376
377	378		

Toute l'année 2010 en un seul CD

N°345 de Janvier

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

N°346 de Février

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

N°347 de Mars

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

N°348 d'Avril

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

N°349 de Mai

- Moins, masse, neutre, terre...
- S'initier à l'USB (partie 4 : Les transferts)

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

N°350 de Juin

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

N°351 de Juillet-Août

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

N°352 de Septembre

- S'initier à l'USB (partie 7 : l'énumération)
- Éclairage de secours
- Minuterie vocale
- Compte-tours à fibre optique
- Télémètre numérique

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

N°353 de Octobre

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

N°354 de Novembre

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

N°355 de Décembre

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

Toute l'année 2010 en un seul CD

ELECTRONIQUE PRATIQUE

30 €



Electronique Pratique est disponible en kiosque et sur abonnement

Editions Transocéanic

3 boulevard Ney 75018 Paris - France - Tél. : 33 (0)1 44 65 80 80
www.electroniquepratique.com

Fichiers PDF + circuits imprimés + programmes

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Toute l'année 2010 en un seul CD »

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

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

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

BOT120

Le robot PICAXE-20X2 en kit

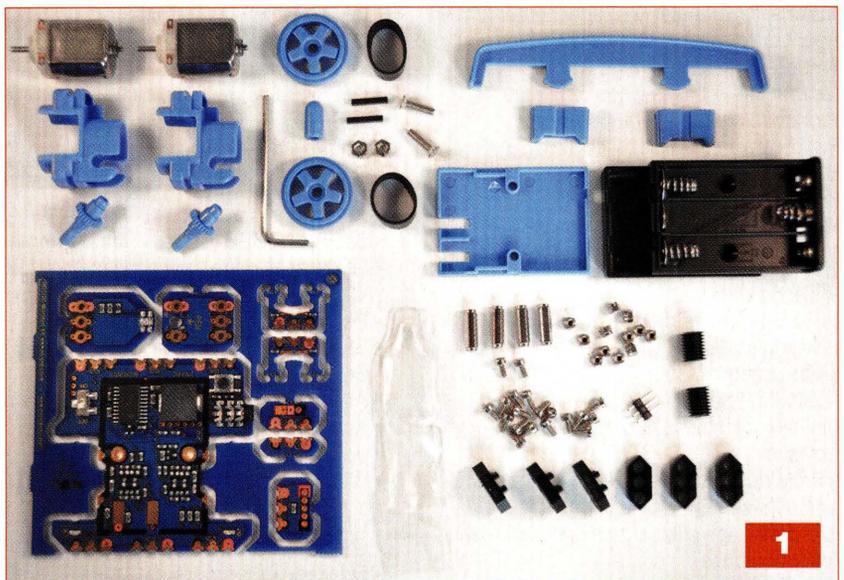
Nous vous présentons un robot de petite taille, presque un bijou, aux innombrables possibilités, construit autour du microcontrôleur PICAXE-20X2, désormais bien connu de nos lecteurs. Une fois n'est pas coutume, vous n'aurez pratiquement pas besoin de votre fer, seulement quelques composants à souder pour les périphériques.



Il s'agit d'un kit conçu par la société australienne Microbric et distribué en France par Gotronic, notre revendeur spécialisé en matière de PICAXE. La **figure 1** montre le contenu du kit très complet, bien pensé, mais comportant une notice en anglais. Le présent article tient lieu de notice française et bien plus encore, car nous étudierons le montage, la programmation en Basic et les particularités permettant de tirer le maximum de ce superbe robot, avec douze programmes développés par nos soins. Nous détaillerons également la manière de créer un circuit, sans limites et restructurable à loisir, où le faire évoluer en suivant une ligne noire. Même, si nous n'étudions pas cette possibilité, sachez qu'il peut également se programmer en mode diagrammes (Flowchart).

Présentation

La platine électronique «double face», recto/verso, équipée de composants de surface (CMS) est présentée en **figure 2**. Notez que les différents

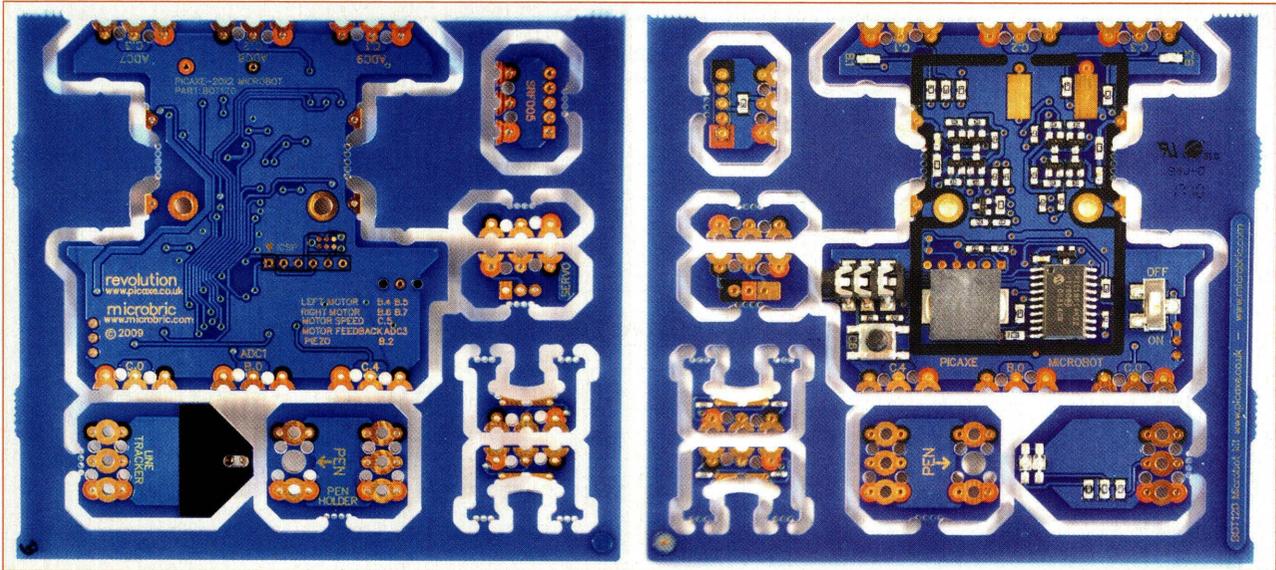


modules sont déjà prédécoupés. Il suffit de les séparer, comme cela se pratique sur n'importe quelle maquette de modèle réduit. Aucun soudage à prévoir ! Du côté mécanique, tout est fourni, même la clé BTR miniature et le lubrifiant pour les pignons.

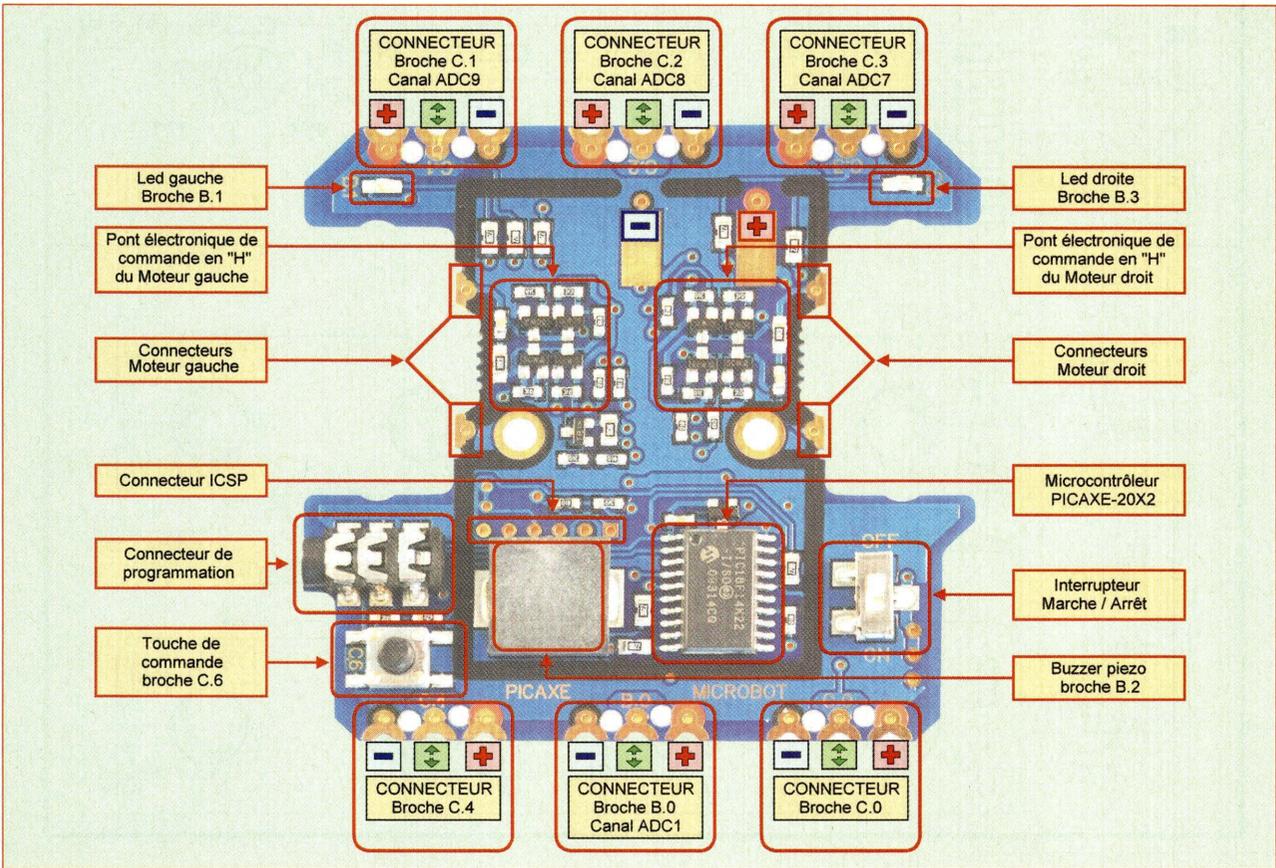
Les accessoires (périphériques) prennent place autour de la carte mère, selon un astucieux principe mis au point par la société Microbric. Comme

le montre la **figure 3**, une petite brique en plastique, munie de détrompeurs, assure la liaison mécanique. Trois vis fixent le tout et servent de raccords électriques (+4,5 V, signal et masse). De cette manière, il est possible de modifier à votre guise l'aspect et les capacités de votre robot. En version de base, le robot BOT120 permet déjà de bien s'initier à la programmation et à la robotique.

2



4

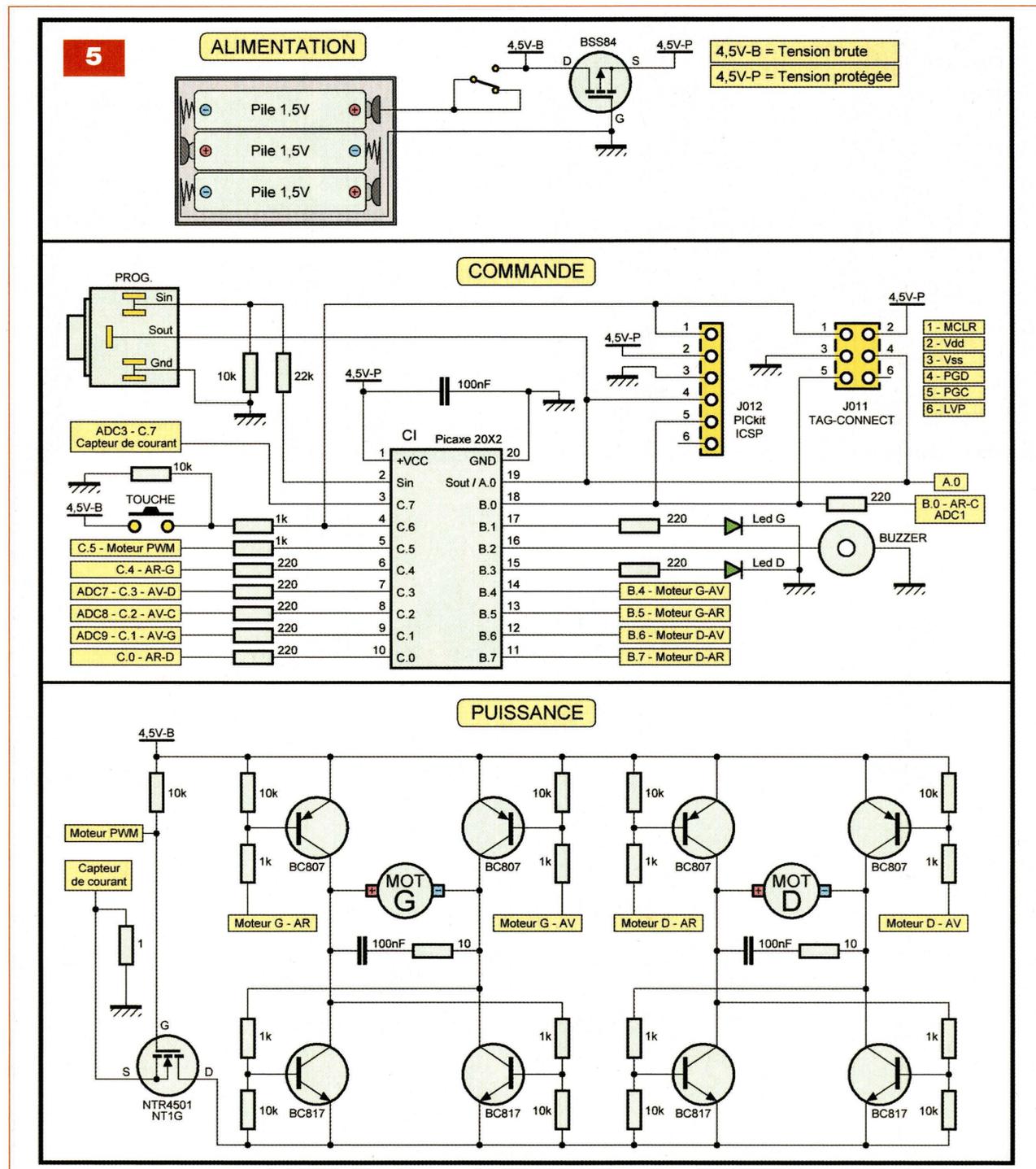


3



Le robot est livré avec deux motoréducteurs pour les déplacements, le boîtier de piles, un buzzer piézo pour générer les sons, deux leds pour les «yeux», un module optique suiveur de ligne, un pare-chocs à deux contacts (droit et gauche), une touche (bouton-poussoir) à usage libre, un support de stylo, un connecteur pour servomoteur et l'embase de programmation pour le câble USB dédié (AXE027).

La photo commentée de la **figure 4** donne le repérage des différents éléments constitutifs de la carte mère. Nous lui avons adjoint le kit BOT121 donnant accès à l'infrarouge et à la détection de la lumière. A cela, il convient de se procurer la télécommande IR / TVR010, un module ultrasonique SRF005 et un servomoteur pour exploiter la majeure partie des possibilités de BOT120.



Caractéristiques

- Alimentation par trois piles LR03 «AAA» de 1,5 V.
- Protection par MOS-FET (inversion).
- Aucun soudage, ni réglage : platines déjà câblées en composants CMS.
- 2 roues à bandage en caoutchouc de diamètre 27 mm.
- 2 motoréducteurs compacts s'intégrant sur la platine principale.

- 2 leds de signalisation, 1 touche et 1 buzzer piézo intégrés.
- Interrupteur M/A et embase de programmation sur la plaque principale.
- Module optique suiveur d'une ligne noire.
- Détection d'obstacles par contacts droit et gauche.
- Évolution dans tous les sens, grâce aux moteurs commandés par des ponts en H.

- Possibilité de commander un servomoteur (non fourni).
- Possibilité de monter un module ultrasonique SRF005 (non fourni).
- Possibilité d'agir avec une télécommande IR (kit BOT121 et télécommande TVR010).
- Possibilité d'émissions IR à droite et à gauche (kit BOT121).
- Possibilité de détections de la lumière à droite et à gauche (kit BOT121).

Schéma de principe

Les schémas inclus dans la notice du constructeur ne permettent pas de s'y retrouver aisément, aussi, les avons nous redessinés en respectant la charte de notre magazine.

La **figure 5** décrit les circuits supportés par la carte mère. Nous voyons la section «alimentation».

Après l'interrupteur «Marche / Arrêt», nous obtenons une tension brute de 4,5 V. Le transistor MOS-FET assure une astucieuse protection anti-inversions, afin de fournir une tension protégée de 4,5 V.

Le cœur de notre robot est confié au microcontrôleur PICAXE-20X2.

Le circuit de programmation est réduit à sa plus simple expression : une embase jack 3,5 et deux résistances. A droite, deux connecteurs (un seul sur la platine) proposent tous les signaux pour une programmation «ICSP» du PICAXE. Les lecteurs non-initiés ne doivent pas considérer ce connecteur destiné à programmer le microcontrôleur PIC 18F14K22 en profondeur et risquer ainsi de perdre le «firmware» interne du PICAXE !

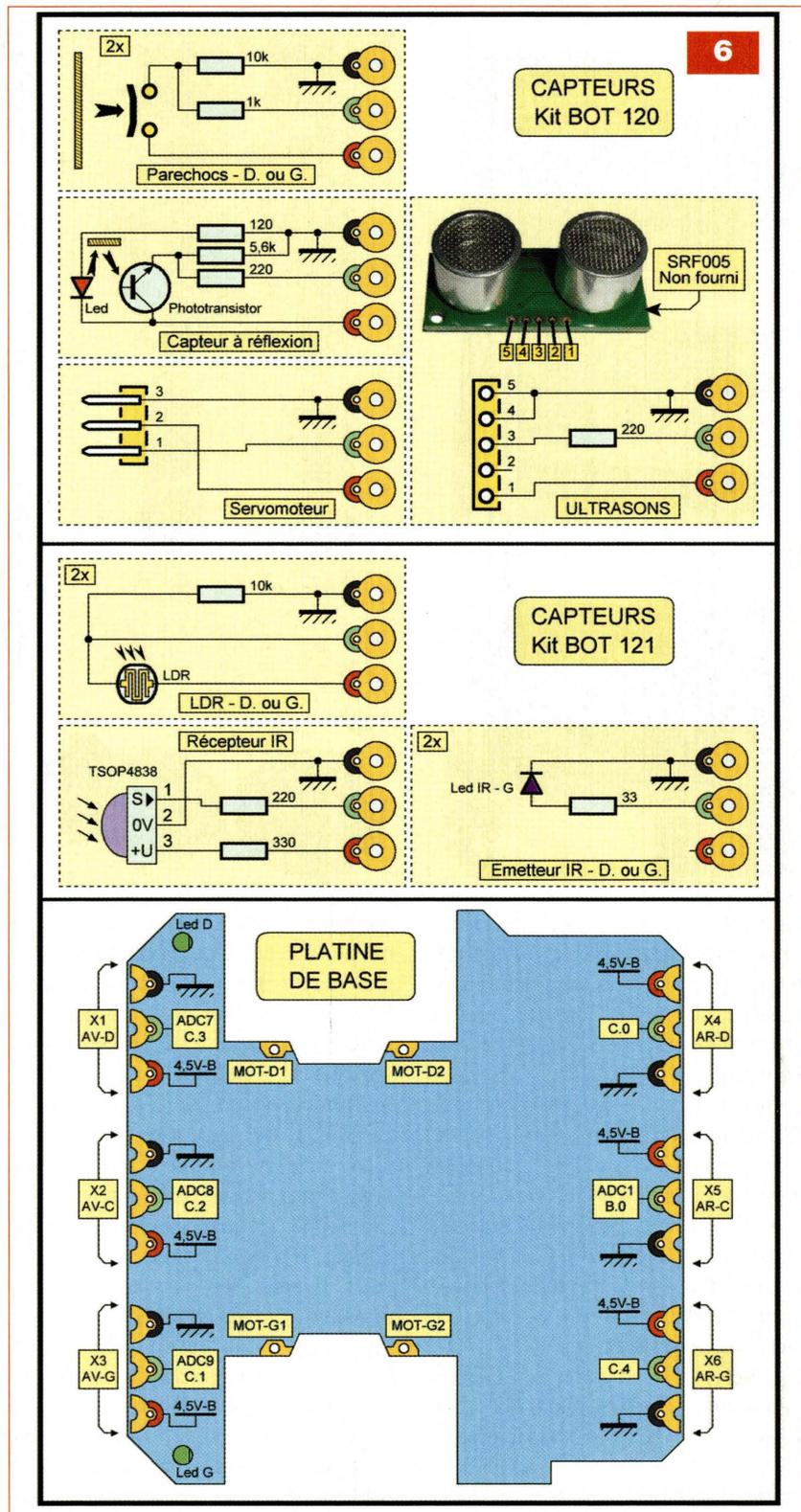
Certaines lignes d'E/S ont des tâches bien définies pour notre robot. La lecture de l'état de la touche est confiée à C.6, avec un niveau logique «bas» (0) au repos et «haut» (1) en action.

Les deux leds, gauche et droite, sont commandées par les sorties B.1 et B.3 via des résistances de limitations.

La sortie B.2 se charge de générer les sons, directement sur le buzzer piézo.

Les lignes C.0 à C.4 et B.0 arrivent sur les connecteurs d'extensions à trois vis de la carte mère. Des résistances de 220 Ω assurent une protection de surcharge de ces lignes. Elles peuvent s'utiliser en «entrées» ou en «sorties». De plus, il est possible de lire des signaux analogiques sur C.1, C.2, C.3 et B.0 ou de commander un servomoteur via B.0.

Les lignes B.4 à B.7 ont pour tâche de gérer les déplacements des deux moteurs dans les deux sens de rotation. La vitesse des moteurs s'obtient en positionnant C.5 en «entrée» (grande vitesse), ou en «sortie» (vitesse lente). Les programmeurs initiés pourront mesurer la puissance consommée



par les moteurs via l'entrée analogique C.7. Nous n'utiliserons pas cette fonction dans cet article, déjà assez conséquent.

La partie «puissance» comporte deux circuits en H, un pour chaque moteur, ainsi qu'un transistor MOS-FET com-

mun aux deux ponts pour la commande de la vitesse et la mesure du courant via une résistance de 1 Ω.

Notez le principe astucieux retenu afin d'inverser la polarité du signal pour chaque demi pont. Le signal de base des transistors NPN est prélevé

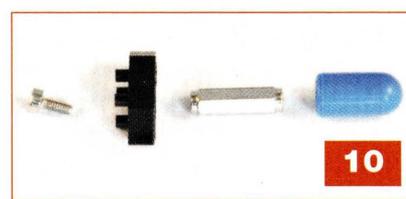
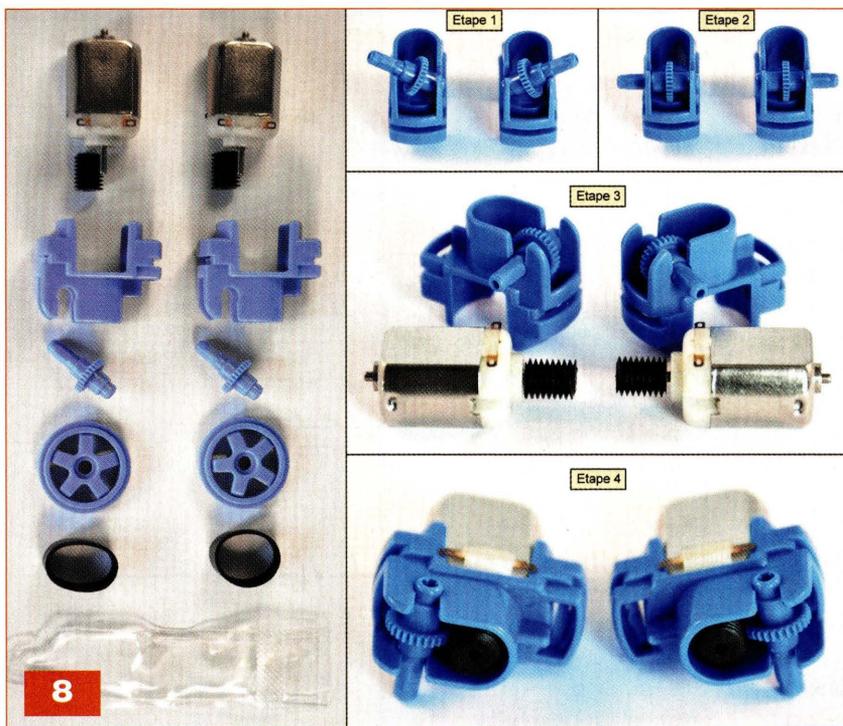


à la sortie (collecteur) de chaque transistor PNP. Nous verrons ultérieurement le protocole de commande des moteurs. Les résistances de $10\ \Omega$ et les condensateurs de $100\ \text{nF}$ servent d'antiparasites.

La **figure 6** montre les différents capteurs et l'aspect physique de la carte mère. Tous les capteurs et périphériques se raccordent à la carte mère selon le principe mécanique et électrique de «Microbric» décrit ci-dessus. Le robot comporte trois connecteurs d'extensions de ce type à l'avant et trois à l'arrière.

En haut, nous voyons les circuits fournis avec le kit de base BOT120. Nous avons deux circuits identiques pour les pare-chocs : un simple contact souple force le signal au niveau logique 1 en cas de heurt.

Le capteur à réflexion est composé d'une led rouge alimentée en permanence et d'un phototransistor chargé de renvoyer une grandeur variable en fonction de l'éclairement reçu. La valeur est lue par le canal analogique ADC8 présent sur C.2 à l'avant et au



centre du robot. Le connecteur destiné au servomoteur peut également s'employer pour y raccorder le capteur ou actionneur de votre conception. Le connecteur du capteur ultrasonique ne comporte qu'une simple résistance de protection. Le module SRF005 n'est pas fourni avec le kit, vous devrez l'acquérir séparément chez Gotronic, par exemple.

Attention au sens lors de son insertion sur le connecteur, en cas d'erreur vous inversez les polarités de l'alimentation (voyez le schéma) !

Au centre, nous voyons les circuits fournis avec le kit additionnel BOT121. Les cellules LDR, gauche et droite, sont prévues pour remplacer les contacts des pare-chocs, à l'avant.

Nous nous servons des canaux analogiques ADC7 (C.3) et ADC9 (C.1) pour lire le niveau d'éclairement de chaque côté. Le récepteur infrarouge TSOP4838 s'utilise soit avec la télécommande habituelle des PICAXE (TVR010), soit en combinaison avec les émetteurs IR du kit. Ces derniers s'utilisent avec l'instruction basic char-

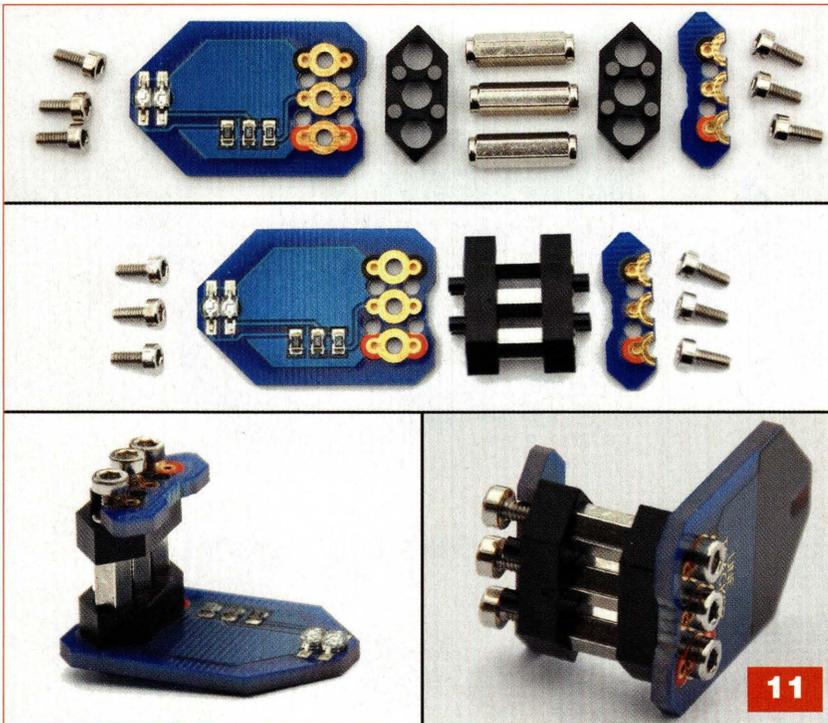
gée d'envoyer le code voulu au récepteur. Il s'agit du protocole des téléviseurs Sony.

En bas, vous pouvez voir une représentation de la carte mère avec les polarités et la dénomination des connecteurs d'extensions. Le repérage s'effectue en fonction de la forme de la carte (avant ou arrière).

Montage du robot

Préparation

Comme précisé ci-dessus, le robot BOT120 en version de base ne nécessite aucun soudage, hormis le connecteur SIL à trois broches pour l'éventuel servomoteur. Avant de commencer et de manipuler la carte à microcontrôleur, veillez à ne pas porter des vêtements chargés en électricité statique. Détachez délicatement toutes les pièces du circuit imprimé prédécoupé par simples flexions hautes et basses. Pour l'esthétique et si vous possédez de toutes petites limes fines, ébavurez chaque circuit, avec précautions. Les lecteurs ayant acquis le kit complé-



mentaire BOT121 représenté à la figure 6, doivent effectuer la même opération avant de souder les quelques composants (résistances, capteur IR, leds et LDR).

Le boîtier des piles (figure 7)

Il prend place au dessus du buzzer et du microcontrôleur.

- 1- Placez le support noir sur la plaque entretoise bleue bien positionnée (voir photo).
- 2- L'ensemble est maintenu sur la carte mère par deux vis et écrous convenablement serrés. Les liaisons électriques s'effectuent par simples contacts appuyés sur le circuit imprimé.

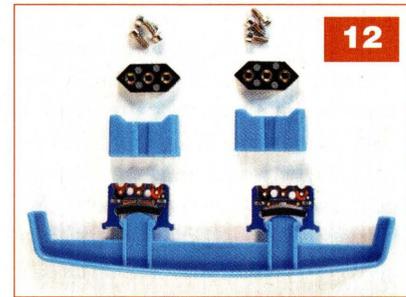
Les motoréducteurs (figure 8)

- 1- Positionnez les couronnes dentées dans chaque carter en veillant au sens.
- 2- Exercez une pression vers le bas sur la partie de l'axe qui dépasse jusqu'à l'emboîtement. Contrôlez la libre rotation du pignon.
- 3- Enfoncez les vis «sans fin» sur les axes des moteurs. Pour cette opération, mettez bien en appui l'arrière de l'axe du moteur sur une surface dure, afin de ne pas détériorer le collecteur et les balais internes sous la pression.

- 4- Insérez complètement chaque moteur, muni de sa vis sans fin, dans son carter. Les connexions électriques doivent se trouver du côté de l'arbre court du pignon. A partir de maintenant, n'essayez plus de tourner la couronne dentée, mais vérifiez le fonctionnement en tournant manuellement la vis «sans fin», puis en alimentant le moteur sous une tension de 3 V.
- 5- Relevez légèrement les lamelles en cuivre, car les liaisons électriques s'effectueront par de simples contacts maintenus sur la carte mère.
- 6- Placez les bandages en caoutchouc autour des roues comme le montre la figure 9.
- 7- Insérez, en force, chaque roue dans l'axe de sortie du motoréducteur. Veillez à conserver environ 2 mm de jeu entre le carter et la roue. Faites un test électrique sous 3 V, le mécanisme doit tourner librement.

Le pied arrière (figure 10)

- 1- Enfoncez le «capuchon» bleu sur l'entretoise et celle-ci dans le trou central d'une brique noire.
- 2- Vissez le tout sur le connecteur d'extension de la carte mère, à l'arrière et au centre (B.0), en utili-



sant le circuit du connecteur pour servomoteur. Il faut toujours un circuit annexe pour maintenir une brique noire avec ses trois vis. **Attention** au sens du montage, observez la figure 3.

Le module optique suiveur de ligne (figure 11)

- 1- Préparez tous les éléments.
- 2- Assemblez les briques noires, en respectant leur sens (plus grand écart vers la borne rouge), sur les trois entretoises filetées.
- 3- Emboîtez l'ensemble ainsi obtenu sur le circuit optique, en bas et sur le circuit complémentaire, en haut.
- 4- Ne serrez pas les vis supérieures, il faudra les ôter pour mettre le module en place sur la carte mère.

Les pare-chocs (figure 12)

- 1- Préparez tous les éléments.
- 2- Les deux petites barres rectangulaires, en caoutchouc, de section carrée, sont des conducteurs électriques qui serviront à établir un contact en cas de choc. Insérez-les dans leur logement respectif au centre des petits circuits imprimés.
- 3- Placez ensuite, délicatement, la barre du pare-chocs en plastique bleu devant, sans faire bouger les barres rectangulaires précédentes. Veillez à respecter le sens : les rainures du pare-chocs et les résistances du circuit imprimé au dessus.
- 4- Les deux caches en plastique bleu doivent englober chaque circuit imprimé pour maintenir l'ensemble. Les rainures doivent toujours se trouver au dessus.
- 5- Emboîtez les briques noires, dans le bon sens, pour éviter que ce bel assemblage ne se démonte.

Assemblage final (figure 13)

- 1- Faites coulisser chaque motoréducteur équipé de sa roue, à son emplacement sur la carte mère. Il faut exercer un effort assez conséquent pour que tout soit bien en place et que les contacts des moteurs jouent pleinement leur rôle. **Attention !** Les roues doivent être orientées vers l'avant.
- 2- Vissez le pied arrière avec son petit circuit.
- 3- Fixez le module optique «suiveur de ligne» à l'aide de ses trois vis.
- 4- Mettez en place le pare-chocs et serrez ses six vis de maintien.
- 5- Si les briques en plastique noir sont bien orientées et bien emboîtées, les modules ou circuits reliés à la carte mère ne doivent présenter aucun jeu. Sur chaque connecteur, les couleurs identiques sont en regard.

Le kit d'extension BOT121 (figure 14)

Le câblage des cinq petits circuits ne présente aucune difficulté, les composants à souder sont sérigraphiés. Seules les leds IR peuvent prêter à confusion, il convient de bien observer leur sens. Le récepteur infrarouge TSOP4838 se soude au-dessus et les deux résistances au-dessous. La mise en place de ces modules obéit aux mêmes règles que précédemment, nous verrons l'utilisation de certains d'entre eux lors du paragraphe dédié à la programmation.

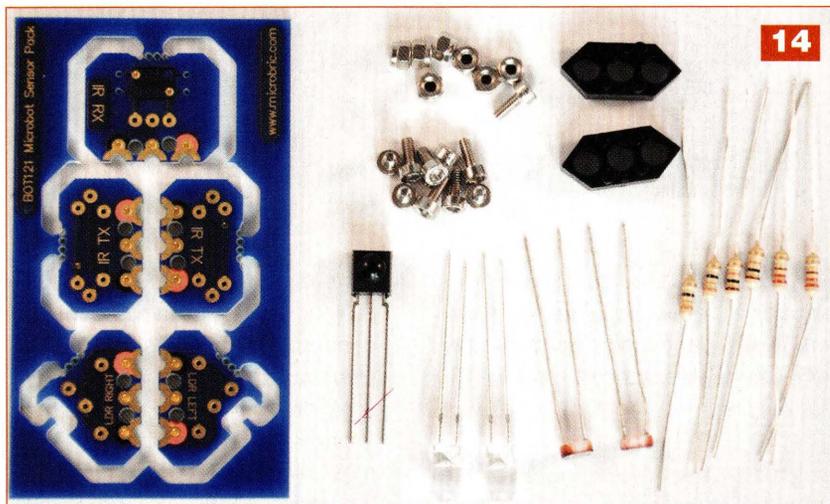
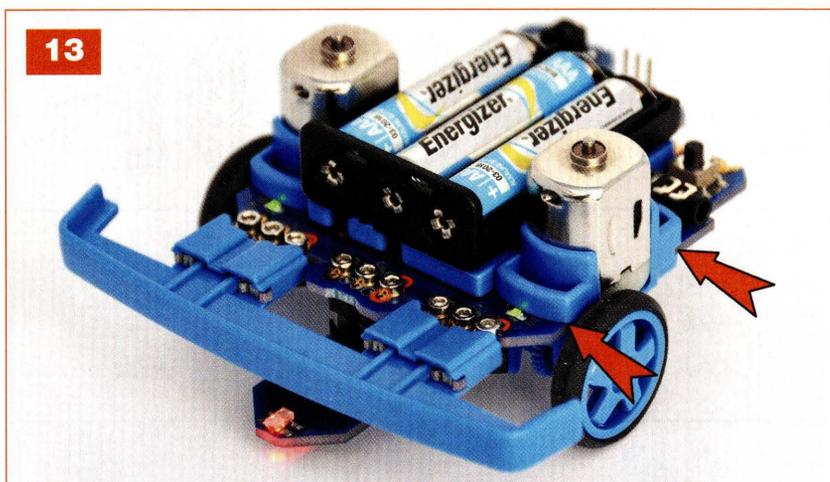
Programmation

Généralités

Comme nous l'avons précisé, nous n'étudierons que la programmation en Basic, car ce mode permet de comprendre en profondeur la structure et les principes de la programmation. La puissance de ce langage, adapté aux microcontrôleurs PICAXE, offre d'innombrables possibilités et une puissance accrue par rapport au mode «Flowchart».

Pour programmer les PICAXE, il convient d'acquérir le câble USB spécifique (AXE027).

L'environnement est totalement gratuit, il suffit de télécharger le logiciel



sur Internet. Il existe deux logiciels au choix, que vous pourrez télécharger à partir des liens donnés en fin d'article.

- «**PICAXE Programming Editor**».

Convient uniquement pour WINDOWS.

- «**AXEpad**». Est prévu pour WINDOWS, mais également pour Mac et Linux.

Nous travaillons avec le premier. Pour le franciser, il suffit d'ouvrir le sous-menu «Options» du menu «View», de sélectionner l'onglet «Language» et de cliquer sur «French» avant de valider par «Ok».

Nous considérons qu'il est maintenant installé sur votre ordinateur.

Sur le site Internet du magazine, téléchargez les fichiers Basic des programmes développés par nos soins pour tester les fonctions du robot et le faire évoluer. De nombreux commentaires permettent de s'y retrouver dans le code «source». Les lecteurs n'ayant pas l'opportunité de se connecter à

Internet peuvent obtenir notre fichier en envoyant à la rédaction un CDROM sous enveloppe auto-adressée suffisamment affranchie.

La programmation s'effectue ensuite

très simplement par le port USB, au moyen du cordon AXE027 reliant votre ordinateur au robot. Lancez le logiciel «**PICAXE Programming Editor**».

Dans la fenêtre d'options qui s'ouvre automatiquement, sélectionnez le microcontrôleur PICAXE-20X2 et sur l'onglet suivant : le port «série» utilisé (celui-ci est émulé à partir du port USB). Ouvrez le fichier Basic à charger en mémoire du robot, mettez-le sous tension et lancez la compilation suivie du chargement (dernière icône «Program» sous la barre des menus). Une fois le programme mis en mémoire, il y restera jusqu'au chargement du suivant, même en cas de coupure prolongée du courant.

Toutes les lignes d'E/S du microcontrôleur ne peuvent pas être utilisées à loisir, certaines sont dédiées à des

Tension positive (+4,5V) +V		0V Masse	
	Serial In	A.0	Serial Out
	Capteur de courant des moteurs	B.0	Connecteur Arrière Centre
	Touche de commande	B.1	LED Gauche (oeil)
	Contrôle de vitesse des moteurs	B.2	Buzzer piezo
LED Emettrice IR	Connecteur Arrière Gauche	B.3	LED Droite (oeil)
OU Pare-chocs LDR Droite	Connecteur Avant Droit	B.4	Moteur Gauche Avant
Suiveur de ligne Module SRF005 Stylo	Connecteur Avant Centre	B.5	Moteur Gauche Arrière
OU Pare-chocs LDR Gauche	Connecteur Avant Gauche	B.6	Moteur Droit Avant
Récepteur IR (TSOP4838)	Connecteur Arrière Droit	B.7	Moteur Droit Arrière

15	Périphérique externe à raccorder	Fonction intégrée au robot	Nom

tâches spécifiques, d'autres sont laissées libres mais présentent des restrictions. La **figure 15** montre le brochage du PICAXE-20X2, le nom de chaque broche, sa fonction et son utilisation au sein du robot BOT120. Nous avons développé huit programmes simples, destinés à tester toutes les fonctions essentielles. Pour chacun d'eux, nous donnons la configuration nécessaire du robot, fournissons une figure du code source Basic et étudions le principe. Vous maîtriserez ainsi les bases et pourrez aborder nos quatre applications sophistiquées donnant, à votre robot, un comportement presque vivant. Nous ne pourrions pas entrer dans les détails de ces programmes, mais les nombreux commentaires vous permettront de vous y retrouver sans peine.

Programme de test des fonctions du robot

Test des leds (figure 16).

Base BOT120 seule (photo A).

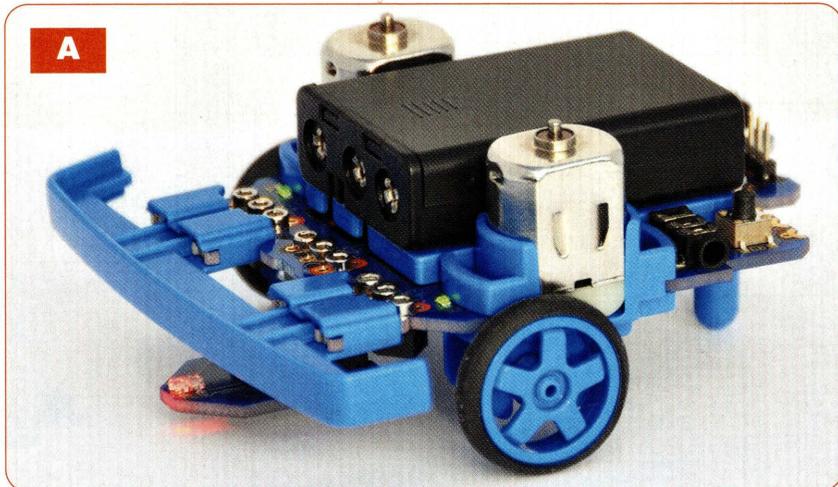
Les lignes 1 à 5, bien qu'optionnelles, permettent un chargement plus rapide en mémoire et configurent le PICAXE.

La fréquence de travail choisie est de 8 MHz (nous prenons toujours, ici, la fréquence par défaut du PICAXE-

```

1 #picaxe 20X2 'Microcontrôleur utilisé: PICAXE-20X2
2 #no_data 'Pas de données en EEPROM
3 #no_table 'Pas de table de données
4 #terminal off 'Pas de terminal sur l'écran de l'ordinateur
5 setfreq m8 'Fréquence de travail 8MHz (valeur par défaut)
6
7 low B.1 'Led gauche éteinte au départ
8 high B.3 'Led droite allumée au départ
9 BOUCLE: 'Début de la BOUCLE
10 toggle B.1 'Inversion de l'état de la led gauche
11 toggle B.3 'Inversion de l'état de la led droite
12 pause 500 'Pause de 500 mS (1/2 seconde)
13 goto BOUCLE 'Retour au début de la BOUCLE
    
```

16



20X2). C'est elle qui règle les pauses et bien d'autres instructions. Dans certains cas, il faut définir la vitesse de communication entre le terminal de l'ordinateur et le PICAXE.

Ce programme n'utilise pas cette fonction, nous l'inhibons.

Hormis la directive gérant le terminal, ces cinq lignes étant pratiquement

communes à tous nos programmes, nous ne les détaillerons plus.

Au départ, la led gauche est éteinte et la droite illuminée.

Ensuite, nous entrons dans une boucle sans fin commutant simultanément l'état des sorties B.1 et B.3, donc l'illumination des leds, toutes les demi-secondes (500 ms).

```

1 #picaxe 20X2 'Microcontrôleur utilisé: PICAXE-20X2
2 #no_data 'Pas de données en EEPROM
3 #no_table 'Pas de table de données
4 #terminal off 'Pas de terminal sur l'écran de l'ordinateur
5 setfreq m8 'Fréquence de travail 8MHz (valeur par défaut)
6
7 BOUCLE: 'Début de la BOUCLE
8 if pinC.1=1 then 'Si Pare-Choc Gauche en contact ...
9   high B.1 '... Allumage de la led Gauche ...
10 else '... Sinon ...
11   low B.1 '... Extinction de la led Gauche.
12 endif
13 if pinC.3=1 then 'Si Pare-Choc Droit en contact ...
14   high B.3 '... Allumage de la led Droite ...
15 else '... Sinon ...
16   low B.3 '... Extinction de la led Droite.
17 endif
18 goto BOUCLE 'Retour au début de la BOUCLE
  
```

17

```

1 #picaxe 20X2 'Microcontrôleur utilisé: PICAXE-20X2
2 #no_data 'Pas de données en EEPROM
3 #no_table 'Pas de table de données
4 #terminal off 'Pas de terminal sur l'écran de l'ordinateur
5 setfreq m8 'Fréquence de travail 8MHz (valeur par défaut)
6
7 BOUCLE: 'Début de la BOUCLE
8 if pinC.6 = 1 then 'Si Touche actionnée
9   play B.2,1 '... Musique "Jingle Bells".
10 end if
11 if pinC.1 = 1 then 'Si Pare-Choc Gauche en contact ...
12   sound B.2,(50,300) '... Sonorité grave de 300 mS.
13 endif
14 if pinC.3 = 1 then 'Si Pare-Choc Gauche en contact ...
15   sound B.2,(100,300) '... Sonorité aigue de 300 mS.
16 endif
17 goto BOUCLE 'Retour au début de la BOUCLE
  
```

18

```

1 #picaxe 20X2 'Microcontrôleur utilisé: PICAXE-20X2
2 #no_data 'Pas de données en EEPROM
3 #no_table 'Pas de table de données
4 #terminal 9600 'Terminal à 9600 Bd sur l'écran de l'ordinateur
5 setfreq m8 'Fréquence de travail 8MHz (valeur par défaut)
6
7 BOUCLE: 'Début de la BOUCLE
8 readadc 8,b0 'Lecture du canal ANA "ADC8" (phototransistor)
9 sertextd("Valeur de réflexion = ",#b0.CR,LF) 'Affichage
10 'Surface blanche : environ 10
11 'Surface noire : environ 130
12 goto BOUCLE 'Retour au début de la BOUCLE
  
```

19

```

1 #picaxe 20X2 'Microcontrôleur utilisé: PICAXE-20X2
2 #no_data 'Pas de données en EEPROM
3 #no_table 'Pas de table de données
4 #terminal 9600 'Terminal à 9600 Bd sur l'écran de l'ordinateur
5 setfreq m8 'Fréquence de travail 8MHz (valeur par défaut)
6
7 BOUCLE: 'Début de la BOUCLE
8 irin C.0,b1 'Attente de réception de la Télécommande IR
9 sertextd("Code reçu = ",#b1.CR,LF) 'Affichage
10 sound B.2,(100,20) 'Sonorité aigue de 20 mS.
11 goto BOUCLE 'Retour au début de la BOUCLE
  
```

21

```

1 #picaxe 20X2 'Microcontrôleur utilisé: PICAXE-20X2
2 #no_data 'Pas de données en EEPROM
3 #no_table 'Pas de table de données
4 #terminal 9600 'Terminal à 9600 Bd sur l'écran de l'ordinateur
5 setfreq m8 'Fréquence de travail 8MHz (valeur par défaut)
6
7 BOUCLE: 'Début de la BOUCLE
8 readadc 7,b7 'Lecture de la valeur de la LDR à Droite
9 readadc 9,b9 'Lecture de la valeur de la LDR à Gauche
10 sertextd("Droite = ",#b7," -- Gauche = ",#b9.CR,LF) 'Affichage
11 pause 50 'Pause de 50 mS.
12 goto BOUCLE 'Retour au début de la BOUCLE
  
```

23

```

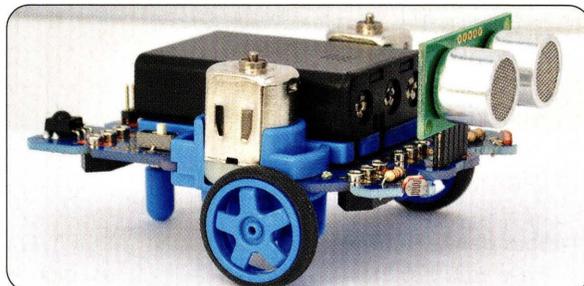
1 #picaxe 20X2 'Microcontrôleur utilisé: PICAXE-20X2
2 #no_data 'Pas de données en EEPROM
3 #no_table 'Pas de table de données
4 #terminal 9600 'Terminal à 9600 Bd sur l'écran de l'ordinateur
5 setfreq m8 'Fréquence de travail 8MHz (valeur par défaut)
6
7 BOUCLE: 'Début de la BOUCLE
8 pause 10 'Pause de 10 mS.
9 pulsout C.2, 2 'Impulsion de Validation du SRF005
10 pulsinc C.2, 1, w0 'Lecture de la valeur renvoyée par SRF005
11 w1 = w0 * 5 / 58 'Conversion en centimètres
12 w2 = w0 * 5 / 148 'Conversion en pouces
13 sertextd("Distance = ",#w1,"cm ou ",#w2,"pouces".CR,LF)
14 goto BOUCLE 'Retour au début de la BOUCLE
  
```

24

```

1 #picaxe 20X2 'Microcontrôleur utilisé: PICAXE-20X2
2 #no_data 'Pas de données en EEPROM
3 #no_table 'Pas de table de données
4 #terminal off 'Pas de terminal sur l'écran de l'ordinateur
5 setfreq m8 'Fréquence de travail 8MHz (valeur par défaut)
6
7 input C.5 'Moteurs en vitesse rapide
8
9
10 ATTEENTE:
11 if pinC.6 = 0 then ATTEENTE
12 sound B.2,(100,100) 'Sonorité aigue de 200 mS.
13 BOUCLE: 'Début de la BOUCLE
14 gosub AVANT 'Roule en AVANT
15 pause 1000 'durant 1 seconde
16 gosub ARRET 'Ordre d'arrêt
17 gosub VIRAVD 'VIRAGE AVANT DROIT
18 pause 500 'durant 1/2 seconde
19 gosub ARRET 'Ordre d'arrêt
20 gosub VIRAVG 'VIRAGE AVANT GAUCHE
21 pause 500 'durant 1/2 seconde
22 gosub ARRET 'Ordre d'arrêt
23 gosub TOURNAG 'TOURNE sur lui même à GAUCHE
24 pause 500 'durant 1/2 seconde
25 gosub ARRET 'Ordre d'arrêt
26 gosub TOURNAD 'TOURNE sur lui même à DROITE
27 pause 500 'durant 1/2 seconde
28 gosub ARRET 'Ordre d'arrêt
29 gosub VIRARG 'VIRAGE ARRIERE GAUCHE
30 pause 500 'durant 1/2 seconde
31 gosub ARRET 'Ordre d'arrêt
32 gosub VIRARD 'VIRAGE ARRIERE DROIT
33 pause 500 'durant 1/2 seconde
34 gosub ARRET 'Ordre d'arrêt
35 gosub ARRIERE 'Roule en ARRIERE
36 pause 1000 'durant 1 seconde
37 gosub ARRET 'Ordre d'arrêt
38 sound B.2,(50,30) 'Sonorité grave de 30 mS.
39 wait 3 'Inactivité durant 3 secondes
40 goto BOUCLE 'Retour au début de la BOUCLE
41
42 ----- SOUS-PROGRAMMES ----- |
43 ARRET:
44 low B.4 : low B.5
45 low B.6 : low B.7
46 pause 200
47 return
48
49 ARRIERE:
50 low B.4 : high B.5
51 low B.6 : high B.7
52 return
53
54 AVANT:
55 high B.4 : low B.5
56 high B.6 : low B.7
57 return
58
59 TOURNAD:
60 high B.4 : low B.5
61 low B.6 : high B.7
62 return
63
64 TOURNAG:
65 low B.4 : high B.5
66 high B.6 : low B.7
67 return
68
69 VIRAVG:
70 low B.4 : low B.5
71 high B.6 : low B.7
72 return
73
74 VIRAVD:
75 high B.4 : low B.5
76 low B.6 : low B.7
77 return
78
79 VIRARG:
80 low B.4 : low B.5
81 low B.6 : high B.7
82 return
83
84 VIRARD:
85 low B.4 : high B.5
86 low B.6 : low B.7
87 return
  
```

20



B

Test des pare-chocs (figure 17).

Base BOT120 seule (photo A).

Nous gardons, comme toujours, le principe de la boucle sans fin. Nous testons l'état du contact gauche du pare-chocs (ligne C.1). S'il est action-

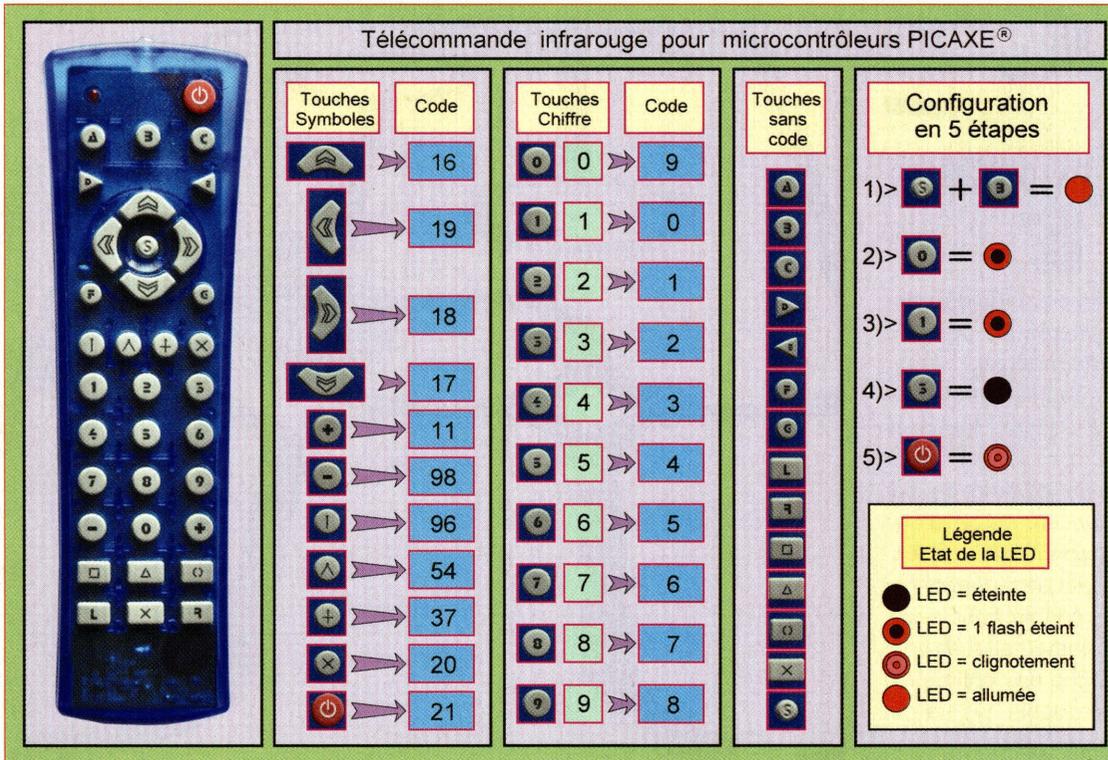
né, la led gauche B.1 s'allume, sinon elle reste éteinte.

Nous analysons ensuite, sur le même principe, l'état du contact du pare-chocs droit (ligne C.3) pour gérer la led droite B.3.

Test du buzzer piézo (figure 18).

Base BOT120 seule (photo A).

Dans la boucle, nous effectuons trois tests successifs. Si la touche (ligne C.6) est actionnée, le robot joue une mélodie (Jingle Bells).



En cas de heurt du pare-chocs gauche (ligne C.1), un bip sonore grave de 300 ms retentit.

Pour un contact à droite (ligne C.3) le bip sonore de 300 ms est aigu.

Test du module optique (figure 19).

Base BOT120 seule (photo A).

Le module optique du suivi d'une ligne noire se compose d'une led et d'un phototransistor. En fonction du niveau de réflexion, celui-ci renvoie une valeur différente qu'il convient de lire via le canal ADC8 du convertisseur analogique/numérique.

Cette donnée est mémorisée dans la variable b0 et affichée sur l'écran de l'ordinateur en temps réel.

Ce processus est inclus dans une boucle sans fin pour une lecture permanente. La directive du terminal doit préalablement être configurée en 9 600 Bds.

Test des motoréducteurs (fig. 20).

Base BOT120 seule (photo A).

La ligne C.5 détermine la vitesse des moteurs : lente lorsqu'elle est configurée en «sortie» ou rapide si, comme ici, elle est positionnée en «entrée».

La suite du déroulement du programme est conditionnée par l'action sur

la touche (ligne C.6). Tant que celle-ci est au repos, le programme retourne à l'étiquette «ATTENTE».

Nous abordons ici la notion de sous-programme. Il s'agit d'une section de code appelée par l'instruction «gosub» et qui, après exécution, retourne juste après le «gosub» par l'instruction «return».

Ce principe clarifie le programme et le rend bien plus lisible qu'avec l'emploi de multiples «goto», surtout lors de l'appel régulier d'un même sous-programme.

La boucle sans fin fait exécuter, en permanence, au robot, tous les déplacements possibles entrecoupés de temps de pauses.

Test de la télécommande IR (fig. 21).

Kits BOT120 et BOT121 (photo B).

Le module de réception infrarouge TSOP4838, câblé, doit prendre place à l'arrière du robot sur la ligne C.0. Nous configurons la directive du terminal à 9 600 Bds pour voir les données s'afficher sur l'écran de l'ordinateur. Dans la boucle sans fin, l'instruction «irin» attend un code émis par la télécommande infrarouge au standard des téléviseurs Sony.

Dès réception, il est mémorisé dans la variable b1 et affiché. Un bref bip

sonore retentit à chaque code reçu. Il convient préalablement de configurer la télécommande PICAXE (TVR010) au bon standard.

Pour effectuer cette opération, se reporter à la **figure 22**, sur laquelle vous prendrez également connaissance des touches actives et leurs codes.

Test des cellules LDR (figure 23).

Kits BOT120 et BOT121 (photo B).

Les cellules LDR gauche et droite prennent place à l'avant sur les lignes C.1 et C.3. Nous configurons la directive du terminal à 9 600 Bds. Les canaux ADC7 et ADC9, du convertisseur analogique/numérique, mémorisent la valeur de la luminosité reçue dans les variables b7 et b9, pour les cellules LDR droite et gauche. Les valeurs s'affichent ensuite sur l'écran de l'ordinateur, au milieu d'une ligne de texte. Une courte pause permet de rendre l'affichage plus lisible et évite les incohérences de traitement du convertisseur. Le cycle se perpétue au sein de la boucle.

Test ultrasonique (figure 24).

Kits BOT120, BOT121 et module SRF005 (photo B).

Le module ultrasonique SRF005 se fixe au centre, à l'avant, sur la ligne C.2.



Veillez au sens d'insertion du connecteur (une erreur inverse les polarités de l'alimentation du module).

Nous configurons toujours la directive du terminal à 9 600 Bds pour l'affichage.

La boucle sans fin commence par une très courte pause, suivie d'une impulsion de déclenchement de lecture du module avant de réceptionner la valeur dans la variable double `w0`. Deux opérations mathématiques vont convertir la valeur lue en centimètres dans la variable double `w1` et en pouces dans `w2`.

Les valeurs ainsi obtenues s'affichent sur l'écran de l'ordinateur, au milieu d'une ligne de texte.

Le robot suit une ligne noire sur un circuit

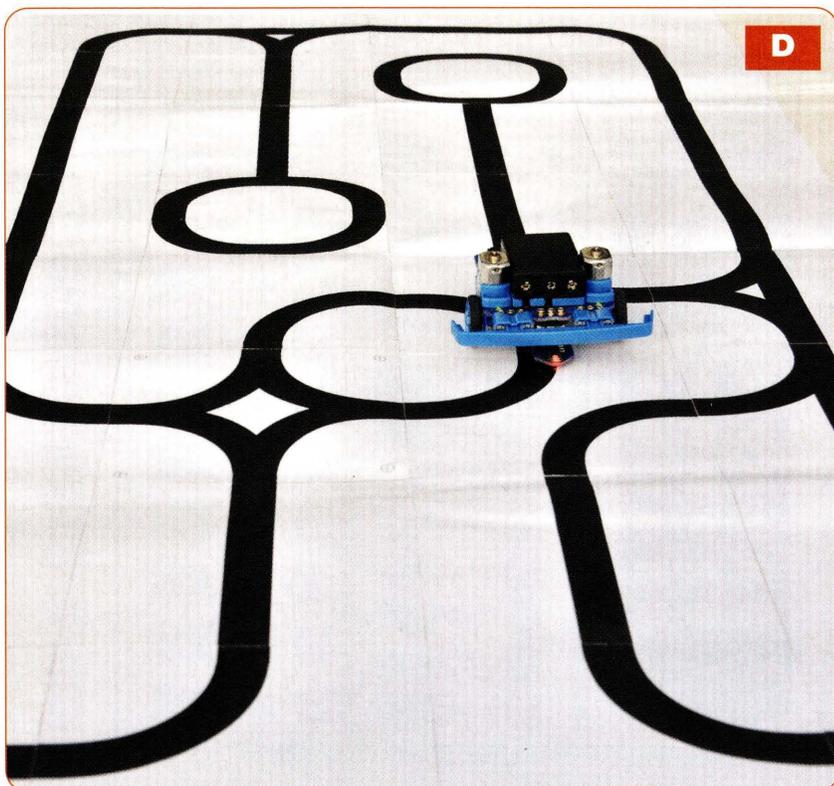
Base BOT120 seule (photos C et D). Comme précisé ci-dessus, nous ne détaillerons pas ce programme ni les trois suivants, vous possédez maintenant les bases pour comprendre les principes utilisés pour leur programmation ; ils sont d'ailleurs largement commentés.

Nous donnons simplement le mode de fonctionnement du robot, après la programmation, les détails et les figures nécessaires.

Le robot est monté en version de base. Vous devez lui confectionner un circuit à suivre. Vous pouvez, bien sûr, le réaliser sommairement à l'aide d'un ruban adhésif noir.

Nous préférons nettement notre solution, bien plus élégante : nous avons dessiné huit formes de base qui, une fois assemblées, permettent de constituer le circuit de votre choix.

La figure 25 montre ces formes, incluses chacune dans un carré de 14 cm. Il est possible de les maintenir sur un support à l'aide de punaises ou d'une colle repositionnable en bombe. Le mieux étant de coller cha-



cune d'elles sur une plaque rigide munie de picots afin de les assembler à loisirs. Nous vous proposons, à la figure 26, un exemple de circuit, ayant servi pour les tests de notre prototype.

Il suffit de poser le robot programmé sur le circuit et d'appuyer sur la touche. Même s'il n'est pas sur une ligne noire, il la trouvera tout seul. Ensuite, il suivra le tracé du circuit par corrections successives de sa trajectoire (les leds visualisent les virages) jusqu'à épuisement des piles ou jusqu'à la rencontre d'un obstacle avec son pare-chocs. Vous trouverez sur notre site Internet, un fichier au format «pdf» regroupant les huit formes de base à l'échelle 1:1, ainsi que huit exemples de circuits élaborés.

Le robot obéit à la télécommande IR

Kits BOT120 et BOT121 (photo B).

Le robot attend les ordres du déplacement émis par la télécommande (bouton rouge = arrêt, flèches = déplacements, touche 7 = virage arrière «gauche», touche 9 = virage arrière «droit», touche (-) = tourne sur lui-même à gauche, touche (+) = tourne sur lui-même à droite).

S'il rencontre un obstacle, il s'arrête, émet un bip sonore et attend un autre ordre.

Le robot cherche la lumière

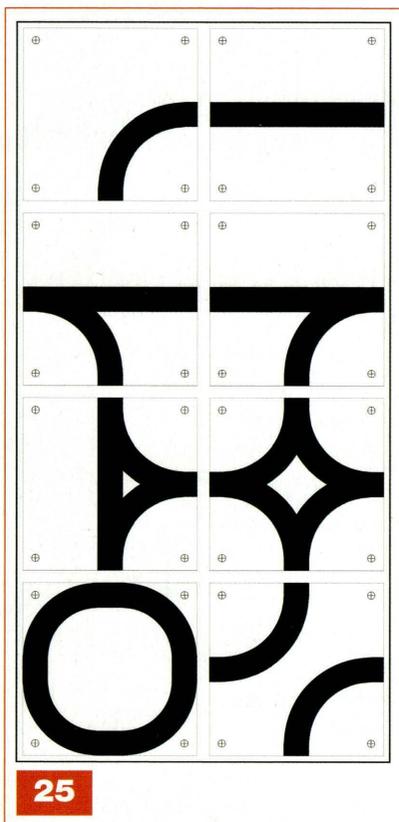
Kits BOT120 et BOT121 (photo B).

Il suffit de poser le robot programmé et d'appuyer sur la touche. Si l'éclairage est insuffisant, il tourne en rond à gauche en émettant des petits bips graves de mécontentement jusqu'à ce qu'il trouve un éclairage suffisant (lampe de poche par exemple). Il se dirige ensuite vers la source lumineuse en essayant de la suivre. S'il la trouve et rencontre un niveau lumineux assez fort, il émet une petite musique de joie.

Le robot se promène librement en évitant les obstacles grâce à son capteur à ultrasons

Kits BOT120, BOT121 et module SRF005 (photo B).

Il suffit de poser le robot programmé et d'appuyer sur la touche. Il part en avant. S'il détecte un obstacle à moins de 20 cm, il s'arrête, tourne sur lui-même à gauche, puis à droite pour analyser l'espace environnant, puis repart dans la direction la plus libre.



S'il est pris dans un cul de sac, il recule avant d'effectuer une nouvelle analyse.

Y. MERGY

Adresse Internet de l'auteur :

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

Bibliographie :

Électronique Pratique traitant des «PICAXE» et «PICAXE A TOUT FAIRE» :
N°340 - 342 - 357 - 358 - 360 à 364 - 370
à 372- 376 à 378

Les liens Internet utiles pour ce sujet :

Même si vous le connaissez, voici le site du magazine :

<http://www.electroniquepratique.com>

Site Internet de la société Saint Quentin Radio :

<http://www.stquentin-radio.com>

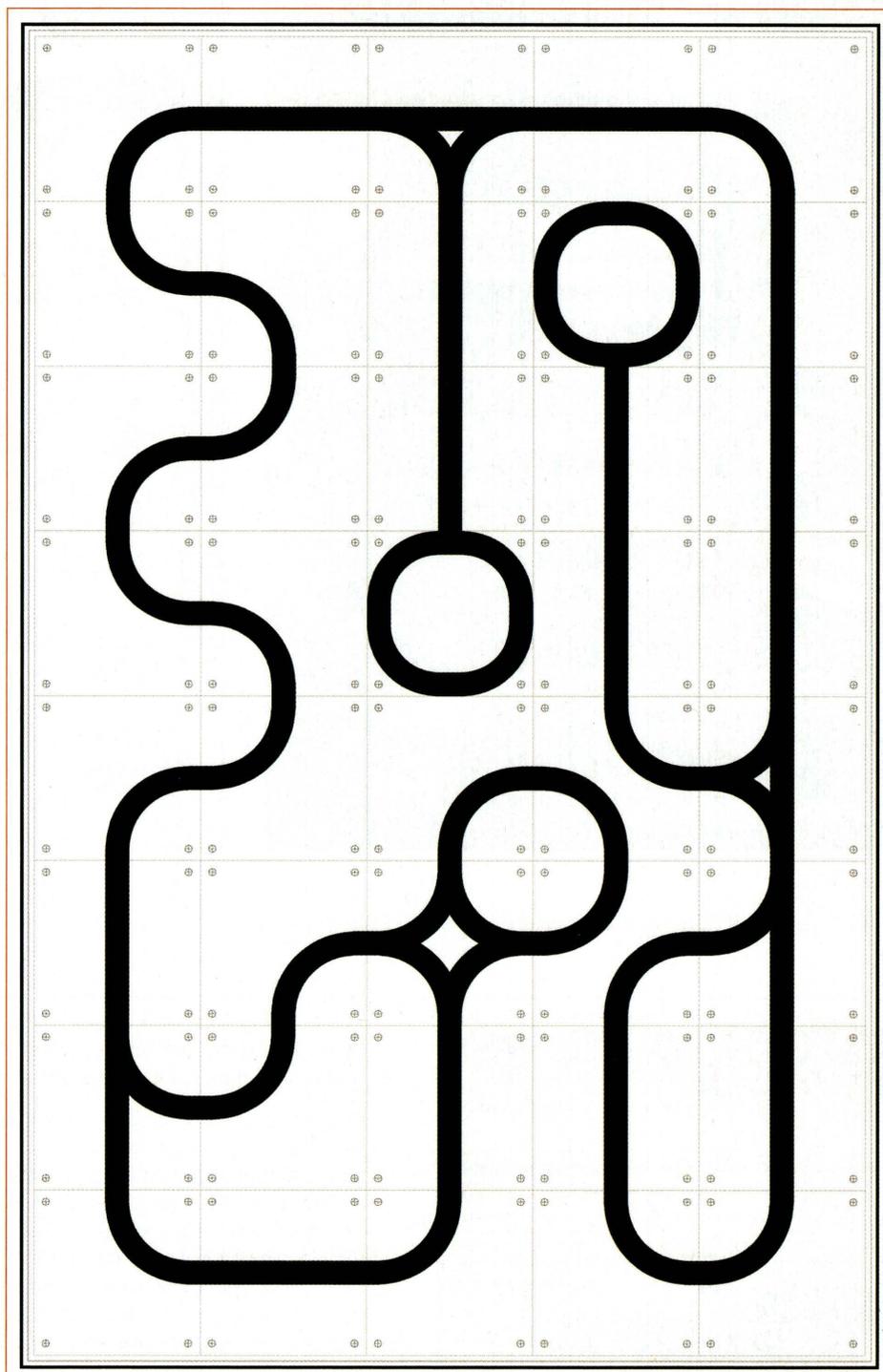
Site Internet de la société Gotronic, distributeur des PICAXE en France :

<http://www.gotronic.fr/>

Site Internet de la société Gotronic, page du robot BOT120 :

<http://www.gotronic.fr/art-robot-microbot-picaxe-bot120-11946.htm>

Site Internet de téléchargement libre du



logiciel PICAXE Programming Editor :

<http://www.rev-ed.co.uk/picaxe/>

Site Internet de téléchargement libre du logiciel AXEpad :

<http://www.picaxe.com/Software/PICAXE/AXEpad/>

Le site du forum officiel PICAXE francophone :

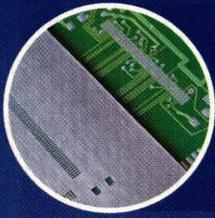
<http://www.picaxeforum.co.uk/forum/display.php?f=44>

Nomenclature

1 kit robotique BOT120 à base du PICAXE-20X2 (Gotronic)
1 kit d'extension optique BOT121 (Gotronic)
1 module ultrasonique SRF005 (Gotronic)
1 télécommande PICAXE TVR010 (Gotronic)
Pour aller plus loin, 1 servomoteur, 1 stylo, etc.



L'ORIGINAL DEPUIS 1994
PCB-POOL
Beta LAYOUT



Pochoir gratuit
avec chaque commande
"Prototype"



Embedded RFID
authentifiez, suivez et
protégez votre produit

www.magic-pcb.com

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

www.pcb-pool.com

PCB-POOL® est la marque déposée de

Beta
LAYOUT
create:electronics

Schaeffer
AG

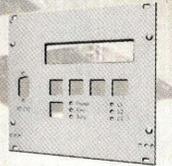
FACES AVANT ET BOÎTIERS

Pièces unitaires et petites séries à prix avantageux.

A l'aide de notre logiciel – *Designer de Faces Avant** – vous pouvez réaliser facilement votre face avant individuelle.

GRATUIT: essayez-le! Pour plus de renseignements, n'hésitez pas à nous contacter, **des interlocuteurs français** attendent vos questions.

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



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

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

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



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

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

Les ateliers pratiques ne nécessitent pas de soudures, le câblage des expérimentations s'effectue sur une plaque à insertion rapide de 840 contacts. Seule la préparation d'un ou deux petits adaptateurs requiert quelques soudures sur des petites sections de plaques à bandes cuivrées en vue de les utiliser aisément sur la plaque de câblage rapide. Nous avons sélectionné deux µC. Picaxe pour l'ensemble des articles. Pour débiter, nous travaillerons avec le plus petit mais très populaire « 08M », puis nous poursuivrons avec le « 20X2 », un des plus récents et très performant car il se cadence de 4 à 64 MHz sans oscillateur externe !

Vous apprendrez à traiter de nombreuses techniques et périphériques : entrées numériques et analogiques, sorties faibles et fortes puissances, afficheurs LCD, encodeurs numériques, sondes de températures, interruptions, programmation par diagrammes ou en basic, etc.

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

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

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

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

Mini-platine de développement Programmeur de PIC et outils gratuits

De nombreux articles, publiés dans notre revue, ont décrit des montages utilisant des microcontrôleurs préprogrammés au moyen d'un interpréteur Basic, tels les Cubloc ou les Picaxe. Cela simplifiait grandement la conception, les logiciels de programmation étant en effet mis à disposition gratuitement.

Nous souhaitons proposer à nos lecteurs, cette fois, l'utilisation de microcontrôleurs standards, ce qui réduit souvent le prix de revient des réalisations et facilite l'approvisionnement des composants.

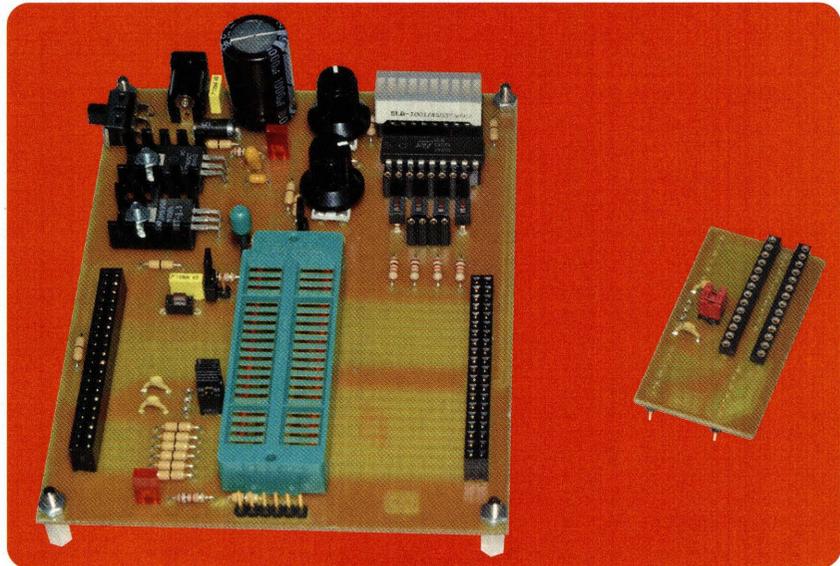
La programmation «logicielle» des microcontrôleurs standards n'est pas plus complexe que celle des microcontrôleurs préprogrammés en utilisant un compilateur et, de surcroît, en utilisant le langage «Basic».

Les résultats obtenus avec un bon compilateur sont d'ailleurs bien supérieurs, aussi bien au niveau de la rapidité d'exécution que de l'utilisation des ressources du composant.

C'est dans ce but que nous vous proposons la réalisation d'une mini-platine de développement ainsi que d'un programmeur de microcontrôleurs PIC.

Ce dernier permet la programmation de la majorité des PIC : PIC 10Fxxx, PIC 12Fxxx, PIC 18Fxxx, PIC 18FxxJxx, PIC 18FxxKxx, PIC 24Fxxxx, dsPIC 30xxxx, dsPIC 33xxxx et PIC 32MXxxxx.

Cette mini-platine de développement accepte également de nombreux types de PIC à 28 broches et à 40 broches,



qui peuvent être programmés en mode ICSP («In-Circuit Serial Programming») et qui fonctionnent sous 3,3 V ou 5 V. Elle dispose de huit leds de visualisations, de quatre boutons-poussoirs et de deux potentiomètres.

Ces composants permettent les tests de base sur le microcontrôleur.

Nous allons également aborder le côté «software» en vous présentant des logiciels gratuits, téléchargeables sur le WEB, permettant l'élaboration des programmes et leur compilation, avant la programmation des microcontrôleurs.

Le programmeur

Ce programmeur, existant depuis plusieurs années, a été conçu par la firme MICROCHIP. Il est toujours commercialisé sous la dénomination PICKit2.

Signalons que le PICKit3 en est le successeur.

De nombreux microcontrôleurs PIC peuvent être programmés :

Les PIC de début de gamme :

- PIC10F200, PIC10F202, PIC10F204, PIC10F206, PIC10F220, PIC10F222, PIC12F508, PIC12F509, PIC12F510, etc.

Les PIC de milieu de gamme :

- PIC16F84A, PIC16F87, PIC16F88, PIC16F818, PIC16F819, PIC16F870,

PIC16F871, PIC16F872, PIC16F873, PIC16F874, PIC16F876, PIC16F877, PIC16F873A, PIC16F874A, etc.

Les PIC de milieu de gamme 1,8V :

- PIC16F722, PIC16LF722, PIC16F723, PIC16LF723, PIC16F724, PIC16LF724, PIC16F726, PIC16LF726, PIC16F727, PIC16LF727, PIC16F1933, PIC16F1934, etc.

Les PIC 18F :

- PIC18F242, PIC18F252, PIC18F442, PIC18F452, PIC18F248, PIC18F258, PIC18F448, PIC18F458, PIC18F1220, PIC18F1320, PIC18F2220, PIC18F1230, PIC18F1330, PIC18F1330-ICD, PIC18F2221, PIC18F2320, PIC18F2321, PIC18F2331, PIC18F2410, PIC18F2420, etc.

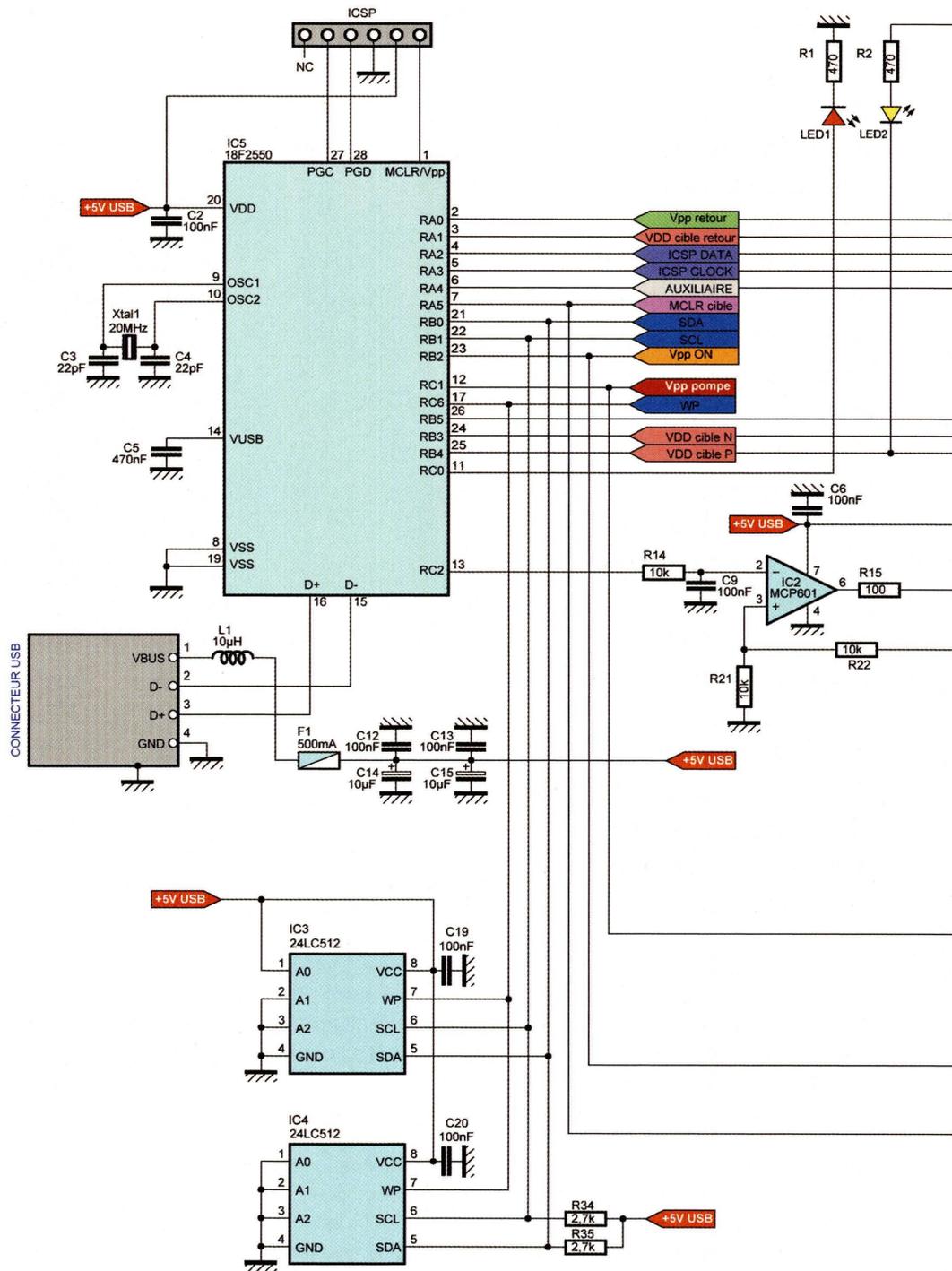
Les PIC 18FxxJxx :

- PIC18F24J10, PIC18LF24J10, PIC18F24J11, PIC18LF24J11, PIC18F24J50, PIC18LF24J50, PIC18F25J10, PIC18LF25J10, PIC18F25J11, PIC18LF25J11, PIC18F25J50, PIC18LF25J50, PIC18F26J11, PIC18LF26J11, PIC18F26J50, PIC18LF26J50, etc.

Les PIC 18FxxKxx :

- PIC18F13K22, PIC18LF13K22,

1



PIC18F14K22, PIC18LF14K22,
 PIC18F13K50, PIC18LF13K50,
 PIC18F14K50, PIC18LF14K50,
 PIC18F14K50-ICD, PIC18F23K20,
 PIC18F24K20, PIC18F25K20,
 PIC18F26K20, PIC18F43K20,
 PIC18F44K20, PIC18F45K20,
 PIC18F45K22, PIC18F46K20

Les PIC 24 :

- PIC24F04KA200, PIC24F04KA201,
 PIC24F08KA101, PIC24F08KA102,

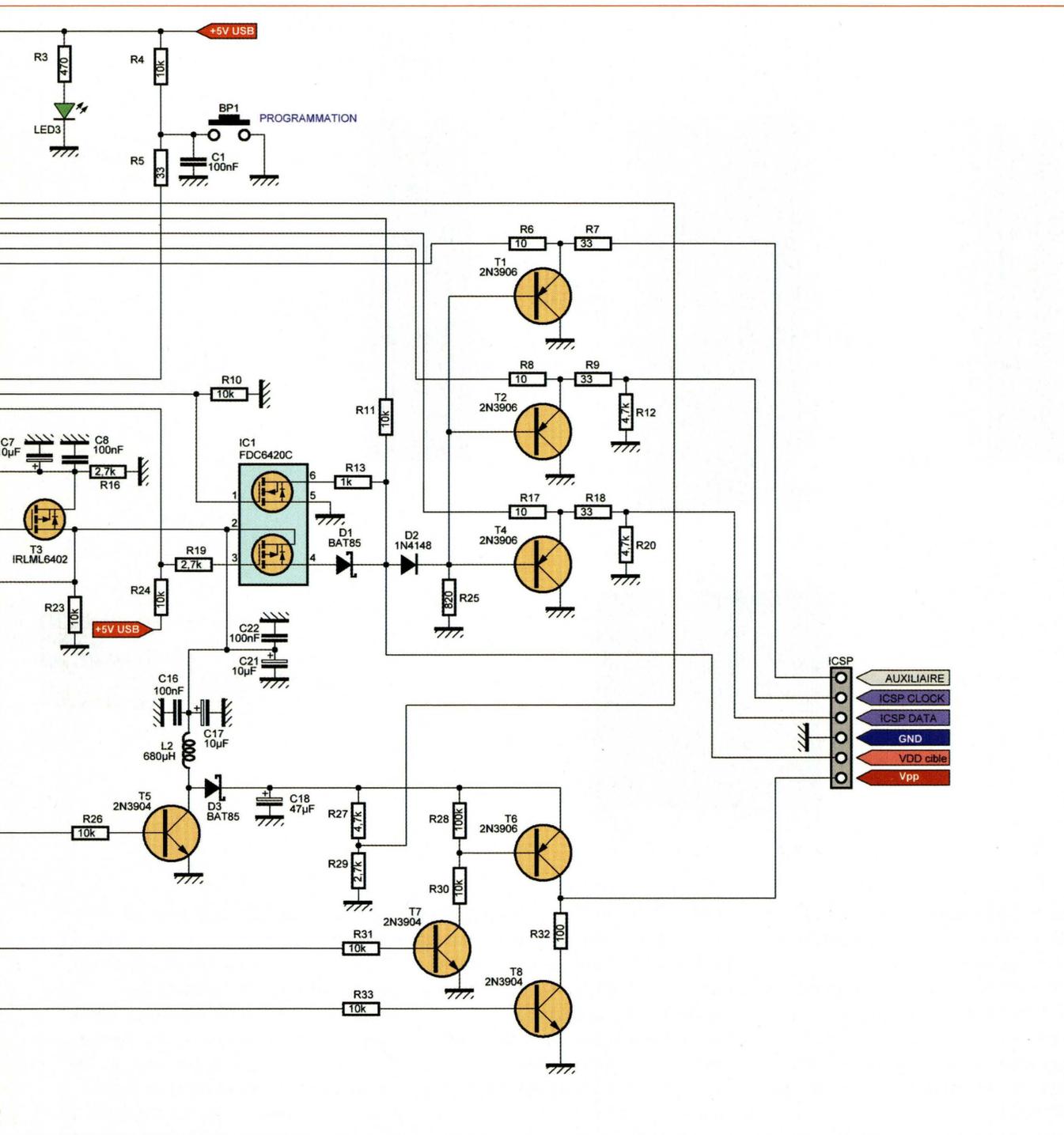
PIC24F16KA101, PIC24F16KA102,
 PIC24FJ16GA002, PIC24FJ16GA004,
 PIC24FJ32GA002, etc.

Cette liste ne représente qu'une infime partie des possibilités du programmeur. Afin de connaître la liste de tous les composants programmables, il vous suffit de cliquer, lorsque le logiciel est lancé, sur «Device Family», ce qui indique toutes les familles, puis dans la fenêtre «Device».

Un menu déroulant liste alors tous les composants de la famille.

Le schéma théorique

Le firmware du PICkit2 et le logiciel de gestion étant en «open source», nous avons utilisé le schéma technique fourni, puis conçu, simplement, le circuit imprimé. C'est ainsi que nous vous proposons la réalisation de ce programmeur extrêmement performant.



Le schéma théorique est représenté en **figure 1**.

C'est la copie exacte de l'original. Nous n'avons ajouté qu'une self de filtrage L1, un fusible F1 dans la ligne d'alimentation +5 V du connecteur USB, ainsi que quatre capacités de découplage supplémentaires.

C'est un microcontrôleur de type 18F2550 qui gère toutes les opérations. L'appareil est autoalimenté par le connecteur USB, sur lequel est pré-

vue la tension de 5 V. Des microcontrôleurs, de diverses tensions d'alimentation comprises entre 1,8 V et 5 V devant être programmés, cette tension (VDD) est ajustable.

Ce sont les ports RB3, RB4 et RC2 du 18F2550 qui sont chargés de cette tâche, ils commandent le circuit composé de IC1, IC2 et T3.

Une tension de programmation (Vpp) de 12 V est également nécessaire.

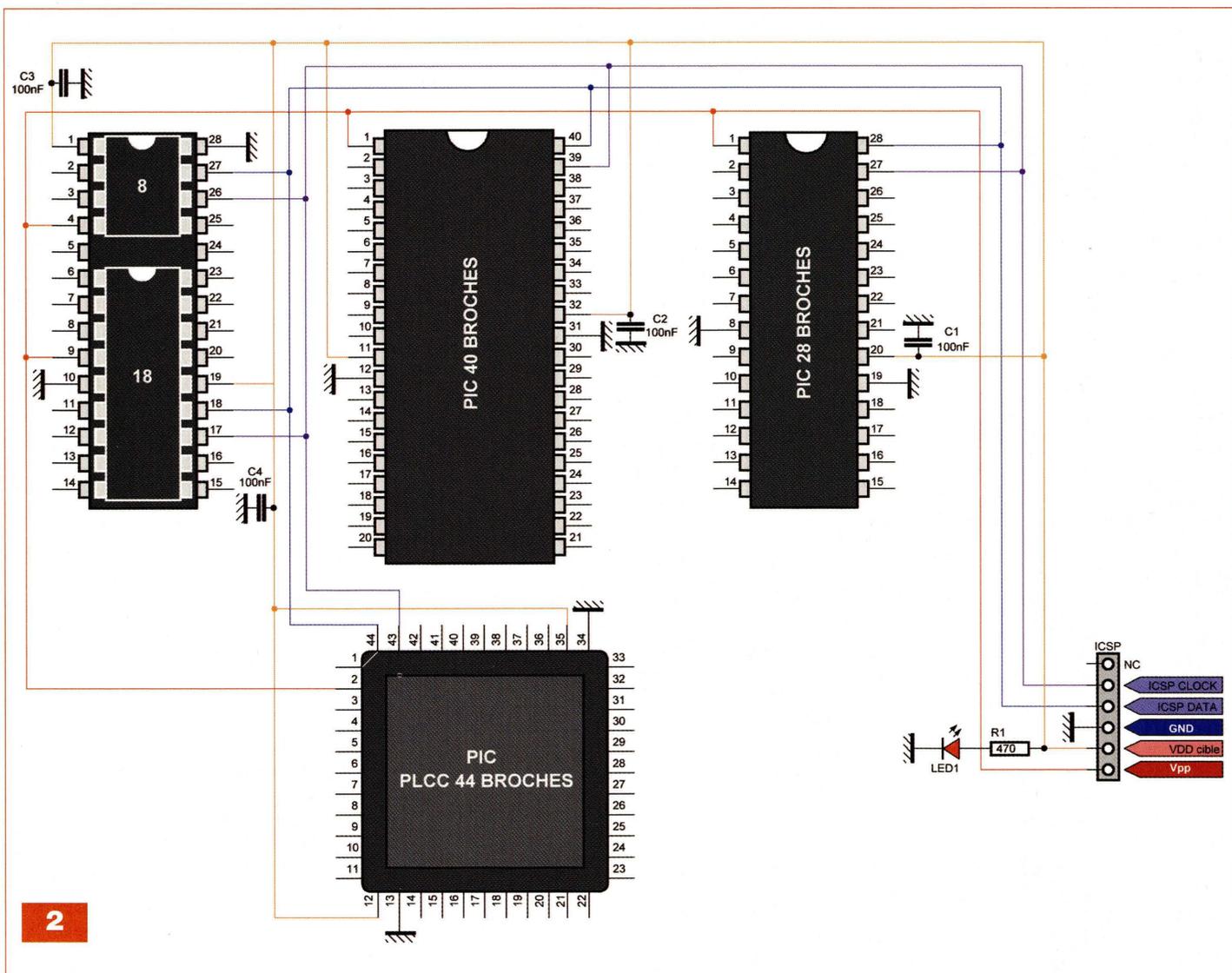
Celle-ci est produite par une alimenta-

tion à découpage, formée par les composants T5, L2, D3 et C18.

C'est le port RC1 du microcontrôleur qui envoie les impulsions nécessaires à son fonctionnement.

Le groupe de transistors T6, T7 et T8 assure la commutation sur la broche MCLR.

Ces deux tensions, (VDD) et (Vpp), sont ajustées par le 18F2550. Il les mesure en permanence au moyen de deux de ses entrées analogiques AN0 et AN1.



2

Les circuits «mémoire» 24LC512, IC3 et IC4, sont optionnels, mais méritent que l'on s'y attarde.

Ces mémoires permettent de disposer de 128 octets d'espace pour le programme.

L'appareil est pourvu de la fonction appelée «Programmer To Go» par MICROCHIP.

Cette fonction permet de charger le fichier «programme» (fichier HEX) dans la mémoire du programmeur puis, sans qu'il soit connecté à l'ordinateur PC, de programmer le microcontrôleur «cible».

Nous ne pensons pas que cette fonction soit très utile pour l'amateur, mais qu'elle est surtout destinée à la réalisation des petites séries dans l'industrie ou les bureaux d'études.

Quoiqu'il en soit, lorsque l'appareil est utilisé dans ce mode, il n'est pas ali-

menté par le port USB. Il convient donc de prévoir une alimentation externe qui peut être un pack de batteries avec connecteur USB, souvent utilisé pour les téléphones portables.

Trois leds indiquent l'état de fonctionnement du programmeur :

- La LED3 (verte) indique l'alimentation par le port USB
- La LED2 (jaune) signale la mise sous tension du composant à programmer
- La LED1 (rouge) indique que le programmeur est occupé (BUSY) par une programmation, une lecture ou une vérification

La platine adaptateur

Si vous ne souhaitez pas (ou ne pouvez pas) programmer le microcontrôleur en mode ICSP, il est nécessaire de disposer d'une platine pouvant

recevoir n'importe quel type de composant.

C'est ce que nous avons réalisé en utilisant le schéma de la **figure 2**.

Tous les types de PIC acceptés par le programmeur peuvent être montés sur la platine, du 8 broches au 40 broches en DIP et 44 broches PLCC.

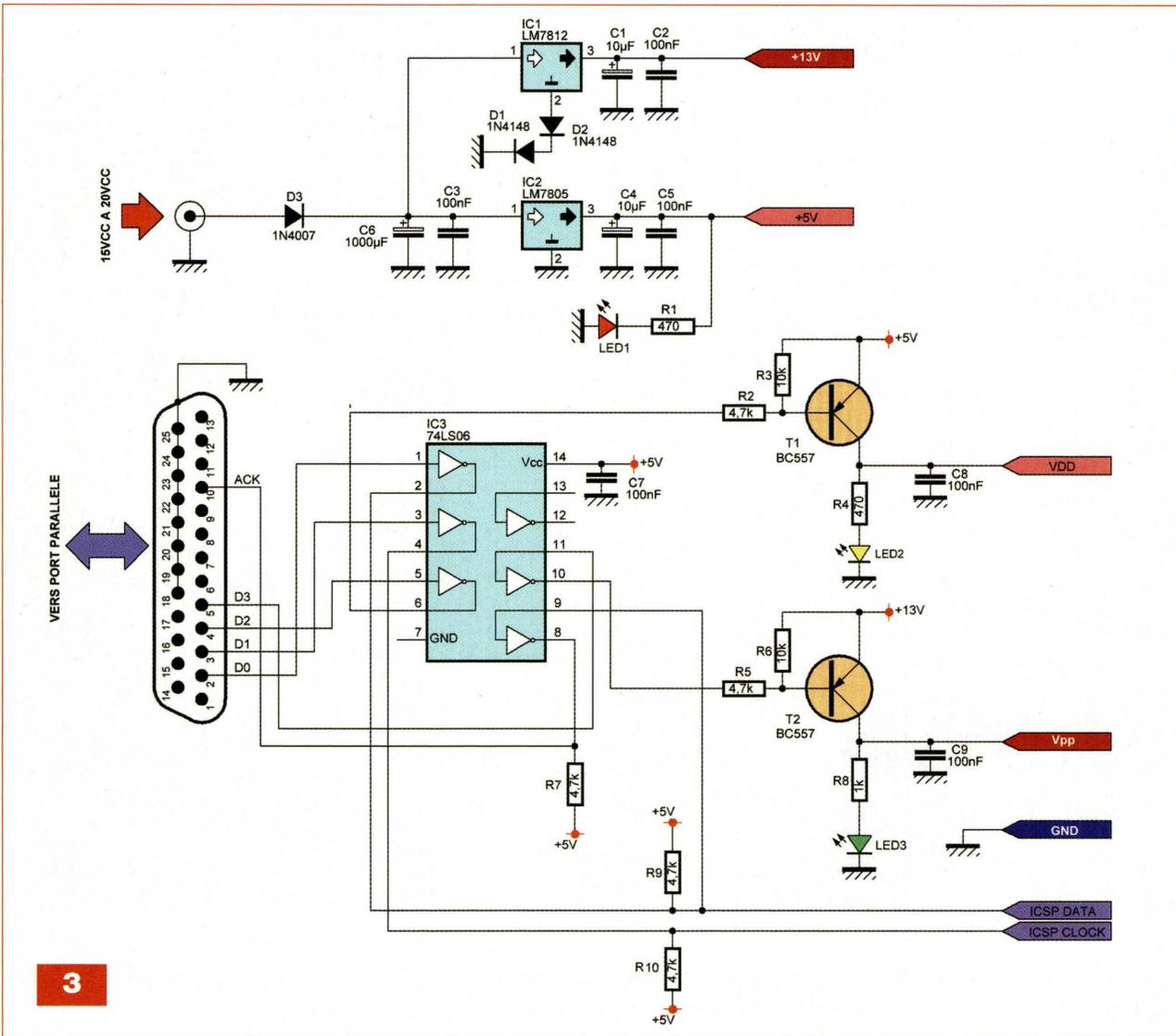
Une led indique la mise sous tension.

Toute manipulation du composant est alors à proscrire.

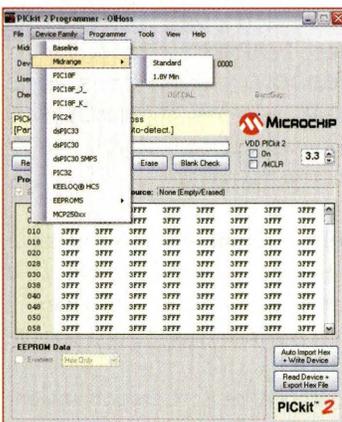
La programmation du 18F2550

Il est évident que le programmeur doit être équipé, pour fonctionner, d'un microcontrôleur 18F2550 programmé.

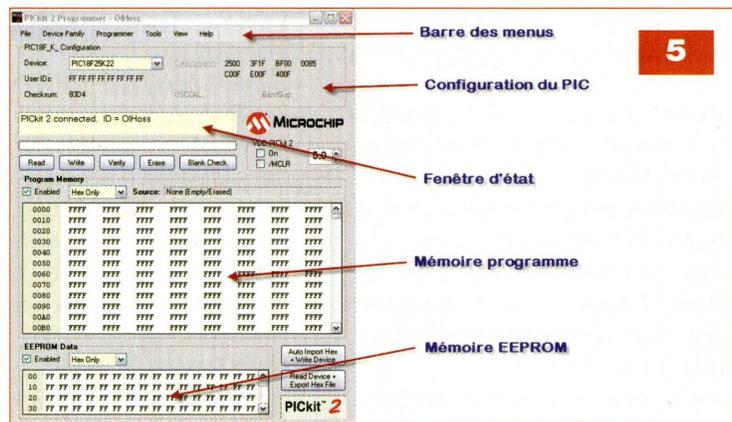
A moins de posséder un programmeur pouvant effectuer cette opération, il appartient à nos lecteurs d'en réaliser un. En **figure 3**, nous proposons un schéma



3



4



5

de programmeur, bien connu des utilisateurs de PIC. C'est un programmeur devant se connecter sur le port «parallèle» de l'ordinateur PC. Le logiciel de gestion est disponible sur le site de la société Oshonsoft (<http://www.oshonsoft.com/picprog.htm>) spécialisée dans la conception et la com-

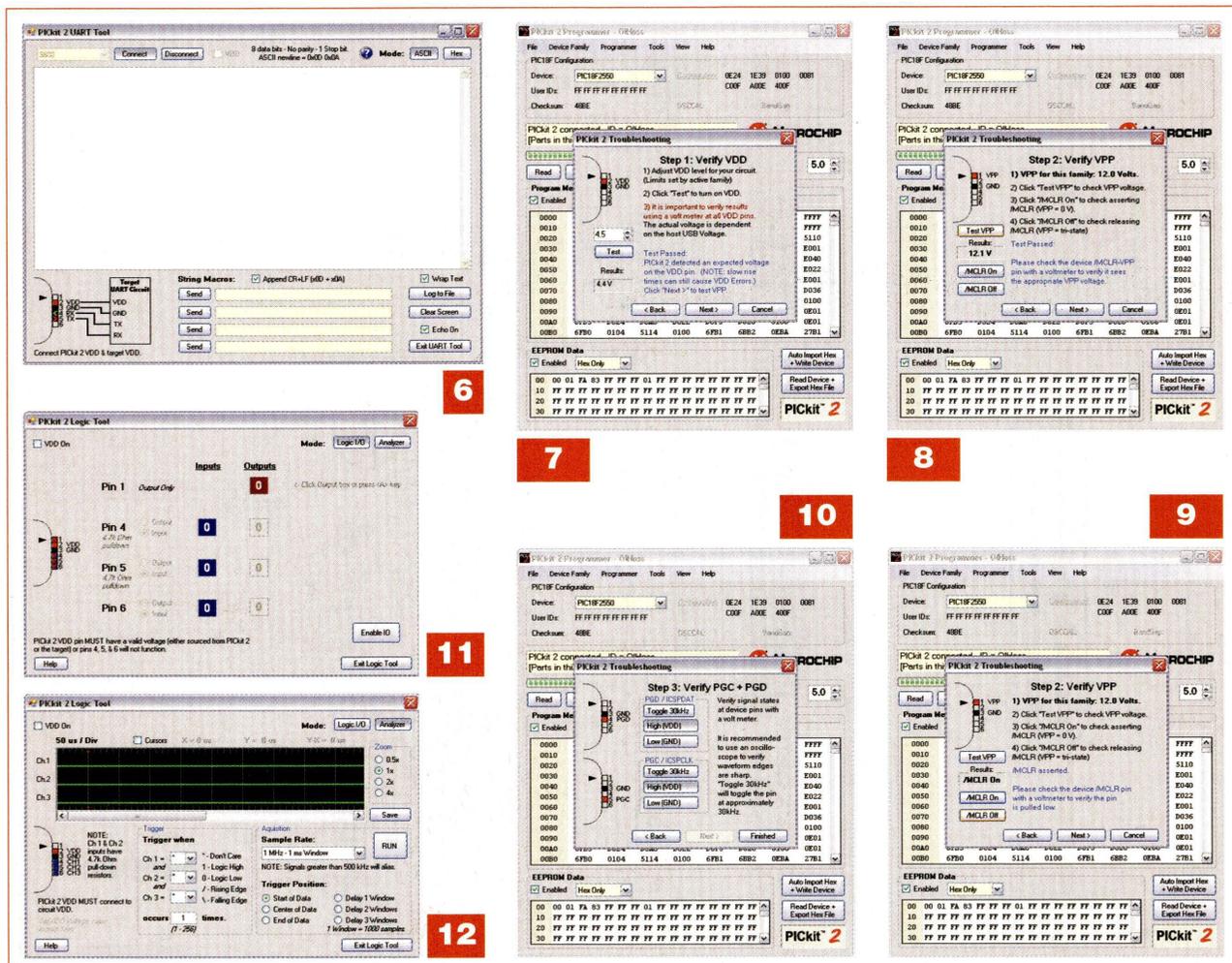
mercialisation de compilateurs pour divers microcontrôleurs. Ce logiciel est gratuit et librement téléchargeable.

Le logiciel

Le logiciel très complet est disponible, en téléchargement, sur le site de

MICROCHIP (<http://www.microchip.com/>).

Les figures 4 et 5 montrent l'écran principal du logiciel gérant le programmeur. En figure 4, on aperçoit le choix proposé parmi treize familles de composants. En figure 5 sont expliquées la fonction de chacune des fenêtres.



La barre des menus permet toutes les opérations :

File :

- **Import Hex** : permet l'importation d'un fichier à programmer au format INHX32
- **Export Hex** : permet l'exportation d'un fichier lu dans un composant au format INHX32
- **File History** : affiche l'historique des quatre derniers fichiers
- **Exit** : sort du programme

Device Family : permet de choisir parmi treize familles de composants

Programmer :

- **Read Device** : permet de lire la mémoire «programme», les données de la mémoire EEPROM, les locations ID et les bits de configuration
- **Write Device** : permet d'écrire la mémoire «programme», les données de la mémoire EEPROM, les locations ID et les bits de configuration
- **Verify** : permet une vérification entre

toutes les données écrites dans le composant et les données stockées dans le programme

- **Erase** : effectue un effacement des mémoires du composant
- **Blank Check** : permet de vérifier que la mémoire «programme», la mémoire EEPROM, les locations ID et les bits de configuration ont été effacés
- **Verify on Write** : permet de vérifier que l'écriture des données a été réalisée correctement et qu'elle est conforme aux données stockées dans le programme
- **Hold Device in Reset** : lorsqu'elle est mise en œuvre, cette fonction maintient le pin MCLR (Vpp) au niveau «bas»
- **Write on PICkit Button** : lorsqu'elle est mise en œuvre, cette fonction permet la programmation par un appui sur le bouton-poussoir du programmeur

Tools :

- **Enable Code Protect** : valide la pro-

tection du code programmé contre l'écriture

- **Enable Data Protect** : valide la protection des données présentes en mémoire EEPROM contre l'écriture
- **Set OSCCAL** : détermine la valeur OSCCAL pour les composants qui stockent cette donnée dans la dernière location mémoire
- **Target VDD Source** :
 - **Auto - Detect** : le programmeur détermine automatiquement si le composant «cible» possède sa propre alimentation ou doit être alimenté
 - **Force PICkit 2** : le programmeur alimente toujours le composant «cible»
 - **Force Target** : le programmeur suppose toujours que la «cible» possède sa propre alimentation
- **Calibrate VDD et Set Unit ID** : permet une calibration de la tension d'alimentation VDD et un numéro d'identification au programmeur

- **Use VPP First Program Entry** : validée, cette fonction permet au programmeur de se connecter et de programmer le composant avec un code et une configuration qui interfèrent avec les signaux ICSP, empêchant celui-ci de les détecter. Dans cette configuration, le programmeur doit alimenter le composant «cible»
 - **Fast Programming** : lorsqu'elle est validée, cette fonction permet au programmeur d'essayer de programmer le composant «cible» à la vitesse maximale. Lorsque cette fonction n'est pas en service, le programmeur ralentit les communications des lignes ICSP. Cette dernière option doit être utilisée lorsque les lignes ICSP sont chargées
 - **Check Communication** : vérifie les communications USB avec le programmeur et les communications ICSP avec un composant «cible» en essayant de l'identifier par son numéro ID
 - **UART Tool** : configure le programmeur en mode UART et ouvre une fenêtre de terminal (voir **figure 6**) afin de communiquer avec un composant «cible» au travers des broches de son UART. Cela permet plusieurs actions :
 - Afficher un texte en provenance du microcontrôleur
 - Enregistrer des données dans un fichier
 - Développer et déboguer l'interface UART du μC
 - Interfacer et envoyer des commandes au microcontrôleur durant le développement
 - **Troubleshoot** : permet, par l'ouverture de fenêtres, la vérification de plusieurs paramètres. En **figure 7**, vérification de la tension VDD ; en **figure 8**, test de la tension de programmation (Vpp) ; en **figure 9**, vérification de la ligne MCLR et en **figure 10**, test des lignes PGC et PGD
 - **Download PICkit 2 Programmer Operating System** : effectue un chargement du firmware du programmeur (vérification, mise à jour, etc.)
- Help** : contient toute la documentation du programmeur

Outre l'outil UART, le logiciel de gestion permet l'utilisation d'un outil «logique»

(**figure 11**) et de configurer les lignes MCLR, PGC, PGD et AUX en entrées ou sorties logiques.

De plus, un second choix permet de transformer le programmeur en analyseur «logique» à trois canaux (**figure 12**).

Dans ce cas, ce sont les lignes PGC, PGD et AUX qui sont utilisées.

Nous invitons nos lecteurs intéressés à se reporter à la lecture du «LOGIC TOOL USER GUIDE» disponible sur le site de MICROCHIP.

La description de toutes les fonctions de cet analyseur nécessiterait en effet plusieurs pages et sortirait du cadre de cet article.

La mini-platine de développement

Le schéma de notre platine de développement est représenté en **figure 13**. Très simple de conception, mais permettant d'utiliser de nombreux microcontrôleurs PIC en 28 broches et en 40 broches, elle peut néanmoins rendre de bons services. Un support ZIF (Zéro Insertion Force) est utilisé.

L'alimentation est double. Deux régulateurs dispensent des tensions de +3,3 V et +5 V, permettant d'utiliser des microcontrôleurs fonctionnant sous ces tensions.

Un commutateur S1 permet d'en choisir la valeur.

Un bargraphe à dix leds, connecté aux sorties d'un octuple réseau de transistors de type ULN2803A, visualise l'état des lignes du μC qui y sont connectées.

Deux des leds signalisent la présence des tensions sur la platine.

Quatre boutons-poussoirs, connectés entre masse et (+) alimentation, permettent l'application des niveaux logiques sur les lignes du microcontrôleur, configurées en «entrées».

Deux potentiomètres permettent les tests des entrées analogiques du μC .

La programmation du composant en test peut être effectuée sur la platine au moyen du connecteur ICSP.

Le commutateur S5 permet de déconnecter le circuit de RESET, afin de ne pas charger la ligne MCLR/(Vpp) lors de cette programmation.

Un quartz peut être placé sur la platine.

Le commutateur S2 permet de le mettre hors service si l'oscillateur interne du microcontrôleur est utilisé.

Deux rangées de connecteurs permettent de connecter les ports du μC aux circuits externes.

Un adaptateur permettant l'utilisation des microcontrôleurs PIC à 28 broches doit être réalisé. Équipé de son composant, il est simplement mis en place dans le support ZIF.

La réalisation

Les dessins des circuits imprimés sont représentés :

- En **figure 14** pour les tracés des deux circuits du programmeur, en **figure 15 et photo A** pour les implantations des composants
- En **figure 16** pour le tracé de l'adaptateur du programmeur, en **figure 17** pour l'implantation
- En **figure 18** pour le tracé de la mini-platine de développement et son adaptateur, en **figure 19** pour l'implantation

Le câblage des différentes platines s'effectuera de la manière connue, à savoir :

- Placer d'abord les straps et les résistances. Les straps seront de préférence des résistances de 0 Ω , bien plus faciles à implanter que des straps en fil de cuivre
- Implanter les condensateurs, les diodes et les leds
- Souder les transistors
- Souder les supports des circuits intégrés
- Implanter les différents connecteurs

Le programmeur

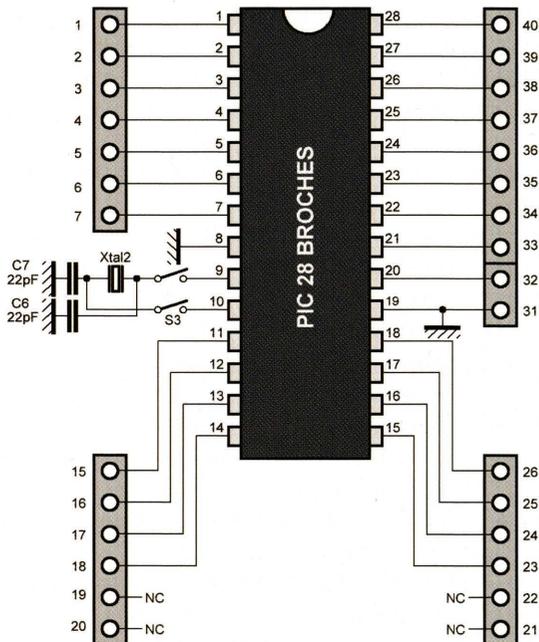
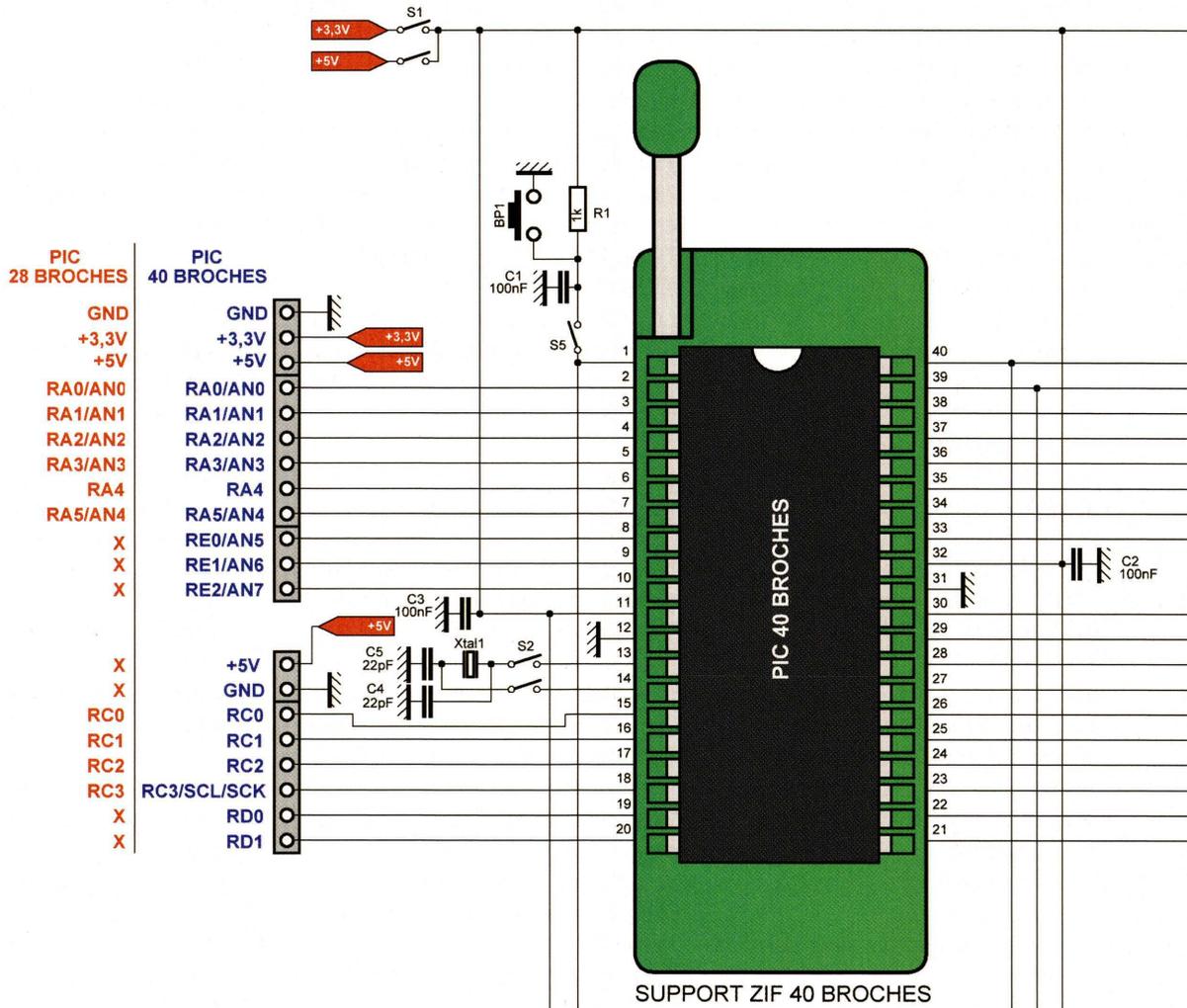
Deux circuits imprimés sont à réaliser. Le plus petit vient s'enficher sur le principal, par l'intermédiaire de barrettes sécables de broches carrées pour le premier et de barrettes sécables de supports femelles pour le second.

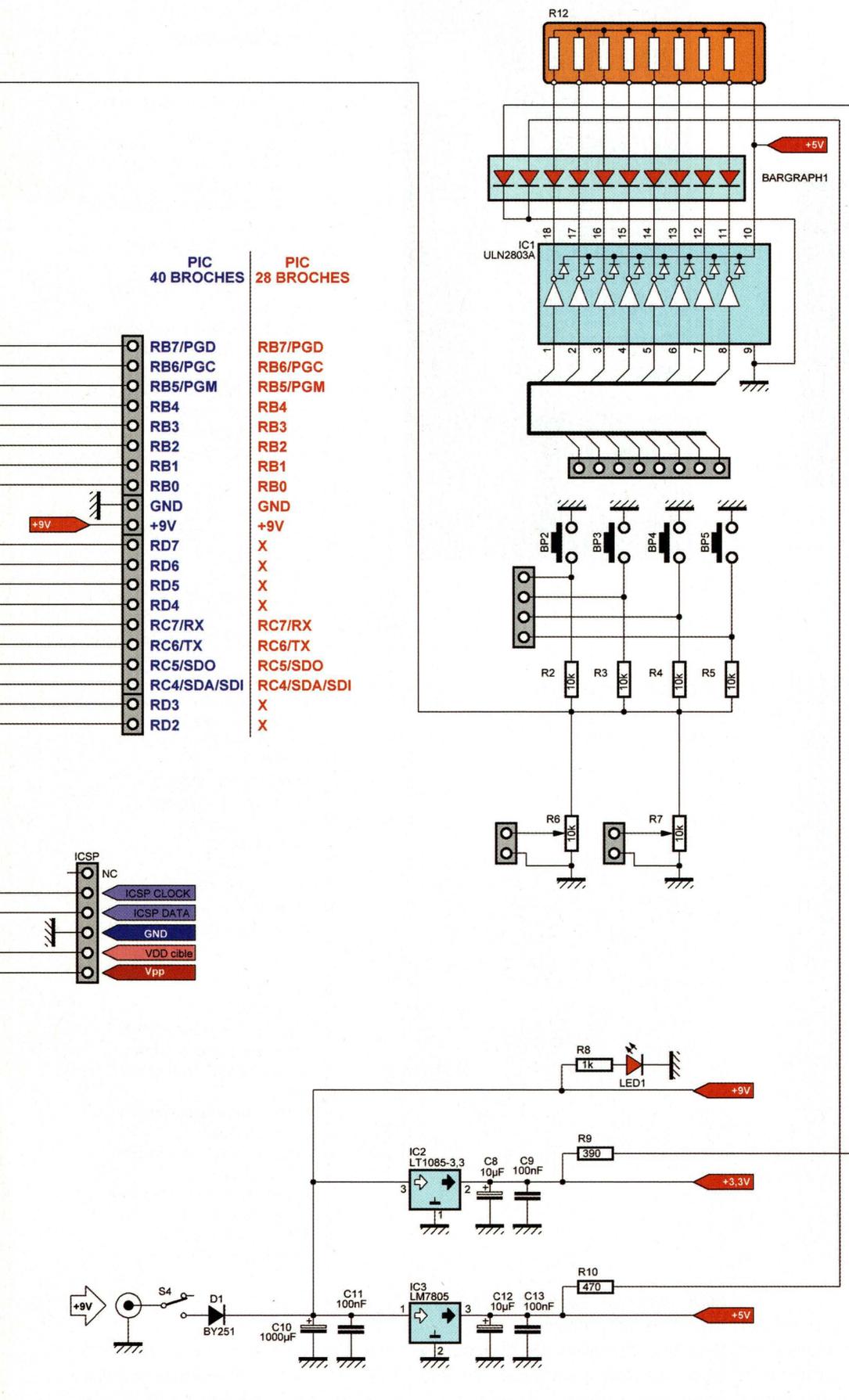
Le connecteur ICSP est également une barrette sécable de broches carrées (coudées).

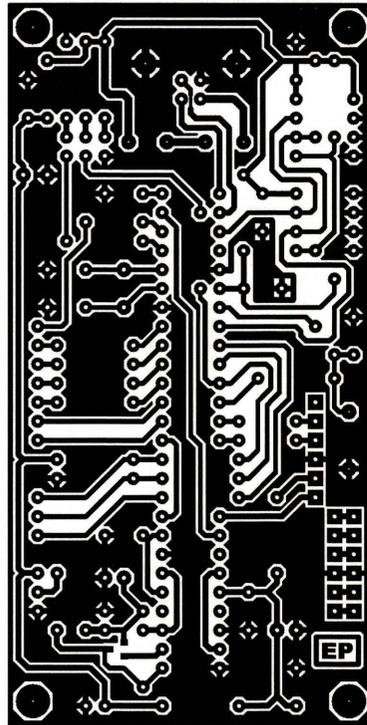
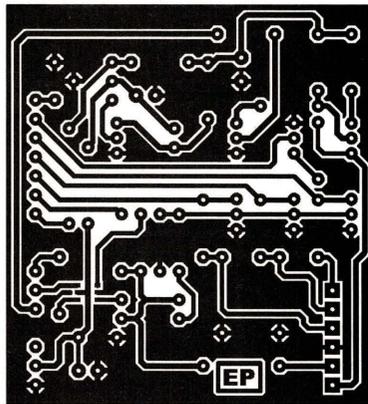
Deux des composants, T3 et IC1, sont des composants CMS qui sont soudés côté cuivré.

Le quartz est un modèle «bas profil»

13

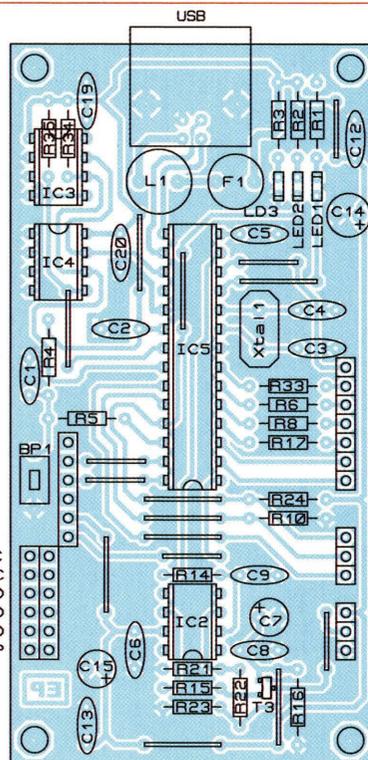




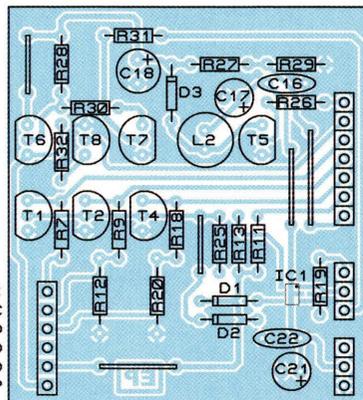


14

15



Le transistor T3 et le circuit intégré IC1 sont soudés côté pistes cuivrées.



Nomenclature

PROGRAMMATEUR

• Résistances

- R1, R2, R3 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R4, R10, R11, R14, R21 à R24, R26, R30, R31, R33 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R5, R7, R9, R18 : 33 Ω (orange, orange, noir)
- R6, R8, R17 : 10 Ω (marron, noir, noir)
- R12, R20, R27 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R13 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R15, R32 : 100 Ω (marron, noir, marron)
- R16, R19, R29, R34, R35 : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
- R25 : 820 Ω (gris, rouge, marron)
- R28 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

• Condensateurs

- C1, C2, C6, C8, C9, C12, C13, C16, C19, C20, C22 : 100 nF
- C3, C4 : 22 pF
- C5 : 470 nF
- C7, C14, C15, C17, C21 : 10 μF / 25 V
- C18 : 47 μF / 25 V tantale goutte

• Semiconducteurs

- IC1 : FDC6420C (Farnell)
- IC2 : MCP601 (Farnell)
- IC3, IC4 : 24LC512 (facultatif)
- IC5 : 18F2550
- T1, T2, T4, T6 : 2N3906
- T3 : IRLML6402 (Farnell)
- T5, T7, T8 : 2N3904
- D1, D3 : BAT85
- D2 : 1N4148
- LED1 : diode rouge
- LED2 : diode jaune
- LED3 : diode verte

• Divers

- L1 : 10 μH
- L2 : 680 μH
- 1 quartz «bas profil» 20 MHz
- 1 fusible à souder 500 mA
- Barrette sécable de broches carrées
- Barrette sécable de supports pour broches carrées
- 1 support pour circuit intégré 28 broches
- 3 supports pour circuit intégré 8 broches (tulipe)
- BP1 : bouton-poussoir
- 1 connecteur USB

La platine adaptateur

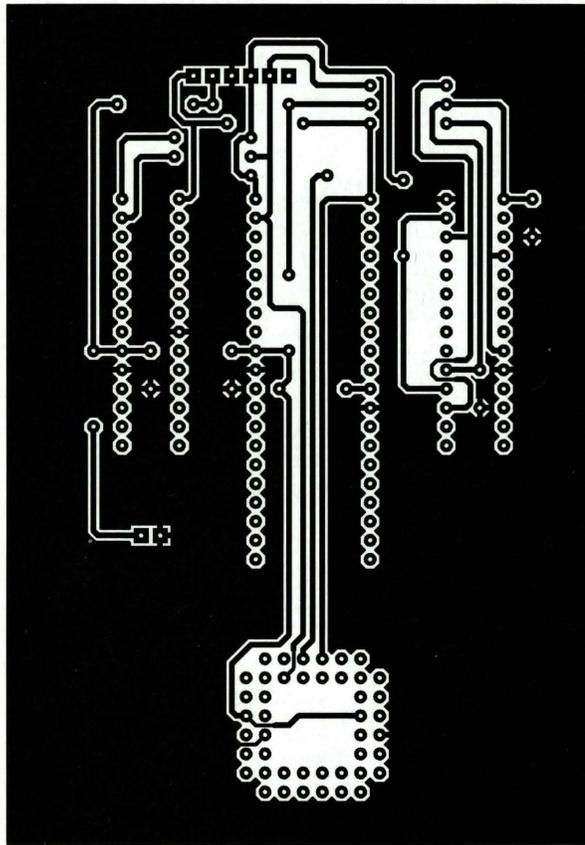
Le câblage est aisé vu le nombre restreint des composants. Nous avons utilisé des supports à force d'insertion nulle (ZIF) pour la facilité d'utilisation

qu'ils apportent. Cependant, ce sont des composants onéreux.

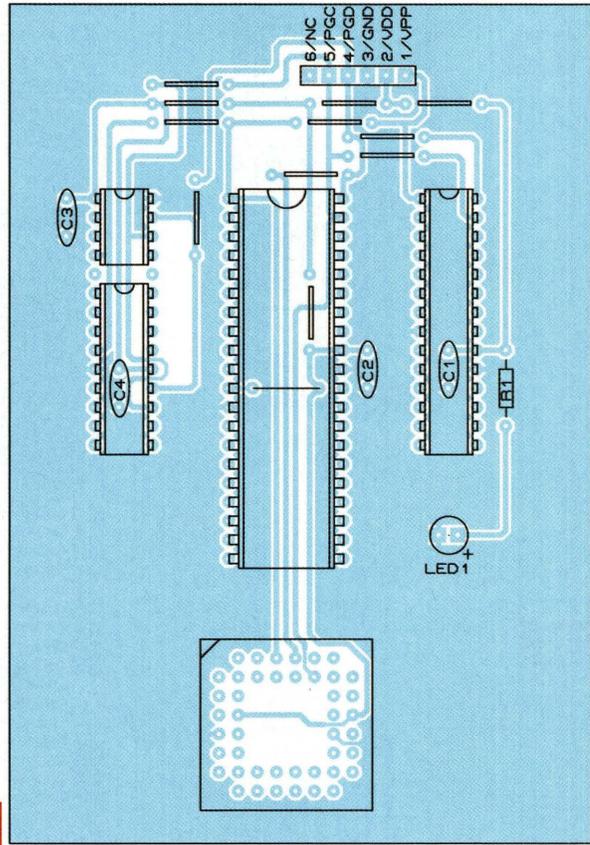
Si la programmation des microcontrôleurs n'est pas quotidienne, des supports «tulipe» peuvent convenir.

La mini-platine de développement

Là aussi, nous avons utilisé un support ZIF et nous reformulons la même remarque que précédemment.

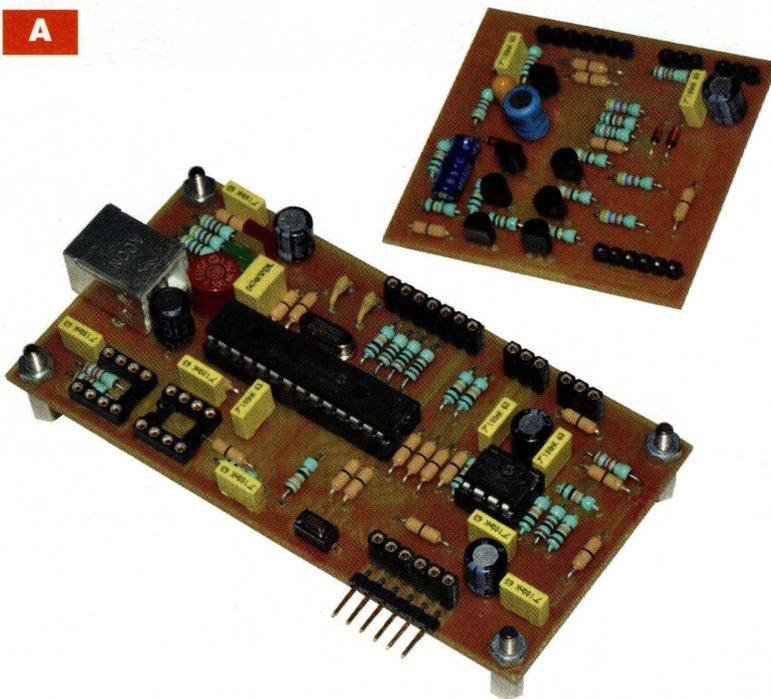


16



17

A



Les ports du microcontrôleur sont accessibles sur deux connecteurs doubles (2 x 20 broches).
Les différents commutateurs sont des morceaux de barrette sécable de

broches carrées sur lesquelles nous enfichons des cavaliers.
Pour la platine adaptatrice 28 broches → 40 broches, nous avons utilisé des morceaux de barrette sécable de picots

Nomenclature

PLATINE ADAPTATEUR

- R1 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- C1, C2, C3, C4 : 100 nF
- LED1 : diode rouge
- Supports pour circuits intégrés (voir texte)

pour supports «tulipe». Que le support 40 broches soit un support ZIF ou un support à contacts «tulipe», les picots peuvent s'y adapter.

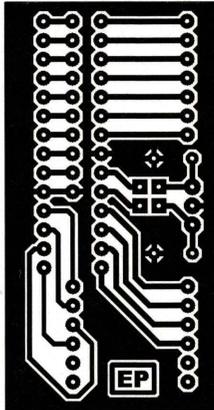
Les essais

Pour chacune des platines, procéder d'abord à la vérification des alimentations, sans qu'aucun circuit intégré ne soit inséré dans son support.
Si tout est conforme, passer alors aux essais définitifs.

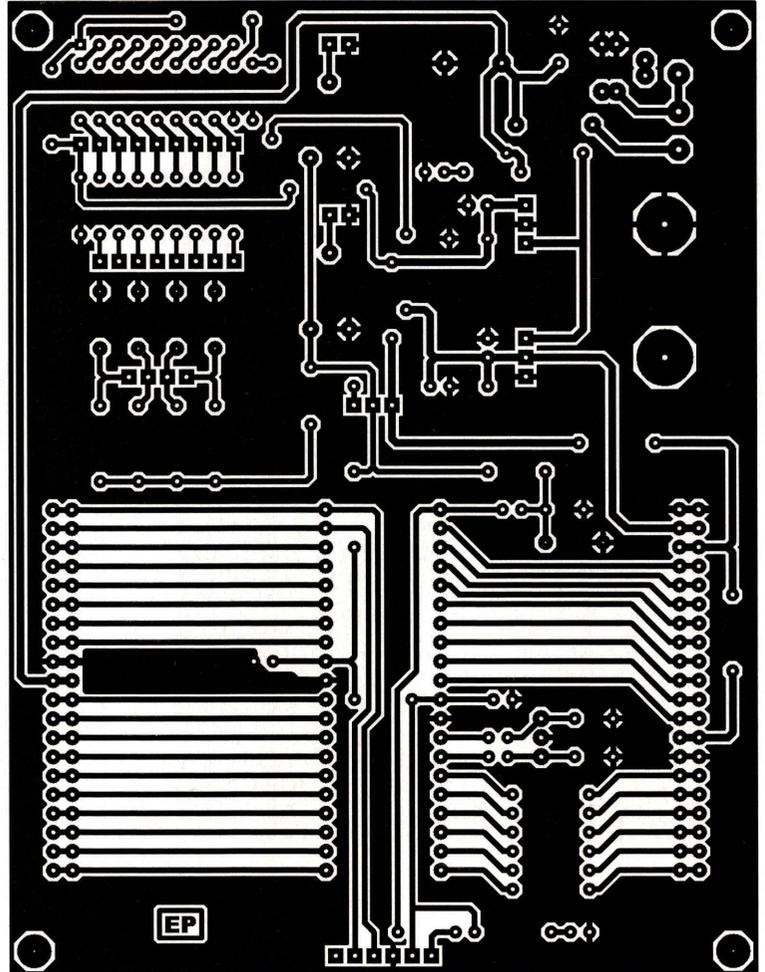
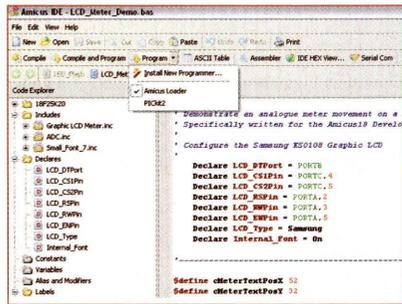
Le programmeur

Lorsqu'il est connecté au port USB de l'ordinateur, le message «Le périphérique a été chargé» et «Périphérique d'interface utilisateur USB» doit apparaître dans le coin inférieur droit de l'écran.

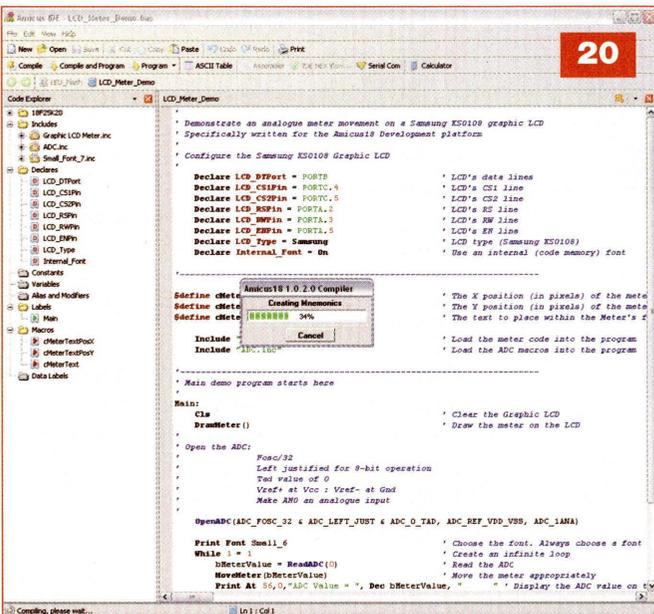
18



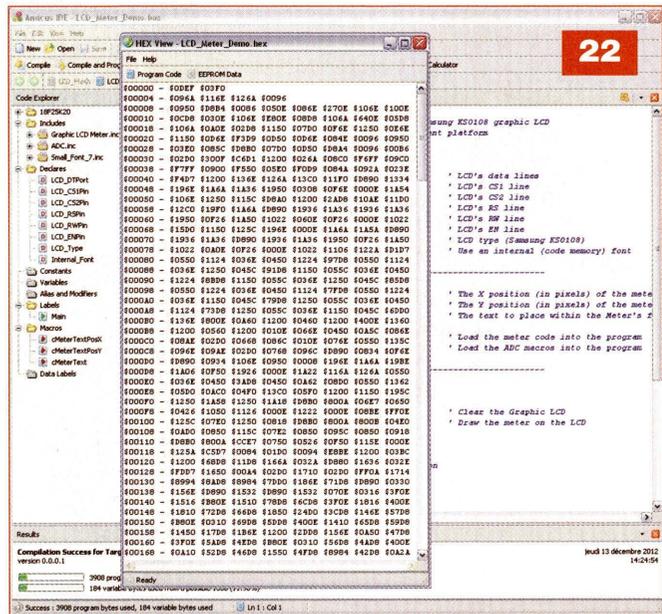
21



20



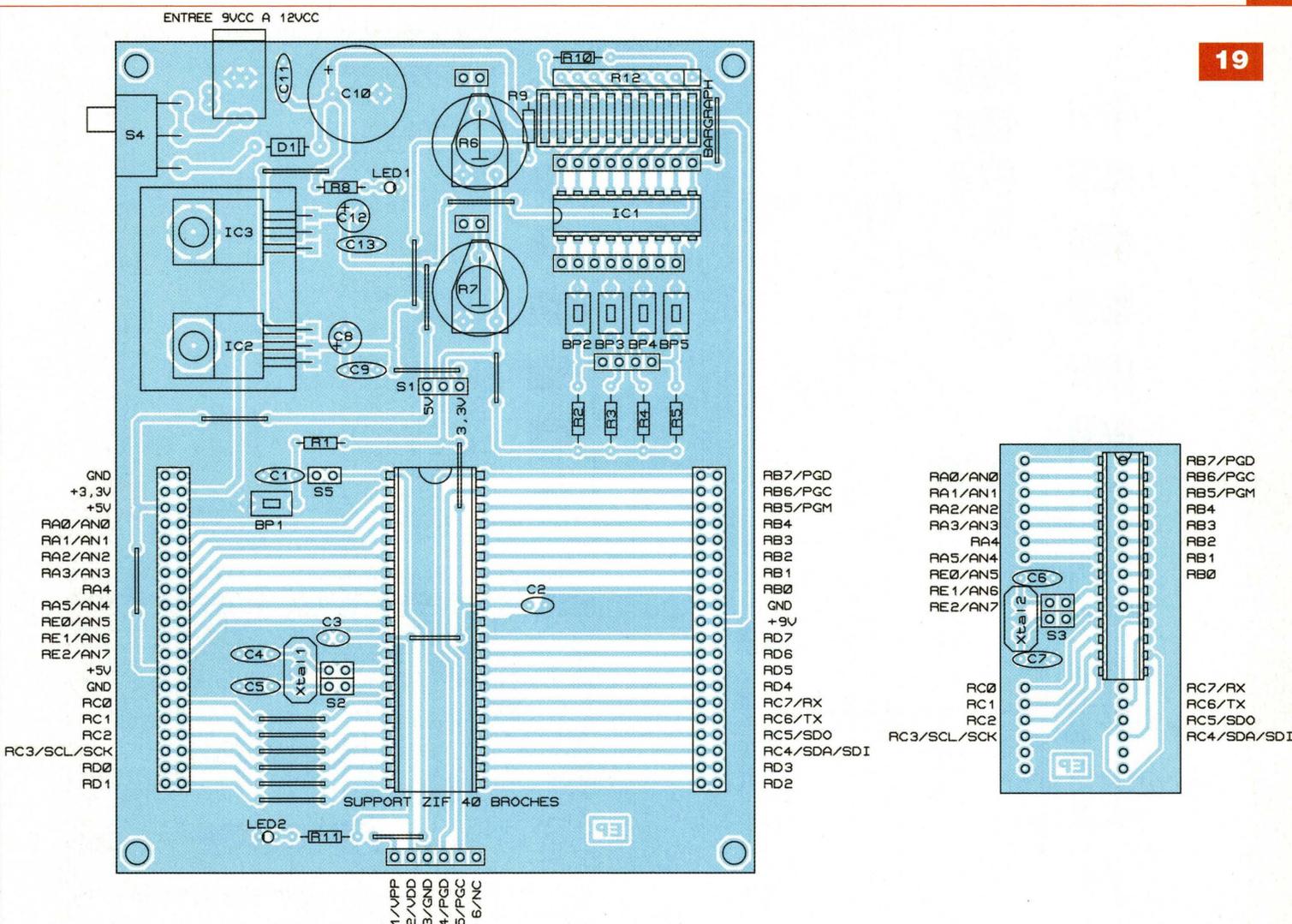
22



Lancer ensuite le logiciel PICKit2, qui doit afficher dans sa fenêtre d'état le message «PICKit 2 connected». Vérifier les différentes tensions (VDD) et (Vpp), ainsi que les lignes de pro-

grammation de l'ICSP, comme indiqué plus haut. La platine adaptateur ne pourra être testée qu'en programmant un microcontrôleur.

La mini-platine de développement
Les essais seront effectués en y insérant un microcontrôleur qui sera programmé au moyen du connecteur ICSP.



Nomenclature

MINI-PLATINE DE DÉVELOPPEMENT

• Résistances

R1, R8, R11 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R2, R3, R4, R5 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R6, R7 : ajustable 10 kΩ ou mini potentiomètre pour circuit imprimé
 R9 : 390 Ω (orange, blanc, marron)
 R10 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R12 : réseau de 8 x 470 Ω

• Condensateurs

C1, C2, C3, C9, C11, C13 : 100 nF
 C4 à C7 : 22 pF

C8, C12 : 10 µF / 25 V
 C10 : 1 000 µF / 25 V

• Semi-conducteurs

IC1 : ULN2803A
 IC2 : LT1085-3,3
 IC3 : LM7805
 D1 : BY251
 1 bargraphe 10 leds
 LED1 : diode rouge

• Divers

S4 : interrupteur coudé pour circuit imprimé

2 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220

- 1 connecteur d'alimentation
- 1 support pour circuit intégré 20 broches
- 1 support pour circuit intégré 18 broches
- Barrette sécable de broches carrées
- Barrette sécable de supports pour broches carrées
- Barrette sécable de picots pour supports «tulipe»
- 2 connecteurs 2 x 20 broches femelles
- Cavaliers
- 5 boutons poussoirs pour circuit imprimé
- Quartz : valeur selon choix

Il ne faudra pas oublier de choisir sa tension d'alimentation au moyen du commutateur dédié.

Les logiciels

Il existe de nombreux compilateurs Basic dont les plus connus sont com-

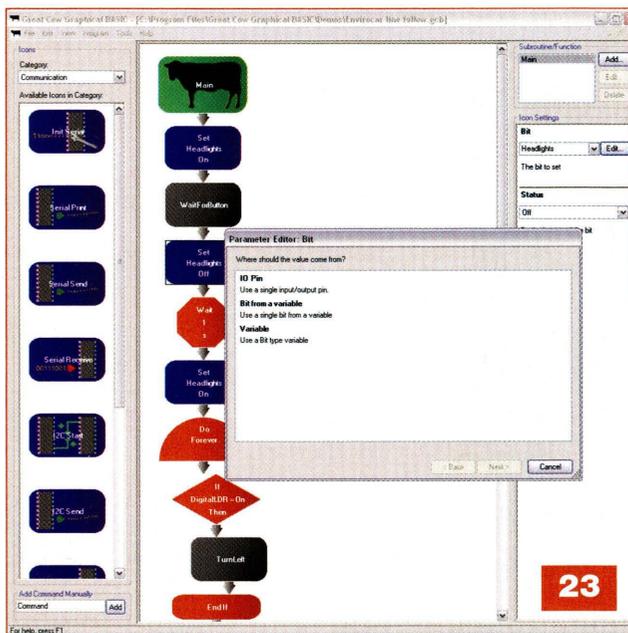
mercialisés par les sociétés MikroElektronika (<http://www.mikroe.com>), avec son «mikroBasic For PIC» et CrownHill Associates (<http://www.protonbasic.co.uk>) avec le «Proton Development Suite».

MikroElektronika autorise le téléchargement gratuit de son logiciel, mais bridé

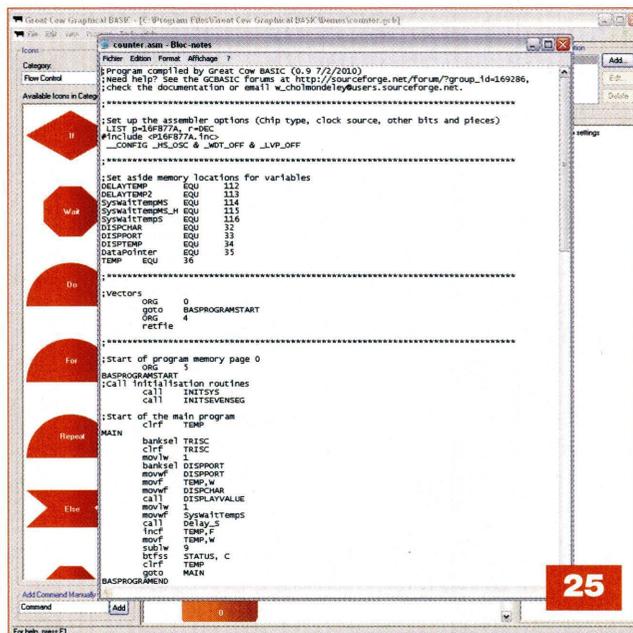
à 2 ko de code, ce qui permet l'élaboration de petites applications.

CrownHill Associates propose le téléchargement gratuit de son logiciel Proton non bridé, rebaptisé AMICUS.

Il est entièrement fonctionnel, mais dédié à un seul composant : le PIC 18F25K20, équivalent du PIC 18F25K22, mais fonc-

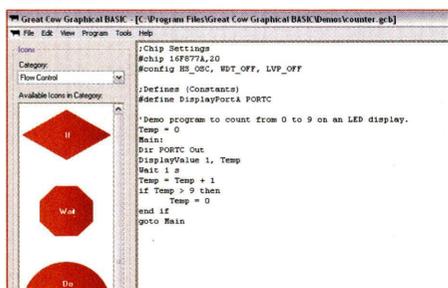


23

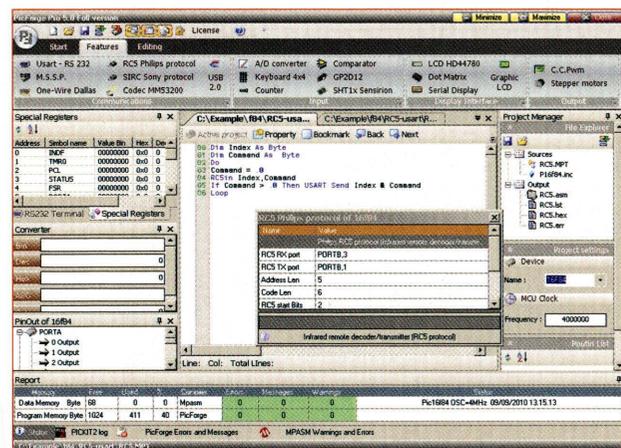


25

24



26



tionnant entre 1,8 V et 3,6 V (voir figures 20, 21 et 22). Ses caractéristiques en font un microcontrôleur très performant dans un bon nombre d'applications :

- Mémoire programme de type «Flash»
- Mémoire programme de 32 ko
- Vitesse CPU de 16 MHz (jusqu'à 64 MHz avec PLL)
- 1 536 octets de RAM
- 256 octets de données EEPROM
- Périphériques de communications : 1 A/E/USART et 1 MSSP (SPI/I2C)
- Périphériques Capture/Compare/PWM : 1 CCP, 1 ECCP
- Timers : 1 x 8 bits et 3 x 16 bits
- 10 canaux ADC 10 bits
- 2 comparateurs

En se contentant d'un seul modèle de PIC, mais non des moindres, ce logiciel est très efficace. Signalons que le PIC 18F25K22 est le type utilisé par

PICAXE pour son 28X2. Cependant, les fonctions logicielles apportées par AMICUS sont nettement supérieures à la programmation PICAXE. Nous conseillons également à nos lecteurs de se connecter sur le site <http://www.myamicus.co.uk/> où ils pourront télécharger le logiciel et découvrir des choses intéressantes.

Un autre logiciel gratuit, celui-ci entièrement fonctionnel et non limité à un seul modèle de microcontrôleur, est disponible en téléchargement sur le site <http://gcbasic.sourceforge.net/>. Il s'agit de «Great Cow Graphical Basic».

Ne nous demandez pas pourquoi son auteur l'a ainsi nommé, nous ne le savons pas. Quoiqu'il en soit, ce logiciel permet, dans sa version graphique, l'élaboration de programmes au moyen d'icônes comme on peut le découvrir en figure 23. Le programme peut être

également visualisé sous sa forme texte (voir figure 24) et sous listing assembleur (voir figure 25).

L'un des programmeurs qui peut être utilisé avec «Great Cow Graphical Basic» est le PICKit2. Le logiciel est toujours en développement et des mises à jour sont disponibles.

Le logiciel PicForge 5 téléchargeable sur le site <http://www.picforge.altervista.org/> est gratuit, mais limité à une seule famille de PIC :

- 16F84, 16F84A, 16F876, 16F877, 16F877A, 16F916

La version «pro» nécessite une clef logicielle vendue 25 €, ou une clef USB valant 55 €. Ce logiciel (voir figure 26) permet la gestion de nombreux périphériques.

PATRICE OGUIC
p.oguc@gmail.com

14 robots accessibles à tous

Robot piloté par radar

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

Robot autoguidé

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

Robot pédagogique

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

Robot explorateur

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

Robot araignée intelligent & expérimental. À base du Cubloc CB220

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

Robot polyvalent et évolutif. FINALROBOT

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



CYBER-TROLL.

Le robot marcheur expérimental

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

Bras robotisé six axes à servomoteurs

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

Un robot filoguidé

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

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

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



Robot autonome qui sait se repérer !

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

Robot mobile évolutif (1^{ère} partie)

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

Robot mobile évolutif (2^{ème} partie)

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

Robot guidé par radar

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

Robot radioguidé

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

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

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

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

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

Luxmètre de précision

Ce montage fait appel à un composant spécifique très bon marché pour mesurer, avec précision, une intensité lumineuse.

Sa valeur, exprimée en $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, est directement lue sur un afficheur à cristaux liquides.

Dans le domaine de la photographie, l'intensité lumineuse correspond à celle qui est perçue par l'œil humain par une source ponctuelle. L'unité généralement utilisée est la «candela» (cd) qui est l'une des sept unités de base du système international. C'est également la seule qui se rapproche le plus de la perception propre à l'œil humain.

Quelques rappels

Rappelons que la perception humaine, visuelle, se situe à l'intérieur d'un domaine de sensibilité relativement restreint : 400 à 800 nm de longueur d'onde, avec un maximum de sensibilité vers 555 nm qui correspond au jaune-vert.

Notre luxmètre mesure, quant à lui, une puissance d'éclairement par unité de surface. Elle est parfois désignée par le terme «irradiance».

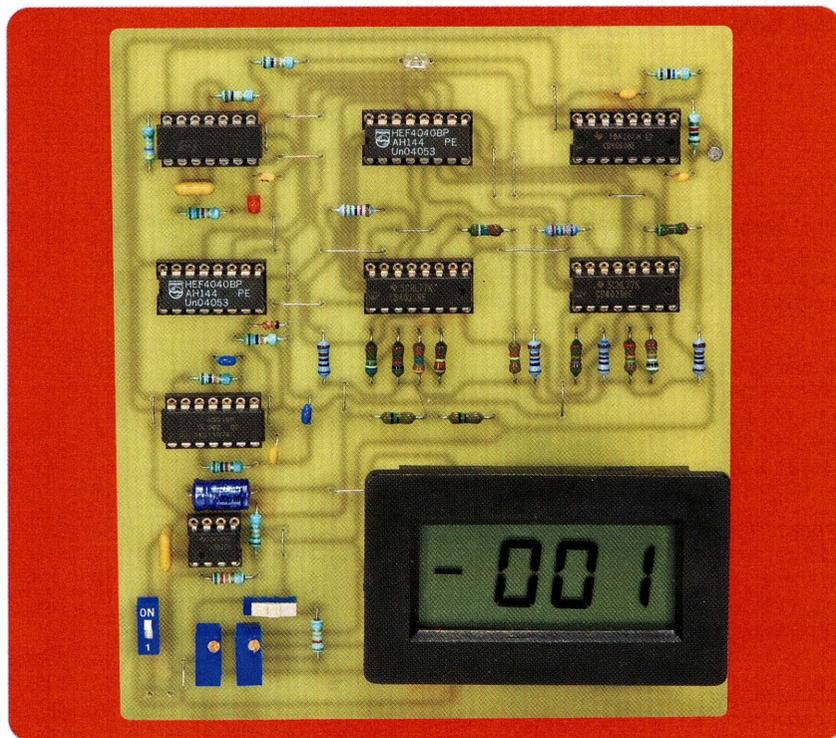
Généralement, elle représente la résultante de toutes les fréquences du spectre analysé.

Cette énergie est également fonction de la distance qui sépare la source lumineuse de la surface éclairée.

Elle diminue proportionnellement au carré de cette distance.

Le TSL 235

Ce composant, hautement intégré, est la réunion d'une photodiode avec un convertisseur courant/fréquence. Il délivre, sur sa sortie, des créneaux de forme carrée, dont la fréquence est



directement proportionnelle à l'énergie lumineuse perçue. La première partie de la figure 1 fait état de la parfaite linéarité de la courbe de réponse.

Il fonctionne sous un potentiel nominal de 5 V.

La seconde courbe de la même figure montre la sensibilité du composant en fonction des différentes longueurs d'onde du spectre. Cette dernière est maximale aux alentours de 750 nm.

De ce fait, le TSL 235 est tout à fait utilisable à l'intérieur du domaine perceptible par l'œil humain.

Signalons, tout de même, que ce type de capteur se sature assez rapidement lorsque l'intensité lumineuse devient plus importante et dépasse la valeur de $150 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Le fonctionnement

Alimentation

C'est une pile de 9 V qui fournit l'énergie nécessaire au montage.

Sa mise en service est contrôlée par la fermeture de l'interrupteur I1.

L'entrée «non-inverseuse» de l'amplificateur (I) de IC2 est soumise à un potentiel déterminé par les valeurs de

R1 et de R2 (figure 2). Plus précisément, cette valeur U est telle que :

$$U = \frac{R2}{R1 + R2} \times 9 \text{ V}$$

soit 4 V par rapport à la polarité (-) de la pile.

L'amplificateur fonctionnant en mode «suiveur» (la sortie reliée à l'entrée «inverseuse»), ce potentiel de 4 V est également celui qui est présent sur la sortie de l'amplificateur.

Pour la suite des explications, c'est ce potentiel qui sera à considérer comme référence 0 V. Par rapport à cette référence, les polarités suivantes sont ainsi disponibles :

- +5 V pour l'alimentation positive de tous les circuits intégrés
- 0 V pour l'alimentation négative de tous les circuits intégrés, excepté IC2
- -4 V pour l'alimentation négative de IC2 et du voltmètre de tableau

Ces deux derniers éléments sont donc alimentés sous une tension de 9 V, alors que tous les autres le sont sous 5 V.

Le courant délivré par la pile est d'environ 6 mA.

Prise en compte des créneaux issus du capteur

Les créneaux délivrés par le capteur IC1 sont pris en compte par le trigger formé par les portes NOR (III) et (IV) de IC3. Ce dernier délivre, sur sa sortie, des créneaux aux fronts ascendants et descendants davantage verticaux, à condition toutefois que l'entrée 9 de contrôle de la porte NOR (III) soit soumise à un état «bas». Nous verrons que cette condition n'est plus respectée en cas d'exposition du capteur à un rayonnement trop intense.

Les créneaux issus du trigger sont appliqués à l'entrée de comptage CL du compteur IC5, qui comporte douze étages binaires montés en cascade. Il est régulièrement remis à 0.

Nous verrons dans quelles conditions. Les signaux de sortie sont recueillis sur la sortie Q8. Si (F) est la fréquence des signaux générés par le capteur, la fréquence (f) des créneaux disponibles sur cette sortie Q8 est telle que :

$$f = \frac{F}{2^8} = \frac{F}{256}$$

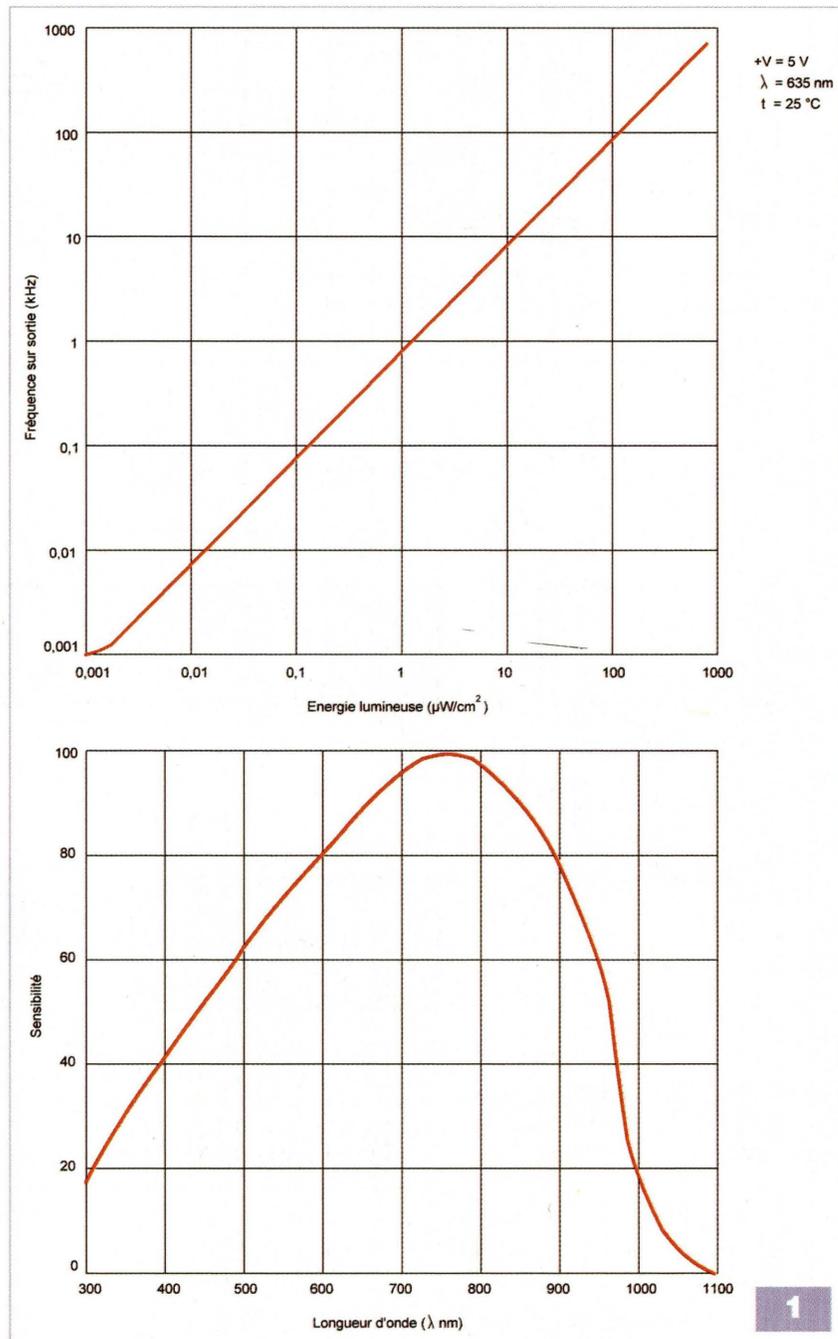
La sortie Q8 de IC5 est reliée à l'entrée de comptage CL d'un second compteur de douze étages, référencé IC6. Les sorties Q1 à Q4 sont en liaisons avec les entrées J de IC7 qui fonctionne ici en mode «mémorisation».

Nous en reparlerons.

Quant aux sorties Q5 à Q8, c'est aux entrées J de IC8 qu'elles sont reliées, dans les mêmes conditions.

Le compteur IC6 peut ainsi occuper deux cent cinquante six positions différentes, la première étant 0 et la dernière 255. Cette position atteinte, l'impulsion de comptage suivante, en provenance de la sortie Q8 de IC5, lui fait occuper la position 256, ce qui se traduit par la notation binaire 1 0000 0000 (sens de lecture Q9 → Q1). La sortie Q9 passe à l'état «haut», ce qui se traduit par deux conséquences :

- l'entrée 9 de contrôle du trigger NOR (III) et (IV) de IC3 est soumise à un état «haut». Le trigger se bloque et les positions de IC5 et de IC6 restent figées sur cette valeur extrême, même si les impulsions en provenance du capteur IC1 se poursuivent.
- la bascule monostable constituée



des portes NOR (I) et (II) de IC3 est activée. Elle présente sur sa sortie un état «haut» d'une durée égale au produit $0,7 \times R7 \times C3$, soit environ 0,7 s. La led rouge s'illumine pendant cette même durée en signalisant cette position extrême qui correspond, comme nous le verrons, à la saturation du capteur exposé à une intensité lumineuse trop importante.

Base de temps des opérations périodiques

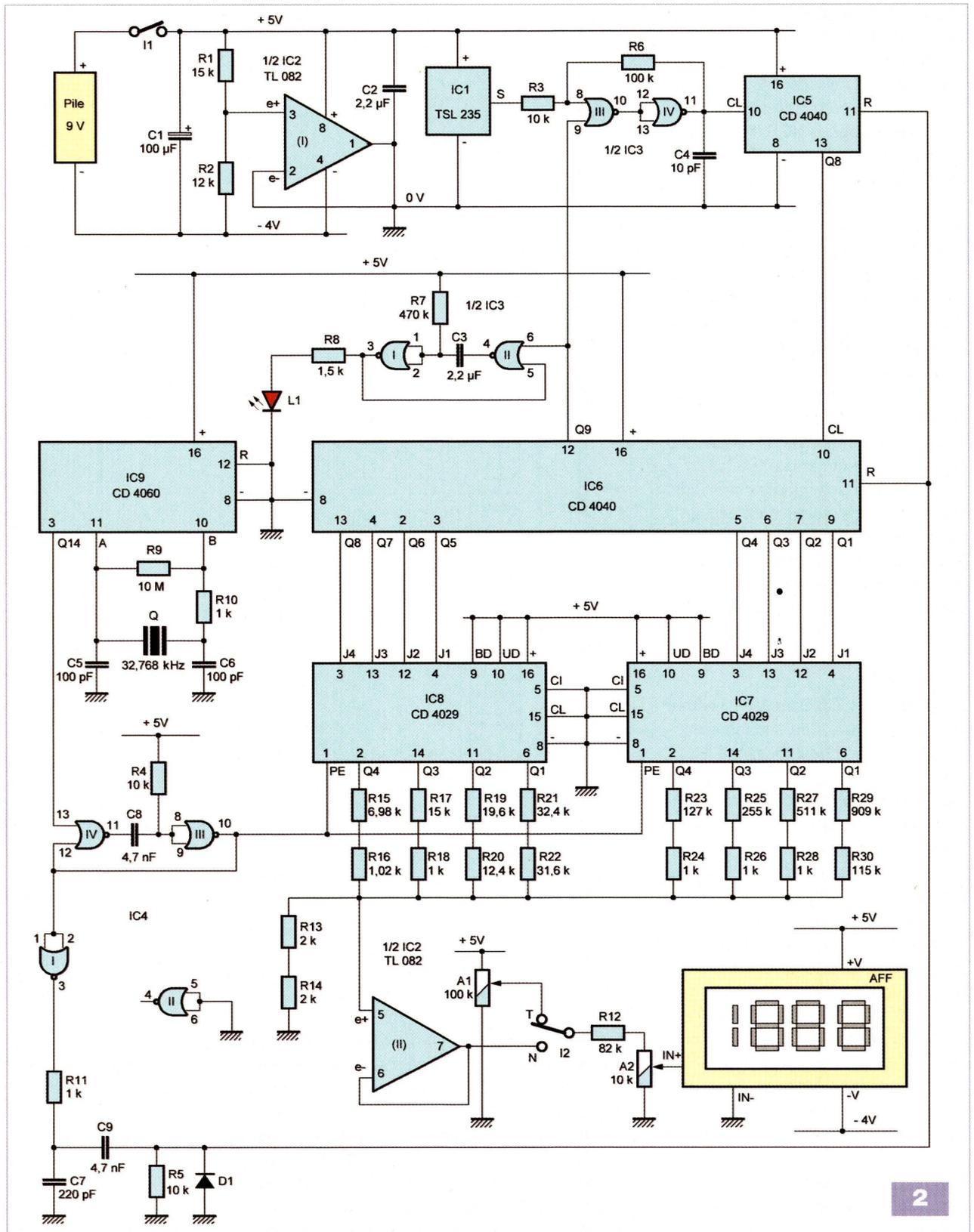
Le circuit intégré IC9 est un CD 4060 bien connu de nos lecteurs.

Il s'agit d'un compteur de quatorze étages binaires, montés en cascade et précédés d'un oscillateur interne.

Dans la présente application, ce dernier est piloté par un quartz, caractérisé par une fréquence propre de 32,768 kHz.

Le circuit intégré IC9 «tourne» en permanence. Sur sa sortie Q14, des créneaux de forme carrée sont disponibles. Leur fréquence est celle du quartz divisée par 2^{14} , soit :

$32\,768\text{ Hz} / 16\,384$, c'est-à-dire 2 Hz. Sur cette sortie Q14, un front montant apparaît donc toutes les 0,5 s (fig. 3).

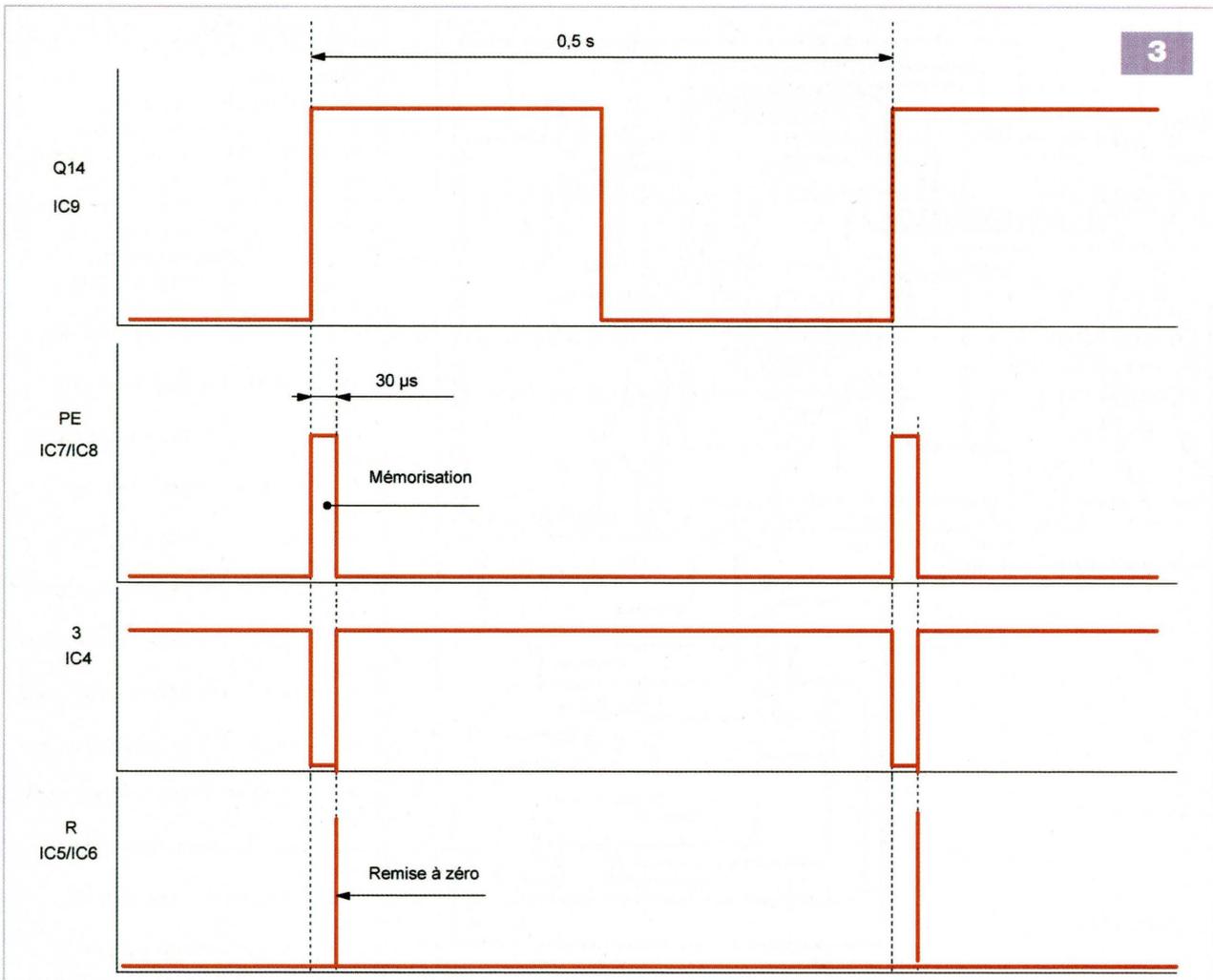


Ce front montant active la bascule monostable formée par les portes NOR (III) et (IV) de IC4. Sur sa sortie apparaît ainsi, à des intervalles de temps de 0,5 s, un bref état «haut» d'une durée de l'ordre de 30 μ s (figure 3).

Mémorisation périodique

Les circuits IC7 et IC8 jouent le rôle de mémoires, en ce sens qu'ils conservent les positions binaires appliquées sur les entrées J, à un moment donné, et les reportent sur les sorties Q correspon-

dantes. Ce transfert se produit au moment précis où les entrées PE de ces circuits sont soumises à un état «haut». Grâce à cette disposition, toutes les 0,5 s, la position du compteur IC6 est transférée dans les circuits IC7 et IC8.



Les sorties Q de ces derniers présentent alors les niveaux binaires correspondant à cette position même si, par la suite, le compteur IC6 continue d'évoluer.

Remise à zéro périodique

L'état «haut» de mémorisation, généré périodiquement par la bascule monostable NOR (III) et (IV) de IC4, est inversé en état «bas» par la porte NOR (I) de IC4. Ainsi, la fin de l'opération de mémorisation se traduit par un front montant sur la sortie de cette dernière porte. Ce front montant est pris en compte par le système dérivateur formé par C9, R5 et D1. Sur la cathode de D1 apparaît, alors, une très brève impulsion positive correspondant à la charge rapide de C9 à travers R5. Cette impulsion est transmise aux entrées R de IC5 et de IC6 (figure 3). Cette impulsion assure la remise à 0 de ces deux compteurs, qui amorcent aussitôt un nouveau cycle de comptage.

L'ensemble R11/C7 introduit, volontairement, un très léger retard à l'opération de remise à 0 par rapport à la fin de la mémorisation, dans le but d'éviter de faire coïncider la fin de la mémorisation avec le début de la remise à 0 des compteurs.

Rappelons, qu'en cas d'exposition du capteur à un rayonnement trop intense, le compteur IC6 atteint la position 256 (état «haut» sur Q9), ce qui se traduit, d'une part, par son blocage et, d'autre part, par la mémorisation de la valeur 0 : toutes les sorties Q de IC7 et de IC8 présentent un état «bas».

Conversion fréquence → tension

Les huit sorties Q1 à Q4 de IC7 et Q1 à Q4 de IC8 sont reliées à des résistances de tolérance 1 %. Elles rejoignent, toutes, un point commun de regroupement.

Par rapport à ce dernier, lorsque l'on passe d'une sortie Q_n à la sortie Q_{n+1} ,

les valeurs des résistances sont à chaque fois divisées par 2.

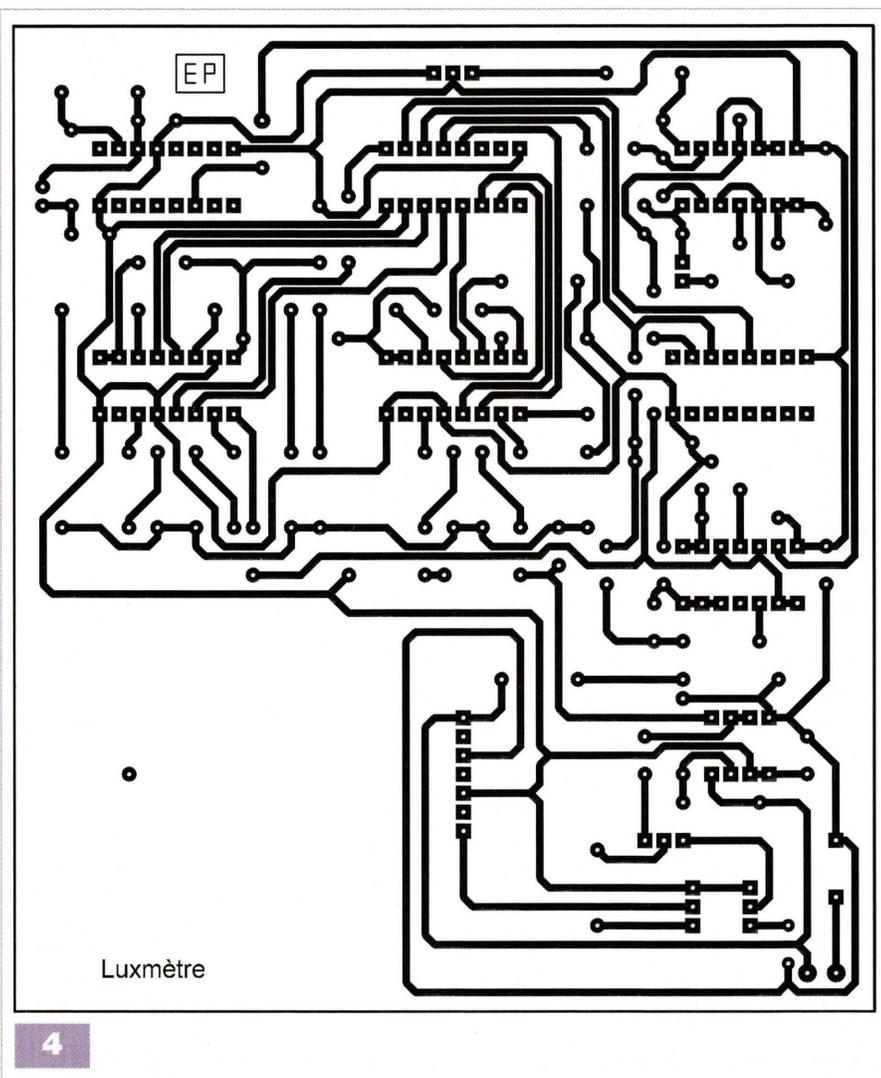
Cet ensemble de huit sorties Q peut ainsi occuper deux cent cinquante six positions élémentaires (0 à 255). Pour une position (n) donnée, la valeur (u) du potentiel relevé au point commun s'exprime par la relation :

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

Cette propriété serait exacte, si le point commun évoqué ci-dessus n'était pas relié au potentiel de référence par un dernier groupement R13/R14. Tout se passe comme s'il existait une neuvième sortie Q reliée, qui présenterait en permanence un état «bas». La capacité de comptage serait alors égale à cinq cent douze positions élémentaires avec, toutefois, (n) limité à 255.

La relation ci-dessus devient alors :

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



Nomenclature

• Résistances

- R1 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
- R2 : 12 kΩ (marron, rouge, orange)
- R3, R4, R5 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R6 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R7 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R8 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R9 : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
- R10, R11 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R12 : 82 kΩ (gris, rouge, orange)
- R13, R14 : 2 kΩ / 1 % (rouge, noir, noir, marron)
- R15 : 6,98 kΩ / 1 % (bleu, blanc, gris, marron)
- R16 : 1,02 kΩ / 1 % (marron, noir, rouge, marron)
- R17 : 15 kΩ / 1 % (marron, vert, noir, rouge)
- R18 : 1 kΩ / 1 % (marron, noir, noir, marron)
- R19 : 19,6 kΩ / 1 % (marron, blanc, bleu, rouge)
- R20 : 12,4 kΩ / 1 % (marron, rouge, jaune, rouge)
- R21 : 32,4 kΩ / 1 % (orange, rouge, jaune, rouge)
- R22 : 31,6 kΩ / 1 % (orange, marron, bleu, rouge)
- R23 : 127 kΩ / 1 % (marron, rouge, violet, orange)
- R24 : 1 kΩ / 1 % (marron, noir, noir, marron)
- R25 : 255 kΩ / 1 % (rouge, vert, vert, orange)
- R26 : 1 kΩ / 1 % (marron, noir, noir, marron)
- R27 : 511 kΩ / 1 % (vert, marron, marron, orange)

A titre d'exemple, si $n = 134$, le potentiel relevé au point commun du regroupement des résistances est égal à :

$$\frac{134}{511} \times 5 \text{ V} = 1,31 \text{ V}$$

L'amplificateur opérationnel (II) de IC2 constitue un simple étage «suiveur». Sur sa sortie sont relevés les mêmes potentiels que ceux qui sont appliqués sur l'entrée. L'avantage de cette disposition réside dans le fait que les potentiels issus du point de regroupement des résistances ne sont pas altérés par un quelconque «pont d'utilisation», grâce à l'impédance d'entrée pratiquement infinie de l'amplificateur opérationnel.

Affichage du résultat de la mesure

Le voltmètre PMLCD, de 3 digits $\frac{1}{2}$, à cristaux liquides, se caractérise par

une sensibilité de 200 mV. La valeur maximale qu'un tel appareil peut ainsi mesurer est égale à 199,9 mV. Sa tension d'alimentation peut varier entre 9 V et 11 V, mais la plage des tensions mesurées (de 0 à 200 mV) doit obligatoirement être assez éloignée des polarités «positive» et «négative» d'alimentation, ce qui est le cas dans la présente utilisation. En reliant, par un strap, les points P0 et P3 au dos de l'appareil, l'affichage évolue entre les valeurs [000,0] et [199,9].

Le pont diviseur, constitué par R12 et l'ajustable A2, permet de prélever la fraction souhaitée du potentiel délivré par la sortie de l'amplificateur (II) de IC2.

Tarage

Dans un premier temps, il est nécessaire de tarer la mesure par rapport à une référence connue. C'est la raison d'être de l'ajustable A1 et de l'inverseur I2.

Pour cette opération de tarage, ce dernier doit être placé sur la position (T). La référence utilisée est la courbe de réponse fournie par le constructeur du circuit TSL 235.

Nous prendrons, pour cela, la valeur de 100 kHz. Après une division par 256 effectuée par IC5, la fréquence des signaux délivrés par Q8 de ce circuit intégré est égale à $100\,000 \text{ Hz} / 256$, soit 390,6 Hz.

Étant donné que la période séparant deux mémorisations / remises à 0 consécutives est de 0,5 s, le compteur IC6 occupera, dans ce cas, la position $390,6 / 2$, soit 195.

Pour cette position $n = 195$, le potentiel (u), théoriquement délivré par la sortie de l'amplificateur (II), serait théoriquement tel que :

$$u = \frac{195}{511} \times 5 \text{ V} = 1,91 \text{ V}$$

R28 : 1 k Ω / 1 % (marron, noir, noir, marron)
 R29 : 909 k Ω / 1 % (blanc, noir, blanc, orange)
 R30 : 115 k Ω / 1 % (marron, marron, vert, orange)
 A1 : ajustable 100 k Ω / 25 tours / axe vertical
 A2 : ajustable 10 k Ω / 25 tours / axe vertical

• Condensateurs

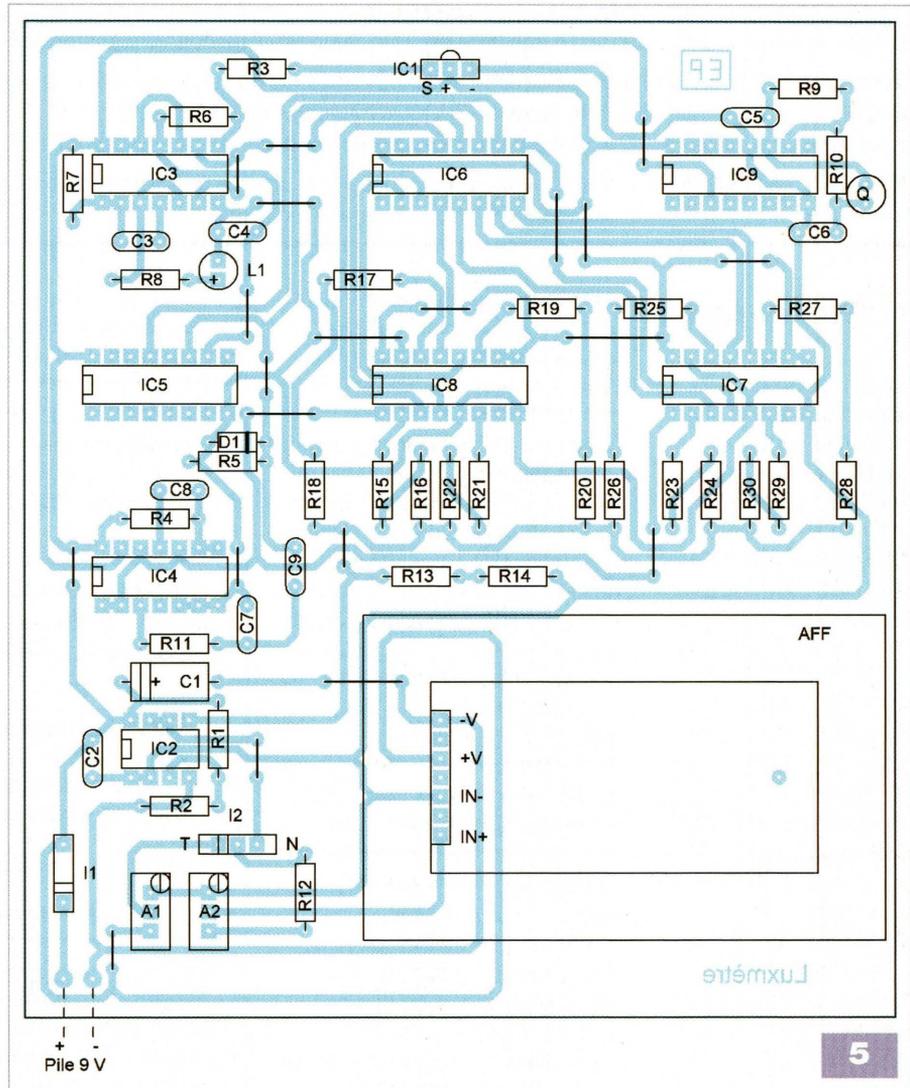
C1 : 100 μ F
 C2, C3 : 2,2 μ F
 C4 : 10 pF
 C5, C6 : 100 pF
 C7 : 220 pF
 C8, C9 : 4,7 nF

• Semiconducteurs

D1 : 1N 4148
 L1 : led rouge \varnothing 3 mm
 IC1 : TSL 235
 IC2 : TL 082
 IC3, IC4 : CD 4001
 IC5, IC6 : CD 4040
 IC7, IC8 : CD 4029
 IC9 : CD 4060

• Divers

20 straps (8 horizontaux, 12 verticaux)
 1 support à 8 broches
 2 supports à 14 broches
 5 supports à 16 broches
 Q : quartz 32,768 kHz
 Connecteur femelle 7 broches (pour AFF)
 I1 : interrupteur unipolaire (dual in line)
 I2 : inverseur unipolaire
 AFF : voltmètre de tableau (200 mV / cristaux liquides / 3 digits 1/2)
 Pile 9 V
 Coupleur pression



Il suffira donc d'agir sur le curseur de l'ajustable A1 pour reproduire, sur sa sortie, cette valeur que l'on mesurera à l'aide d'un multimètre. Par la suite, en agissant sur le curseur de l'ajustable A2, il conviendra d'obtenir l'affichage de la valeur [103,0] qui correspond à cette fréquence de 100 kHz, toujours d'après la courbe du constructeur.

Le tarage est maintenant terminé. L'inverseur I2 est à présent à placer sur sa position normale (N).

La réalisation pratique

La figure 4 reproduit le tracé du circuit imprimé du montage, tandis que la

figure 5 précise l'implantation des composants. Respecter l'orientation de ceux qui sont polarisés. Il reste à tarer l'appareil en suivant les indications données ci-dessus.

R. KNOERR

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

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

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

PETITES ANNONCES

- **VOUS ÊTES UN PARTICULIER.** Vous bénéficiez d'une petite annonce gratuite dans ces pages. Votre annonce est à nous faire parvenir par courrier postal (remplir la grille ci-dessous) ou électronique (<redacep@fr.oleane.com>, texte dans le corps du mail et non en pièce jointe). Elle ne doit pas dépasser cinq lignes (400 caractères, espaces compris). Elle doit être non commerciale et s'adresser à d'autres particuliers.
- **VOUS ÊTES UNE SOCIÉTÉ.** Cette rubrique vous est ouverte sous forme de modules encadrés, deux formats au choix (1 x L).
Module simple : 46 mm x 50 mm, **Module double** : 46 mm x 100 mm. Prix TTC respectifs : 65,00 € et 110,00 €.
Le règlement est à joindre obligatoirement à votre commande. Une facture vous sera adressée.
- **TOUTES LES ANNONCES** doivent nous parvenir avant le 15 de chaque mois (pour une parution le mois suivant). Le service publicité reste seul juge pour la publication des petites annonces en conformité avec la loi.

VENTE/ACHAT

VENDS ma collection de tubes anciens, neufs, contrôlés sur Metrix LX105A : 1A3-1CL6-1D8GT-1G6GT-1H5GT-1LH4-1LN5-1N5GT-1R4-3A8GT-3B4-3B7-3Q4-3D6-6K7-EL90-6AQ5-6J6-6H6-6H6MG-6H6GT-6H6V-6AC7-6BA6-6AH6WGT-EB4 -6AU6-6BE6-6C5-6DDR6-6G6-6J5-6K8G-6M7-6Q7M-6SA7-6SS7-6W7MG-7A7-9P9-11Q7-12A6-12C5-12J5-12Q7-12SG7-12SQ7-6005 : PU 6 € + 30-34-37-39-42-43-58-76-77-80-83-89-5Z3-5Z4-25Z5-25Z6-6A8MG-6E8V-6F6-954-9004-EBF2-ECF1-ECH3-ECH33-EF3-EF6-EF9 -EF37A-EF39-EF50-EK32-EL32-EL39 : PU 10 € + régulateur de courant : PU 7,5 € + AL60 (= EL34 en 4V de 1963) : PU 29 € + 845 Chine la paire appairée en boîte : 175 €. Autres réf sur demande, 3500 en stock. Franco à partir de 100 €. ktrlab@orange.fr
Tél. : 06 08 37 98 62

RECHERCHE schéma de principe et/ou documentation technique du téléviseur 26 pouces LCD de la marque Daewoo, référence DLT26H3PB, merci.
Tél. : 01 48 31 22 15

VDS kit ampli 300B de 2x9 W, du Led n°152 avec transfos ACEA et modules divers, câblés, époxy et tubes 1er choix. Tél. : 04 74 87 76 90

VDS pour collectionneurs : cours Radio-amateur théorique Dinard Technique Electronique, 30 fascicules : 110 € port compris + cours théoriques Eurelec, montage oscilloscope, 22 fascicules, maintenance TV NB : 12 fascicules, maths abaques, mesures, 11 fascicules, dictionnaire, 14 fascicules, le tout : 110 € port compris.
Tél. : 04 50 73 91 20

ACHÈTE revues, réf année 2011, faire offre. Tél. : 05 45 81 67 99

CHERCHE matériel : EMT, Ampex, Scully, Girardin, Telefunken, Schlumberger, Scott, Altec, Studer, Schoeps, Bruël et Kjaer, Western, Fisher, Tannoy, Siemens, Klangfilm. Vds Revox PR99, magnéto et Revox lecteur de vinyles. Tél. : 00 32 498 13 73 24

RECHERCHE condensateur variable à air, double cage, 2x12 pF, merci d'avance.
Tél. : 06 18 89 82 67

RECHERCHE schémas ampli à transistors avec 2N3055, tubes

EL508, oscillo 1 voie Hameg 103 ou 207, tubes 6C4, 6J6, 6AQ5, EL90, EL95. Tél. : 01 42 04 50 75

RECHERCHE schéma et documentation technique du lecteur de CD de marque Philips, référence CDC 250/00.

Appareils de mesures électroniques d'occasion, oscilloscopes, générateurs, etc.

HFC Audiovisuel

29, rue Capitaine Dreyfus
68100 MULHOUSE

Tél. : 03 89 45 52 11

www.hfc-audiovisuel.com

SIRET 30679557600025

Profitez de votre temps de consultation sur Internet pour écouter la « **Web-Radio** » gratuite diffusant la bonne musique colorée de l'océan indien : www.malagasyradiyo.com

N'hésitez pas à laisser une dédicace ! Les fonds récoltés par les annonces publicitaires profiteront à l'enfance malgache défavorisée ; contactez le 07 53 27 35 66 ou par mail : malagasyradiyo@gmail.com

Merci par avance.
EVE Alain Tél. : 03 29 45 50 08
stneve@cegetel.net

VDS analyseur de spectre portable BK Precision 2650 Frequency Range : 50 kHz to 3.3 GHz, état neuf. Tél. : 06 52 97 31 80



32 rue de l'égalité
39360 VIRY
Tél. : 03 84 41 14 93
Fax : 03 84 41 15 24
E-mail: imprelec@wanadoo.fr
Réalise vos
CIRCUITS IMPRIMÉS
de qualité professionnelle SF ou DF étamés, percés sur V.E.8/10 ou 16/10° trous métallisés, sérigraphie, vernis d'épargne, face alu et polyester multi-couleurs pour façade d'appareil. Montage de composants. De la pièce unique à la série, vente aux entreprises et particuliers. Travaux exécutés à partir de tous documents.
Tarifs contre une enveloppe timbrée, par Tél ou mail.
Pour toute commande d'un montant supérieur à 50,00 € ttc, une mini lampe torche à LED offerte

PETITE ANNONCE GRATUITE RÉSERVÉE AUX PARTICULIERS

À retourner à : Transocéanic - Électronique Pratique - 3, boulevard Ney 75018 Paris ou <redacep@fr.oleane.com>

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

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville/Pays

Tél. ou e-mail :

• TEXTE À ECRIRE TRÈS LISIBLEMENT •

GO TRONIC

ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

CONTROLEUR ETHERNET TCW122B-CM

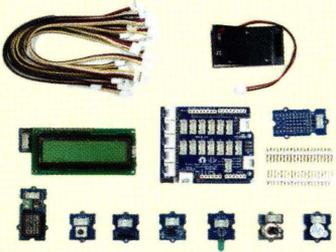
Le module TCW122B-CM se raccorde directement sur un réseau ethernet et convient pour la surveillance à distance d'équipements techniques. Il est contrôlé par internet ou par un programme SNMP. Possibilité d'envoi d'un email lors d'une détection sur l'entrée logique. Une entrée spécifique est dédiée pour une sonde de température TST100 ou TSH200 (en option). Ses entrées logiques et analogiques ainsi que ses relais de sortie le destinent aux applications suivantes: contrôle de température, domotique, contrôle à distance, systèmes d'alarmes, process industriels, contrôle de réseaux, etc. Plus d'infos sur www.gotronic.fr.



Type	Désignation	Code	Prix ttc
TCW122B-CM	Contrôleur ethernet	31108	69.50 €
TSH200	Sonde de T° et d'humidité	25987	91.40 €
TST100	Sonde de température	25986	25.50 €

STARTER KIT GROVE ELB152D2P

Ce kit de modules Grove est composé de 10 éléments de base permettant de réaliser rapidement et facilement des expériences et montages sans soudure. Le support Base Shield doit se raccorder sur une carte Arduino, Seeeduino ou compatible (non incluse). Contenu du kit: 1 bouton Grove, 1 LED Grove, 1 module tilt Grove, 1 buzzer Grove, 1 capteur d'angle Grove, 1 capteur de température Grove, 1 protoshield Grove, 1 Base Shield Grove, 1 afficheur LCD série Grove, 1 support de pile 9 V, 10 câbles 4 broches. Plus d'infos sur www.gotronic.fr.



Type	Code	Prix ttc
ELB152D2P	31248	36.90 €

CARTE ARDUINO UNO

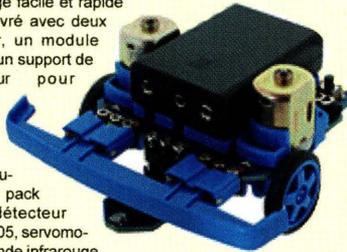
La carte Arduino Uno est basée sur un AT-Mega328 cadencé à 16 MHz et contenant un bootloader qui permet de modifier le programme sans passer par un programmeur. C'est la plus récente et la plus économique carte à microcontrôleur d'Arduino. Des connecteurs situés sur les bords extérieurs du circuit imprimé permettent d'enfiler une série de modules complémentaires. Elle peut se programmer avec le logiciel Arduino. Le logiciel est téléchargeable gratuitement. Version: Rev. 3. Alimentation via port USB ou 7 à 12 V sur connecteur d'alimentation. Module prêt à l'emploi. Fabriqué en Italie. Caractéristiques principales et plus d'infos sur www.gotronic.fr.



Type	Code	Prix ttc
UNO	25950	24.50 €

ROBOT PICAXE BOT120N

Châssis équipé de 2 moteurs indépendants, 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. De nombreux modules peuvent être ajoutés: pack opto BOT121, détecteur ultrasonique SRF05, servomoteurs, télécommande infrarouge TVR010. Exemples de programmation décrits dans le manuel. Alimentation: 4,5 Vcc (3 piles R3 non incluses). Consommation: 2 x 35 mA à vide, 2 x 60 mA en charge. Vitesse: environ 18 cm/sec. Dimensions: 103 x 96 x 49 mm. Poids: 140 g (avec les piles). Nécessite un câble série ou USB. Modules pré-assemblés. Plus de détails sur www.gotronic.fr.



Type	Code	Prix ttc
BOT120N	25248	59.95 €
AXE026 (câble série)	25215	5.20 €
AXE027 (câble usb)	25216	18.40 €

KIT D'INITIATION AU SOUDAGE

Kit d'initiation au soudage contenant un fer à souder, un support de fer, de la soudure, une pince coupante, un kit Velleman MK102 et un kit MK103. Idéal pour apprendre à souder. L'ensemble est livré dans une mallette plastique.



Description des kits:
- MK102: leds clignotantes à vitesse de clignotement réglable.
- MK103: orgue lumineuse à quatre leds haute luminosité s'allumant simultanément et réagissant à chaque son. Dimensions mallette: 325 x 245 x 50 mm. Plus d'infos sur www.gotronic.fr.

Type	Code	Prix ttc
EDU03	25125	29.90 €

MICROCONTROLEURS 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	2.40 €
PICAXE-14M2	10 E/6 S	25281	3.30 €
PICAXE-18M2	16 E/S	25282	5.50 €
PICAXE-20M2	16 E/8 S	25284	3.55 €
PICAXE-20X2	18E/S config.	25208	5.60 €
PICAXE-28X1	0-12 E/9-17 S	25204	8.90 €
PICAXE-28X2	PIC18F25K22	25209	9.40 €
PICAXE-40X1	8-20 E/9-17 S	25205	8.95 €
PICAXE-40X2	33 E/S config.	25207	9.85 €

www.gotronic.fr

35ter, route Nationale - B.P. 45
F-08110 BLAGNY
TEL.: 03.24.27.93.42 FAX: 03.24.27.93.50
E-mail: contacts@gotronic.fr
Ouvert du lundi au vendredi 8h30 - 17h30
et le samedi matin (9h15-12h).

EN KIOSQUE TOUS LES 2 MOIS

hifi vidéo home cinéma

Reportage IFA de Berlin 2012
La HD est-elle dépassée ?

PRIX EISA 2012-2013
LES MEILLEURS PRODUITS
Vidéo, Home Cinéma, Mobile et Smartphone

Reportage
Compte-rendu du Salon Hifi et Home Cinéma

Shopping «Spécial Noël»
Notre sélection pour petits et grands amateurs de produits high-tech

DOSSIER BEST OF 2012
Les meilleurs produits testés par la rédaction

17 PRODUITS TESTÉS
à partir de 129 €

Multimédia high-tech
Station d'accueil Parrot Zikmu Solo

Smartphone mini-tablette
LG Vu P895

Smartphone Nokia
Lumia 920

Projecteur sonore
Yamaha YSP-4300
La maîtrise des sources sonores virtuelles

Reportages
Salon de la photo
GoPro, du surf au business !

Et aussi...

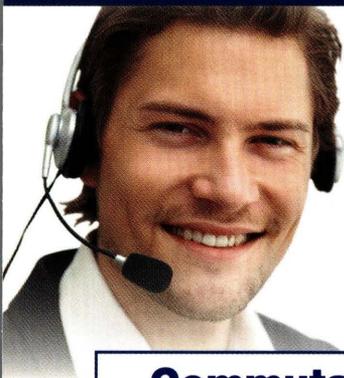
- Barre de son + caisson Klipsch HD Theater S83
- Casque Sennheiser HD 700
- Écouteurs sans fil Philips Fidelio S5 (SHP950)
- Station AirPlay B&W A7
- Transmetteur CPL Wegaear XAUB2811 + XAV1401, pack CPL Music Extender
- Caméscope Samsung HMX-020
- Vidéo-projecteur 2D/3D Epson EH-TW6100W
- Station d'accueil LG ND820
- Téléviseur compatible 3D Sony KDL-55HX950
- Station d'accueil Essential by Luxury
- Mini-chaîne Panasonic SC-PMX5
- Station d'accueil à tubes Samsung DA-E780
- Enceintes colonnes BH Acoustique BH1.7ck mk2

Et aussi...

- Micro-chaîne iPhone Danoon Cool P
- Casque Parrot Zik
- Lecteur de CD/DVD/Blu-ray Yamaha B2
- Pastille(s) pour améliorer votre audio Cambridge Audio DacMagic Plus et StreamMagic
- Caméscope Panasonic HC-VW30
- Smartphone Samsung Galaxy Note II

EISA

HD MAG
Rebelle et toutes les sorties en Blu-ray et DVD



- ✓ plus de 40 ans d'expérience
- ✓ plus de 40 000 produits en réserve
- ✓ pas de supplément pour les petites quantités
- ✓ envoi rapide en 24 heures

+49 (0)4422 955-333

+49 (0)4422 955-360

Qualité professionnelle à des prix réduits !

Commutateur

Technique d'éclairage

APEM

JOYSTICK MS
17,52



Micro commutateur levier

- avec micro commutateurs et inverseur, 6 A, 25 V~
- unipolaire • biaxial • poignée conique
- Douille : 22 mm • dont 4 coulisses diverses

Besoin de l'atelier

Relais

Outils de développement

finder

FIN 49.52.9 24V
6,01



Relais de couplage, 2 inverseurs, 8A

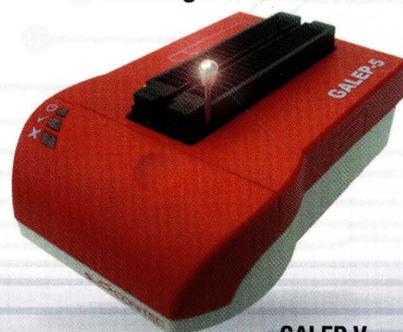
- déjà monté, avec relais FIN 40.52
- 24 VDC • 900 Ω RI • pour rail DIN
- Capacité de coupure : 250 V/1250 VA

Tous les relais : <http://rch.it/7Y>

Technologie réseau et PC

Consoles de programmation

Technologie satellite et TV



Le produit multiples talents !

GALEP V
420,13

- interface USB
- 48 ergots universels
- processeur interne 200 MIPS ARM-9

Console de programmation particulièrement flexible et maniable

- aucun bloc d'alimentation externe nécessaire
- permet de commander jusqu'à 8 appareils



BX 32P BARIINO **113,28**

Effaceur EPROM

pour effacer de manière intensive et régulière jusqu'à 5 EPROM.

- temps d'effacement env. 15 min.



EPROMLÖSCHER **41,97**

Accessoires adaptés :

Bloc d'alimentation : MW 3N06GS **5,00**

Lampe de rechange : UV LÖSCHLAMPE **10,38**

Tous les commutateurs : <http://rch.it/7X>

Bouton-poussoir, IP 65

ONPOW

- Ø 16 mm, 2 A, 36 V
- anneau lumineux
- Configuration : 1N01NC



VS GQ16F-GN	5,55	Couleur	vert	VLED	2,8
VS GQ16F-RT	6,34		rouge		1,7

Commutateur à bascule miniature

- unipolaire, bornes/fiches à raccorder

6 A - 125 V AC

MS 500A	1,39	on - on
MS 500B	1,47	on - (on)
MS 500C	1,55	on - off - on

3 A - 250 V AC

MS 500D	1,55	on - off - (on)
MS 500E	1,55	(on) - off - (on)

() = fonction tactile



Commutateur de codage rotatif DIP

- 0,4 VA à 20 V
- pour des couplages imprimés
- 10 ou 16 positions



Configuration verticale

KDR 10	1,22	10 pôles
KDR 16	0,92	16 pôles

Configuration horizontale

KDR 10H	1,51	10 pôles
KDR 16H	1,22	16 pôles



FUJITSU Relais réseau effilé FTR-LYCA

- 1 inverseur, 6 A
- tension de coupure max. : 250 VAC
- capacité de coupure max. : 1500 VA



FTR LYCA 005V	1,60	5 V DC	147 Ω
FTR LYCA 012V	1,60	12 V DC	847 Ω
FTR LYCA 024V	1,60	24 V DC	3388 Ω

finder Relais DIL

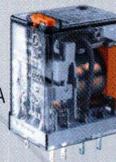
- 2 inverseurs, 2 A
- tension de coupure max. : 125 V AC
- capacité de coupure max. AC1 : 125 VA



FIN 30.22.9 6V	1,34	6 V DC	90 Ω
FIN 30.22.9 12V	1,13	12 V DC	360 Ω
FIN 30.22.9 24V	1,30	24 V DC	1,44 kΩ

finder Relais industriel

- 4 inverseurs, 7 A
- tension de coupure max. : 250 VAC
- capacité de coupure max. AC1 : 1750 VA



FIN 55.34.9 12V	3,53	12 V DC	140 Ω
FIN 55.34.9 24V	3,53	24 V DC	600 Ω
FIN 55.34.8 12V	4,87	12 V AC	50 Ω
FIN 55.34.8 24V	3,53	24 V AC	190 Ω
FIN 55.34.8 230V	3,95	230 V AC	17k Ω