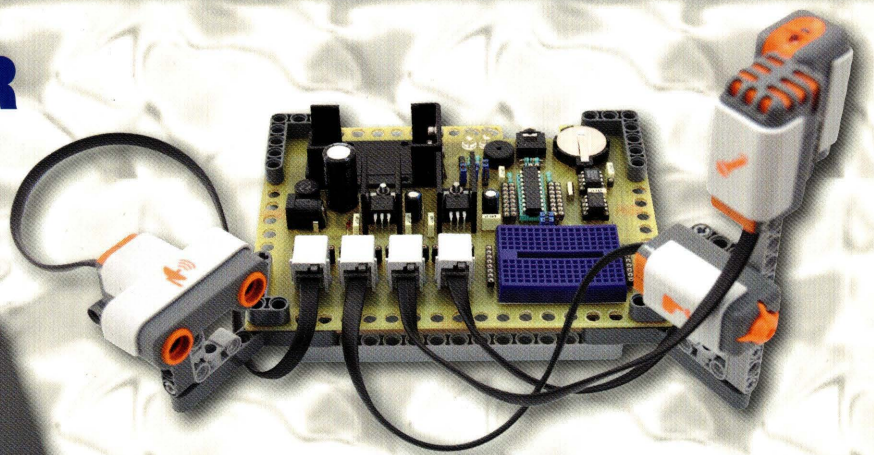
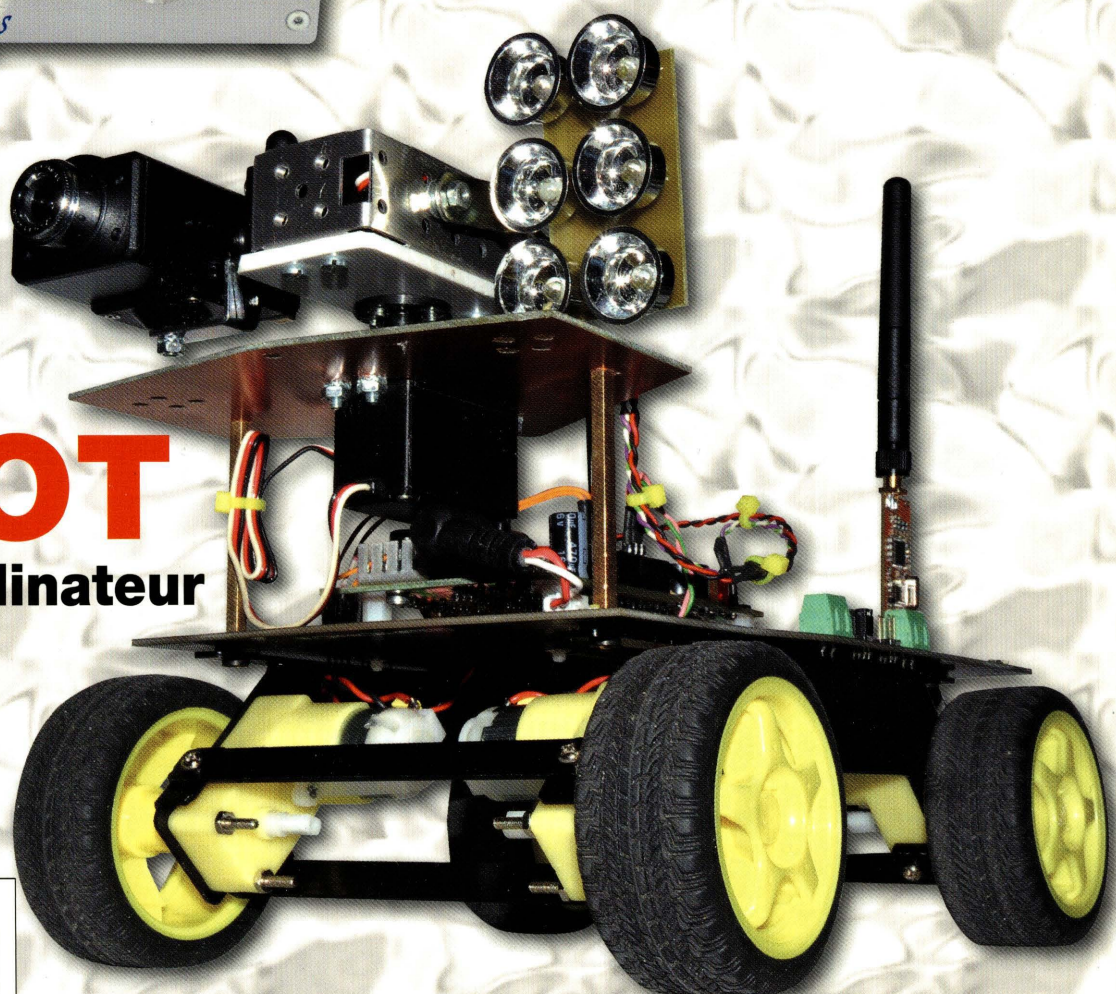
ELECTRONIQUE PRATIQUE
390 FÉVRIER 2014 ■ www.electroniquepratique.com ■ 6,00 € RETRONIK.FR

ELECTRONIQUE PRATIQUE

AMPLIFICATEUR POUR CASQUE
de 8 Ω à plus de 600 Ω



CAPTEURS LEGO NXT ET PICAXE-20X2



ROBOT
piloté par ordinateur

• 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 : 9,90 TND • CANADA : 9,75 $CAD

L 14377 - 390 - F: 6,00 € - RD

Passionnés d'Audio, de Vidéo & de High-Tech

ABONNEZ-VOUS

22€ seulement

au lieu de ~~27€~~*

6 N° par an

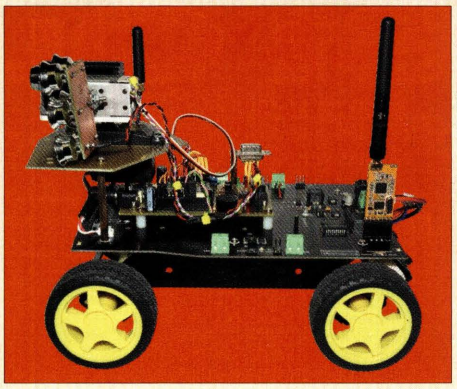
- Les news, les tendances, le shopping
- La sélection des nouveautés
- Le dossier spécial
- Les bancs d'essais de matériel
- Les nouveautés DVD, Blu-ray, CD,…

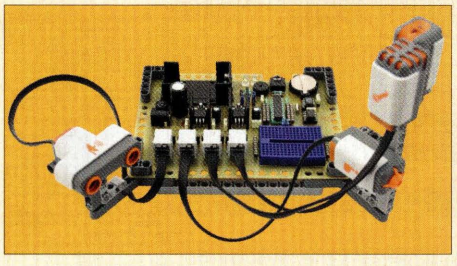
Actuellement en kiosque

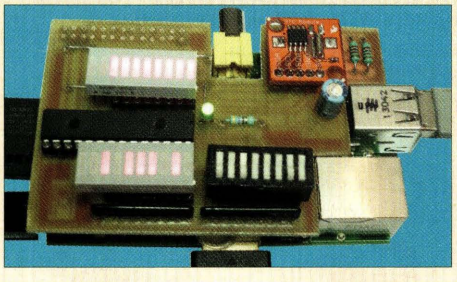
* Vous pouvez acquérir 6 numéros de Hifi Vidéo au tarif kiosque de 4,50 € l'unité.

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 390 - FÉVRIER 2014







Micro/Robot

8 Robot piloté par ordinateur
22 Interface pour Raspberry Pi (2ème partie)
46 Le Bus I²C avec le PICAXE-20X2 et les capteurs LEGO NXT

Loisirs

29 Maisonnette météo. Pluie ou beau temps ?

Modélisme ferroviaire

37 La sécurité... en modélisme ferroviaire

Audio

56 AUDIOPRÉCIS. Amplificateur pour casque

Divers

06 Bulletin d'abonnement
21 CD «14 robots accessibles à tous»
28 CD «Année 2011»
45 CD «Et si on parlait tubes...»
45 CD «Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes...»
54 CD «Picaxe à tout faire»
54 CD «Année 2010»
55 Vente des anciens numéros
65 CD «Et si vous réalisiez votre ampli à tubes»
65 CD Hors-séries audio
66 Petites annonces

Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 170 000 € - 3, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80 - Fax : 01 44 65 80 90 - redacep@fr.oleane.com
Internet : *http://www.electroniquepratique.com* - **Président et Directeur de la publication** : Eric Le Minor - **Directeur de la rédaction** : Patrick Vercher
Secrétaire de rédaction : Fernanda Martins - **Couverture** : Fernanda Martins - **Photographe :** Antonio Delfim
Avec la participation de : R. Knoerr, P. Mayeux, 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-Béroud - **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 : **à parution** - Copyright © 2014 - **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 : 64 €
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 : 9,90 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 - email : sqr@stquentin-radio.com
Prix tcc donnés à titre indicatif

Arduino

CHIP KIT uno 32	36,00€
ARDUINO proto shield	9,00€
ARDUINO proto shield motor rev 3	35,00€
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	29,50€
ARDUINO lilypad	27,00€
ARDUINO ethernet shield	41,00€
ARDUINO mega	58,00€
ARDUINO ethernet wo-poe	75,00€
ARDUINO shield afficheur bleu	27,00€

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€

Câbles audio Mogami

2524 - Mogami, 1 cond + blindage	4,50€
2497 - Mogami, 1 cond + blindage	19,20€
2549 - Mogami, 2 cond 6mm	4,30€
2792 - Mogami, 2 cond 8mm	3,10€
2944 - Mogami, 2 cond 2,5mm	2,00€
2534 - Mogami, 4 cond + blindage	4,20€
3106 - Mogami, micro double stereo (sindex)	4,90€
2965 - Mogami, audio/vidéo,sindex ø 4,6mm/canal	4,20€
2552 - Mogami pour Bantam	2,70€
3103 - Mogami HP, 2 x 4mm², Ø 12,5mm	16,20€
2921 - Mogami HP, 4 x 2,5mm², Ø 11,8mm	19,20€
3104 - Mogami HP, 4 x 4mm², Ø 15mm	24,20€
3082 : Mogami HP, 2 x 2mm², Ø 6,5mm (type coaxial)	5,80€

couleur	Type LED	le mètre à	bobine de 5mètres à
blanc chaud - 60 led/m	3528	9€75	35€00
blanc froid - 60 led/m	3528	9€75	35€00
blanc chaud - 120 led/m	3528	18€00	75€00
blanc chaud - 60 led/m (très lumineux)	5050	21€00	84€00
blanc chaud - 30 led/m (très lumineux)	5050	20€00	80€00
rouge - 60 led/m	3528	9€75	40€00
vert - 60 led/m	3528	9€75	40€00
jaune - 60 led/m	3528	9€75	40€00
bleu - 60 led/m	3528	9€75	40€00
tricolore RVB - 30 led/m	5050	13€00	58€50
tricolore RVB - 60 led/m	5050	15€	67€50

Testeurs De Composants

DCA 55 TESTEUR DE SEMICONDUCTEURS	99,30€
ESR 70 CAPACIMETRE/ESR	142,50€
LCR 40 COMPOSANTS PASSIFS	139,50€
SCR 100 ANALYSEUR DE TRIAC ET THYRISTOR	139,50€

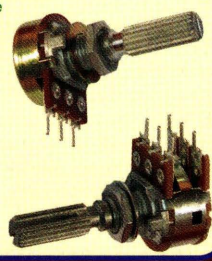
Potentiomètre à axe cannelé

Mono linéaire 2,90€ pièce
1K, 5K, 10K, 20K, 50K,
100K, 200K, 500K, 1M

Mono logarithme 2,90€ pièce
1K, 5K, 10K, 20K, 50K,
100K, 200K, 500K, 1M

Stéréo linéaire 4,20€ pièce
10K, 50K, 100K, 500K

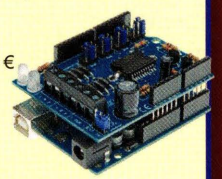
Stéréo logarithme 4,20€ pièce
10K, 50K, 100K, 500K



Arduino par VELLEMAN

RGB SHIELD
Pilotez 3 canaux de gradation avec Arduino UNO™
(1 x canal RVB ou 3 canaux séparés).
Version Kit : KA01 : 15,50 €
Version Montee VMA01: 22,90 €

MOTOR & POWER SHIELD
Le bouclier power est capable de piloter des relais, des solénoides,
des moteurs DC et pas à pas.
Version Kit : KA03 : 20,50 €
Version Montee VMA03: 29,90 €



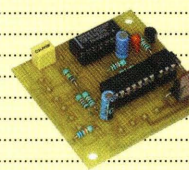
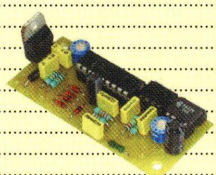
AUDIO SHIELD
Enregistrement de voix avec le microphone intégré ou une ligne d'entrée.
Version Kit : KA02 : 20,50 €
Version Montee VMA02: 29,90 €

Tubes électroniques

2A3 - Sovtek	54€50	ECF 82 - 6U8A	17€10
12AX7LPS - Sovtek	15€00	ECL 86	35€10
12AX7 Tungsol	15€00	EF 86	24€10
12AX7WA - Sovtek	15€00	EL 34 - JJ	22€10
12AX7WB - Sovtek	16€10	EL 34 - EH	18€10
12AX7WC - Sovtek	19€10	EL 84 - Sovtek	10€00
12AX7 JJ TESLA	15€00	EL 84 - JJ TESLA	15€00
12AX7 voir ECC83		EL 86 EH	14€00
12BH7 - EH	15€00	EM 80 - 6ElPl	35€10
5AR4 -GZ34 - SOVTEK	25€10	GZ 32 - 5V4	19€10
5R4 WGB	18€10	GZ 34 voir 5AR4 Sovtek	
5725 - CSF Thomson	12€00	OA2 Sovtek	13€00
5881 WXT Sovtek	17€10	OB2 Sovtek	14€00
6550 - EH	34€10	6CA7 - EH	21€10
6922 - EH	18€10		
6C45Pi - Sovtek	23€10	lot de 2 tubes appairés	
6CA4 - EZ 81 - EH	15€00		
6H30 Pi EH gold	31€10	300B - EH	156€,00
6L6GC - EH	20€10	845 - Chine	230,00€
6L6WXT - Sovtek	20€10	6550 - EH	68€20
6SL7 - Sovtek	14€00	6L6GC - EH	42,00€
6SN7 - EH	21€10	6V6GT - EH	33,10€
6V6GT - EH	18€10	EL 34 - EH	36,10€
ECC 81 - 12AT7-JJ	15€00	EL 34 - Tungsol	49,70€
ECC 81 - 12AT7-EH	13,50€	EL 84 - EH	29€10
ECC 81 - 12AT7-EH,gold	19,10€	EL 84M - Sovtek	41,10€
ECC 82 - 12AU7-JJ	15€00	EL 84 - Gold lion	56,70€
ECC 82 - 12AU7-EH	13,50€	KT 66 - Genalex	79,30€
ECC 82 - 12AU7-EH,gold	18€10	KT 88 EH	72,20€
ECC 83 - 12AX7 - EH	14€00	KT 90 - EH	98,30€
ECC 83 - 12AX7 EH,gold	18€00		

Kits Ferroviaires

µP54 Bruit De Loco «Diesel Électrique» CC72000	30,10 €
µP55 Bruit De Locomotive À Vapeur	27,60 €
µP56 Lecteur enregistreur de sons	45,15 €
µP61 Détection De Convoi Par Conso De Courant	8,40 €
µP62 Tempo Arrêt En Gare	12,00 €
µP63 Feux De Convoi À Luminosité Constante	7,50 €
µP64 Détection De Sens De Circulation	7,50 €
µP65 Clignotant Pour Passage À Niveau	7,50 €
µP66 Alimentation Traction À Courant Pulsé	22,10 €
µP67 Feux De Carrefour Routier	21,10 €
µP69 Détection De Convoi Par Barrière Infra-rouge	13,00 €
µP70 Détection De Convoi Double Sens	13,00 €
µP71 Commande De Passage À Niveau Pour Voie Banalisée	12,00 €
µP72 Commande De Passage À Niveau Pour Voie Double	12,00 €
µP73 Variateur Pour Arrêts Et Démarrages Progressifs	19,10 €
µP74 Relais Double Inverseur	9,50 €
µP75 Commande Pour Aiguillage A Impulsion	13,50 €
µP76 Protection De Canton 2 Feux	15,10 €
µP77 Protection De Canton 3 Feux	23,10 €
µP78 Détection Photo Électrique	10,00 €
µP79 Va Et Vient	21,10 €
µP80 Va Et Vient Progressif	29,60 €
µP81 Bascule De Commande	14,00 €
µP82 Alimentation DC 12V + 20V 1 Amp.	14,00 €
µP83 Décodeur De Motrices	18,00 €
µP84 Commande Pour Pont Tournant	69,20 €
µP85 Relais Pour Pont Tournant	11,00 €
µP88 Alimentation Haute Fréquence Pour Éclairages De Convois	35,10 €
µP89 Commande De Fil A Mémoire	20,10 €
µP90 Commande De Passage À Niveau Universelle	18,70 €
µP91 Kit Quintuple Détection Infrarouge	24,00 €
µP92 Alimentation 12V - 20V 3 Amp	28,10 €
µP93 Kit Alim Pulsee 10A	49,20 €
µP94 Kit Protect. Canton 3 Feux	29,10 €
µP95 Kit Protect. Canton + Aiguille	30,10 €

Station Air Chaud VTSS200 Station Soudage VTSS50N

le refroidissement automatique lors de l'extinction assure une utilisation en toute sécurité et une durée de vie prolongée de l'élément thermique
flux d'air et température réglables pour différents types de soudage
interrupteur isolant intégré dans la poignée permet d'allumer l'élément chauffant
compatible avec un grand nombre d'embouts
échauffement rapide
consommation: 700 W
plage de température: 100 °C - 450 °C
débit d'air: 120 L/min (max.)

89,30 €

réglage manuel de la température
indication d'activation par LED
avec interrupteur marche/arrêt
élément d'échauffement céramique
pour usage gaucher ou droitier
panne standard (incl.): BITC50N2 (1.0 mm)
puissance max. du corps de chauffe: 48 W
plage de température: 150 - 420 °C
fer à souder basse tension: 24 V
poids: 1.85 kg
dimensions: 160 x 120 x 95 mm

69,30 €

nouveau Catalogue Saint Quentin Radio 2014 prevu pour mi-2014

Support tube

Noval

Cl Ø 22mm ..... **4,00€**
Cl Ø 25mm ..... **2,50€**
blindé chassis ..... **3,50€**
chassis doré ..... **4,60€**

Octal

Cicuit imprimé..... **3.50€**
chassis doré ..... **3.00€**

7br C.imprimé..... **3,00€**
7br blindé ..... **3,50€**
pour 300B..... **12,00€**
pour 845 ..... **16,00€**

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€50**
ATNP630 - 630VA -4,2Kg - **230V > 115V** ..... **112€50**
ATNP1000 - 1000VA - 8Kg - **230V > 115V** ..... **148€50**
ATNP1500 - 1500VA - 9Kg - **230V > 115V** ..... **186€00**
ATNP2000 - 2000VA - 13,5Kg - **230V > 115V** ..... **235€00**

Fabrication Française

Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V

ATUS350 - 350VA -3,7Kg - **115V > 230V** ..... **88€00**
ATUS630 - 63VA -5,1Kg - **115V > 230V** ..... **133€00**

importation

Pour utilisation matériel USA en france

40VA - 230V > 115V ..... **11€00**
85VA - 230V > 115V ..... **26€10**
250VA - 230V > 115V ..... **48€20**

Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V

40VA - 115V > 230V ..... **11€00**
85VA - 115V > 230V ..... **23€10**
250VA - 115V > 230V ..... **58€20**

Chambre de réverbération à ressorts «belton*»

Type 4 - Le standard de l'insdustrie 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€10
4BB3C1B - Zi=150Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec.	39€10
4DB2C1D - Zi=250Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€10
4EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€10

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€10
8AB2D1A - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€10
8BB2A1B - Zi=150Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€10
8DB2C1D - Zi=250Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€10
8EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€10

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

Type 9	€ ttc
9AB3C1B - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec.	39€10
9EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€10
9FB2A1C - Zi=1475Ω, Zo= 2250Ω, 1,75 à 3 sec.	39€10

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€50**	**113€50**
TU100 - 12/15W	2.2Kg	**95€50**	**126€50**
TU120 - 15/20W	2.6Kg	**109€50**	**142€50**
TU150 - 20/30W	3.3Kg	**130€50**	**164€00**
TU200 - 30/50W	4.1Kg	**146€50**	**182€00**
TU300 - 50/80W	5.4Kg	**171€00**	**207€00**
TU400 - 100/120W	7.4Kg	**219€00**	**257€00**

Transformateur de sortie, pour amplis à lampe unique

CM:EI 0W6, 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€20**	**60€20**

CM:EI 0W6, qualité M6X recuit, en 35/100°, enroulement sandwichés, BP: 20Hz à 80KHz, à encastrer capot noir

Puissance	15/30W	30/50W
Série	E15xx	E30xx
Poids	1,3Kg	1,9Kg
Prix	**118€40**	**143€50**

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 encastrer 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€50**	**179€00**	**223€00**	**270€00**

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

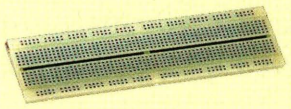
Puissance	35W	65W	100W
Série	CPHG35xx	CPHG65xx	CPHG100xx
Poids	2.8Kg	5,5Kg	6,8Kg
Prix	**174€00**	**301€00**	**370€00**

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.

Plaque Sans Soudure

PLAQUE TYPE BREADBOARD



SD 1 - 270 CONTACTS ..... **4,50€**
SD 12 - 840 CONTACTS ..... **9,50€**
SD 24 - 1680 CONTACTS + 3 BORNES ..... **23,10€**
SD 35- 2420 CONTACTS + 4 BORNES ..... **29,10€**
Cable rigide pour BREADBOARD ..... **0.25€ le metre**
(rouge noire vert jaune)

Barrette Cablage

1 RANGEE ..... **4,00€**
2 RANGEES ..... **7,00€**

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

Condensateurs Multiples

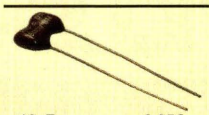
32µF+32µF 500V ..... 14,00€
50µF+50µF 500V ..... 11,00€
100µF+100µF 500v ..... 15,00€
40µF+30µF+30µF+30µF 500v. ..... 23,60€

CONDENSATEUR HAUTE TENSION

DÉMARRAGE SCR MKP

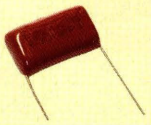
1µF/450V ..... **8,00€**
1,5µF/450V ..... **9,00€**
2µF/450V ..... **9,00€**
3µF/450V ..... **9,00€**
4µF/450V ..... **12,00€**
8µF/450V ..... **12,00€**
10µF/450V ..... **12,00€**
12µF/450V ..... **12,10€**
14µF/450V ..... **14,10€**
15µF/450V ..... **15,10€**
16µF/450V ..... **15,10€**
20µF/450V ..... **17,10€**
25µF/450V ..... **18,10€**
30µF/450V ..... **18,10€**
35µF/450V ..... **19,10€**
50F/450V ..... **22,10€**

mica argenté 500V



10pF ..... **0,95€**
15pF ..... **1,20€**
22pF ..... **0,95€**
33pF ..... **0,95€**
47pF ..... **0,95€**
68pF ..... **1,20€**
100pF ..... **0,95€**
120pF ..... **2,90€**
150pF ..... **1,20€**
220pF ..... **1,20€**
250pF ..... **1,20€**
330pF ..... **2,90€**
390pF ..... **1,20€**
500pF ..... **1,20€**
680pF ..... **1,20€**
1nF ..... **1,20€**

Xicon polypropylène 630V



1nF ..... **1,20€**
2,2nF ..... **1,20€**
4,7nF ..... **1,20€**
10nF ..... **1,20€**
22nF ..... **1,20€**
47nF ..... **1,20€**
100nF ..... **1,50€**
220nF ..... **1,50€**
470nF ..... **2,50€**

716 Sprague

1nF 600V ..... **1.50€**
2,2nF 600V ..... **1.50€**
3,3nF 600V ..... **1.50€**
4,7nF 600V ..... **1.50€**
10nF 600V ..... **1.50€**
22nF 600V ..... **2.20€**
33nF 600V ..... **2.20€**
47nF 600V ..... **2.40€**
100nF 600V ..... **2.90€**
220nF 600V ..... **3,50€**
470nF 400V ..... **3.90€**

SCR polypropylène

10nF/1kV ..... 2,50€
22nF/1kV ..... 2,50€
33nF/1kV ..... 2,50€
47nF/1kV ..... 2,50€
0,1µF/400V ..... 2,00€
0,1µF/630V ..... 2,20€
0,1µF/1kV ..... 2,50€
0,22µF/400V ..... 2,00€
0,22µF/1kV ..... 2,50€
0,33µF/1kV ..... 2,50€
0,47µF/400V ..... 2,00€
0,47µF/630V ..... 2,20€
0,47µF/1kV ..... 3,00€
0,68µF/400V ..... 2,50€
0,68µF/630V ..... 3,00€
0,82µF/400V ..... 3,00€
1,0µF/400V ..... 2,50€
1,0µF/630V ..... 3,00€
1,5µF/630V ..... 2,50€
2,2µF/250V ..... 3,00€
2,2µF/630V ..... 3,00€
3,3µF/250V ..... 3,75€
4,7µF/250V ..... 3,75€
4,7µF/400V ..... 3,75€
4,7µF/630V ..... 4,00€
6,8µF/250V ..... 4,50€
10µF/250V ..... 4,50€
10µF/400V ..... 4,50€
10µF/630V ..... 5,50€
15µF/250V ..... 6,00€
22µF/250V ..... 8,00€
22µF/400V ..... 9,50€
33µF/250V ..... 12,00€
47µF/400V ..... 17,10€
68µF/400V ..... 19,10€
100µF/250V ..... 29,10€

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€**
47µF 450V ..... **5,50€**
100µF 450V ..... **7,50€**

SPRAGUE ATOM

Qualité standard pour la restauration des amplificateurs à tubes

8µF 450V ..... **8,50€**
10µF 500V ..... **14,10€**
16µF 475V ..... **14,10€**
20µF 500V ..... **14,10€**
30µF 500V ..... **14,10€**
40µF 500V ..... **17,60€**
80µF 450V ..... **19,10€**
100µF 450V ..... **21,60€**

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€50+ 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

Passionnés d'électronique

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN

abonnez-vous

46 €

seulement

au lieu de ~~66 €~~*

Electronique Pratique est le mensuel destiné aux amateurs et passionnés de micro, de robotique, d'audio et de domotique. Chaque mois, toutes les informations et tous les trucs et astuces, les données et les schémas techniques pour se former, approfondir ses connaissances et devenir par la pratique un expert en électronique.

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :

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

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville/Pays

Tél. e-mail

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

Abonnement 11 numéros - France Métropolitaine : 46,00 € - DOM par avion : 53,00 € - TOM par avion : 64,00 €
Union européenne + Suisse : 55,00 € - Europe (hors UE), USA, Canada : 64,00 € - Autres pays : 75,00 €

Offre spéciale étudiant - 11 numéros (Joindre obligatoirement un document daté prouvant votre qualité d'étudiant)
France Métropolitaine : 36,80 € - DOM par avion : 42,40 €
Union européenne + Suisse : 44,00 € - TOM, Europe (hors UE), USA, Canada : 51,20 € - Autres pays : 60,00 €

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 3006 6109 1100 0200 9580 176 • BIC : CMCIFRPP)*

☐ 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

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.

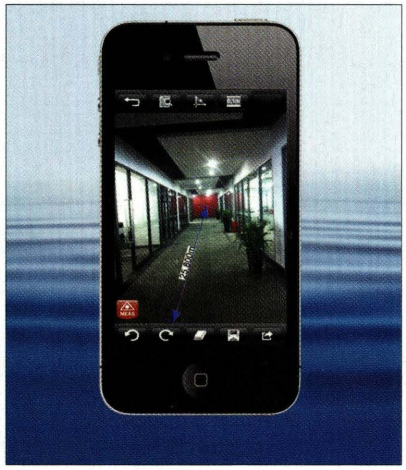
Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

* Prix de vente au numéro France métropolitaine

Nouveau chez Reichelt :

Télémètre laser avec Bluetooth

En développant le télémètre laser professionnel CEM ILDM-150 Reichelt Elektronik a étendu son offre de télémètres de haute précision d'un appareil exceptionnel : grâce à sa très haute résolution et à une portée pouvant atteindre 70 m, le CEM ILDM-150 est bien plus qu'un télémètre laser professionnel avec ses nombreuses fonctions pratiques. La nouvelle interface Bluetooth intégrée permet en outre de réaliser des représentations dites «Augmented Reality».



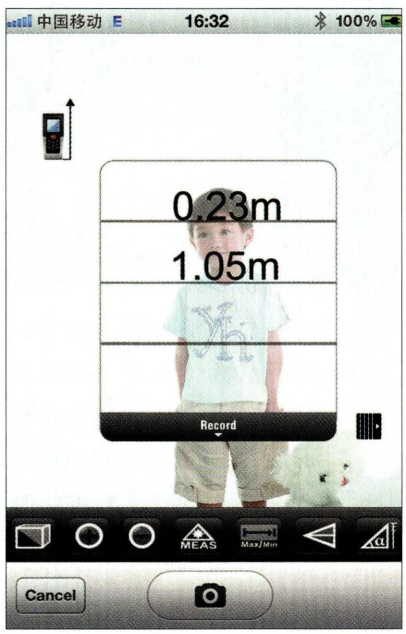
En développant le télémètre laser professionnel CEM ILDM-150, Reichelt Elektronik a étendu son offre de télémètres de haute précision d'un appareil exceptionnel. Reichelt Elektronik est l'un des plus grands distributeurs européens en ligne de produits électroniques et informatiques. Reichelt Elektronik propose plus de 45 000 produits avec un très bon rapport qualité-prix, avec une disponibilité optimale et des délais de livraison très courts.

L'interface Bluetooth intégrée permet la communication et la télécommande du CEM ILDM-150 avec les tablettes et les Smartphones. Grâce à l'application gratuite «Meterbox iLDM» pour Android ou iOS, il est possible de photographier des objets mesurés par les caméras des appareils mobiles et de les combiner avec les résultats de mesure visualisés du télémètre en des représentations Augmented Reality. Les images peuvent être, ensuite, envoyées par Bluetooth ou Email, par exemple dans un iCloud, puis publiées sur Twitter ou Facebook.

Le télémètre est en mesure de saisir une plage de mesures de 0,05 à 70 m avec une précision de ±1,5 mm, tout en permettant des mesures d'angles jusqu'à ±65 degrés. Les fonctions pratiques, telles que les calculs de superficies, de hauteurs indirectes et de volumes, les fonctions d'addition et de soustraction ainsi qu'une fonction «mémoire» pouvant enregistrer jusqu'à 20 blocs de données, fournissent des résultats même directement après la mesure. La butée finale escamotable, le filetage du trépied ainsi que le niveau à bulle intégré facilitent le positionnement correct de ce robuste appareil doté d'une protection IP54.

Plus de 45 000 produits électroniques

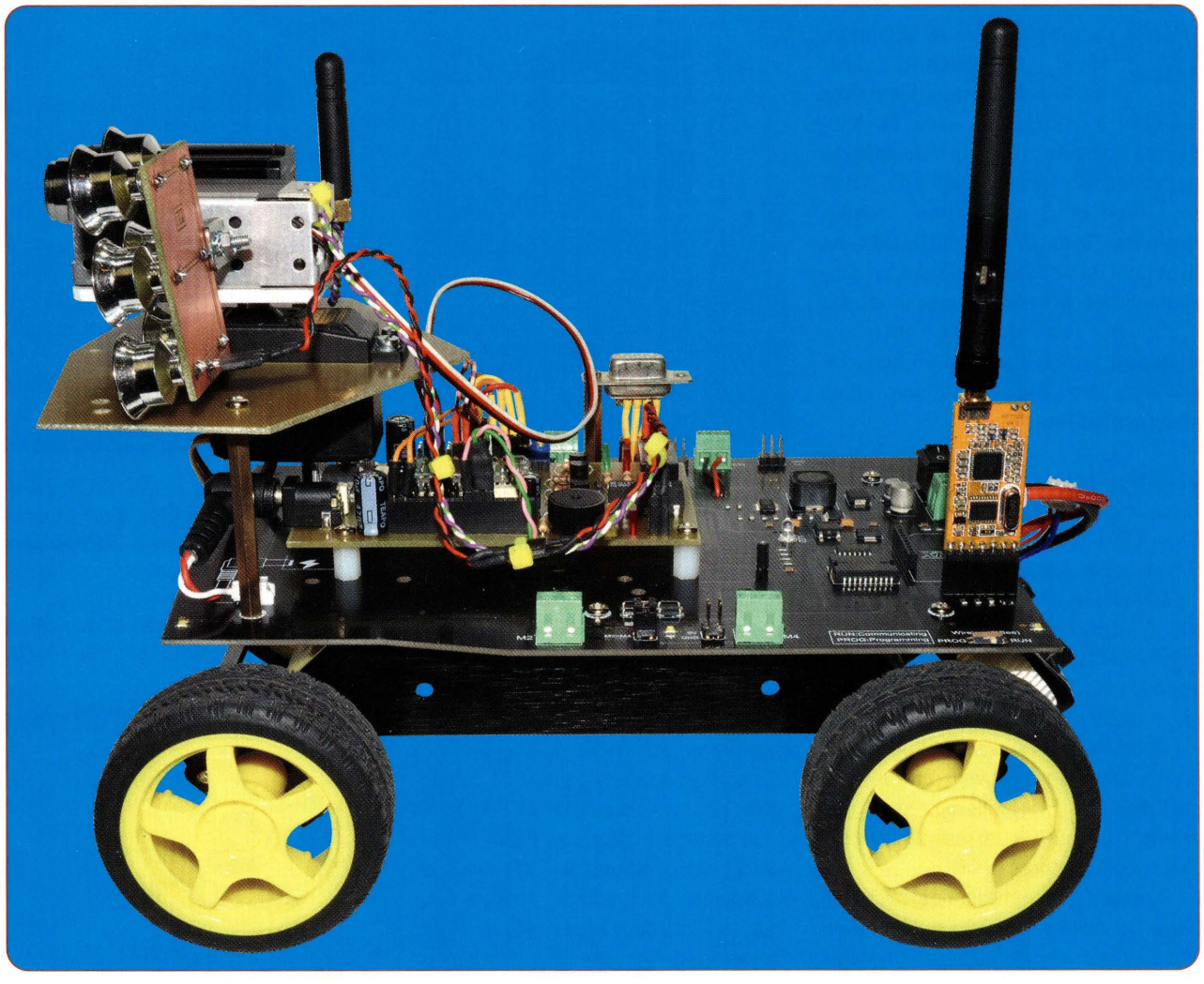
Reichelt Elektronik est l'un des plus grands distributeurs européens en ligne de produits électroniques et informatiques. Reichelt Elektronik propose plus de 45 000 produits avec un très bon rapport qualité-prix, avec une disponibilité optimale et des délais de livraison très courts. Avec sa vaste gamme de composants électroniques, Reichelt Elektronik est le partenaire idéal pour l'approvisionnement en composants. L'ingénieur en électronique peut trouver, dans la boutique en ligne, des circuits intégrés et des microprocesseurs, des LED, des transistors et des résistances, des condensateurs, des connecteurs et des relais. La gamme de produits comprend également des outils de haute qualité, tels que des postes à souder, des multimètres ou des oscilloscopes. La gamme d'articles proposés à prix intéressants en informatique et technique de réseau, avec disques durs internes et externes, unités centrales AMD ou Intel, mémoires de travail et routeurs WLAN, powerlines et câbles patch, est très intéressante pour les particuliers comme pour les entreprises. La gamme comprend en outre un grand choix de produits électroniques de divertissement, des beamers, téléviseurs, antennes SAT, LNB et récepteurs – mais également des accessoires tels que des consommables, des câbles HDMI, des batteries et des accumulateurs.



L'application gratuite «Meterbox iLDM» permet de combiner des clichés d'objets mesurés avec les résultats de mesure visualisés du télémètre en des représentations Augmented Reality

http://www.reichelt.de/

Robot piloté par ordinateur



Le robot proposé est de réalisation très simple, car faisant appel à une plate-forme commercialisée. Il suffit de lui adjoindre une platine à microcontrôleur avec quelques accessoires pour en faire un robot performant et d'un bon rapport qualité/prix. Quant au choix du microcontrôleur, plusieurs options sont envisageables. Le lecteur choisira en fonction de ses préférences.

Le robot qui a attiré notre attention est un modèle de DFRobot, le «Cherokey 4WD Mobile Robot». Il est livré en kit (**cliché 1**) dans un bel emballage et ne nécessite que quinze minutes pour son montage.

Le schéma d'assemblage est décrit en **figure 1**. Fixer d'abord les moteurs aux supports en aluminium, en utilisant les vis les plus longues.

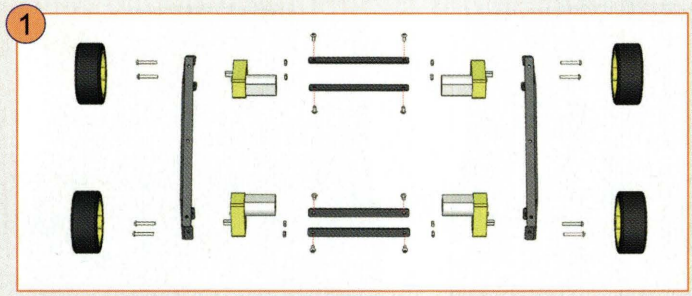
Puis, assembler les deux supports au moyen des traverses. Fixer, enfin, la platine inférieure sur l'ensemble et placer les roues sur les axes de sortie des quatre moteurs.

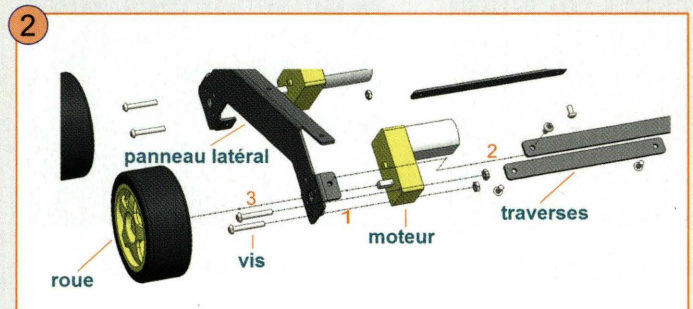
Le **cliché 2** vous montre le robot monté avec sa plateforme supérieure **que nous n'avons pas utilisée**.

Voyons, ci-après, les caractéristiques techniques :

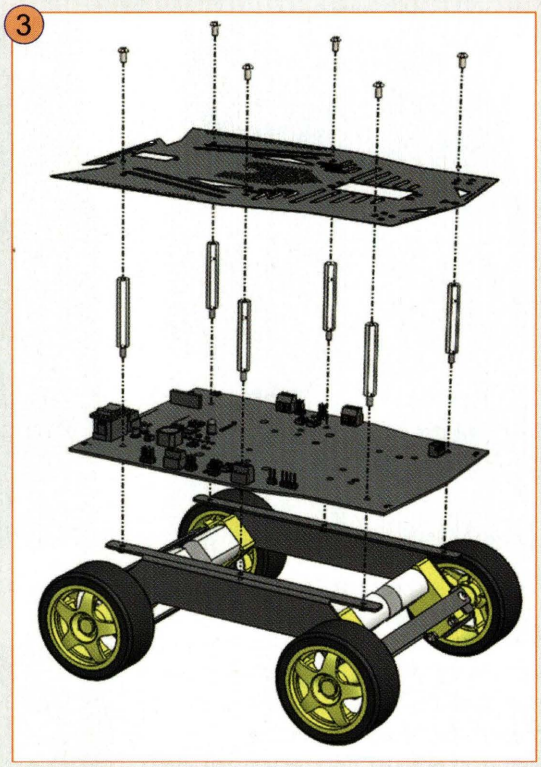
- Deux canaux de commande des moteurs, bidirectionnelle, réalisée par un circuit intégré L298, pouvant débiter un courant de 2 x 2 A, sous 40 V au maximum
- La platine inférieure supporte une alimentation générant trois tensions : 9 V, 5 V et 3,3 V. Le **cliché 3** montre la partie électronique de la platine
- Moteurs avec démultiplicateurs de 1 / 120
  - Vitesse sous 3 V, sans charge : 100 rpm
  - Vitesse sous 6 V, sans charge : 200 rpm
  - Courant consommé sous 3 V, sans charge : 60 mA
  - Courant consommé sous 6 V, sans charge : 71 mA
  - Courant maximal, sous 3 V : 260 mA

1

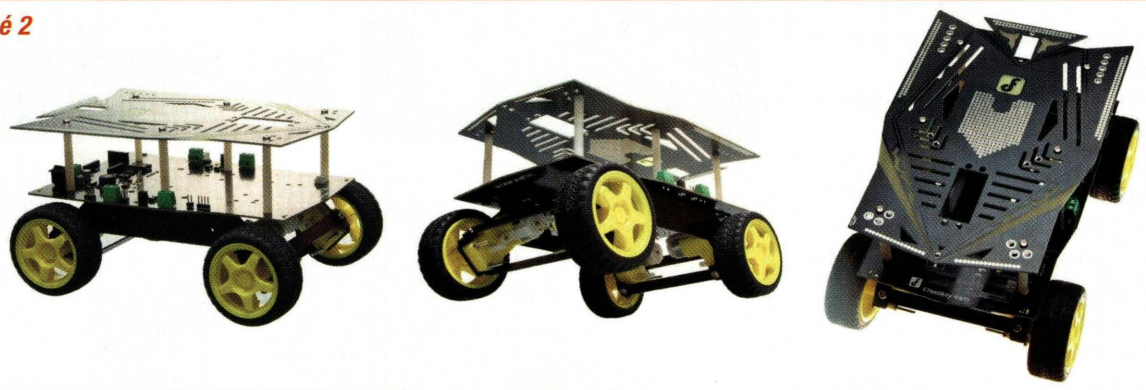


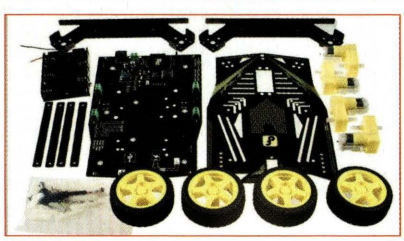


1 et 2 : Installation des moteurs et des traverses
3 : Installation des roues et des platines



Cliché 2



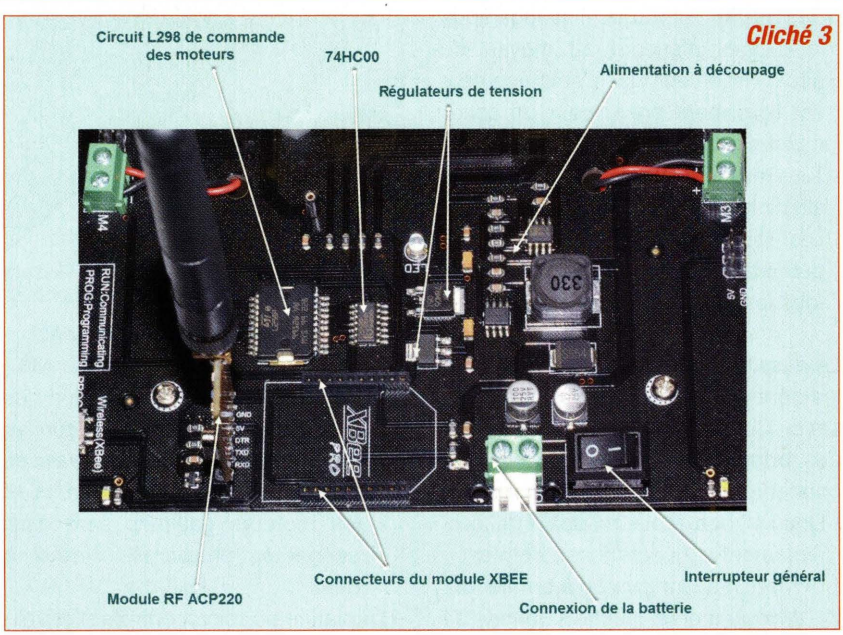


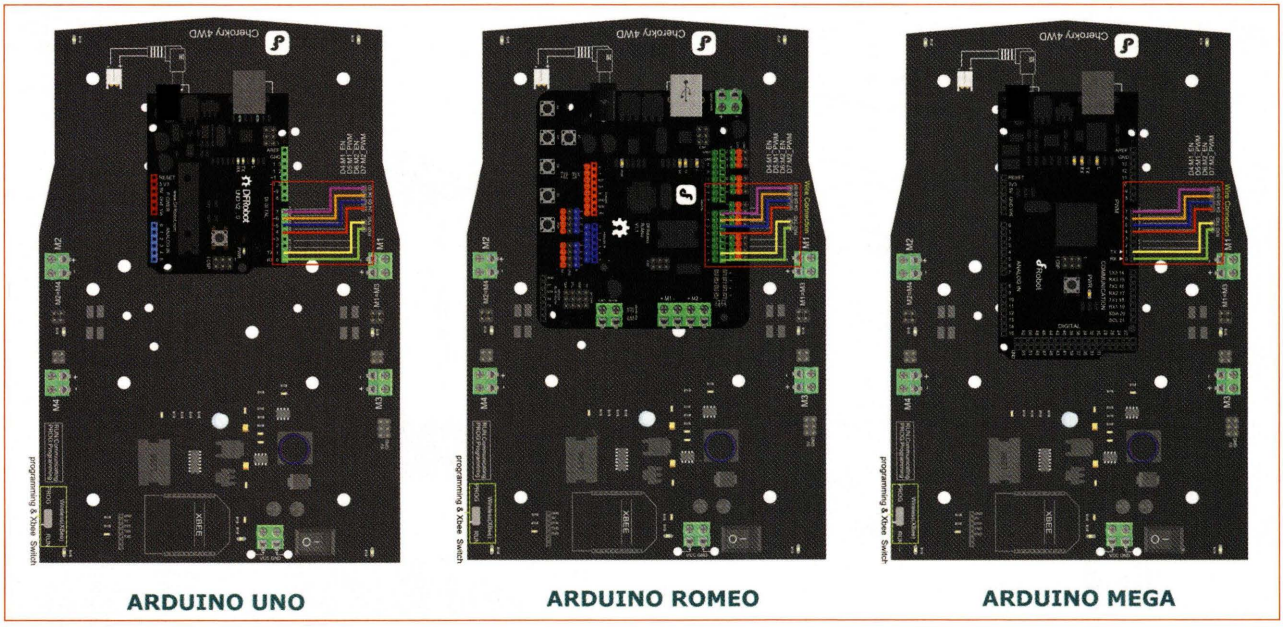
Cliché 1

- Courant maximal, sous 6 V : 470 mA
- Couple sous 3 V : 1,2 kg/cm
- Couple sous 6 V : 1,92 kg/cm

- La platine inférieure est prévue pour fonctionner avec divers modules à microcontrôleur : Arduino Uno, Arduino Roméo et Arduino Méga (**figure 2**).
Cependant, l'usage d'un autre micro-

Cliché 3

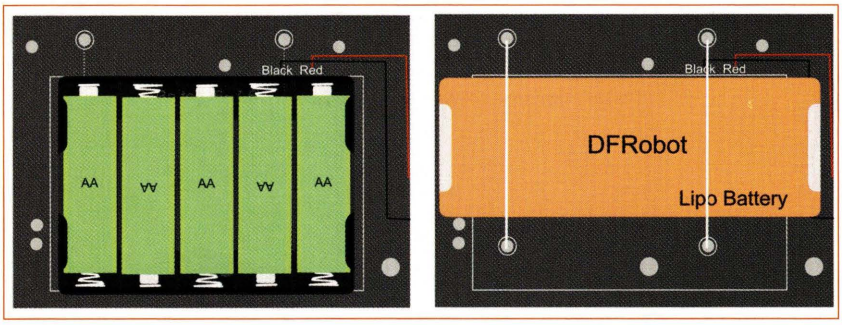




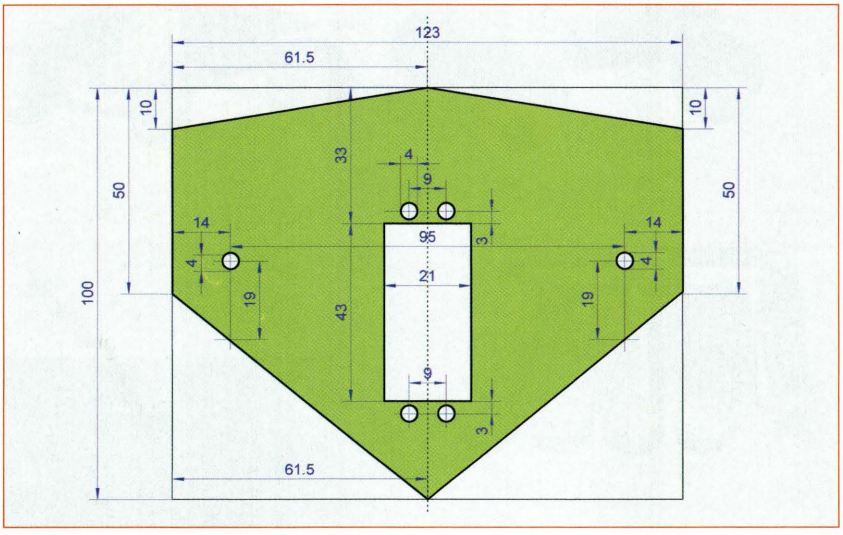
2

contrôleur est possible, en respectant les dimensions et l'emplacement des trous de fixation. Un connecteur d'alimentation est disponible

- Des connecteurs sont implantés sur la platine pour la transmission RF. L'un permet l'utilisation d'un module XBee (PRO ou «normal»). L'autre est destiné au module APC220 (433 MHz)
- La platine supérieure comporte deux emplacements : l'un est réservé à un servomoteur aux dimensions standards, l'autre pour un servomoteur miniature
- Sept leds blanches décorent la platine inférieure
- Un boîtier pour cinq accumulateurs de type R6 est fourni. Il se loge sous la platine inférieure au moyen de deux vis et écrous. L'emplacement est également prévu pour un accumulateur de type LiPo (**figure 3**)
- Tous les éléments du châssis sont en aluminium
- Les roues, en caoutchouc souple, permettent une bonne adhérence sur tous les types de supports



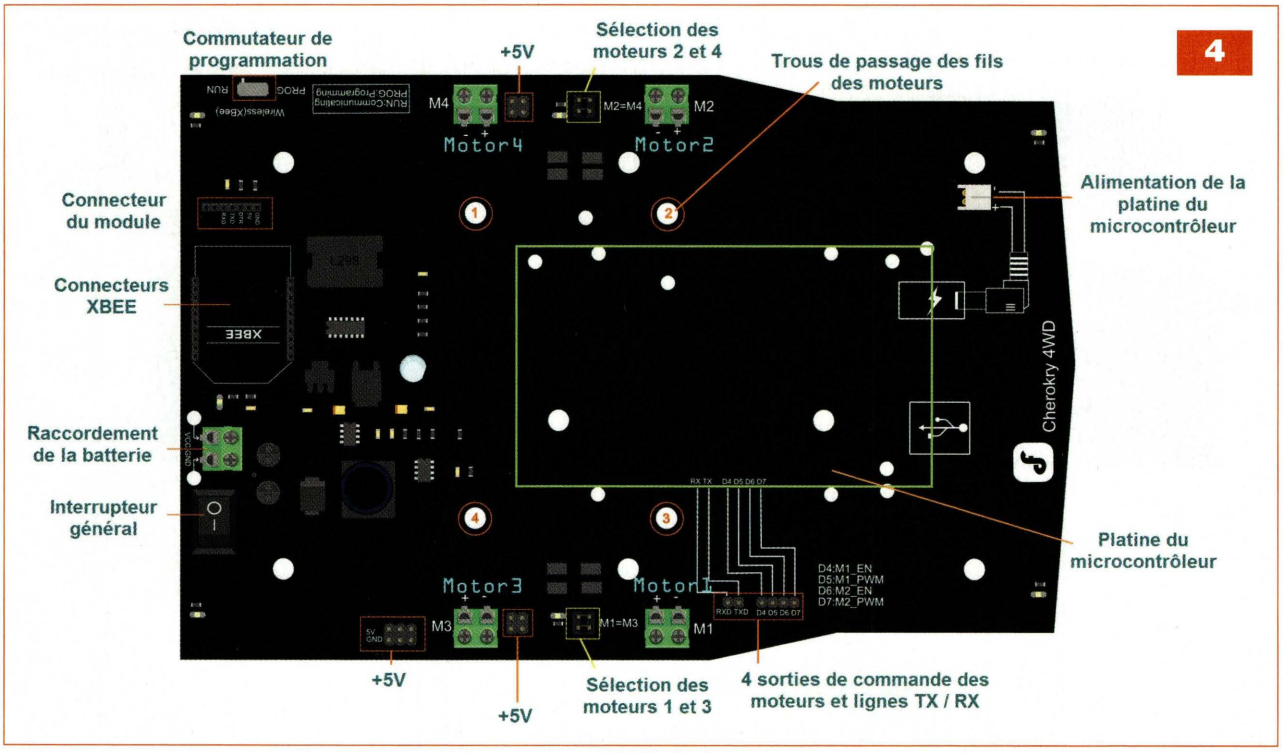
3



5

Le dessin, en **figure 4**, indique toutes les connexions qui devront être réalisées. Certaines sont effectuées sur des borniers à vis, d'autres sur des connecteurs au pas de 2,54 mm :

- Chacun des moteurs doit être correctement connecté à son bornier
  - Moteur avant gauche à bornier M2
  - Moteur arrière gauche à bornier M4
  - Moteur avant droit à bornier M1
  - Moteur arrière droit à bornier M3
  - Les cavaliers pour la sélection des moteurs 1 et 3 et ceux pour les moteurs 2 et 4 devront être laissés connectés. Les moteurs droits et les moteurs gauches sont ainsi connectés en parallèle deux à deux
- La platine du microcontrôleur est alimentée par un câble connecté à un connecteur présent sur la platine inférieure
- Les quatre lignes pour la commande des moteurs, ainsi que celles pour la communication RF sont reliées à des connecteurs (broches carrées) au pas de 2,54 mm. Ils sont marqués D4/D5/D6/D7/TX et RX
- La batterie se relie à un bornier à vis



Platine de support à la tourelle «vidéo»

Puisque nous n'utilisons pas la platine supérieure du robot, il est nécessaire d'en réaliser une autre. Elle sera utilisée pour la fixation de la tourelle «PAN et TILT» supportant la caméra.
Le support est dessiné en **figure 5**.
Vous pourrez utiliser n'importe quel matériau d'une épaisseur maximale de 4 mm pour sa réalisation : plastique, plexiglas, aluminium ou époxy cuivré sur une face. Les deux trous pour la fixation correspondent à ceux sur la platine inférieure du robot, sur les supports en aluminium. Y visser deux entretoises de 50 mm de longueur. La platine supportant la tourelle «vidéo» sera fixée sur ces entretoises, au moyen de deux vis, lorsque la platine à microcontrôleur aura été mise en place.

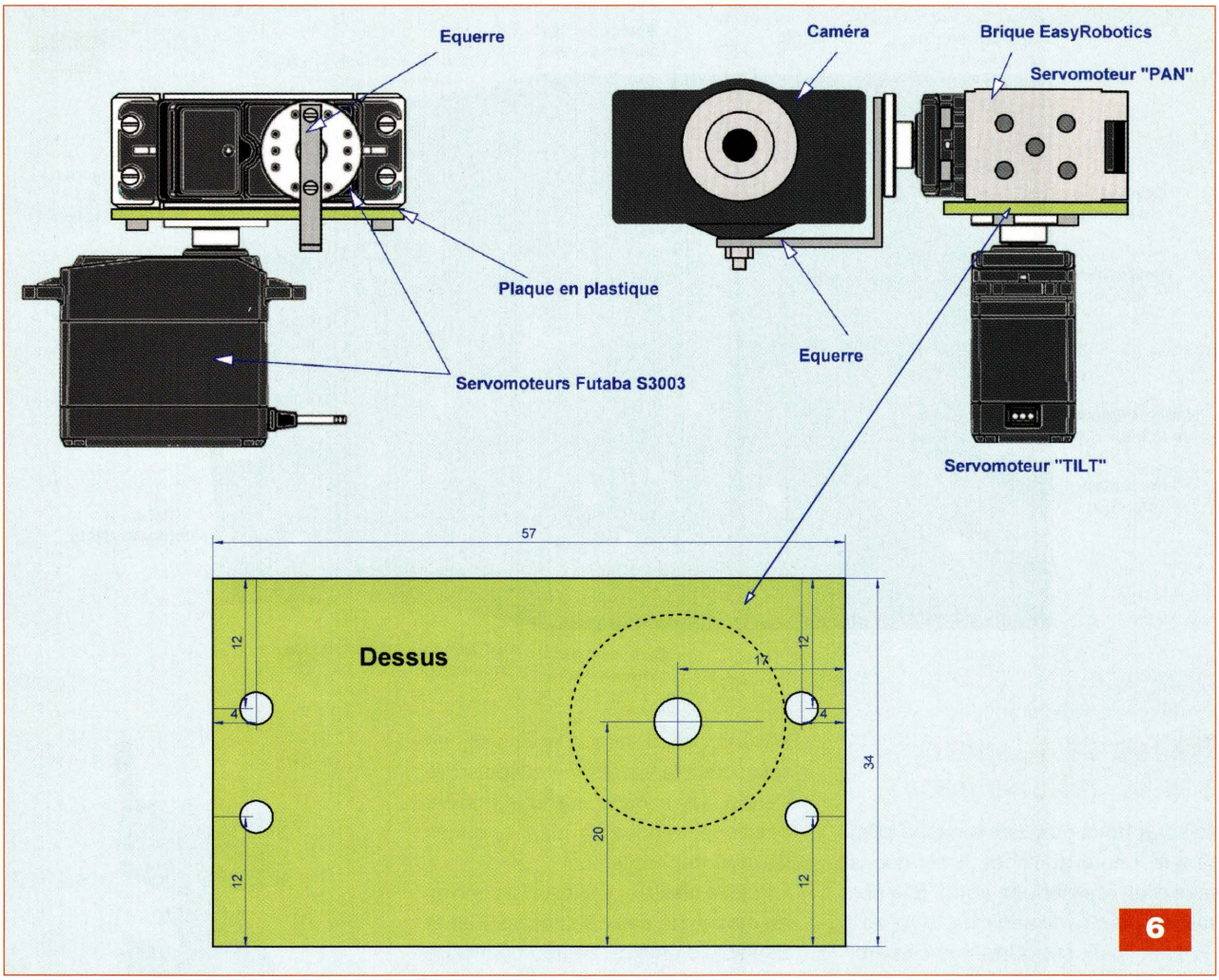
La tourelle vidéo «PAN ET TILT»

Pour la réalisation de la tourelle «vidéo», suivre les indications données en **figure 6**. Une seule pièce, simple, est à fabriquer.
Pour le montage de celle-ci, procéder de la manière suivante :
- Fabriquer une pièce rectangulaire en styrène, de 3 mm d'épaisseur, en respectant les cotes marquées sur le dessin. Le styrène est une matière plastique, vendue en plaque, qui se travaille très facilement
- La pièce réalisée, y fixer un palonnier, au moyen de deux petites vis Parker de faible diamètre. Le trou central de celui-ci doit correspondre avec le trou pratiqué dans la plaque. Ce trou servira de passage à la vis de fixation du palonnier sur le servomoteur
- Pour la fixation du servomoteur «TILT» sur la plaque, utiliser une brique EasyRobotics (site Web à l'adresse *http://www.easyrobotics.fr/*).
Quatre vis d'un diamètre de 3 mm et de 10 mm de longueur sont utilisées pour maintenir cette brique sur la plaque. Le servomoteur n'y est pas encore introduit
- Fixer ensuite la plaque munie du palonnier et de la brique sur le servomoteur «PAN». Prendre soin, au préalable, de régler l'axe de sortie du servomoteur sur sa position médiane
- Introduire, ensuite, le servomoteur dans la brique et le fixer à l'aide de quatre vis de 3 mm de diamètre et 10 mm de longueur
- Une équerre est nécessaire pour fixer la caméra. Elle mesure 25 x 25 mm, pour une largeur de 10 mm. Elle est fixée sur un palonnier, à l'aide de deux petites vis Parker. Elle est percée, à 5 mm de son autre extrémité, par un trou de Ø 3 mm qui servira à la fixation de la caméra. Avant sa fixation, positionner l'axe du servomoteur sur sa position médiane

Cliché 4

La caméra

Nous avons utilisé une webcam sans fil. Ces caméras sont commercialisées à un prix variant entre 35 € et 85 €. Nous avons choisi un modèle de milieu de gamme, **cliché 4**, disposant d'une bonne autonomie avec une alimentation interne par accumulateur LiPo. Celui-ci confère un minimum de 3 h d'autonomie et se recharge au moyen d'un cordon USB relié à l'ordinateur. Elle est commercialisée sur le Web à l'adresse *http://www.activehometechnologies.com/shop/49-camera-usb-video-surveillance* à un prix avoisinant 50 €.



6

Son rayon d'action est d'environ 20 m et elle émet sur la bande de fréquences de 2,4 GHz. Elle est livrée avec une clef USB contenant le récepteur. L'installation du «driver» ne nécessite aucun logiciel particulier, Windows l'installe automatiquement. Le logiciel de visualisation est disponible sur notre site.

Pour utiliser cette caméra avec notre robot, deux petites opérations sont nécessaires :

- Étant une caméra Web, elle est équipée d'un support qui maintient une pince permettant de la fixer sur le moniteur. Pour désolidariser celui-ci du boîtier de la caméra, quatre vis sont à enlever. Cela fait, la fixation de la pince est accessible et il convient d'ôter une seule vis maintenant celle-ci. Il suffit, ensuite, de placer une vis de Ø 3 mm et de 15 mm de longueur dans le trou resté libre et de la fixer au moyen d'un écrou et d'une rondelle «éventail». Au préalable, limer la tête de la vis, afin qu'elle ne bute pas dans le boitier de la caméra lorsque le support y sera vissé. C'est cette vis qui fixera la caméra sur l'équerre
- Pour alimenter la caméra, un bouton-poussoir est accessible à l'arrière de celle-ci. Un simple appui la met en fonctionnement et un appui plus prolongé l'inactive. La caméra doit pouvoir être mise sous tension par la télécommande RF. Pour cela, le circuit électronique étant sorti du boîtier, souder deux fils sur les contacts du bouton-poussoir, comme représenté sur le **cliché 5**. A l'arrière du boîtier, pratiquer un petit trou, dans lequel sera enfoncé (à force) un support pour broches carrées à deux points, au pas de 2,54 mm. Y souder les deux fils. A l'aide de ce connecteur, c'est le microcontrôleur, par l'intermédiaire d'un relais électromécanique, qui établira le contact.

Il suffit ensuite de fixer la caméra sur l'équerre.

Le schéma théorique

La platine à microcontrôleur est représentée en **figure 7**. On y distingue également le schéma de l'électronique de la platine inférieure du robot.

La gestion des moteurs est confiée au circuit L298, un double pont en H, pouvant débiter un courant de 2 A par pont. Il est largement dimensionné pour les moteurs utilisés.

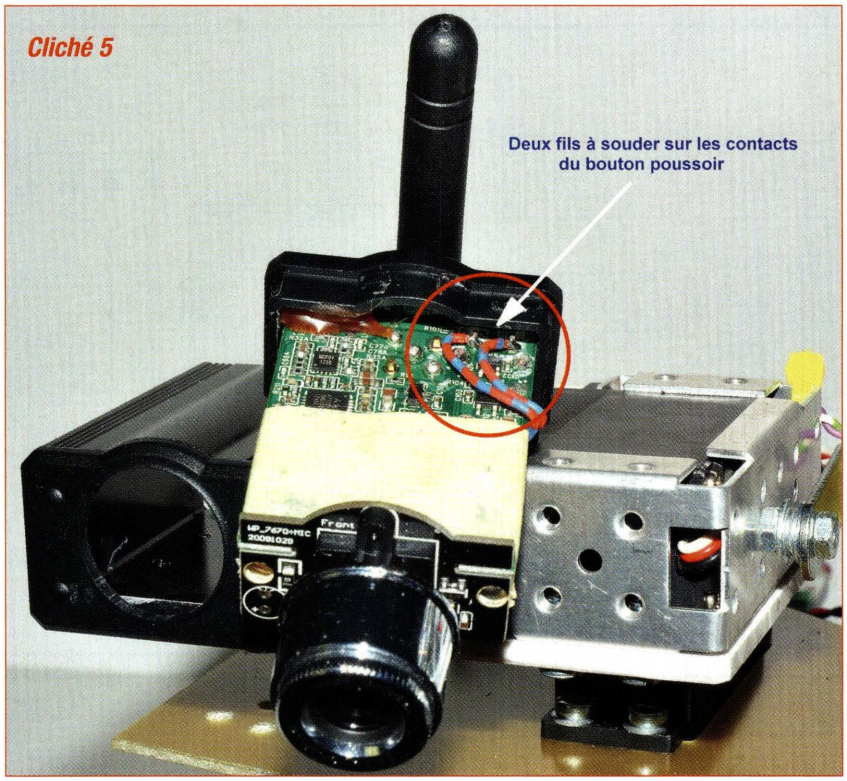
La rotation «horaire» ou «antihoraire» des moteurs M1, M3 et M2, M4 est déterminée par le niveau logique appliqué sur les entrées INPUT1, INPUT2, INPUT3 et INPUT4.

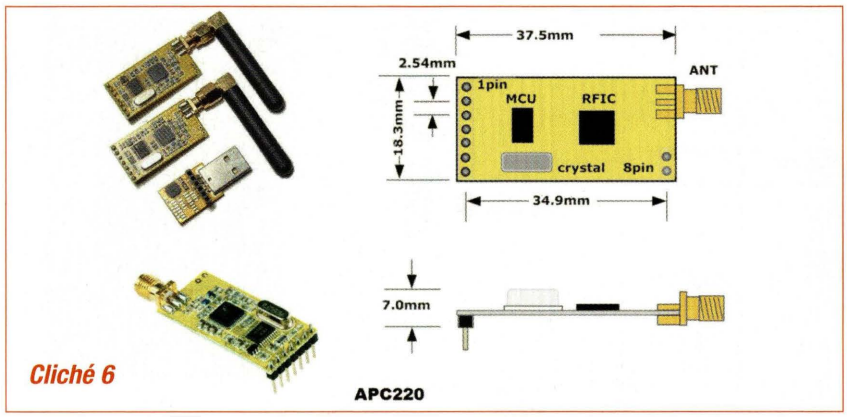
Afin de n'utiliser que deux lignes du microcontrôleur pour le contrôle des quatre entrées, quatre portes NAND ont été utilisées, afin d'appliquer deux signaux de niveaux opposés sur chaque groupe de deux entrées.

Le fabricant du robot n'a pas prévu d'antiparasitage des moteurs. Un condensateur de 47 nF doit être soudé

entre les deux bornes de chaque moteur. C'est un antiparasitage simple mais suffisant dans ce cas précis.
L'alimentation du robot est confiée à une alimentation à «découpage» qui utilise le circuit intégré OCP3601.
La sortie de cette alimentation est d'environ 9 V.
Deux régulateurs de tensions génèrent les 3,3 V (CX1117 3.3) et 5 V (78M05). Les 3,3 V sont utilisés par un éventuel module XBee de communication RF.
Nous trouvons, ensuite, les deux connecteurs utilisés pour la mise en place d'un module RF. Deux connecteurs sont prévus pour un module XBee. Nous ne pouvons utiliser celui-ci, car il travaille dans la bande de fréquences de 2,4 GHz déjà occupée par la caméra «vidéo».
Il existe un risque d'interférence entre les deux systèmes. Le troisième connecteur permet la connexion d'un module RF de type APC220, utilisant la bande 433 MHz. C'est un couple de ces modules que nous utilisons pour les communications. Ils sont visibles sur le **cliché 6**.

Cliché 5





Cliché 6

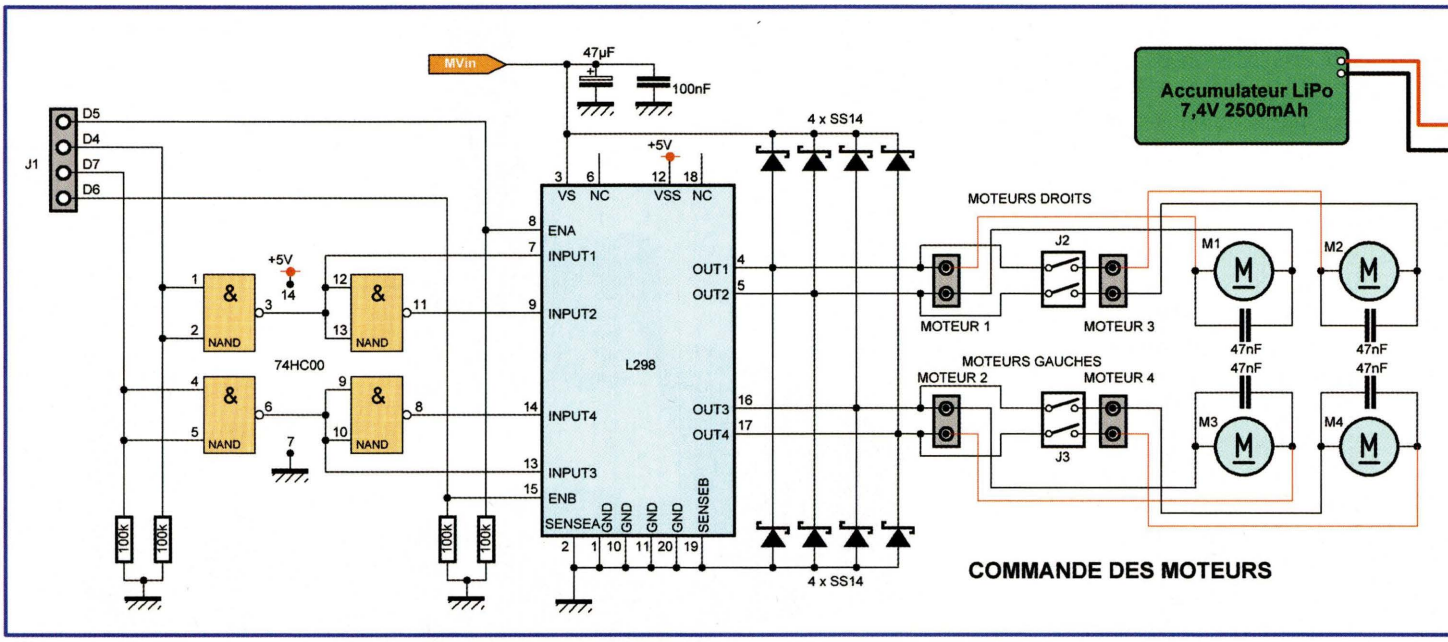
Les principales caractéristiques du module APC220 sont :

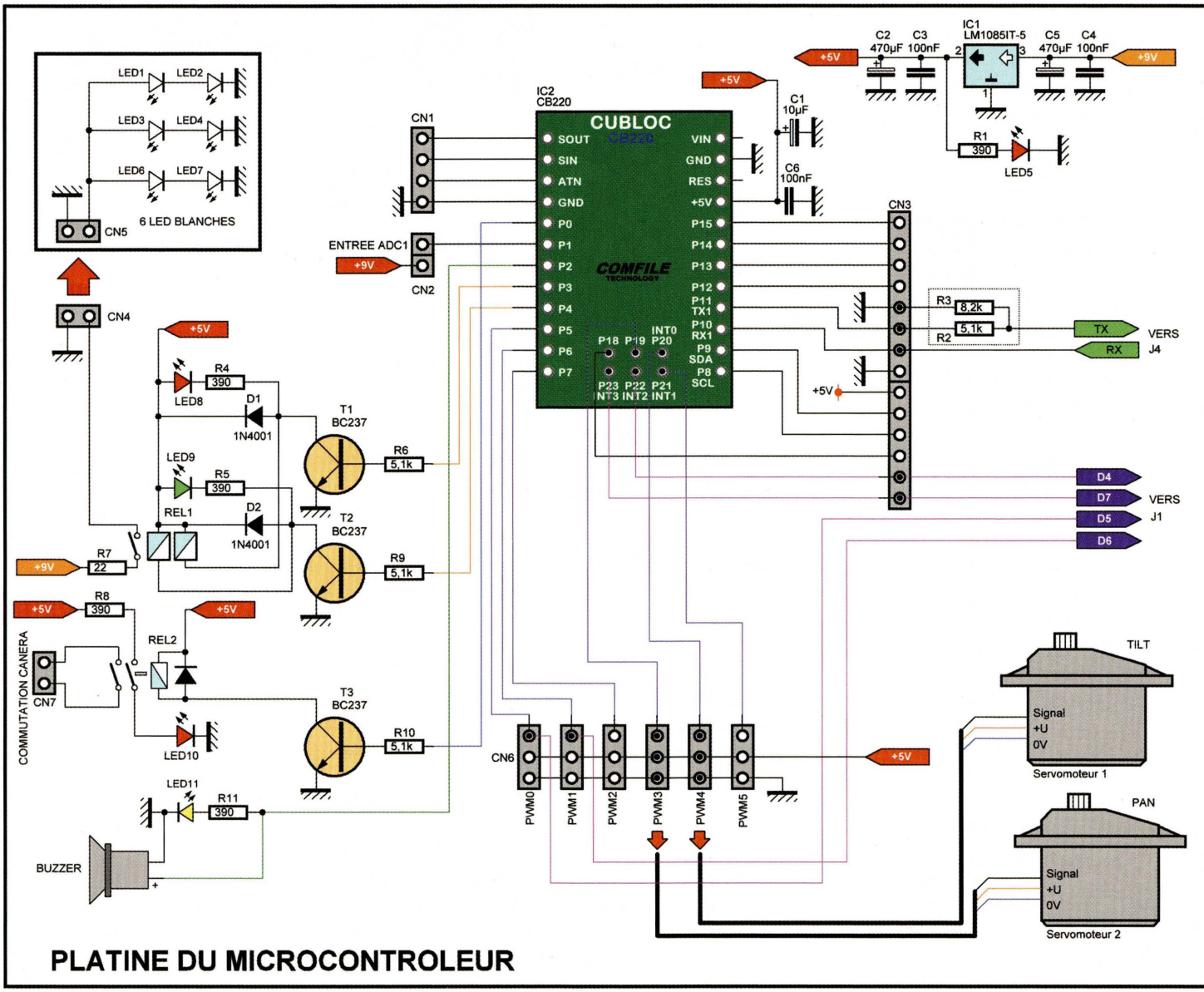
- Modulation GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- Émission dans la bande ISM 433 MHz et LPRD : la fréquence de travail est sélectionnable par logiciel. Elle peut être choisie entre 418 MHz et 455 MHz, ce qui permet de disposer de plus de cent canaux, l'espace entre canaux devant être de 200 kHz
- Les transceivers sont pourvus d'un dispositif de détection et de correction d'erreur EDAC (Error Detection And Correction)
- Le débit RF, en «émission», peut être réglé entre 2 400 bps et 19 200 bps
- Le débit de l'interface «série» est paramétrable entre 1 200 bps et 57 600 bps
- Les modules sont équipés d'un «buffer» de 256 octets.
  L'utilisateur peut ainsi envoyer les données par paquets de 256 octets, aucune limitation dans le transfert n'interviendra tant que le débit RF sera supérieur au débit de l'UART
- Tous les paramètres des modules sont paramétrables par logiciel

Caractéristiques électriques du module APC220 :

- Vcc, tension d'alimentation : 3,4 V à 5,5 V
- Puissance maximale de sortie : 13 dBm (20 mW), ce qui donne une portée moyenne de 1 000 m à 2 400 bps
- Consommation :
  - En mode «réception» : 28 mA
  - En mode «émission» : 35 mA (13 dBm)
  - En mode «Sleep» : 5 µA
- Sensibilité en réception : -118 dBm
- Impédance d'antenne : 50 Ω
- Temps de commutation : 5 ms

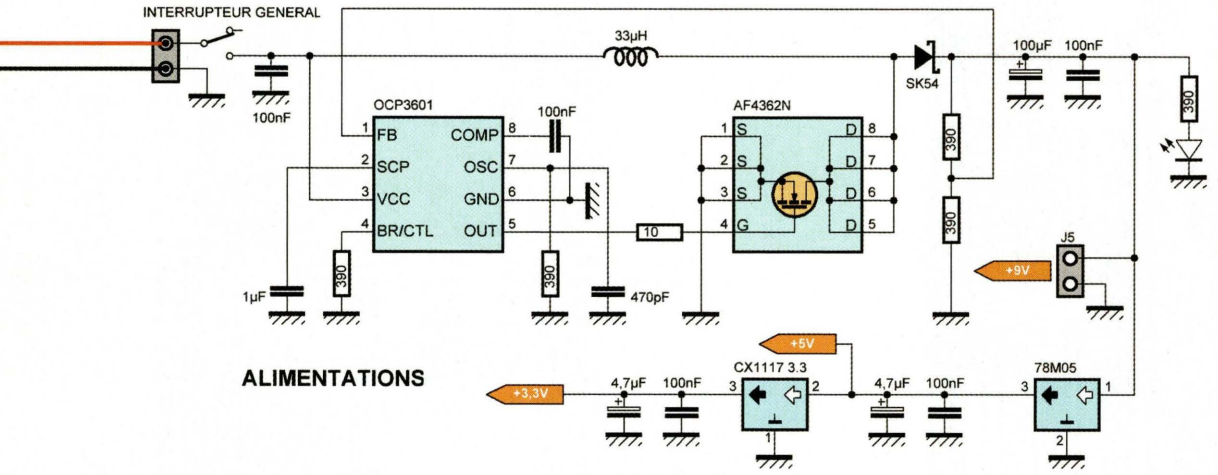
Les transceivers APC sont conçus pour fonctionner en mode «point à point» (un module vers un module) ou en mode «multipoints» (un module vers plusieurs modules).
Dans celui-ci, un module doit être configuré en module «maître» et les autres en modules «clients».
Chacun d'eux doit posséder un numéro ID unique.
Les transmissions sont commandées par le module «maître» qui envoie les données et les commandes comportant ce numéro ID. Si les modules «clients» voient que le numéro ID est le même que celui qu'ils possèdent, ils continuent à recevoir les données. Sinon, elles sont rejetées.
Afin d'empêcher toute interférence, un seul module est capable d'émettre à un moment donné.



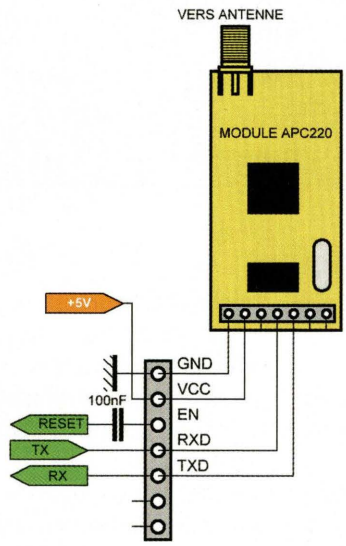


PLATINE DU MICROCONTROLEUR

7

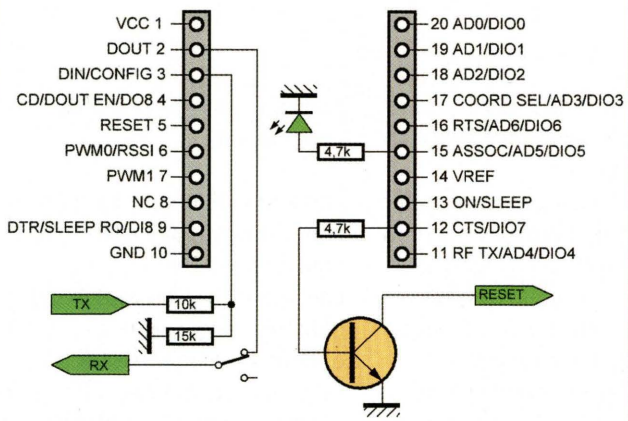


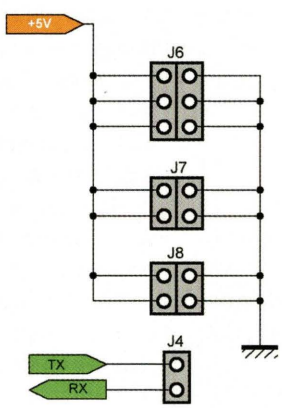
ALIMENTATIONS



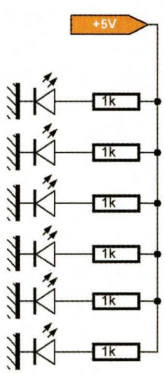
CONNECTEUR RF

CONNECTEURS XBEE



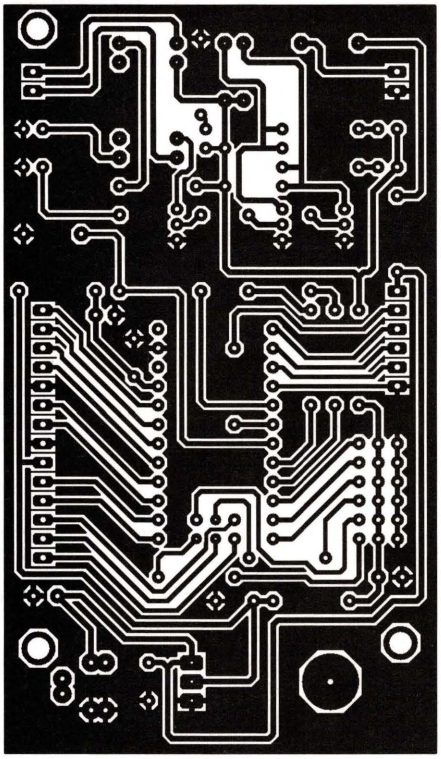


CONNECTEURS ALIMENTATION ET RF

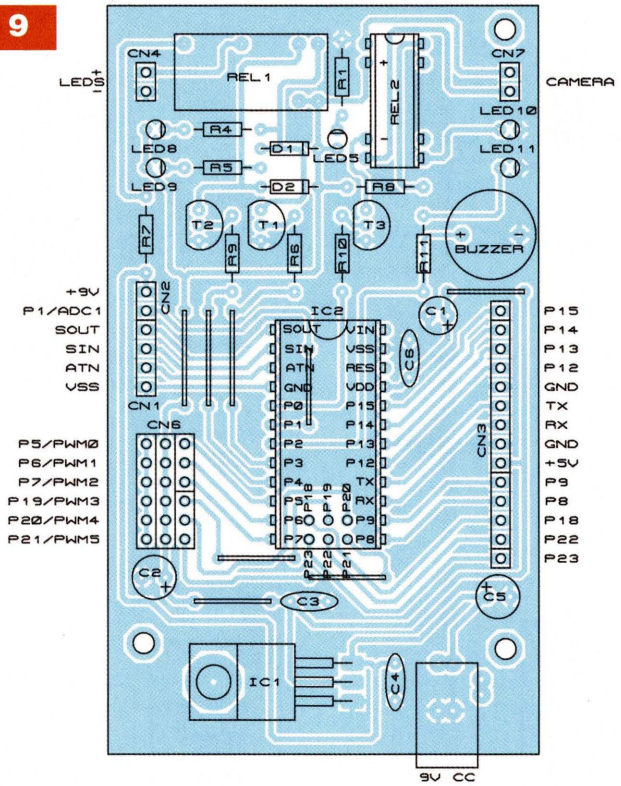


6 LED BLANCHES

PLATINE ELECTRONIQUE DU ROBOT



8



9

Nous verrons, lors des essais, comment utiliser le logiciel de configuration des modules.
Ceux-ci sont vendus par paire, avec leur antenne et un adaptateur USB. Il permet leur connexion au port USB de l'ordinateur. Divers connecteurs, présents sur la platine, permettent de disposer de la tension de 5 V.
Six leds blanches décorent le robot.
La platine du microcontrôleur supporte un Cubloc CB220B qui se charge de toutes les commandes :

- La ligne P0 commande le relais permettant la mise «en/hors» tension de la caméra
- La ligne P1 est une entrée analogique
- La ligne P2 alimente un buzzer et une led
- Les lignes P3 et P4 commandent un relais à double bobine, chargé de l'alimentation du projecteur
- Les lignes P5 et P6 (PWM0 et PWM1) fournissent les signaux PWM pour la commande des moteurs
- Les lignes P19 et P21 (PWM3 et PWM4) pilotent les servomoteurs de la tourelle «vidéo»
- Les lignes P22 et P23 déterminent la marche «avant» et la marche «arrière» du robot

Chaque action des lignes du microcontrôleur est signalisée par l'illumination d'une led.
La platine est alimentée au moyen d'un régulateur à faible tension de déchet, de type LM1085IT-5.
Le robot est équipé d'un projecteur composé de six leds blanches à forte luminosité. Nous avons choisi des modèles de 25 000 mCD, alimentés sous 3,5 V et consommant 20 mA.
Elles sont connectées en série, deux par deux.

La réalisation

La face cuivrée du circuit imprimé de la platine du microcontrôleur est présentée en **figure 8**, tandis que l'implantation des composants fait l'objet de la **figure 9**.
Le câblage ne présente aucune difficulté. Huit straps sont présents sur le circuit imprimé, dont un sous le CB220B. Le régulateur de tension est fixé contre un dissipateur thermique.
Les lignes du microcontrôleur sont accessibles sur des rangées de barrette sécable de supports femelles pour broches carrées ou sur des rangées de barrette sécable de broches carrées (pour les sorties vers les servomoteurs).
Le CB220B est doté de six trous, sur sa face supérieure, qui permettent d'accéder aux lignes P18 à P23. Il est nécessaire de souder aux six pastilles du circuit imprimé, situées sous IC2, six morceaux de fil rigide, afin d'équiper leurs autres extrémités de six broches identiques à celles du microcontrôleur. Celui-ci sera implanté dans un support à vingt quatre broches, constitué par deux rangées de barrette sécable de support «marguerite». Deux autres morceaux de trois supports seront soudés sur le circuit imprimé à l'emplacement des six broches supplémentaires.
Le circuit imprimé du projecteur est présenté en **figure 10**.
L'implantation des leds est donnée en **figure 11**. Il convient de souder les six leds avec le boîtier plastique reposant contre la platine (**photo A**).
Munir les leds de réflecteurs en plastique chromé.

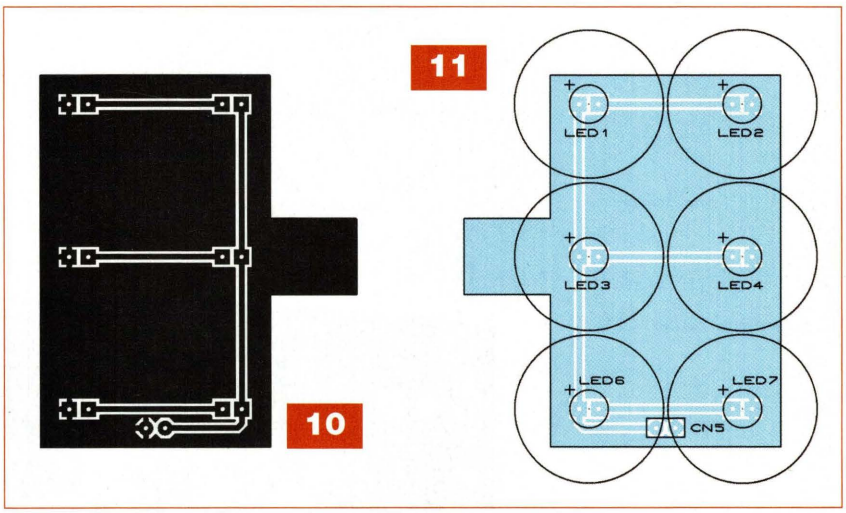
Nomenclature

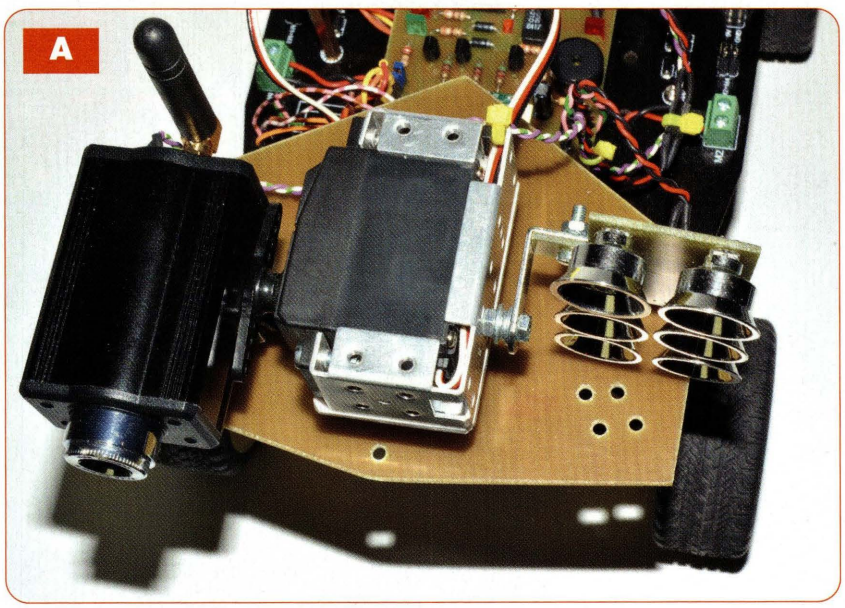
• Résistances
R1, R4, R5, R8, R11 : 390 Ω (orange, blanc, marron)
R2, R6, R9, R10 : 5,1 kΩ (vert, marron, rouge)
R3 : 8,2 kΩ (gris, rouge, rouge)
R7 : 22 Ω (rouge, rouge, noir)

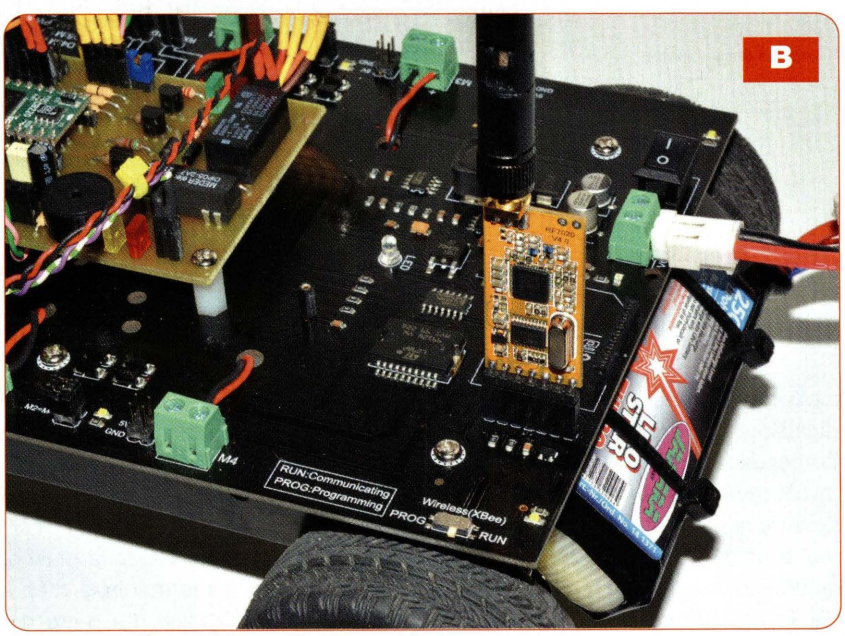
• Semiconducteurs
IC1 : LM1085IT-5
IC2 : CB220B
T1, T2, T3 : BC237, BC547
D1, D2 : 1N4001
LED1 à LED4, LED6, LED7 : diode électroluminescente blanche Ø 5 mm (minimum 25 000 mCD / 3,5 V / 20 mA)
LED5, LED8 à LED11 : diode électroluminescente Ø 3 mm (couleur quelconque)

• Condensateurs
C1 : 10 µF / 16V
C2, C5 : 470 µF / 16V
C3, C4, C6 : 100 nF
4 x 47 nF (anti-parasitage des moteurs)

• Divers
1 connecteur d'alimentation
1 buzzer
1 relais à double bobine, 5 V - OMRON G6BK-1114P
1 relais DIL, bobine 5 V - MEDER DIP05-2A72-21D
Barrette sécable de broches carrées au pas de 2,54 mm
Barrette sécable de supports pour broches carrées au pas de 2,54 mm
1 dissipateur thermique pour boîtier TO220
6 réflecteurs pour led Ø 5 mm
1 chassis Cherokee 4WD (Gotronic, DFRobot)
1 couple de modules APC220 (Gotronic, DFRobot)
2 servomoteurs (Futaba S3003)
1 accumulateur Lipo de 7,4 V / 2 500 mAh
1 webcam sans fil (voir texte)

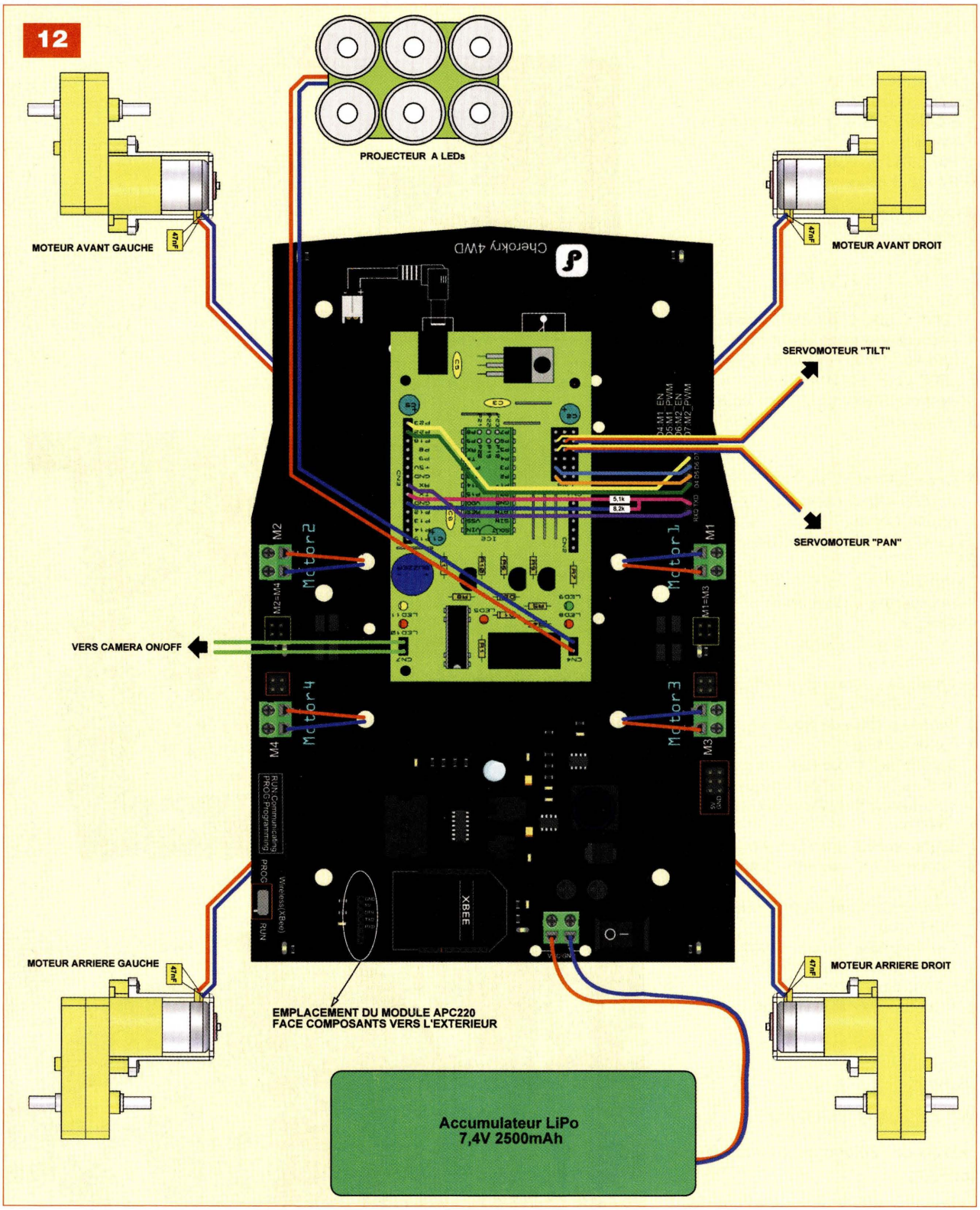






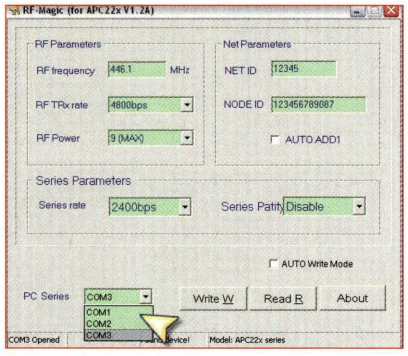
Montage de l'électronique

Le plan de câblage est représenté en **figure 12**.
Trois entretoises sont vissées aux trous correspondants de la platine inférieure du robot. La platine du microcontrôleur est fixée sur ces entretoises.
Il faut ensuite placer les fils de liaisons entre la platine du microcontrôleur et la platine du robot.
Utiliser des broches carrées et des

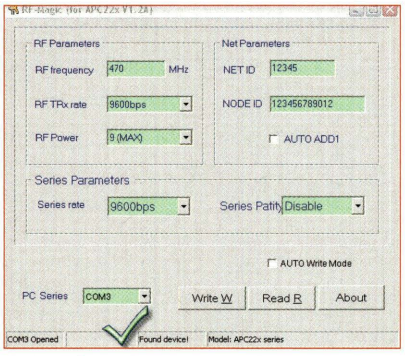


supports femelles issus de barrettes sécables dont vous découperez des morceaux. Les fils y seront soudés. La soudure sera ensuite enveloppée dans de la gaine thermo-rétractable. Les liaisons à effectuer sont les suivantes (couleurs selon le dessin) :

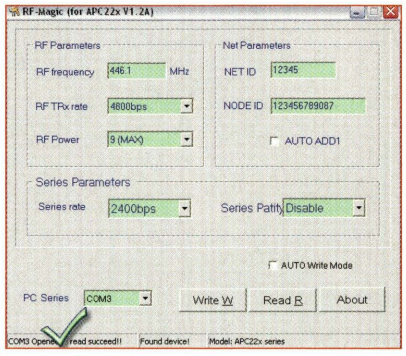
- Fil jaune, P23, relié à D7
- Fil vert, P22, relié à D4
- Fil orange, PW0, relié à D5
- Fil bleu, PWM1, relié à D6
- Fil violet, RX, relié à RX de la platine du robot
- Fil rose, TX, relié à TX de la platine du robot, par l'intermédiaire d'une résistance de 5,1 kΩ. La patte de celle-ci, côté platine du robot, est connectée à une autre résistance de 8,2 kΩ, dont l'autre extrémité est connectée à la masse (fil bleu)
- Les deux fils verts, reliés au connecteur CN7, vont vers la caméra (commutation on/off)
- Deux fils (rouge et bleu) alimentent



Vue d'écran 1



Vue d'écran 2

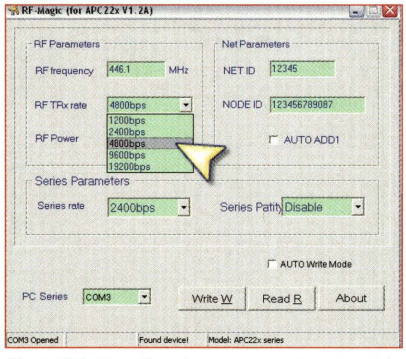


Vue d'écran 3

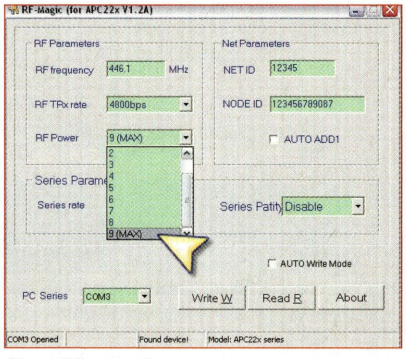
le projecteur à leds (Attention à la polarité)
- Les servomoteurs «PAN» et «TILT» sont connectés directement sur les sorties PWM3 et PWM4 (fils bleu ou noir vers l'extérieur)
- Le module de «radiofréquence» APC220 est enfiché dans son support, côté composants, situé vers la roue arrière gauche (**photo B**)
- L'accumulateur (LiPo ou NiMh) est fixé au robot, soit dessous où sa place est prévue, soit comme nous l'avons fait, sur la traverse arrière (photo B). Là encore, respecter la polarité

Les essais

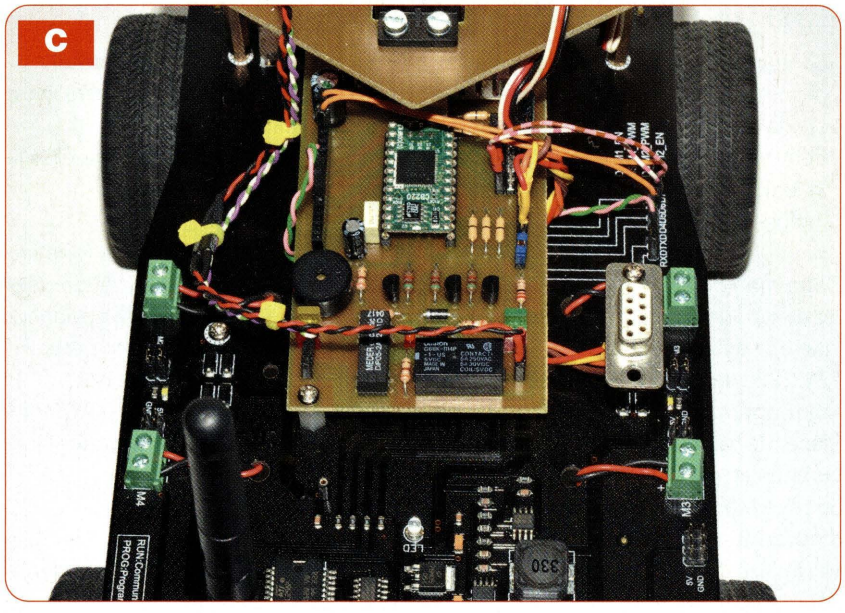
Il convient, d'abord, de charger le programme de gestion du robot dans la mémoire du Cubloc CB220B.
Pour cela, utiliser le logiciel Cubloc Studio V 3.5.0, disponible en libre téléchargement sur le site de Comfile à l'adresse *http://www.cubloc.com/data/01.php*. Connecter la platine du microcontrôleur à l'ordinateur en utilisant un câble «série».
Un petit montage est nécessaire : utiliser un connecteur DB9, femelle, sur lequel il faut souder quatre fils de 15 cm de longueur aux broches 2 (RX), 3 (TX), 4 (DTR) et 5 (GND) (**photo C**).
A l'autre extrémité des quatre fils, souder un morceau de barrette sécable de quatre broches carrées. C'est celui-ci qui sera introduit dans le connecteur CN1 de la platine.
Il faut ensuite procéder à la configuration des modules APC220.
Le driver «**CP210x_VCP_Windows**», utilisé par l'adaptateur USB, doit être installé sur l'ordinateur (version 32 bits ou version 64 bits).



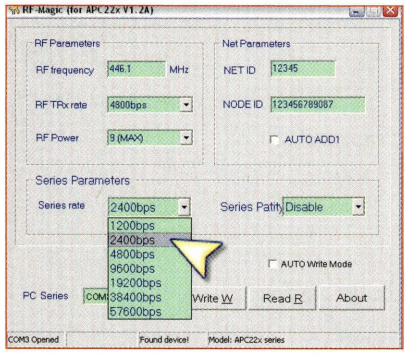
Vue d'écran 4



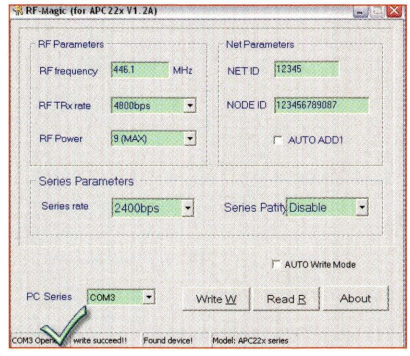
Vue d'écran 5



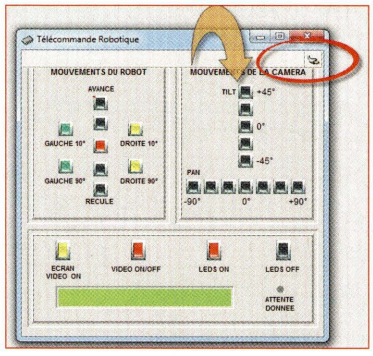
Nous obtenons ainsi un port «série» virtuel qui est utilisé par le logiciel de configuration. Connecter, ensuite, le module APC220 à l'adaptateur et l'insérer dans un port USB de la machine.
Lancer ensuite le logiciel «**APC2XX_V12A.exe**» et procéder ainsi :
- Nous obtenons la **vue d'écran 1**. Configurer le port «série»
- Le logiciel doit indiquer que le module APC220 a été trouvé (**vue d'écran 2**)
- Cliquer sur la case «**Read R**», ce qui provoque la lecture de la configuration actuelle du module RF (**vue d'écran 3**)
- Dans la fenêtre «**RF TRx rate**», paramétrer le débit RF à 4 800 bps (**vue d'écran 4**)
- Dans la fenêtre «**RF Power**», régler la puissance d'émission au maximum, soit 20 mW (**vue d'écran 5**)
- Enfin, dans la fenêtre «**Series rate**», paramétrer la vitesse de l'interface «série» à 2 400 bps (**vue d'écran 6**)
- Afin d'enregistrer les paramètres de



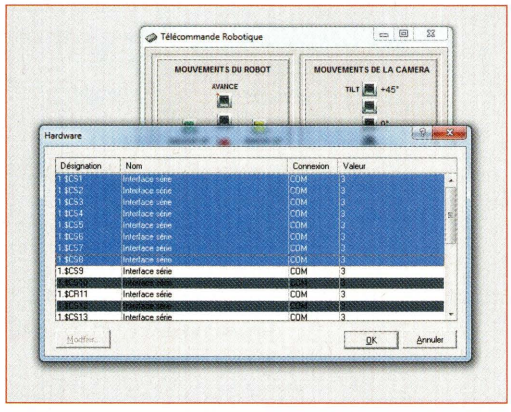
Vue d'écran 6



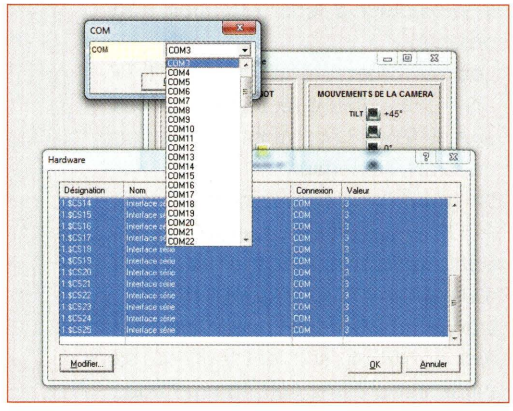
Vue d'écran 7



Vue d'écran 8



Vue d'écran 10



Vue d'écran 11

configuration dans la mémoire du module APC220, il suffit de cliquer sur le bouton «**Write W**». La mention «**write succeed**» s'affiche dans le bandeau inférieur de l'écran du logiciel (**vue d'écran 7**)

Cette manipulation est évidemment à répéter pour le second module.
Insérer, ensuite, l'un des modules APC220 dans son support sur le robot pour procéder aux essais.
Placer le dossier «**DFRobot**» sur le bureau et lancer le logiciel «dfrobot.exe». Vous devez obtenir la **vue d'écran 8**.
Tel qu'il est, le logiciel est configuré pour le port COM 3.
Si le port virtuel a été configuré avec un autre numéro, il convient de paramétrer le logiciel :

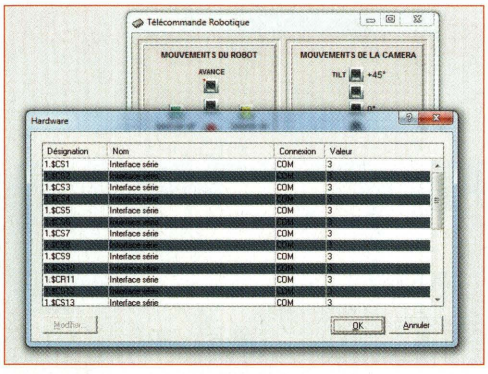
- Pour cela, glisser la souris vers le menu déroulant supérieur, une icône de configuration apparait.
- En cliquant dessus, un second panneau est affiché comme le montre la **vue d'écran 9**. Cliquer (gauche) sur la première ligne et, en maintenant le clic appuyé, faire descendre la flèche jusqu'à la dernière ligne. L'ensemble devient bleu (**écran 10**)
- Cliquer sur le bouton «**Modifier...**». Une seconde fenêtre s'ouvre (**vue d'écran 11**)
- Il suffit alors de cliquer sur le COMx désiré

La **vue d'écran 12** indique la fonction de chaque bouton du logiciel de gestion du robot. Dans le cadre supérieur gauche, les neuf boutons déterminent les mouvements du robot :

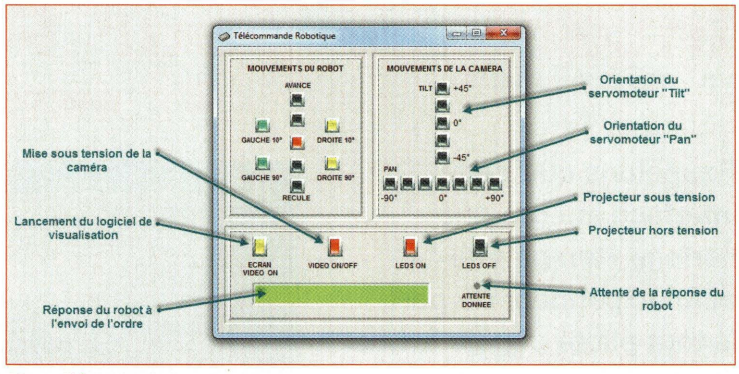
- Les deux boutons noirs «Avance» positionnent le robot en avance normale ou rapide
- Le bouton rouge l'arrête
- Les deux boutons noirs «Recule» actionnent la marche arrière, lente ou rapide
- Les deux boutons verts font effectuer au robot une rotation de 10°, ou 90°, vers la gauche
- Les deux boutons jaunes font effectuer au robot une rotation de 10°, ou 90°, vers la droite

Dans le cadre supérieur droit, les douze commutateurs agissent sur les servomoteurs qui dirigent la caméra.
Dans le cadre inférieur, un écran vert affiche la réponse du robot à l'envoi d'un ordre. Nous disposons, ainsi, d'une vérification du bon fonctionnement de l'ensemble.
Le programme chargé dans la mémoire du Cubloc CB220B est modifiable. Il est ainsi possible de changer certains paramètres.
L'appui sur les boutons de l'écran du logiciel génère l'envoi de chaînes de dix caractères.
Celles-ci ne doivent pas être modifiées dans le programme du Cubloc CB220B :

- «ECLAIRA ON» et «ECLAIRAOFF» : agit sur les lignes P3 et P4
- «CAMERA ON» : agit sur la ligne P0
- «AVANCEVITE» et «AVANCELENT», «RECUL VITE» et «RECUL LENT» : Pwm x, 1000,1024 et Pwm x, 500, 1024 pour les lignes PWM0 et PWM1 déterminent respectivement la vitesse d'avance ou de recul. Les instructions Low 22 et Low 23 qui agissent sur les lignes P22 et P23 déterminent la marche avant, tandis que les instructions High 22 et High 23 fixent la marche arrière
- «STOPPETOUT» : Pwmoff annule l'envoi des impulsions au L298
- «GAUCH VITE» et «GAU10 VITE» : Les instructions Low 22 et High 23 paramètrent le virage à gauche



Vue d'écran 9



Vue d'écran 12

- «DROIT VITE» et «DRO10 VIT» : Les instructions High 22 et Low 23 paramètrent le virage à gauche

Le servomoteur de «PAN» est piloté par l'envoi des chaînes «SERVPAN-90», «SERVPAN-60», «SERVPAN-30», «SERVPAN 00», «SERVPAN+30», «SERVPAN+60» et «SERVPAN+90» : la réception de ces chaînes génère les instructions **Pwm 3, xxxx, 32768,** où xxxx est un nombre compris entre 1 000 et 5 000.
Ces nombres devront probablement être modifiés selon les servomoteurs utilisés.
Les chaînes «SERVTIL-45», «SERVTIL-25», «SERVTIL 00», «SERVTIL+25» et «SERVTIL+45» sont utilisées pour la commande du servomoteur de «TILT» par les instructions **PWM 4, xxxx, 32768,** où xxxx est un nombre compris entre 2 100 et 3 750.
Ce nombre, comme le précédent, apporte la même remarque.

P. OGUIC
p.oguic@gmail.com

14 robots accessibles à tous

- Robot piloté par radar
- Robot autoguidé
- Robot pédagogique
- Robot explorateur
- Robot araignée intelligent & expérimental. À base du Cubloc CB220
- Robot polyvalent et évolutif. FINALROBOT
- Bras robotisé six axes à servomoteurs
- CYBER-TROLL. Le robot marcheur expérimental
- Un robot filoguidé
- Robot Arduino commandé par la manette « Nunchuck » de la « Wii »
- Robot autonome qui sait se repérer !
- Robot mobile évolutif (1ère partie)
- Robot mobile évolutif (2ème partie)
- Robot guidé par radar
- Robot radioguidé

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)

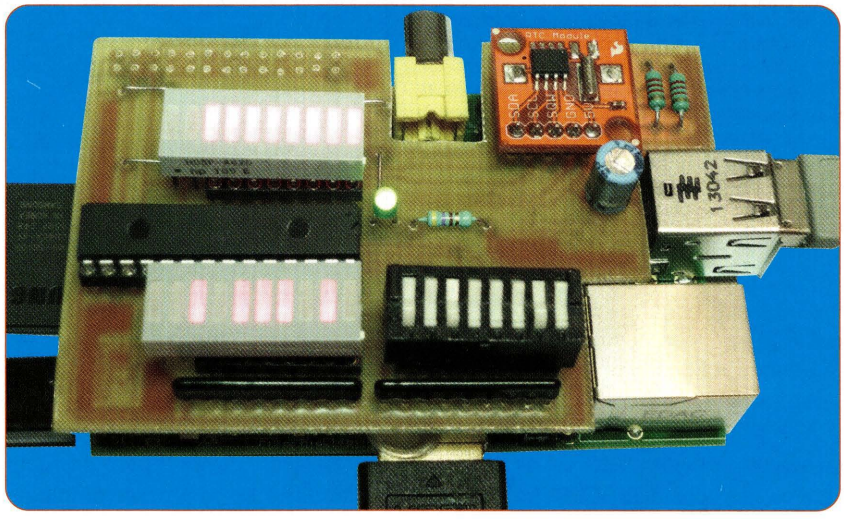
Nom : _____ Prénom : _____
Adresse : _____
Code Postal : _____ Ville-Pays : _____
Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire *(IBAN : •FR76 3006 6109 1100 0200 9580 176/BIC : CMCIFRPP)*
A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

Interface pour Raspberry Pi

2ème partie

Rappelons que cette interface intègre une horloge «temps réel» et un expandeur de port, le tout piloté depuis le bus I²C du Raspberry.



La première partie de cette interface s'est terminée avec la réalisation du module. Un mois s'est écoulé et vous êtes prêts à aborder la mise en service. Vérifiez, avant toute chose, que le circuit imprimé est correct et qu'il n'y a ni court-circuit ni piste coupée.

Mise en service

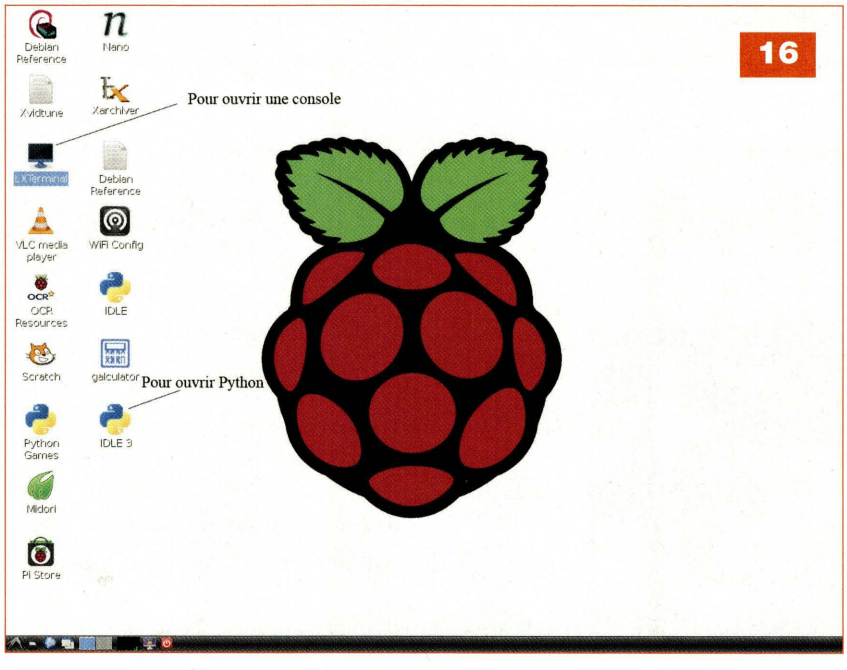
Votre Raspberry doit, dans un premier temps, être configuré et opérationnel avec le système d'environnement Linux RASPBIAN wheezy (*http://www.raspberry.org/dowloads*).
Les recommandations, pour la mise en service et l'installation, peuvent se trouver facilement sur Internet, via de nombreux tutoriaux et «pas-à-pas» existants.
Notez, également, que de nombreux ouvrages sont désormais consacrés au Raspberry (Raspberry Pi, le guide de l'utilisateur, écrit par le co-créateur du Raspberry, par exemple).

Partie expandeur de port

Installation des librairies nécessaires au bus I²C

Depuis l'environnement du Raspberry (**figure 16**), lancer une console en cliquant sur l'icône LXTERMINAL, puis taper les commandes suivantes :

- Commande permettant la mise à jour des paquets sous RASPBIAN : **sudo apt-get update**
- Installation de «smbus» pour l'environnement de programmation Python : **apt_get install python-smbus**

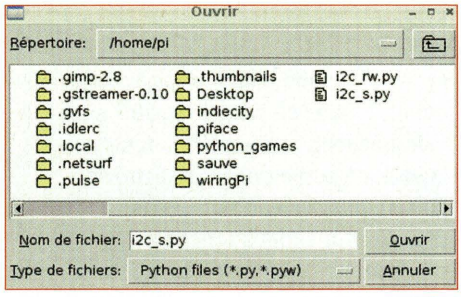


- Installation des outils nécessaires à l'exploitation du bus I²C : **apt_get install i2c-tools**
- Vérification de la liste noire : **sudo nano /etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf**

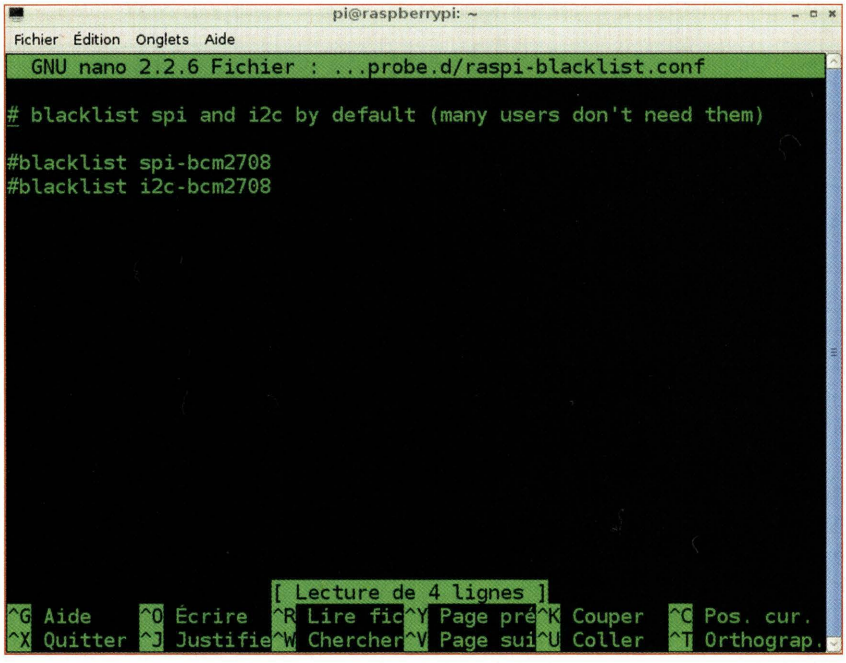
Nano est un éditeur de texte. Celui-ci vous permettra d'ouvrir le fichier «raspi-blacklist.conf» et vérifier que le port I²C n'est pas inhibé. Si tel est le cas, il faudra placer un (#) devant la ligne «i2c-bmc2708» (**figure 17**).
Un «ctrl + o» permet de sauvegarder le fichier ainsi modifié, après confirmation. Un «ctrl + x» permet de sortir de l'éditeur.

- On redémarre la machine avec un Reboot : **sudo reboot**
- Une fois redémarré, s'assurer que l'expandeur de port et l'horloge HTR sont visibles. Détection des composants I²C présents sur le bus (voir **figure 18**) : **sudo i2cdetect -y 1**

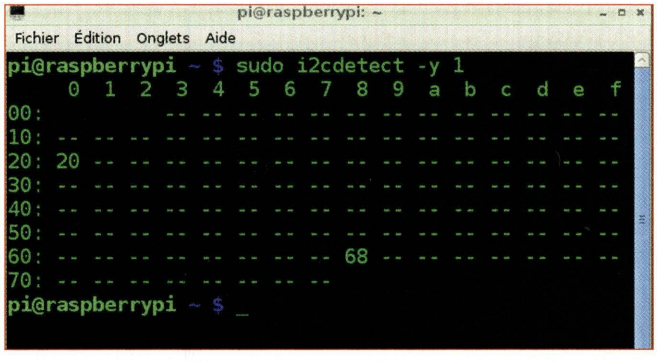
Cette commande permet de détecter les périphériques présents sur le bus



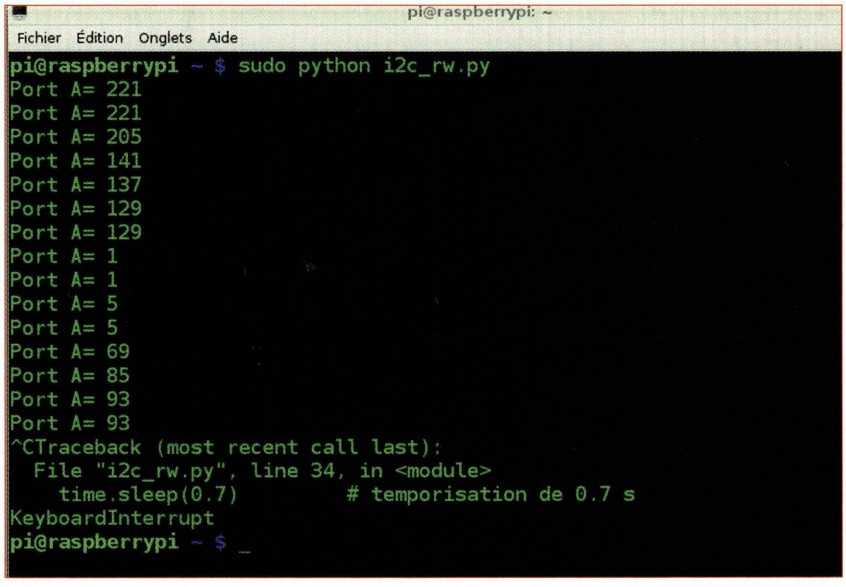
19



17



18 20



I²C. Dans la figure 18, nous pouvons distinguer deux adresses reconnues : l'adresse «0x20» pour l'expandeur de port et l'adresse «0x68» pour l'horloge «temps réel».

Il est à noter, que pour les Raspberry en version 0, il faudra taper la commande suivante : **sudo i2cdetect -y 0**.

Lancement du logiciel de test des entrées/sorties

Copier les deux fichiers «i2c_s.py» et «i2c_rw.py», téléchargés sur notre site internet (*www.electroniquepratique.com*), dans le répertoire «/home/pi» de votre Raspberry (**figure 19**).

Test en mode 16 sorties

Depuis l'environnement de votre Raspberry (figure 16), lancer ensuite une console en cliquant sur l'icône LXTERMINAL.

Taper la commande suivante qui va permettre de lancer le test : **sudo python i2c_s.py**

Détail de la commande

La commande «sudo» (Substitute User DO) permet de lancer le script en mode «administrateur», car les droits du module de gestion des entrées/sorties du Raspberry ne sont accessibles qu'au «root» (super utilisateur).

La commande «sudo» est suivie du nom du programme permettant d'exécuter le script.

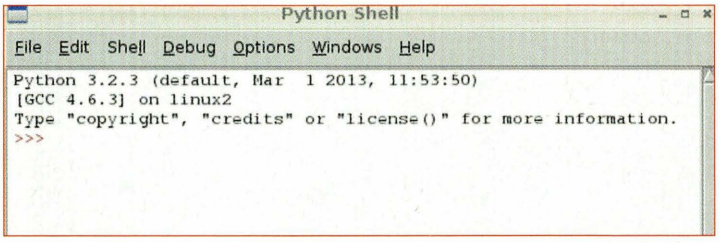
Puis, nous trouvons le nom du script à exécuter «i2c_s.py» (l'extension «py» indique que le script est réalisé sous Python).

Une fois la commande lancée, vous devez voir les seize leds des deux bargraphs s'illuminer alternativement, puis s'éteindre, avec une temporisation de 700 ms.

Test en mode 8 sorties et 8 entrées

Depuis l'environnement de votre Raspberry (figure 16), lancer une console en cliquant sur l'icône LXTERMINAL. Taper la commande : **sudo python i2c_rw.py**. Elle va permettre de lancer le test (**figure 20**). Un «crtl C» permet d'arrêter le programme une fois celui-ci lancé.

La commande lancée, vous devez voir les huit leds du bargraph BR2



21

s'illuminer, puis s'éteindre, avec une temporisation de 700 ms. Vous avez également la possibilité de voir, sur l'écran, l'état des huit entrées correspondant à la position des huit interrupteurs du microswitch SW1. Pour vérifier le fonctionnement, actionner des interrupteurs et constater le changement des valeurs (de 0 à 255 en décimal) affichées sur l'écran.

Edition - Modification du script

Les scripts «i2c_s.py» et «i2c_rw.py» ont été réalisés sous l'environnement de programmation Python. Ces scripts sont facilement modifiables, en cliquant sur l'icône IDLE (figure 16). Ceci aura pour effet de lancer l'environnement de programmation Python (**figure 21**).

Cliquer ensuite sur le menu «File», puis «Open» et sélectionner un fichier «i2c_s.py» ou bien «i2c_rw.py». Une nouvelle fenêtre d'édition s'ouvre alors (**figures 22 et 23**). Une fois le script modifié, il suffit de l'enregistrer depuis le menu «File», puis «Save» et de relancer une commande depuis une console sudo Python «i2c_s.py», comme vu précédemment.

Quelques lignes d'explication pour le programme source i2c_rw.py

Nous allons seulement détailler, ici, quelques notions de base utilisées dans notre programme.

Un cours sur la programmation Python ferait l'objet d'un article à part entière. Nous engageons nos lecteurs intéressés de s'orienter vers les ouvrages de référence et d'initiation ainsi que vers les nombreux sites Internet qui détaillent fort bien la programmation en langage Python.

Les deux premières lignes du programme «i2c_rw.py» permettent la déclaration de deux librairies, dont les fonctions seront utilisées dans le programme.

La première, nommée «smbus», permet la gestion et l'utilisation du bus I²C. La deuxième, «time», s'utilise pour la gestion des temporisations. La directive «import», en début de ligne, permet de réaliser la déclaration en vue d'une utilisation fonctionnelle dans le programme. La ligne «bus=smbus.SMBus» (1) permet d'indiquer sur quel bus (0 ou 1) le Raspberry devra travailler (sur la version 0, cette adresse doit être 0).

Importation des librairies utilisées

```
import smbus
import time
bus = smbus.SMBus (1)
```

Avec le bus I²C, nous devons déclarer l'adresse du composant avec lequel nous devons dialoguer. Nous avons constaté, sur la figure 18, que l'adresse de base de l'expandeur de port est «0x20» (en hexadécimal).

Nous allons donc déclarer cette adresse avec la commande suivante : **Address= 0x20**

Nous allons travailler dans le programme avec deux fonctions. L'une permettra d'écrire sur le bus I²C une valeur à une adresse définie. L'autre permettra de lire le contenu d'un registre d'un composant connecté sur le bus I²C.

La première fonction est l'écriture

```
def   write(registre,value) :
      bus.write_byte_data(address,
      registre, value)
      return -1
```

Pour définir une fonction, nous utilisons le préfixe «def», suivi du nom de la fonction, ici «write». Nous utilisons, ensuite, la fonction d'écriture de la librairie «smbus» (bus.write_byte _data) qui prend les trois paramètres suivants :

- l'adresse de base du composant (ici «0x20», qui correspond à l'adresse de base du MCP23017 sur le bus I²C).
- le registre dans lequel nous voulons écrire. L'adresse de ce registre sera indiquée lors de l'appel à la fonction.
- la valeur à écrire dans le registre spécifié. Cette valeur sera renseignée lors de l'appel de la fonction.

Pour résumer, si nous voulons écrire dans le registre de sortie du port B OLATB, situé à l'adresse $15, la valeur $56, nous allons appeler la fonction avec les paramètres suivants : **write (0x15,0x56)**

La deuxième fonction est la lecture

```
def   read(registre) :
      octet = bus.read_byte_data
      (address, registre)
      return octet
```

Comme pour l'écriture, la fonction est définie avec le préfixe «def», suivi du nom de la fonction, ici «read».

Nous utilisons, ensuite, la fonction de lecture de la librairie «smbus» (bus.read_byte_data) qui prend les deux paramètres suivants :

- l'adresse de base du composant (ici «0x20», qui correspond à l'adresse de base du MCP23017 sur le bus I²C).
- le registre dans lequel nous voulons écrire. L'adresse de ce registre sera indiquée lors de l'appel à la fonction.

Pour résumer, si nous voulons lire le contenu du registre GPIOA, du port A situé à l'adresse $12, nous allons appeler la fonction avec les paramètres suivants : **lecture = read(0x12)**

Déclaration du sens des broches d'entrées/sorties des ports A et B

Pour déterminer le sens des broches de l'expandeur de port, nous devons inscrire, dans deux registres de direction (IODIRA et IODIRB), les valeurs (1 ou 0) de chaque pin. Un «1» définit une entrée et un «0» une sortie (1 comme «Input» et 0 comme «Output»...).

Ici, nous allons déclarer le port B en «sortie» (0000 0000 dans le registre IODIRB, soit $00) et le port A en «entrée» (1111 1111 dans le registre IODIRA, soit $ff).

Le registre IODIRA est à l'adresse

0x00 (write (0x00, 0xff) et le registre de direction IODIRB est à l'adresse 0x01 (write (0x01, 0x00) :
write (0x00,0xff) : port A en entrée
write (0x01,0x00) : port B en sortie

Pour réaliser une temporisation, nous utilisons une fonction de la librairie «time», déclarée en début de programme. Cette fonction prend en paramètre la valeur de la temporisation en seconde.
Nous effectuons une temporisation de 700 ms :
time.sleep(0.7) : temporisation de 0.7 s

Nous écrivons, ensuite, la valeur 0 dans le registre de sortie OLATB (adresse 0x15) où sont connectées les leds, afin de les éteindre :
write (0x15,0x00) : écriture de la valeur 0 dans le registre OLATB (leds éteintes)

Nous allons maintenant lire l'état des switchs, en récupérant le contenu du registre GPIOA situé à l'adresse 0x12. La fonction «print» permet l'affichage à l'écran de la valeur lue.
lecture = read(0x12) : lecture valeur du registre GPIOA
print "Port A=",lecture : affichage à l'écran de la valeur du registre GPIOA

Nous effectuons à nouveau une temporisation de 700 ms :
time.sleep(0.7) : temporisation de 0.7 s

Nous écrivons, ensuite, la valeur $FF (1111 1111) dans le registre de sortie OLATB (adresse 0x15) où sont connectées les leds, afin de toutes les illuminer :
write(0x15,0xff) : écriture de la valeur FF dans le registre OLATB (leds illuminées)

Rebouclage du programme

Une instruction, bien connue des programmeurs, permet entre autres de réaliser un rebouclage permanent du programme.
Cette instruction est «Do while».
Dans le «source», cette instruction prend la forme de «While True», ce qui signifie que le programme doit s'exécuter tant que la variable «True» est vraie, ce qui est toujours le cas. Le seul arrêt possible du programme est une action de l'utilisateur par un appui simultané sur les touches «Ctrl» et «C» :
while **True**:

i2cRW.py - /home/pi/i2cRW.py

File Edit Format Run Options Windows Help

22

```
# Module dinterface II pour RASPBERRY
# Gestion des entrees sorties en I2C
# Electronique pratique

# Importation des librairies utilisees
import smbus
import time
bus = smbus.SMBus(1)

#adresse de base du MCP23017
address = 0x20

# La fonction write permet d ecrire dans un registre du MCP23017
# on passe en parametre le numero de registre et la valeur a ecrire
# cette fonction ne retourne aucune valeur

def write(registre,value):
    bus.write_byte_data(address,registre, value)
    return -1

# La fonction read permet de lire dans un registre du MCP23017
# on passe en parametre le numero de registre uniquement
# cette fonction retourne 1 octet representant la valeur dans le registre

def read(registre):
    octet = bus.read_byte_data(address, registre)
    return octet

while True:

    write(0x00,0xff)        # port A en entree
    write(0x01,0x00)        # port B en Sortie

    time.sleep(0.7)         # temporisation de 0.7 s
    write(0x15,0x00)        # ecriture de la valeur 0 dans le registre OLATB (LED ETEINTES)

    lecture = read(0x12)    # lecture valeur du registre GPIOA
    print "Port A=",lecture # affichage a l ecran de la valeur du registre GPIOA

    time.sleep(0.7)         # temporisation de 0.7 s

    write(0x15,0xff)        # ecriture de la valeur 0 dans le registre OLATB (LED ALLUMEES)
```

Ln: 28 Col: 0

i2c_s.py - /home/pi/i2c_s.py

File Edit Format Run Options Windows Help

23

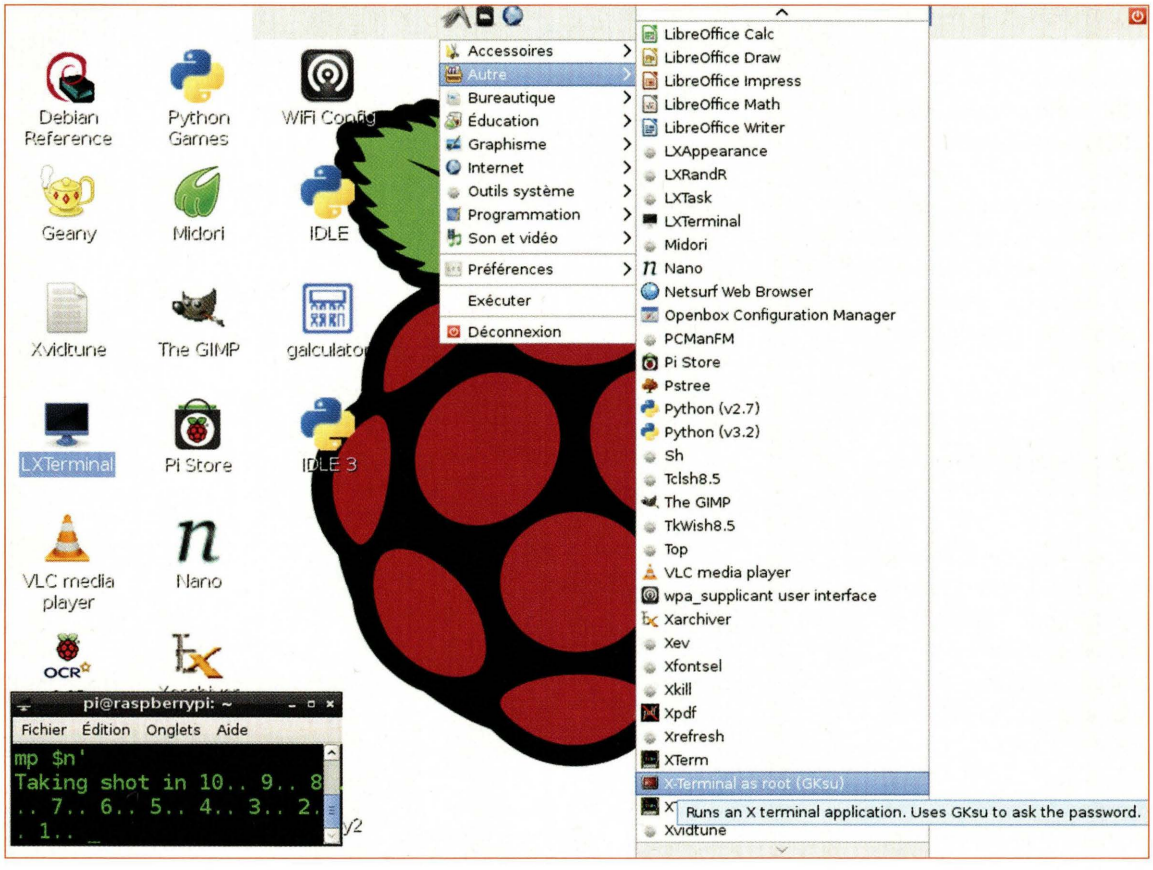
```
# Module dinterface II pour RASPBERRY
# Gestion des entrees sorties en I2C
# Electronique pratique

# Importation des librairies utilisees
import smbus
import time
bus = smbus.SMBus(1)

#adresse de base du MCP23017
address = 0x20

# La fonction write permet d ecrire dans un registre du MCP23017
# on passe en parametre le numero de registre et la valeur a ecrire
# cette fonction ne retourne aucune valeur

def write(registre,value):
    bus.write_byte_data(address,registre, value)
    return -1


while True:

    write(0x00,0x00)        # port A en Sortie
    write(0x01,0x00)        # port B en Sortie

    time.sleep(0.7)         # temporisation de 0.7 s

    write(0x15,0x00)        # ecriture de la valeur 0 dans le registre OLATB (LED ETEINTES)
    write(0x14,0xff)        # ecriture de la valeur FF dans le registre OLATA (LED ALLUMEES)

    time.sleep(0.7)         # temporisation de 0.7 s

    write(0x15,0xff)        # ecriture de la valeur FF dans le registre OLATB (LED ALLUMEES)
    write(0x14,0x00)        # ecriture de la valeur 00 dans le registre OLATA (LED ETEINTES)
```

Ln: 2 Col: 0

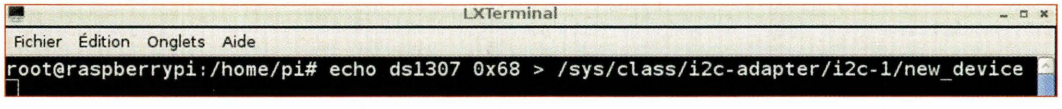
Partie Horloge «temps réel»

Installation des librairies nécessaires au bus I²C

(si certaines de ces opérations n'ont pas déjà été effectuées pour l'expandeur de port).



25



26

Depuis l'environnement de votre Raspberry (figure 16), lancer une console en cliquant sur l'icône LXTERMINAL, puis taper les commandes suivantes :

- Commande permettant la mise à jour des paquets sous RASPBIAN : **sudo apt-get update**
- Installation de «smbus» pour l'environnement de programmation Python : **apt_get install python-smbus**
- Installation des outils nécessaires à l'exploitation du bus I²C : **apt_get install i2c-tools**

Nous allons maintenant détecter les composants connectés au bus I²C, avec la commande suivante :

- Détection des composants I²C présents sur le bus (voir figure 18) : **sudo i2cdetect -y 1**
- Vérification de la liste noire : **sudo nano /etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf**
- Ajout de trois lignes dans le fichier modules (i2c-bmc2708, i2c-dev et rtc-ds1307), afin de déclarer l'horloge «temps réel» (**figure 24**)). Un «ctrl + o» permet de sauvegarder le fichier ainsi modifié. Un «ctrl + x» permet de sortir de l'éditeur nano : **sudo nano /etc/modules**
- Reboot de la machine : **sudo reboot**
- Après redémarrage, on déclare l'horloge «temps réel» HTR et chargement du pilote I²C : **sudo modprobe rtc-ds1307**

Nous devons maintenant taper une commande en mode «terminal root». Pour ouvrir un terminal en mode «root», cliquer dans le menu «autre» puis «X-Terminal as root» (**figure 25 et figure 26).** Une autre solution consiste à taper la commande «sudo bash» depuis une console utilisateur : **Echo ds1307 0x68 > /sys/class/i2c-adapter/i2c-1/new_device**

Une fois la commande passée, taper «exit» pour sortir de la console en mode «root» : **exit**

Nous allons maintenant ré-ouvrir une console en mode «utilisateur» et taper :

- Détection du module rtc : **sudo i2cdetect -y 1**

Cette commande vous permettra de constater que l'horloge «temps réel» est détectée et utilisée. En effet, l'adresse 0x68 de base est passée en «UU» (**figure 27**).

Nous allons maintenant faire une lecture et une écriture dans l'horloge «temps réel» (**figure 28**).

- Lecture du contenu de l'horloge HTR : **sudo hwclock –r**
- Mise à l'heure du Raspberry (exemple : le 27 octobre 2013 à 12:15:00) : **Sudo date -s «27 OCT 2013 12:15:00»**
- Écriture de la date courante et de l'heure dans l'horloge «temps réel», afin que celle-ci soit sauvegardée : **sudo hwclock –w**

A ce stade, l'horloge «temps réel» est vue du système d'exploitation. Il est maintenant possible de lire le contenu. Faire une mise à jour de la date et de

l'heure système. Il nous reste deux lignes à ajouter pour que le Raspberry prenne en compte la date et l'heure de l'horloge «temps réel», dès la mise sous tension.
Il faut, en fait, éditer le fichier «rc.local» et y ajouter deux lignes (**figure 29**) :
sudo nano /etc/rc.local
Ajout des deux lignes

echo ds1307 0x68 > /sys/class /i2c-adapter/i2c-1/new_device
sudo hwclock -s

Un «ctrl + o» permet de sauvegarder le fichier ainsi modifié avec l'éditeur nano.
Un «ctrl + x» permet de sortir de l'éditeur.
Finir par un redémarrage du système :
Sudo reboot

Pour vérifier la mise en service, enlever l'interface et la connexion Internet une fois le Raspberry éteint, **avec l'alimentation déconnectée**. Redémarrer, ensuite, le Raspberry et constater que l'horaire n'est pas mis à jour (avec la commande «date»). Refaire les mêmes essais avec l'interface et l'horloge «temps réel», tel que nous l'avons expliqué, et vérifier ainsi la sauvegarde de l'heure et celle de la date courante.

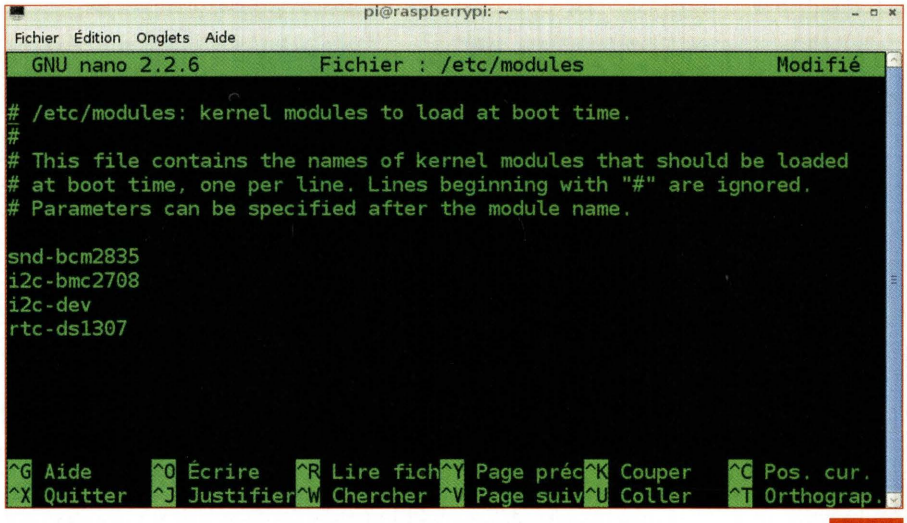
Conclusion

Avec cette deuxième interface, vous allez pouvoir vous familiariser avec le bus I²C du Raspberry, sachant que de nombreux composants sont conçus pour fonctionner avec ce protocole, ce qui laisse entrevoir de nombreuses possibilités de montages. L'horloge «temps réel» vous permettra, quant à elle, d'apporter à votre Raspberry une gestion «temporelle», sans pour autant être forcé d'être connecté à Internet.

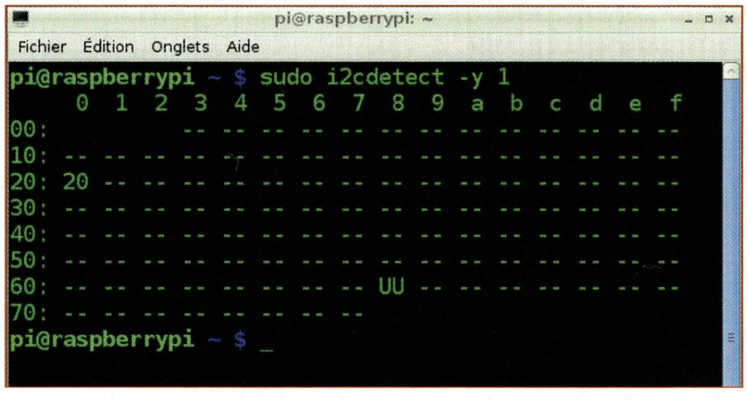
P. MAYEUX

Site auteur : *http://p.may.chez-alice.fr*
Site Raspberry : *www.raspberry.org*

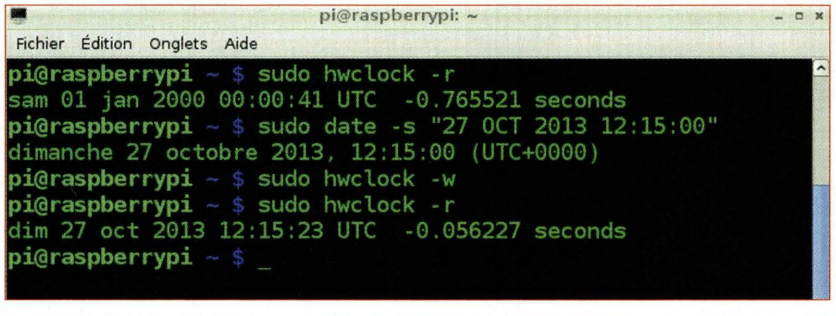
NOTA : retour sur la 1ère partie
Les résistances R2 et R3 de 2,2 kΩ ne seront pas implantées sur le montage, le RASPBERRY possédant ses propres résistances de «pull-up». Cette option sera utilisée dans le cas où la HTR ne sera pas détectée sur le bus I²C.



24

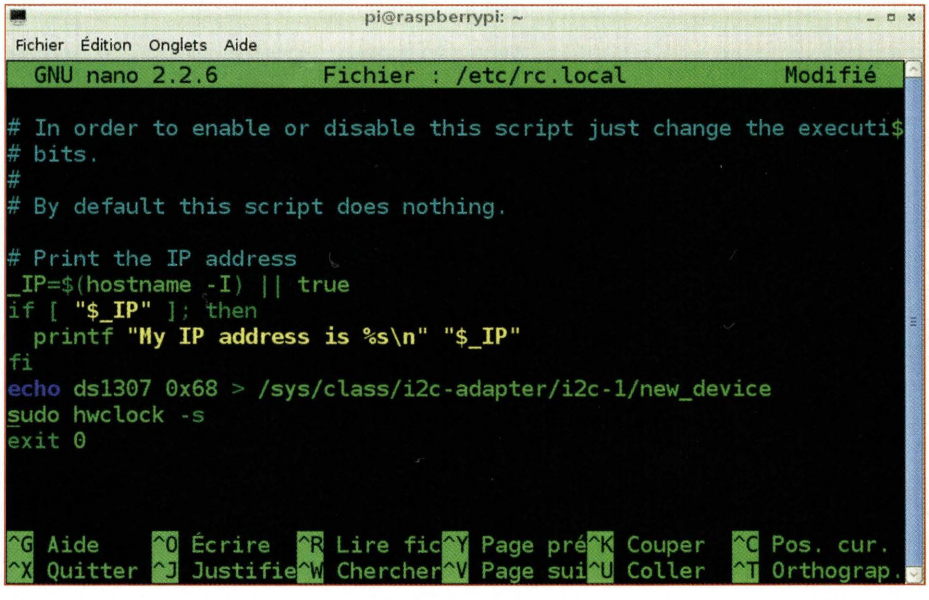


27



28

29



Toute l'année 2011 en un seul CD

N°356 de Janvier

- «Fritzing». Le logiciel d'électronique gratuit
- Le LM 567, un décodeur de tonalité
- Contrôle permanent du 50 Hz
- Pluviomètre numérique
- Baromètre à colonne lumineuse
- Réveil-agenda électronique
- Banc de tests séquentiels pour servomoteurs
- Amplificateur 2 x 60 Weff - Technologie DMOS (1ère partie)
- Amplificateur pour autoradio 4 x 40 W / 2 Ω ou 4 x 20 W / 4 Ω

N°357 de Février

- L'essentiel sur les filtres passifs
- Générateur sinusoïdal à synthèse digitale directe
- Temporisateur pour chauffage électrique : 1 mn à 2 h
- Testeur de servomoteurs à microcontrôleur Picaxe
- Le module Arduino-EP sa base expérimentale et le logiciel gratuit «Processing»
- Testeur d'EPROM
- Signalisation ferroviaire
- Amplificateur 2 x 60 Weff - Technologie DMOS (2ème partie)

N°358 de Mars

- Les piles rechargeables
- Le décibel une unité souvent mal connue
- Charge électronique variable pour alimentation
- Thermomètre à affichage géant
- Radiocommande de gâche électrique de porte d'entrée
- Serrure à code défilant
- Robot autonome qui sait se repérer !
- Télécommande infrarouge à vingt canaux. Application des microcontrôleurs Picaxe
- Vu-mètre à affichage par bandes de fréquences

N°359 d'Avril

- Le LM 555. Un composant toujours d'actualité
- Détecteur de chocs pour la voiture
- Automate Programmable Autonome
- Les microcontrôleurs BasicATOM
- Signalisation pour cyclistes et joggeurs
- Gyropode ZZAAG3 véhicule expérimental à auto-balancement
- Préamplificateur RIAA, cellules MC & MM

N°360 de Mai

- 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
- Radar de recul
- Crossover actif pseudo-numérique 2 voies
- Amplificateur Hi-Fi 2 x 70 Weff/8 Ω

N°361 de Juin

- Picaxe à tout faire. Ateliers pratiques N°1, N°2 et N°3
- Les modules ZigBee «TinyBee» FZ750Bx
- Calendrier lunaire et jardinage
- Surveillance secteur avancée
- Indicateur de niveau pour citerne
- Un indicateur permanent de tendance météo
- Etude d'un wobulateur

N°362 de Juillet-Août

- Picaxe à tout faire. Ateliers pratiques N°4, N°5 et N°6. Température - Infrarouge - Musique – Sons
- Base robotique mobile et évolutive (partie 1)
- Contrôle d'accès biométrique
- Détecteur d'incendie
- Voltmètre haute-fréquence
- Barrière infrarouge pour la photographie
- Un mobile solaire

N°363 de Septembre

- Picaxe à tout faire. Ateliers pratiques N°7, N°8 et N°9 - Servomoteur - Moteur à courant continu - Afficheur LCD
- Robot évolutif (partie 2)
- Les modules Bluetooth de Firmtech
- Un simulateur de présence
- Arrêts et démarrages progressifs automatisés
- Un heurtoir pour motrice
- Amplificateur Hi-Fi Push-Pull classe A de triodes

N°364 de Octobre

- PICAXE à tout faire. Horloge LCD sur «Timer» interne Encodeur rotatif et «i Button»
- Débitmètre à affichage numérique
- Transvasement programmable d'un liquide : eau, essence, huile...
- Un filtrage téléphonique
- Un mini oscilloscope avec le XPROTOLAB
- Traceur de courbes pour voltmètre HF
- Testeur de diodes zéners
- Amplificateur Hifi Push-Pull de pentodes EL95

N°365 de Novembre

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

N°366 de Décembre

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

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Toute l'année 2011 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 3006 6109 1100 0200 9580 176/BIC : CMCIFRPP)*

A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

Maisonnette météo
Pluie ou beau temps ?

Parmi les objets-souvenirs les plus répandus dans certaines régions allemandes, en l'occurrence la Forêt Noire, figure sans conteste une maisonnette dont on aperçoit, sur le pas de la porte, deux personnages : un homme et une femme.

Lorsque le temps est au beau fixe, c'est la femme qui sort. L'homme ne sort que lorsque le temps est pluvieux. Si le temps est variable, les deux personnages restent cantonnés sur le pas de la porte. A la rédaction, cela nous a donné l'idée «d'électroniser» cet objet.

Le principe adopté

Les «maisonnettes» d'origine se caractérisent par un fonctionnement basé sur l'élongation d'un crin de cheval, en fonction de l'humidité ambiante. L'humidité n'est cependant pas le paramètre le plus représentatif de l'évolution d'une situation météorologique. On peut supposer que ce choix a été motivé par la relative facilité de transformer une élongation physique en un mouvement mécanique.
Pour mieux cerner une évolution météorologique, le suivi de la variation de la pression atmosphérique convient davantage.
C'est l'option que nous avons retenue.

Le fonctionnement

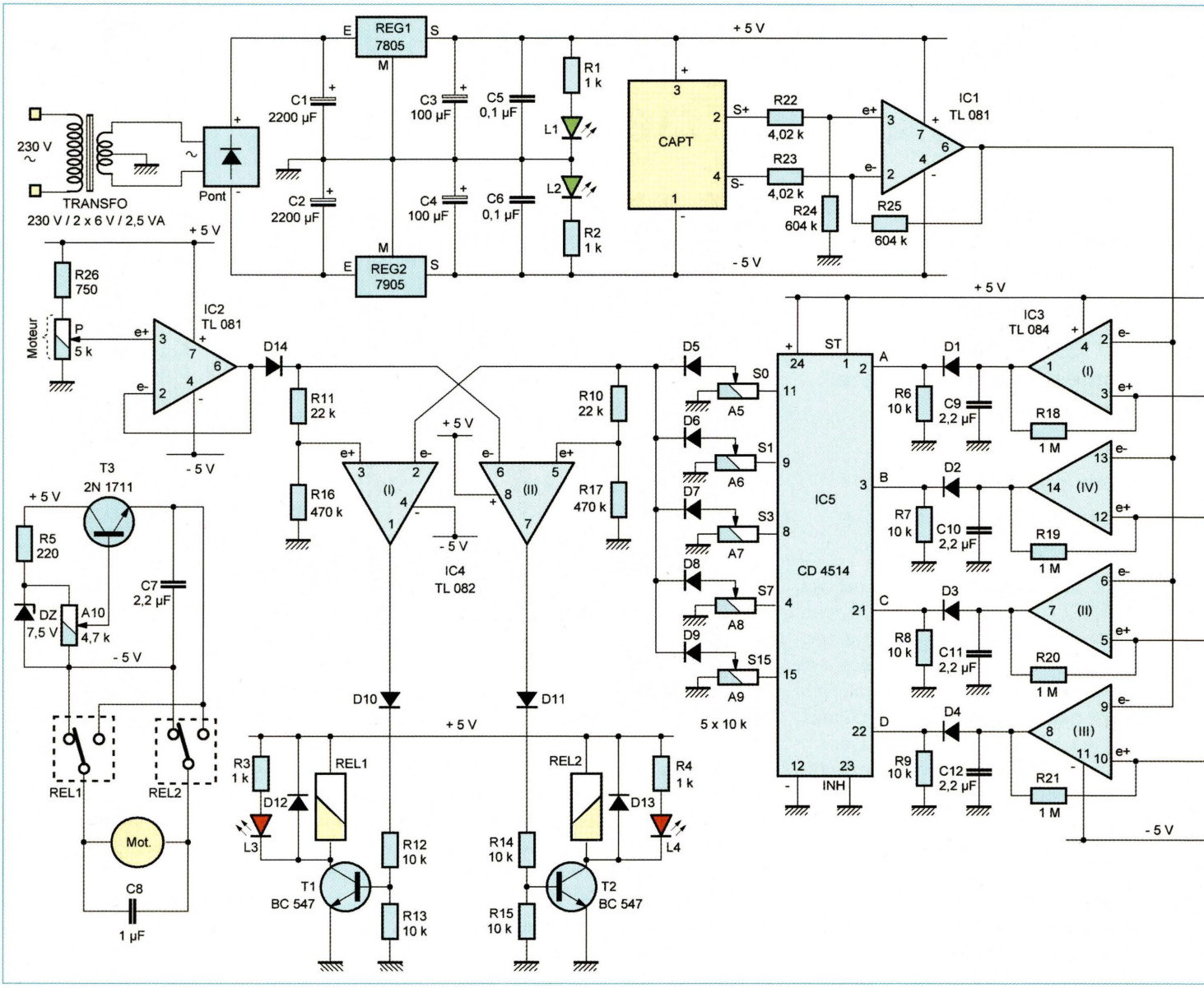
Alimentation symétrique

Le montage tire son énergie du secteur 230 V, par l'intermédiaire d'un transformateur à deux enroulements secondaires de 6 V. Un pont de diodes redresse les deux alternances. Après un premier lissage des tensions continues réalisé par les condensateurs C1 et C2, les régulateurs REG1 et REG2 délivrent, sur leurs sorties, respectivement deux tensions stabilisées à ±5 V.
Le point commun des deux enroulements secondaires du transformateur constitue la masse de référence (0 V).
Les condensateurs C3 et C4 effectuent un complément de filtrage, tandis que C5 et C6 font office de capacités de découplages. L'illumination des leds vertes L1 et L2 signalise le fonctionnement correct de cette classique alimentation (**figure 1**).

Le capteur de pression MPX 2200 AP

Pour mesurer électroniquement la pression, ce capteur fait appel aux propriétés piézoélectriques d'un quartz. Il a été élaboré pour fournir une indication fiable dans une plage allant de 0 à 2 000 hPa. Cependant, il est protégé pour supporter jusqu'à 4 000 hPa. Il s'agit d'un capteur destiné à la mesure d'une pression «absolue», c'est-à-dire référencée par rapport au vide. Il intègre un dispositif interne de compensation de la température.
Sa tension d'alimentation nominale est de 10 V. Il accepte, cependant, une tension maximale pouvant atteindre 16 V, sans risque de détérioration. Sa consommation, sous 10 V, est de l'ordre de 6 mA.

Ce capteur est doté de deux sorties référencées (S+) et (S-).
C'est sur ces dernières qu'est récupéré un potentiel, dont la variation est strictement linéaire par rapport à celle de la pression. Pour une pression de 1 000 hPa, c'est-à-dire proche de la pression atmosphérique usuelle, on relève entre ces deux bornes un potentiel de l'ordre de 20 mV.
Pour 2 000 hPa, il passe à 40 mV.
Enfin, il est nul si le capteur est soumis au vide. Le coefficient de variation du potentiel, par rapport à celle de la pression, est donc de :
$\Delta V / \Delta p = 20$ mV / 1 000 hPa
soit **1 mV / 50 hPa**



Une particularité concernant le potentiel de sortie : il n'est pas référencé par rapport au (-) de l'alimentation du capteur. Il est donc nécessaire d'en tenir compte dans l'exploitation du résultat de la mesure, en y apportant un traitement adapté.

Amplification «différentielle»

L'AOP / IC1 réalise une amplification «différentielle», qui se caractérise par deux propriétés essentielles :

- un gain en tension égal au rapport de R25 / R23, soit 150
- une tension ramenée à la référence du montage

Toujours dans le cadre de l'exemple numérique évoqué au paragraphe précédent, pour une pression atmosphérique de 1 000 hPa, la tension en sortie de l'amplificateur «différentiel» IC1 sera de l'ordre de 0,020 V x 150, soit 3 V.

Définition de cinq plages de pression atmosphérique

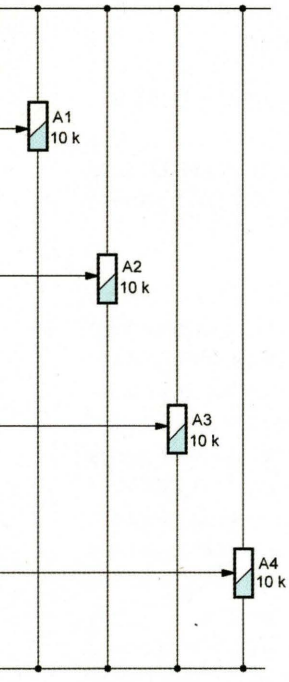
Afin de délimiter les diverses tendances météorologiques, nous avons retenu cinq zones :

1/ pression > 1 020 hPa : très beau temps
2/ 1 010 hPa < pression < 1 020 hPa : tendance beau temps
3/ 1 000 hPa < pression < 1 010 hPa : variable
4/ 990 hPa < pression < 1 000 hPa : tendance pluie
5/ pression < 990 hPa : temps médiocre

A chacune de ces valeurs limites correspond une tension en sortie de l'amplificateur «différentiel» IC1.

Les valeurs numériques précédemment évoquées sont des valeurs théoriques. Pour les explications qui vont suivre, nous utiliserons les valeurs réelles se rapportant au capteur de pression utilisé par l'auteur. Elles diffèrent des valeurs théoriques, mais cela n'a aucune importance. En effet, même si elles diffèrent quelque peu, la linéarité de la courbe de réponse du capteur reste assurée et c'est l'essentiel.

En fait, il convient de mesurer la tension en sortie de l'amplificateur IC1, pour une pression atmosphérique connue. Pour cela, il suffit de se



1

rendre sur le site de la météo nationale *www.meteociel.fr/accueil/pression.php* et de relever la pression de l'endroit géographique où l'on se trouve.

A titre d'exemple, pour une pression locale de 1 026 hPa, la tension relevée en sortie de l'amplificateur IC1, broche 6, est de 2,624 V.

A partir de cette valeur, il est simple de calculer à quelle tension correspond chacune des limites des pressions précédemment mises en évidence.

Ainsi, pour 1 020 hPa, la tension est égale à :

$$2{,}624\ \text{V} \times \frac{1\,020}{1\,026} \text{ soit, } 2{,}609\ \text{V}$$

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus :

MÉTÉO	PRESSION ATMOSPHÉRIQUE	D	C	B	A	Sortie à l'état «haut»
Beau temps	P > 1 020 hPa	0	0	0	0	S0
Tendance beau temps	1 010 hPa < P < 1 020 hPa	0	0	0	1	S1
Variable	1 000 hPa < P < 1 010 hPa	0	0	1	1	S3
Tendance pluie	990 hPa < P < 1 000 hPa	0	1	1	1	S7
Temps médiocre	P < 990 hPa	1	1	1	1	S15

Tableau 1

Pression (hPa)	Tension (V)
1 020	2,609
1 010	2,583
1 000	2,558
990	2,532

Mise en évidence des plages

Le circuit intégré IC3 est constitué de quatre amplificateurs opérationnels utilisés en comparateurs.

Les entrées (e-) sont reliées à la sortie de l'amplificateur «différentiel» IC1.

En revanche, les entrées (e+) sont reliées, chacune en ce qui la concerne, au curseur d'un ajustable.

Il permet d'appliquer, à l'entrée concernée, une tension préréglée comprise entre -5 V et +5 V.

Examinons, à titre d'exemple, le cas du comparateur (I).

L'entrée (e+) est soumise à une tension de 2,609 V issue de l'ajustable A1. Deux cas peuvent se présenter :

1/ **Tension (e-) > tension (e+) :** c'est le cas où la pression atmosphérique est supérieure à 1 020 hPa. Sur la sortie du comparateur (I) apparaît un potentiel proche de -5 V.

2/ **Tension (e-) < tension (e+) :** la pression atmosphérique est inférieure à 1 020 hPa. Sur la sortie du comparateur (I) apparaît un potentiel proche de +5 V.

Par l'intermédiaire de D1, le potentiel est appliqué sur l'entrée A de IC5, un décodeur binaire → 16 sorties.

Lorsque celui-ci est proche de +5 V, cette entrée A assimile la situation à un état «haut».

En revanche, quand la sortie du comparateur délivre une tension proche de -5 V, l'entrée A est soumise à un potentiel nul (état «bas») grâce au blocage opéré par la diode D1, ainsi qu'à la liaison entre cette entrée A et la masse, par l'intermédiaire de R6.

La résistance R18 introduit, lors des basculements, dans un sens ou dans l'autre du comparateur, une réaction positive qui a pour effet de provoquer un passage «franc» d'une situation à l'autre en introduisant, par la même occasion, une certaine hystérésis.

Les sorties, aux curseurs des autres ajustables, sont réglées aux potentiels explicités dans le tableau du paragraphe précédent, à savoir :

- 2,583 V pour l'ajustable A2, entrée (e+) du comparateur (IV)
- 2,558 V pour l'ajustable A3, entrée (e+) du comparateur (II)
- 2,532 V pour l'ajustable A4, entrée (e+) du comparateur (III)

Suivant les niveaux logiques appliqués sur les entrées A, B, C et D du décodeur IC5, ce dernier délivre un état «haut» sur une sortie S donnée, en respectant les règles relatives au comptage binaire.

Le **tableau 1** résume les différentes situations possibles.

Positions angulaires du plateau-support des personnages

La **figure 2** illustre les cinq positions angulaires que devra prendre le plateau-support, en relation avec les cinq cas évoqués dans le tableau.

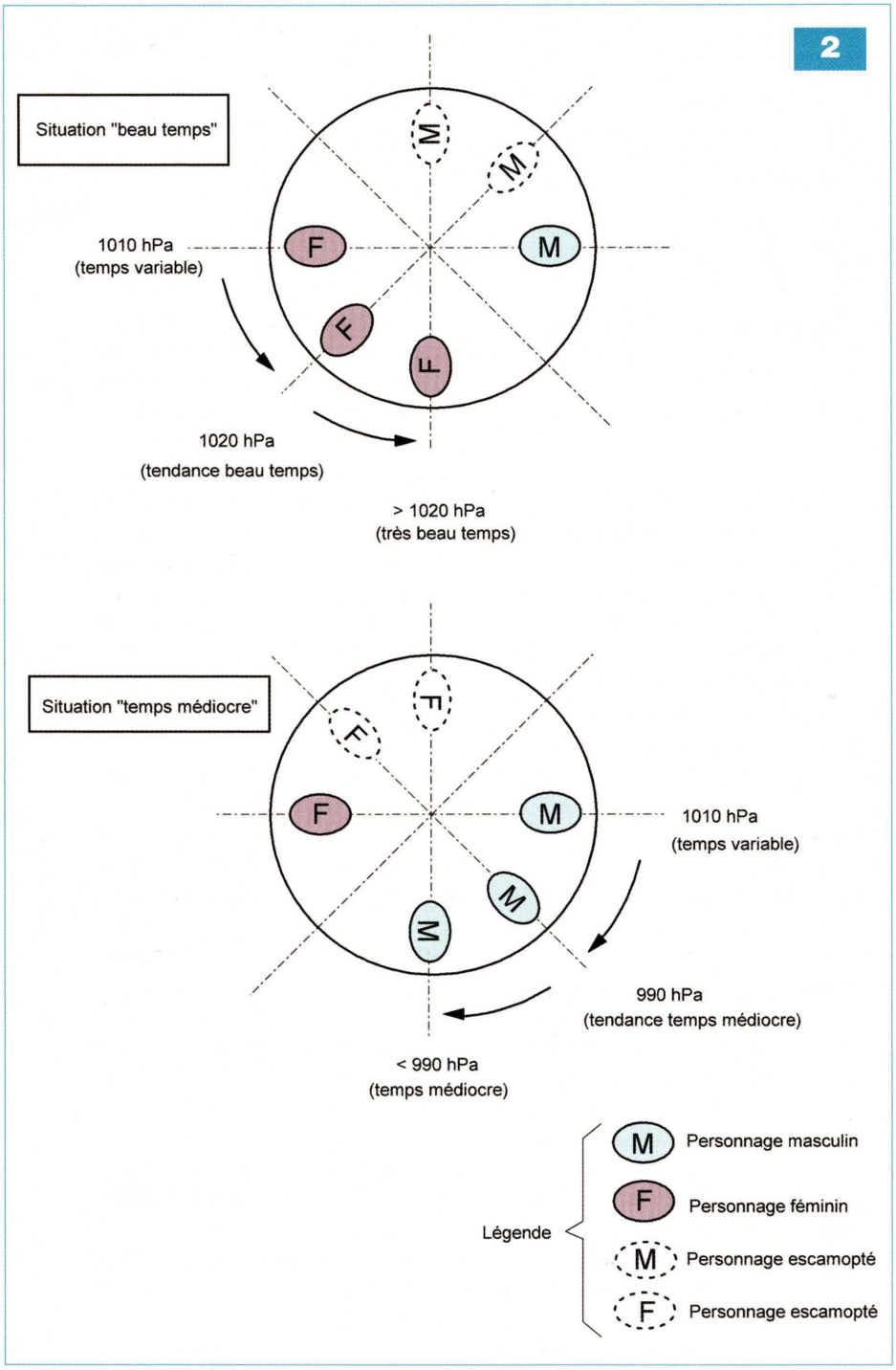
Ce plateau sera mécaniquement fixé sur l'axe vertical du potentiomètre P de contrôle.

En finalité, un moteur avec son réducteur entraînera, dans un sens ou dans l'autre, le plateau-support.

Le potentiomètre P est de marque VISHAY.

Il possède trois qualités importantes :

- une parfaite linéarité, alliée à une proportionnalité par rapport à la position de l'axe de commande
- sa rotation ne présente que très peu de résistance mécanique
- il ne comporte pas de butée, si bien que sa plage active est proche de 360°



A noter que, dans la présente application, la plage active mise en œuvre est limitée à 180°, comme indiqué en figure 2.

Position d'équilibre

La position angulaire du curseur du potentiomètre P est contrôlée par les deux comparateurs (I) et (II) de IC4. Plus précisément, le rôle de ce dispositif consiste à faire occuper une position angulaire de son axe, telle que le potentiel sur le curseur du potentiomètre soit rigoureusement le même que celui qui est présent sur le curseur de l'un des cinq ajustables A5 à A9.

A titre d'exemple, prenons le cas de la position «temps variable». Cette position est également la position angulaire centrale du plateau. Par rapport à cette dernière, les quatre autres positions se caractérisent par une rotation de :

- - 45° (sens horaire inverse) tendance beau temps
- - 90° (sens horaire inverse) beau temps
- + 45° (sens horaire) tendance pluie
- + 90° (sens horaire) temps médiocre

Revenons au cas de la position angulaire centrale. **Le curseur du potentiomètre P occupe la position médiane.** Sa valeur ohmique étant de 5 kΩ, il est possible de calculer le potentiel (U) de sortie :

$$U = \frac{2{,}5\ (k\Omega)}{5 + 0{,}75\ (k\Omega)} \times 5\ V = 2{,}174\ V$$

Sur la cathode de la diode D14, la tension (u) est égale à 2,174 V - 0,6 V, soit **1,574 V**.

La position angulaire retenue, pour l'exemple, correspond à la présence d'un état «haut» sur la sortie S3 du décodeur IC5. Le curseur de l'ajustable A7 sera à régler sur une position telle, que le potentiel présent sur la cathode de D7 soit égal à **1,574 V**.
Les entrées (e-) des comparateurs (I) et (II) sont respectivement soumises aux potentiels disponibles sur les cathodes de D7 et de D14.
Les entrées (e+), quant à elles, sont en liaisons avec les points de jonction R11 / R16 d'une part, et R10 / R17 d'autre part.
La tension (v), alors disponible sur ces entrées (e+), est telle que :

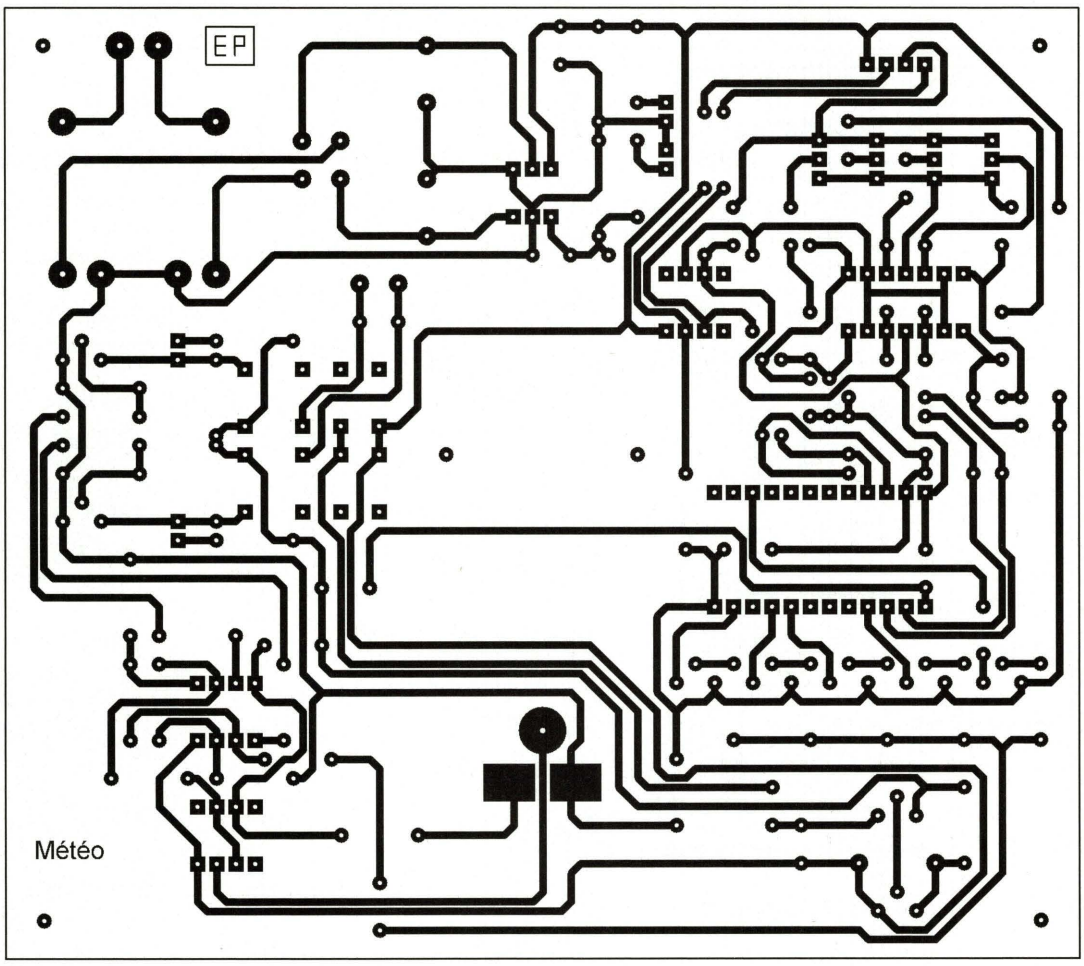
$$v = \frac{R16}{R16 + R11} \times 1{,}574\ V = \mathbf{1{,}504\ V}$$

Le potentiel (e-) étant supérieur au potentiel (e+), les sorties des deux comparateurs présentent un potentiel de -5 V.
C'est la situation d'équilibre.

Rupture de l'équilibre

Toujours à titre d'exemple, prenons maintenant le cas où, la situation météorologique évolue en se traduisant par une baisse de la pression atmosphérique. L'état «haut», préalablement présent sur la sortie S3 de IC5, se transpose alors sur la sortie S7. Le curseur de l'ajustable A8 occupe, bien entendu, une position différente de celle qui caractérise l'ajustable A7. Nous verrons, ultérieu-

3



rement, à quel potentiel cela doit correspondre.
Toujours est-il que l'équilibre, précédemment évoqué, est rompu.
L'inéquation [(e-) > (e+)] s'inverse pour l'un ou l'autre des deux comparateurs, si bien que la sortie de l'un ou de l'autre présente maintenant un potentiel de +5 V.

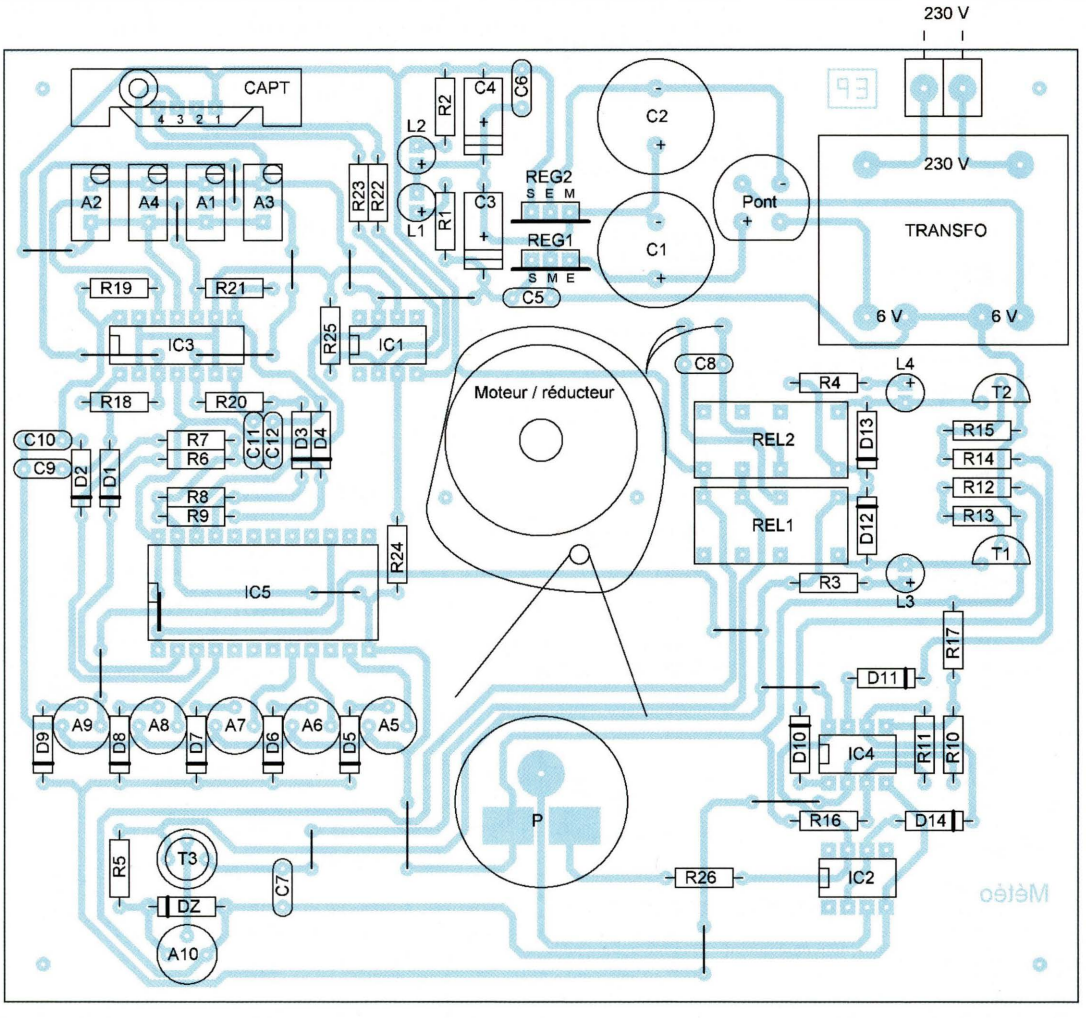
Conséquences d'une rupture d'équilibre

Les sorties des comparateurs aboutissent, par l'intermédiaire de D10 et de D11, sur deux circuits identiques.
Toujours à titre d'exemple, prenons le cas de la chaîne R12 / R13 / T1. Tant que la sortie du comparateur (I) présente un potentiel de -5 V, le transistor T1 est bloqué.
En revanche, si ce potentiel passe à +5 V, T1 se sature. Il comporte, dans son circuit collecteur, la bobine du relais REL1 dont les contacts C / T (Commun / Travail) se collent.
Nous verrons que cela a pour conséquence la commande de la rotation, dans un sens donné, du moteur d'entraînement du plateau-support et de l'axe du potentiomètre P. Ce dernier, en tournant, fera apparaître à un moment donné, au niveau de la cathode de D14, le même potentiel que celui présent sur la cathode de D8, potentiel lui-même imposé par la position du curseur de l'ajustable A8.
Un nouvel équilibre s'établit au niveau des deux comparateurs, dont toutes les sorties repassent au potentiel de repos de -5 V.
Le transistor T1 se bloque, le relais se désactive et le moteur cesse de tourner.
Bien entendu, suivant que le potentiel sur le curseur de l'ajustable A8 sera plus grand ou plus petit que celui délivré précédemment par l'ajustable A7, ce sera REL1 ou REL 2 qui sera activé.
La commande, de l'un ou de l'autre des relais, est signalisée par l'illumination de l'une des leds L3 ou L4.

Alimentation du moteur

La base du transistor T3 est soumise à un potentiel, variant avec la position du curseur de l'ajustable A10.
Ce dernier est connecté en parallèle sur la diode zéner de 7,5 V.
Sur l'émetteur de T3, il est donc possible d'obtenir une tension réglable de 0 V à près de 7 V.
Celle-ci servira à l'alimentation du moteur.
Suivant que l'un ou l'autre des relais REL1 ou REL2 soit activé, les polarités d'alimentation du moteur sont inversées.
Le moteur tourne donc dans un sens ou dans l'autre.
En revanche, le moteur n'est plus alimenté lorsque les deux relais sont inactivés.
Rappelons que cela correspond à la position d'équilibre.
L'ensemble moteur / réducteur consomme environ 20 mA et se caractérise par un rapport de démultiplication de 1 à 27.

4



Nomenclature

• Résistances

R1 à R4 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R5 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R6 à R9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R10, R11 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R12 à R15 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R16, R17 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R18 à R21 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R22, R23 : 4,02 kΩ / 1 % (jaune, noir, rouge, marron)
R24, R25 : 604 kΩ / 1 % (bleu, noir, jaune, orange)
R26 : 750 Ω (violet, vert, marron)
A1 à A4 : ajustable 10 kΩ / 25 T (vertical)
A5 à A9 : ajustable 10 kΩ
A10 : ajustable 4,7 kΩ
P : potentiomètre Vishay 5 kΩ (Saint-Quentin Radio))

• Condensateurs

C1, C2 : 2 200 µF / 25 V (sorties radiales)
C3, C4 : 100 µF / 25 V
C5, C6 : 0,1 µF
C7 : 2,2 µF
C8 : 1 µF
C9 à C12 : 2,2 µF

• Semiconducteurs

D1 à D14 : 1N 4148
DZ : zéner 7,5 V / 1,3 W
L1, L2 : led verte Ø 3 mm
L3, L4 : led rouge Ø 3 mm
Pont de diodes
REG1 : 7805
REG2 : 7905
T1, T2 : BC 547
T3 : 2N 1711
IC1, IC2 : TL 081
IC3 : TL 084
IC4 : TL 082
IC5 : CD 4514

• Divers

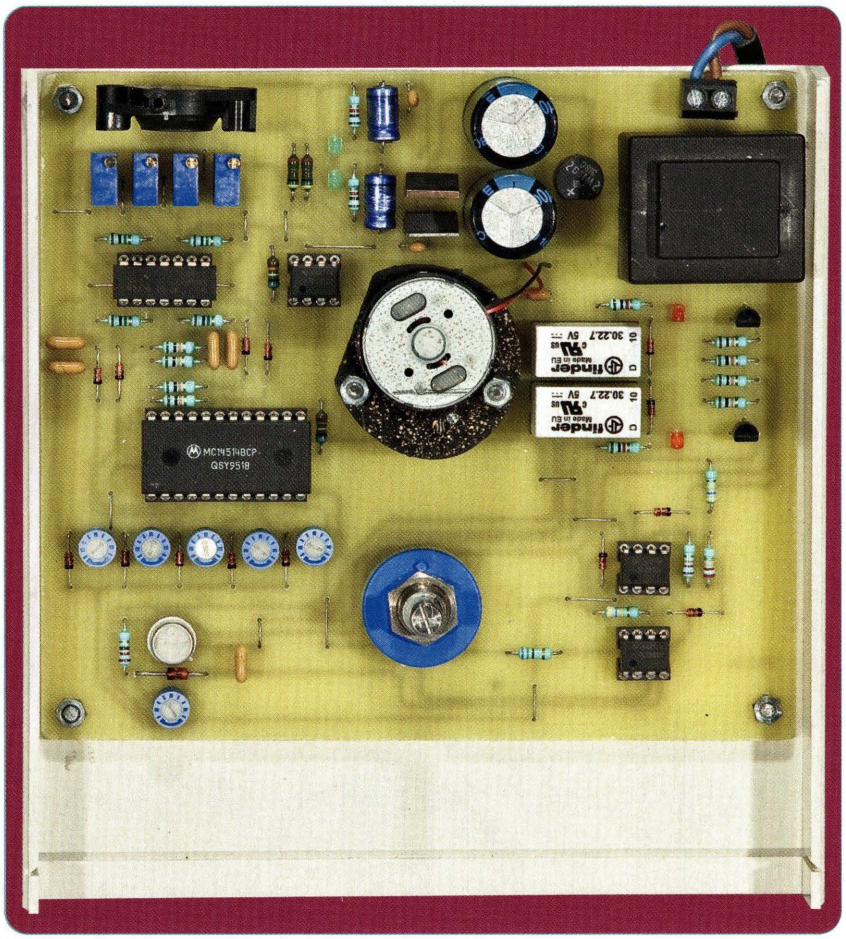
17 straps (8 horizontaux, 9 verticaux)
CAPT : capteur de pression MPX 2200 AP
1 transformateur 230 V / 2 x 6 V / 2,5 VA
REL 1, REL2 : relais 5 V / 2 RT (Finder / série 3022)
1 bornier soudable de 2 plots
3 supports à 8 broches
1 support à 14 broches
2 supports à 16 broches
1 support à 24 broches
1 barrette de 4 broches
1 moteur / réducteur 1/27ème

Son axe de sortie de 2 mm de diamètre reçoit directement le caoutchouc d'entraînement. Sa tension d'alimentation, dans la présente application, est d'environ 4,5 V.

La réalisation pratique

Le module

Le circuit imprimé fait l'objet de la **figure 3**. Quant à l'implantation des composants, c'est à la **figure 4** qu'il convient de se reporter. Veiller à l'orientation correcte des composants polarisés. Dans un premier temps, les curseurs de tous les ajus-



tables seront placés en position médiane. De même, le circuit intégré IC5 ne sera pas inséré dans son support. Il en sera de même en ce qui concerne les relais REL1 et REL2.

La partie mécanique

La **figure 5** illustre l'agencement. La roue à gorge utilisée par l'auteur est du type «Méccano». Elle est collée sur la partie supérieure du bouton du potentiomètre. Quant au plateau-support, il est lui-même collé sur la roue à gorge. Dans un premier temps, les personnages ne seront pas fixés sur le plateau.

Les réglages

Ajustables A1 à A4

Ainsi que nous l'avons évoqué au paragraphe consacré à la «définition des cinq plages de pression atmosphérique», il est nécessaire de connaître, avec précision, la pression atmosphérique de l'endroit où l'on se trouve, en consultant le site internet concerné. Soit (p) cette pression.

Par la suite et en ayant recours à un multimètre numérique de bonne qualité, il conviendra de mesurer la tension (U) entre la broche 6 de IC1 et la masse (0 V).

Les quatre valeurs des potentiels, aux sorties des ajustables, se détermineront par une simple règle de trois. Par exemple, pour l'ajustable A2 qui correspond à une pression limite de 1 010 hPa, la valeur (U2) de la tension en question se calculera avec la relation :

$$U2 = \frac{1\,010}{p} \times U$$

Ces réglages doivent être réalisés avec beaucoup de soin et avec toute la précision requise. C'est d'ailleurs pour cette raison que les ajustables A1 à A4 sont du type à 25 tours.

Ajustables A5 à A9

Dans un premier temps, l'ensemble mécanique tournant sera placé sur une position angulaire telle que la tension mesurée sur la cathode de D14 soit **égale à 1,574 V**, valeur qui, rappelons-le, correspond à la position médiane du potentiomètre.

Cette position de référence sera à repérer par apposition d'une marque sur le plateau-support.

Par la suite, la broche 8 (S3) de IC5 sera à relier, provisoirement, à la polarité positive d'alimentation (broche 24 ou 1 de IC5).

La tension sur le curseur de l'ajustable A7 sera à régler de manière à obtenir **la même valeur de 1,574 V** sur la cathode de D7.

Les relais seront ensuite insérés sur

leurs supports respectifs. En tournant très légèrement le curseur de l'ajustable A7, dans un sens ou dans l'autre, le plateau-support doit tourner très légèrement à son tour, pour se stabiliser tout de suite sur la nouvelle position d'équilibre. Si tel n'est pas le cas, c'est que les polarités d'alimentation du moteur ne sont pas adaptées. Il suffira alors de les inverser.

Ensuite, ce sera le tour pour les ajustables A5, A6, A8 et A9. Par exemple, pour l'ajustable A5, il conviendra de relier la broche 11 (S0) à la broche 24. En agissant sur le curseur de l'ajustable, le plateau-support sera à positionner à +90° (sens horaire) par rapport à la position précédente.

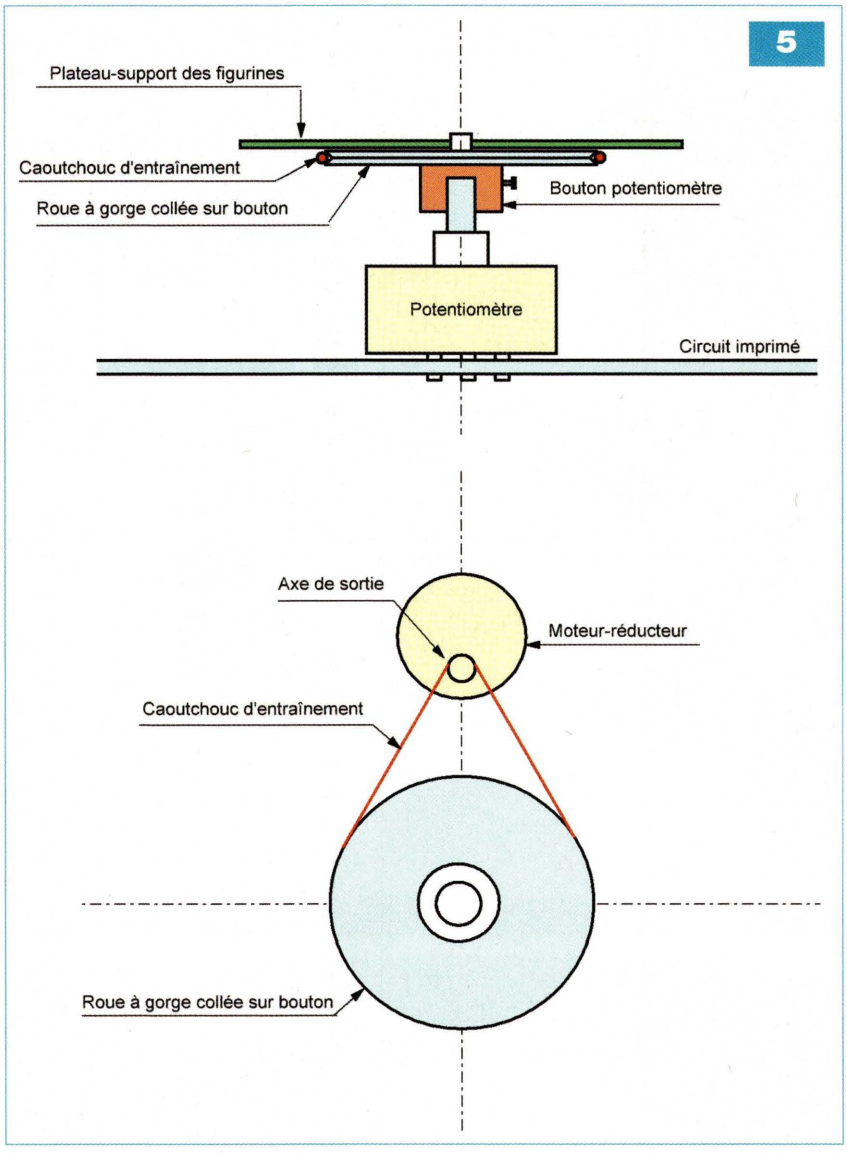
La même opération sera à effectuer en reliant la broche 15 (S15) à la broche 24 et en agissant sur le curseur de l'ajustable A9. Le réglage sera correct lorsque le plateau-support aura tourné de -180° par rapport à la position précédente (S0).

Il reste à agir sur le curseur de l'ajustable A6, en reliant la broche 9 (S1) à la broche 24, pour obtenir un positionnement du plateau-support à +45° (sens horaire) toujours par rapport à la position initiale.

La même opération est à effectuer sur l'ajustable A8 (broche 4 reliée à la broche 24) pour positionner le plateau-support à -45° par rapport à la position initiale.

Ajustable A10

Lorsque le moteur tourne, cet ajustable est à placer sur une position telle que le couple soit suffisant pour entraîner correctement l'équipage mobile. Généralement, la position médiane convient.

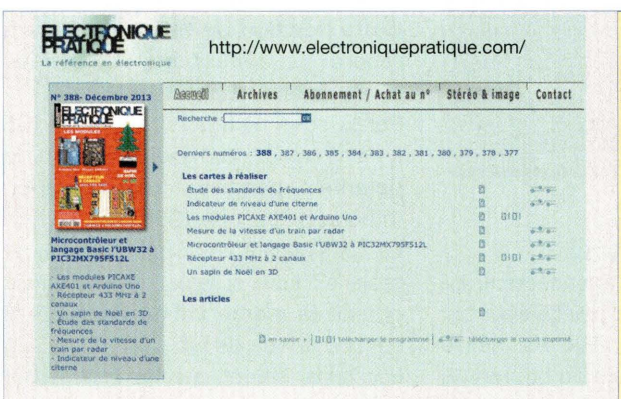


Finitions

Il ne reste plus qu'à coller les personnages sur le plateau-support en respectant, bien entendu, le positionnement de ce dernier compte tenu de la pression atmosphérique du moment.

Pour terminer, il ne vous reste plus qu'à confectionner la maisonnette. Pour cela, l'auteur fait confiance à vos qualités artistiques et à vos dons de bricoleur.

R. KNOERR

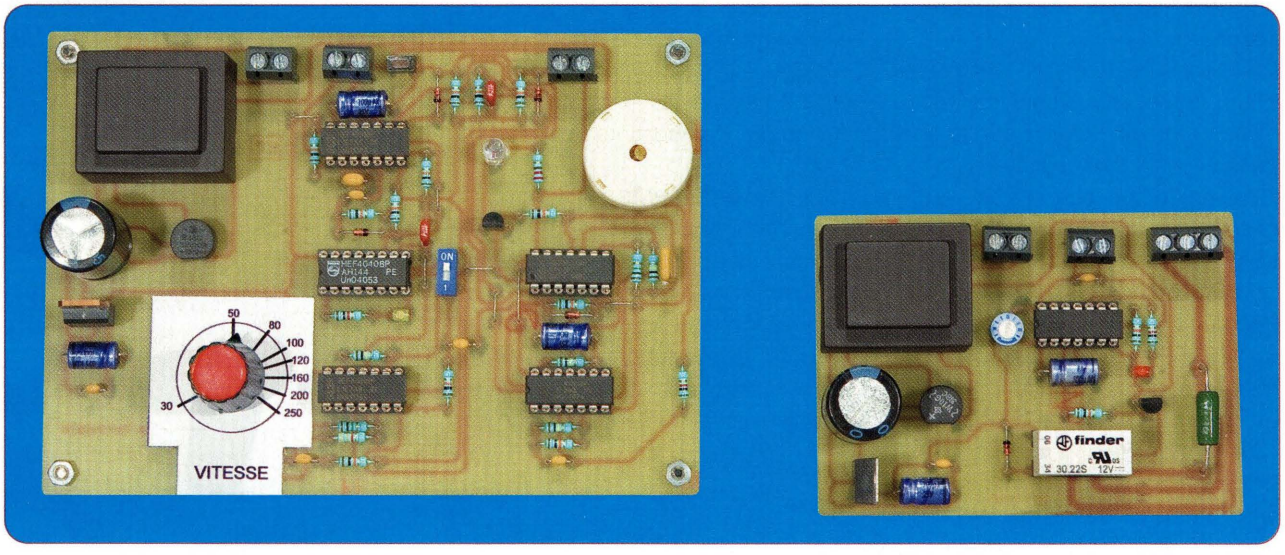


En savoir plus...

Programmes et circuits imprimés relatifs à nos articles à télécharger gratuitement sur notre site web

www.electroniquepratique.com

La sécurité... en modélisme ferroviaire



La sécurité des circulations ferroviaires, dans le monde réel, est un sujet sérieux. Les derniers événements, relatés par l'actualité, nous le rappellent cruellement. En modélisme ferroviaire, les conséquences d'un accident sont, heureusement, infiniment moins dramatiques.

Mais, il n'est pas dépourvu d'intérêt de prendre des dispositions allant dans le sens d'une augmentation de la sécurité, pour éviter les chocs et les déraillements.

Dans ce cadre, nous vous proposons deux montages : un dispositif empêchant le rattrapage d'un train par un train suiveur et un radar signalisant tout excès de vitesse.

Dispositif anti-rattrapage

Le principe

Lorsque deux ou plusieurs trains se déplacent sur la même voie, les motrices sont, bien entendu, soumises à la même tension d'alimentation.

Mais, pour diverses raisons, leur vitesse respective présente de légères différences. Parmi ces raisons, nous pouvons citer un poids du matériel remorqué différent d'un train à l'autre ou, encore, des motrices de marques ou de caractéristiques différentes.

Quoi qu'il en soit, lorsque la configuration des voies principales d'un réseau se présente sous la forme d'une grande boucle fermée, il n'est guère possible de faire circuler, assez longtemps, deux ou plusieurs trains allant dans le même sens, sur la même voie, sans danger de rattrapage.

La solution retenue, dans le montage proposé, consiste à créer, en un point de la voie, une zone de ralentissement du train suiveur, si ce dernier venait à se rapprocher de trop près du train le précédant.

Il en résulte une régulation, quasi automatique, des circulations sur la voie concernée, ce qui simplifie énormément la tâche de l'opérateur.

Le fonctionnement

Alimentation

L'énergie est fournie par le secteur, par l'intermédiaire d'un transformateur, dont l'enroulement secondaire délivre une tension alternative de 12 V (**figure 1**).

Un pont de diodes redresse les deux alternances.

Le condensateur C1 effectue un premier lissage de la tension positive ainsi redressée.

Sur la sortie du régulateur REG, une tension continue et stabilisée à 12 V est disponible.

Le condensateur C2 réalise un complément de filtrage, tandis que C4 joue le rôle de capacité de découplage.

Détection des motrices

A un endroit donné et dans l'axe de la voie, un ILS (interrupteur à lames souples) est collé sur les traverses. Sous le châssis de chaque locomotive est fixé un aimant permanent, par collage, de manière à présenter une distance de quelques millimètres par rapport au plan de l'ILS.

A chaque passage d'une motrice, cet ILS se ferme momentanément.

Il en résulte la soumission à un état «haut» de l'entrée de «commande» de la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC1.

Cette dernière réagit aussitôt, en présentant sur sa sortie un état «haut», dont la durée (ΔT) est déterminée par la relation : ΔT = 0,7 x A1 x C3.
Suivant la position du curseur de l'ajustable A1, cette durée peut atteindre jusqu'à une quinzaine de secondes.
Les portes NOR (III) et (IV) réalisent deux inversions consécutives du niveau logique présent sur la sortie de la bascule monostable.
Il en résulte que la phase active de la bascule est signalisée par l'illumination de la led rouge L1, dont le courant est limité par R3.
Pendant cette même phase active, le transistor T1 est saturé. Il comporte, dans son circuit collecteur, la bobine du relais REL dont les contacts basculent en position «travail».
La diode D1 protège T1 des effets liés à la surtension de self qui se produit, surtout, lors des ouvertures des contacts du relais.

Ralentissement du convoi suiveur

Tant que le relais est inactif, l'une des polarités de la zone de ralentissement est soumise à sa tension normale issue du graduateur de commande. A noter que l'autre «file de rail» est soumise à l'autre polarité, mais de manière permanente.
En revanche, lorsque le relais s'active, la partie de voie de la zone de ralentissement, évoquée ci-dessus, est alimentée en série avec la résistance R4.
Celle-ci introduit une chute de tension dans l'alimentation de cette zone, ce qui a bien entendu comme conséquence, le ralentissement de la motrice circulant sur cette zone.
L'écart se creuse ainsi entre les deux trains. Cet écart peut se révéler suffisant, pour qu'au prochain passage des deux convois, dans la zone de contrôle, le dispositif n'intervienne plus sur le convoi suiveur. Cela se produit quand l'espacement est tel, que la fin de la temporisation intervient avant l'arrivée, dans la zone, de la motrice «suiveuse». Mais, si le différentiel de vitesse est vraiment trop important, le dispositif sera opérationnel lors de chaque passage des convois.

La réalisation pratique

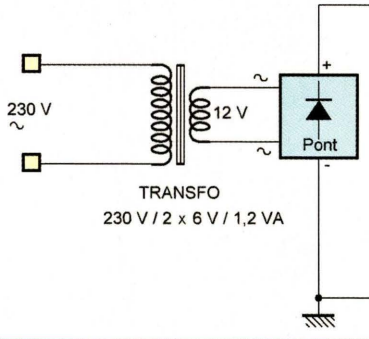
Le module

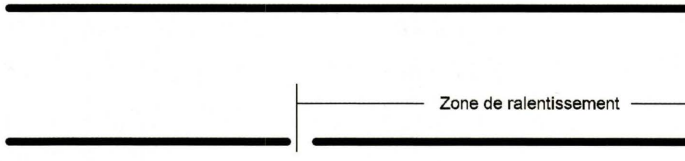
Le circuit imprimé du montage est représenté en **figure 2**. Il est relativement simple.
A noter, toutefois, des pistes plus larges pour la circulation du courant d'alimentation des rails du réseau.
La **figure 3** illustre le plan de montage des composants. Attention à l'orientation des composants polarisés.

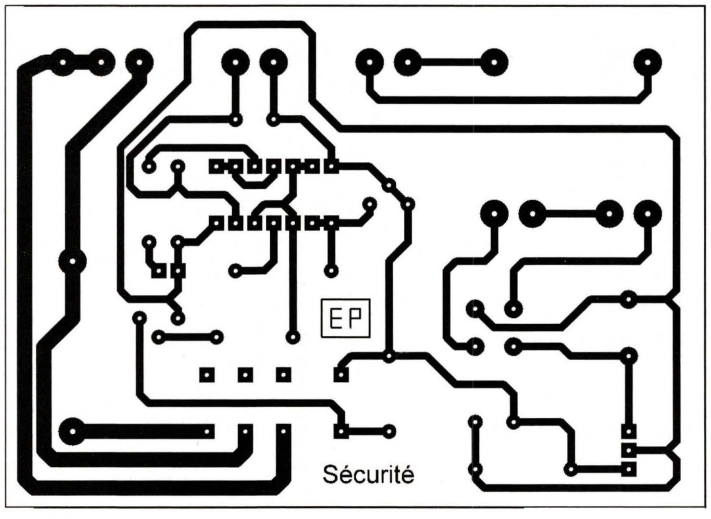
Les raccordements

Dans la pratique, la zone de ralentissement peut se caractériser par une longueur de l'ordre de 1 à 2 m. Le rail correspondant à cette zone sera séparé des sections voisines par deux éclisses isolantes. La figure 3 indique les raccordements à réaliser.

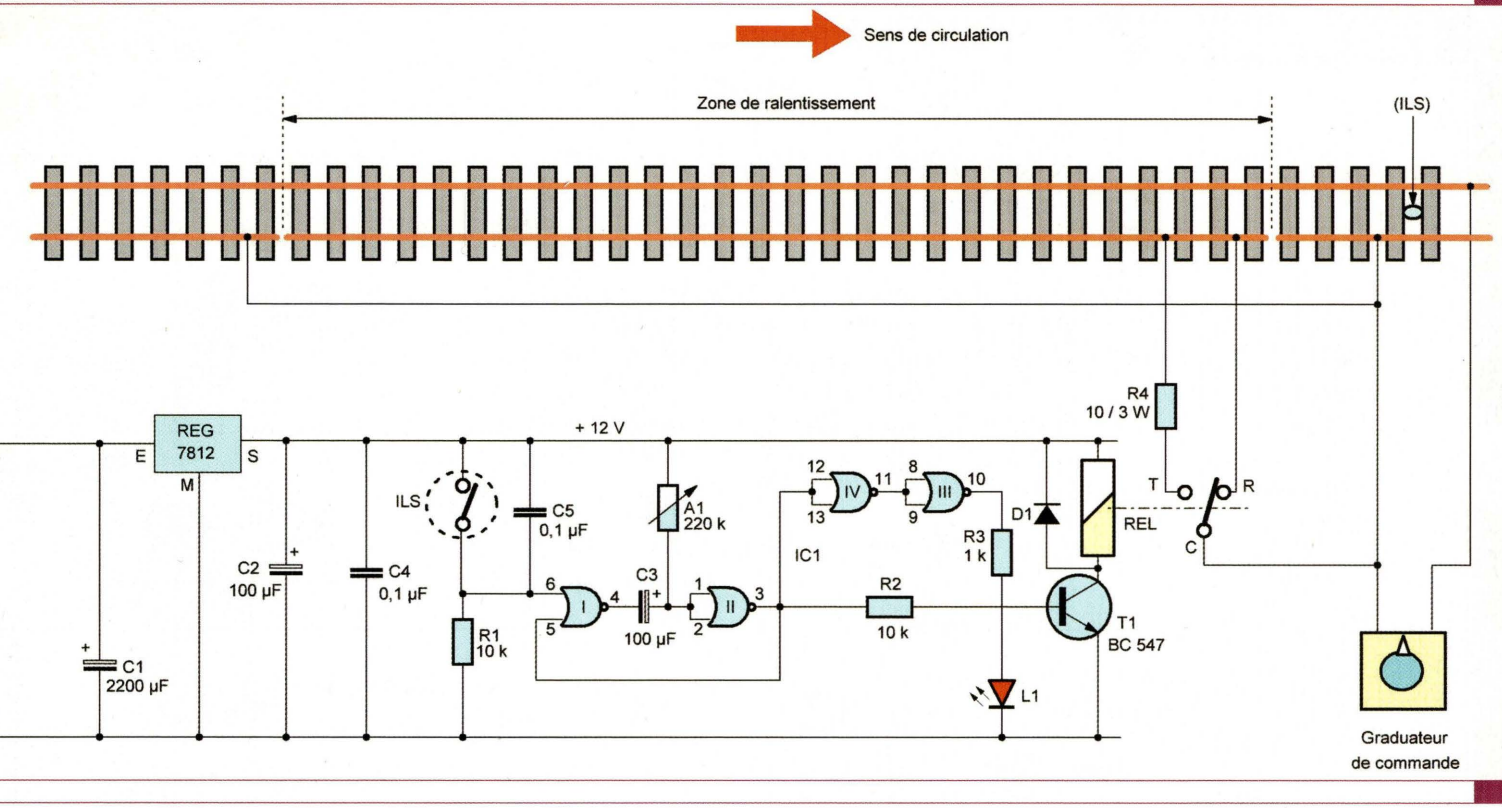
1

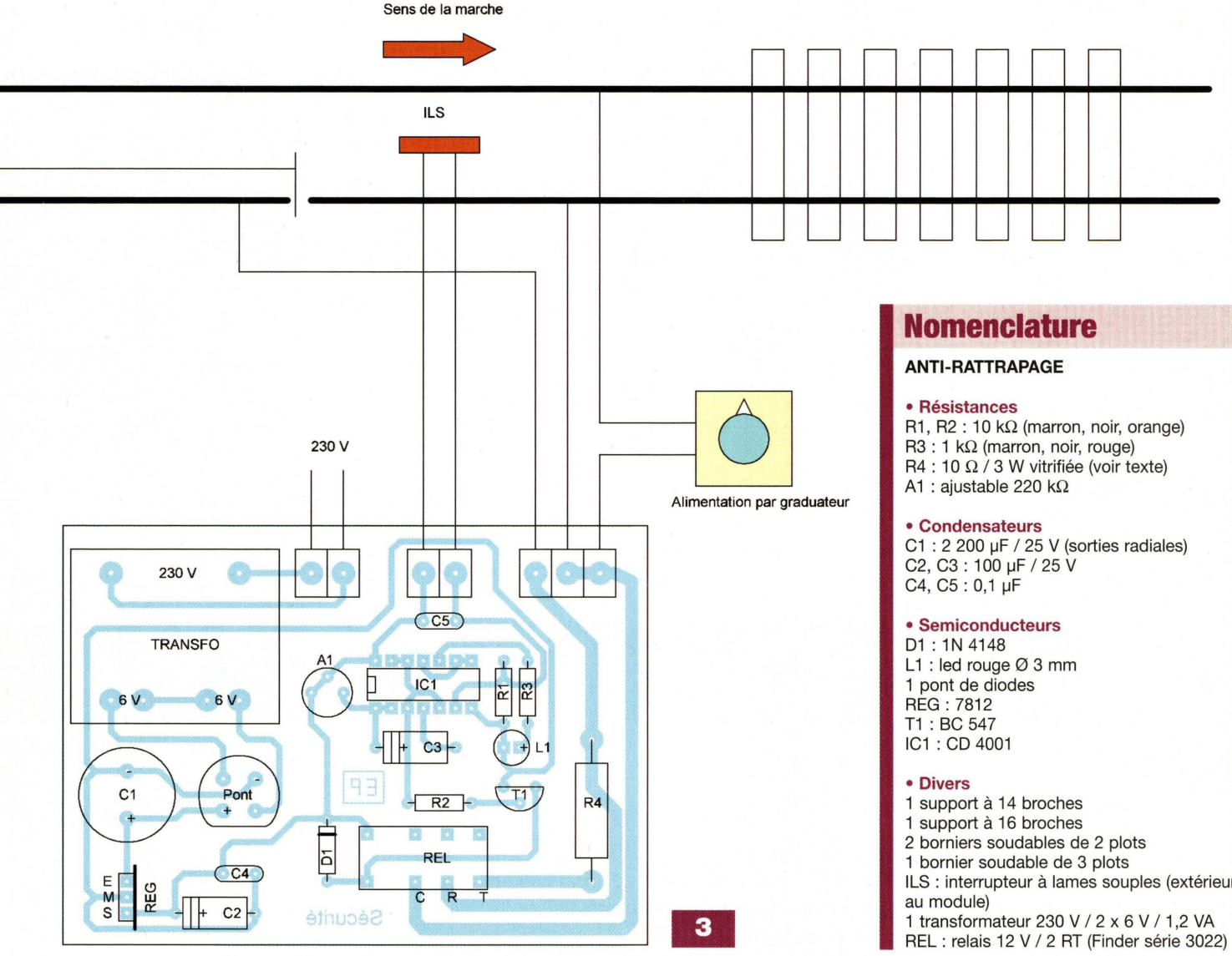






2





3

Nomenclature

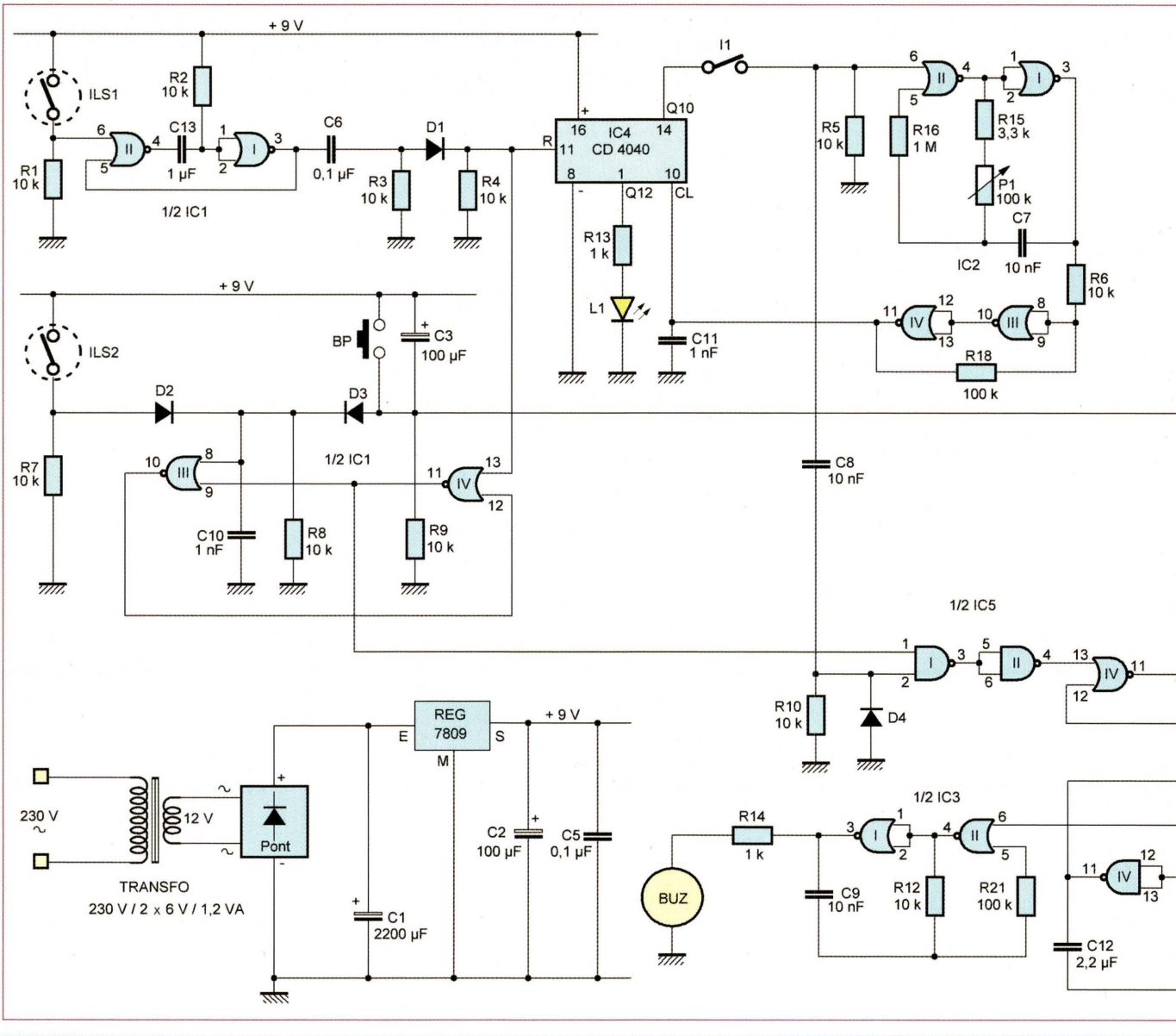
ANTI-RATTRAPAGE

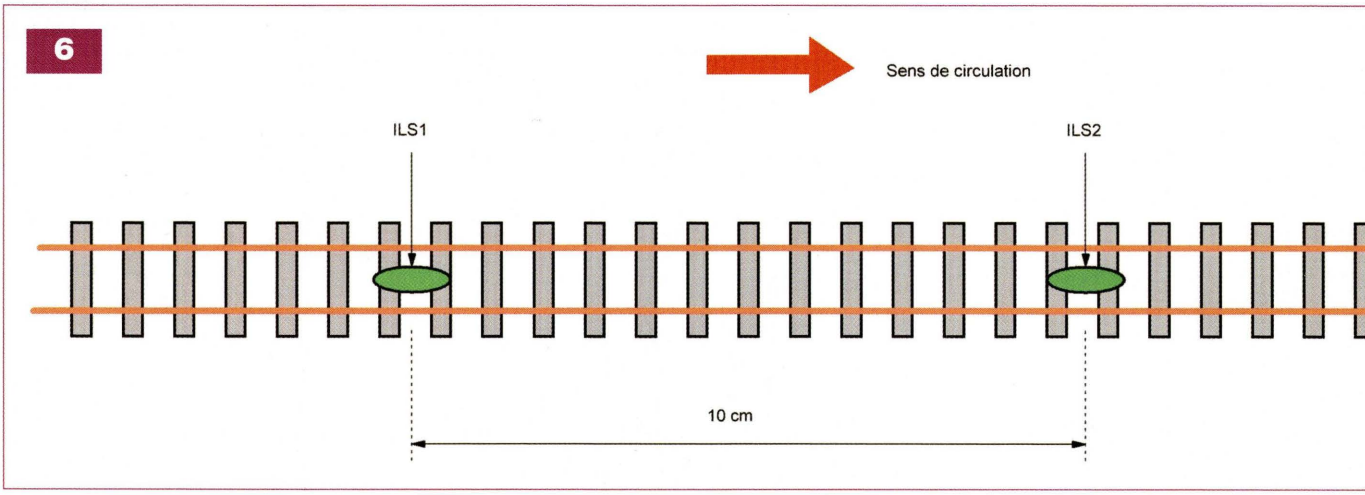
• Résistances
R1, R2 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R3 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R4 : 10 Ω / 3 W vitrifiée (voir texte)
A1 : ajustable 220 kΩ

• Condensateurs
C1 : 2 200 µF / 25 V (sorties radiales)
C2, C3 : 100 µF / 25 V
C4, C5 : 0,1 µF

• Semiconducteurs
D1 : 1N 4148
L1 : led rouge Ø 3 mm
1 pont de diodes
REG : 7812
T1 : BC 547
IC1 : CD 4001

• Divers
1 support à 14 broches
1 support à 16 broches
2 borniers soudables de 2 plots
1 bornier soudable de 3 plots
ILS : interrupteur à lames souples (extérieur au module)
1 transformateur 230 V / 2 x 6 V / 1,2 VA
REL : relais 12 V / 2 RT (Finder série 3022)





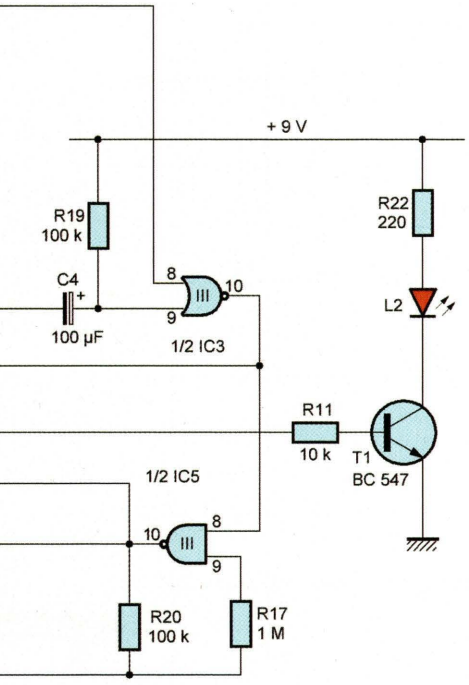
Les réglages

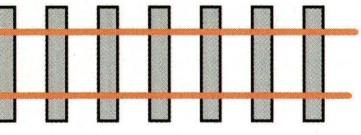
Un train circulant dans la réalité à une vitesse de 100 km/h se déplacera, en modélisme d'échelle HO, à une vitesse de 100 km/h / 87, soit 1,15 km/h ou 0,32 m/s. Pour parcourir 2 m, il lui faudra environ 6 s.

La position médiane du curseur de l'ajustable A1 convient assez bien dans le cas général.

La valeur retenue pour la résistance R4 de 3 W est de 10 Ω.

4





La chute de tension introduite produit un léger ralentissement suffisant, dans la plupart des cas.
Si le ralentissement devait être plus important, une résistance de 12 Ω, 15 Ω, voire 18 Ω, solutionnera favorablement le problème.

Radar ferroviaire

Le principe

Sur certaines parties du réseau, il est important de ne pas dépasser des limites maximales de vitesse.
C'est notamment le cas des courbes ou, encore, des aiguillages en position «déviée».
Tout en n'ayant pas la prétention de rivaliser avec le KVB (contrôle de la vitesse par balise au sol) des «vrais» trains, ce montage, sans prétention, détecte et signalise tout dépassement de la vitesse autorisée.
Son fonctionnement repose sur le chronométrage de la durée mise par une motrice pour parcourir une petite distance, matérialisée par deux ILS placés sur la voie.

Le fonctionnement

Alimentation

L'alimentation, également issue du secteur 230 V, est rigoureusement identique à celle équipant le montage précédent (**figure 4**).

Franchissement du premier ILS

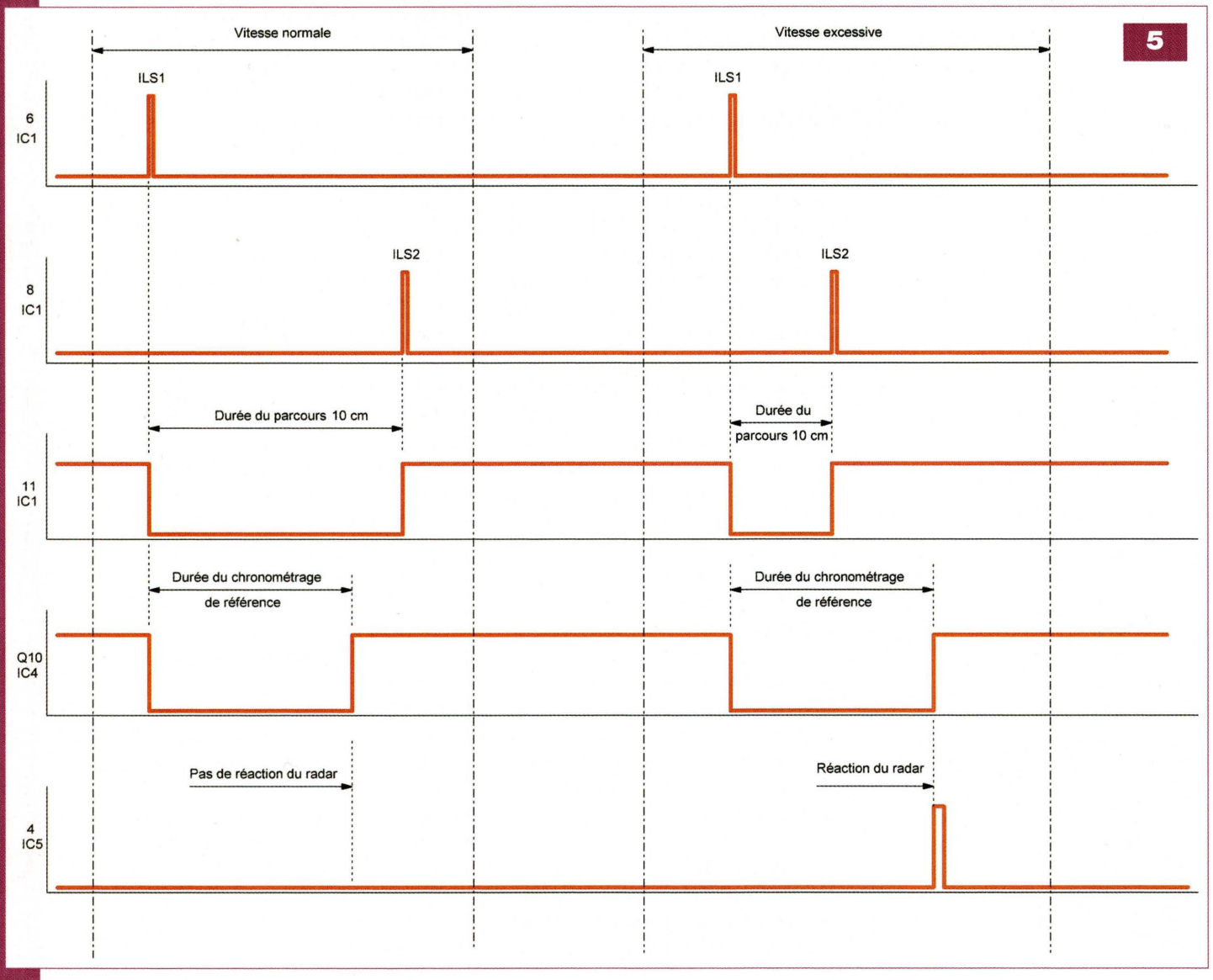
Comme pour le montage précédent, la motrice est dotée d'un aimant permanent collé sous son châssis.
En passant sur un premier ILS (ILS1), un bref état «haut» est appliqué sur l'entrée de commande de la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC1 (**figure 5**).
Celle-ci présente alors, sur sa sortie, un état «haut» d'une durée déterminée par les valeurs de R2 et C13.
Dans le cas présent, cette durée est d'environ 7 ms.
L'état «haut» qui en résulte est pris en compte par le circuit dérivateur formé de R3, C6, D1 et R4.
Le bref état «haut» résultant de la charge rapide de C6 est transmis, d'une part, à l'entrée R de remise à 0 du compteur IC4.
D'autre part, il est également appliqué à l'entrée 13 de la bascule R/S, dont nous expliciterons le fonctionnement au paragraphe suivant.

Délimitation de la zone de mesure

Les portes NOR (III) et (IV) de IC1 constituent une bascule R/S, dont l'entrée de commande correspond à la broche 13. Lorsqu'un état «haut», même de courte durée, est appliqué sur cette entrée, la sortie 10 passe à un état «haut» auto-maintenu. Pour supprimer cet état «haut», il suffit d'appliquer un bref état «haut» sur l'entrée 8 de la porte NOR (III) (figure 5). C'est ce qui arrive lorsque la motrice franchit le second ILS (ILS2).
Lors de la mise sous tension du montage, le condensateur C3 se charge à travers R9. Il en résulte une brève application d'un état «haut» sur l'entrée 8 par l'intermédiaire de D3, ce qui a pour conséquence l'initialisation automatique de la bascule R/S sur sa position de repos. A noter qu'il est possible, à tout moment, de réaliser la même opération, par un simple appui sur le bouton-poussoir BP.
En définitive, il convient de retenir, de ce paragraphe, que la sortie de la porte NOR (III) présente un état «haut» pendant la durée que met la motrice pour parcourir la zone de mesure délimitée par les deux ILS (**figure 6**). Pendant cette même durée, la sortie de la porte NOR (IV) est à l'état «bas». Elle est à l'état «haut» en situation de «veille» du radar.

Chronométrage

Le circuit intégré, référencé IC4, est un compteur CD 4040. Rappelons qu'un tel compteur comporte douze étages binaires, montés en cascade. Il avance au rythme des fronts descendants appliqués sur son entrée CL.
Au moment de sa remise à 0 qui, rappelons-le, intervient lors du passage de la motrice sur l'ILS1, toutes les sorties Q sont, bien entendu, à l'état «bas». L'interrupteur I1 étant «fermé» en utilisation normale du radar, l'entrée 6 de l'oscillateur, formé par les portes NOR (I) et (II) de IC2, est soumise à un état «bas» (présence de R5). L'oscillateur devient actif.
Nous verrons que la période des oscillations est réglable suivant la position du curseur du potentiomètre P1. Plus précisément, cette période de l'oscillateur est égale au produit de 2,2 x (R15 + P1) x C7.



Les oscillations transitent par le trigger de Schmitt formé par les portes NOR (III) et (IV) de IC2. Ce dernier délivre des créneaux, dont l'allure des fronts montants et descendants est davantage verticale, grâce à la réaction positive introduite par R18 lors des basculements.

Ces créneaux font avancer le compteur IC4, jusqu'au moment où la sortie Q10 passe à l'état «haut», c'est-à-dire très exactement au bout de 2^9, soit 512 impulsions élémentaires (figure 5). A ce moment, l'entrée 6 de l'oscillateur est soumise à un état «haut». L'oscillateur se bloque. C'est la fin du chronométrage. Le compteur garde cette position jusqu'à la prochaine remise à 0, c'est-à-dire jusqu'au prochain chronométrage.

Dans les conditions normales de fonctionnement du chronométrage, il est évident que la sortie Q12 ne présentera jamais un état «haut», étant donné que le blocage du compteur intervient avant.

Mais, en ouvrant l'interrupteur I1, l'entrée de commande 6 de l'oscillateur est soumise, en permanence, à l'état «bas» grâce à R5.

Le compteur «tourne» alors de manière continue, si bien que la led jaune L1, alimentée par la sortie Q12 par l'intermédiaire de R13, s'illumine périodiquement. Cette possibilité sera exploitée pour graduer le radar directement en km/h, ainsi que nous le verrons ultérieurement.

Paramétrage numérique

Si la distance séparant les deux ILS est égale à (d) (m) et si (V) (km/h) est la vitesse de la motrice en grandeur nature, pour un réseau à l'échelle HO (1/87), le temps (ΔT) (s) mis pour parcourir la zone de mesure est déterminé par la relation :

$$\Delta T = \frac{87 \times d \times 3\,600}{1\,000 \times V} = 313{,}2 \times \frac{d}{V}$$

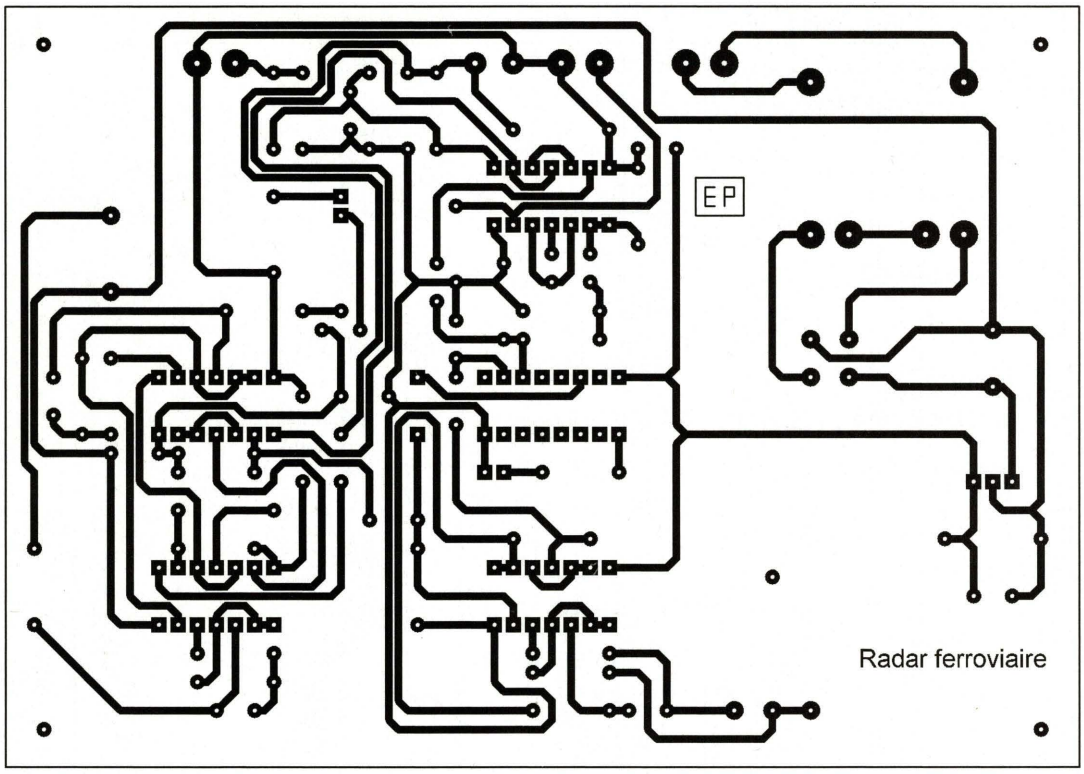
Dans la présente réalisation, la distance (d) retenue est de 10 cm (d = 0,1). En conséquence, la relation ci-dessus devient :

$$\Delta T = \frac{31{,}32}{V}$$

En exprimant (ΔT) en millisecondes, la relation devient, en définitive :

$$\Delta T = \frac{31\,320}{V}$$

Il est ainsi possible de calculer, pour



7

différentes vitesses (V), les paramètres suivants :
- la durée (ΔT) du chronométrage
- la période (t) des impulsions de comptage (t = ΔT / 512)
- la période (T) des clignotements de la led L1 lors de la graduation (T = t x 2^{12}, soit 4 096 x t)

Le tableau ci-dessous retrace les résultats de ces calculs.

V (km/h)	ΔT	t (ms)	T (ms)
30	1044	2,04	8352
50	626	1,22	5011
80	391	0,76	3132
100	313	0,61	2506
120	261	0,51	2088
140	224	0,47	1790
160	196	0,38	1566
200	157	0,31	1253
250	125	0,24	1002
300	104	0,20	835

Cas d'une vitesse inférieure à la vitesse autorisée

Dans cette situation, la fin du chronométrage de référence intervient avant que la motrice ne franchisse le point matérialisé par l'ILS2. Cette fin se traduit par un front montant délivré par la sortie Q10 de IC4. Ce front montant est pris en compte par le circuit dérivateur constitué par C8, R10 et D4. Un bref état «haut» est appliqué sur l'entrée 2 de la porte NAND (I) de IC5. Mais, l'entrée 1 de cette même porte étant soumise à un état «bas», la sortie reste à un état «haut» inchangé. Quant à la sortie de la porte NAND (II), elle présente un état «bas» également stable. Dans ce cas, le système ne réagit donc pas.

Cas d'une vitesse excessive

Cette fois, la fin du chronométrage de référence se produit alors que la motrice a déjà franchi le niveau de l'ILS2. L'entrée 1 de la porte NAND (I) de IC5 est, cette fois, soumise à un état «haut». La brève impulsion positive, issue du système dérivateur évoqué ci-dessus, est prise en compte. La sortie de la porte NAND (II) présente alors un bref état «haut» qui constitue le point de départ de toute la signalétique lumineuse et sonore, consécutive au déclenchement du radar (figure 5).

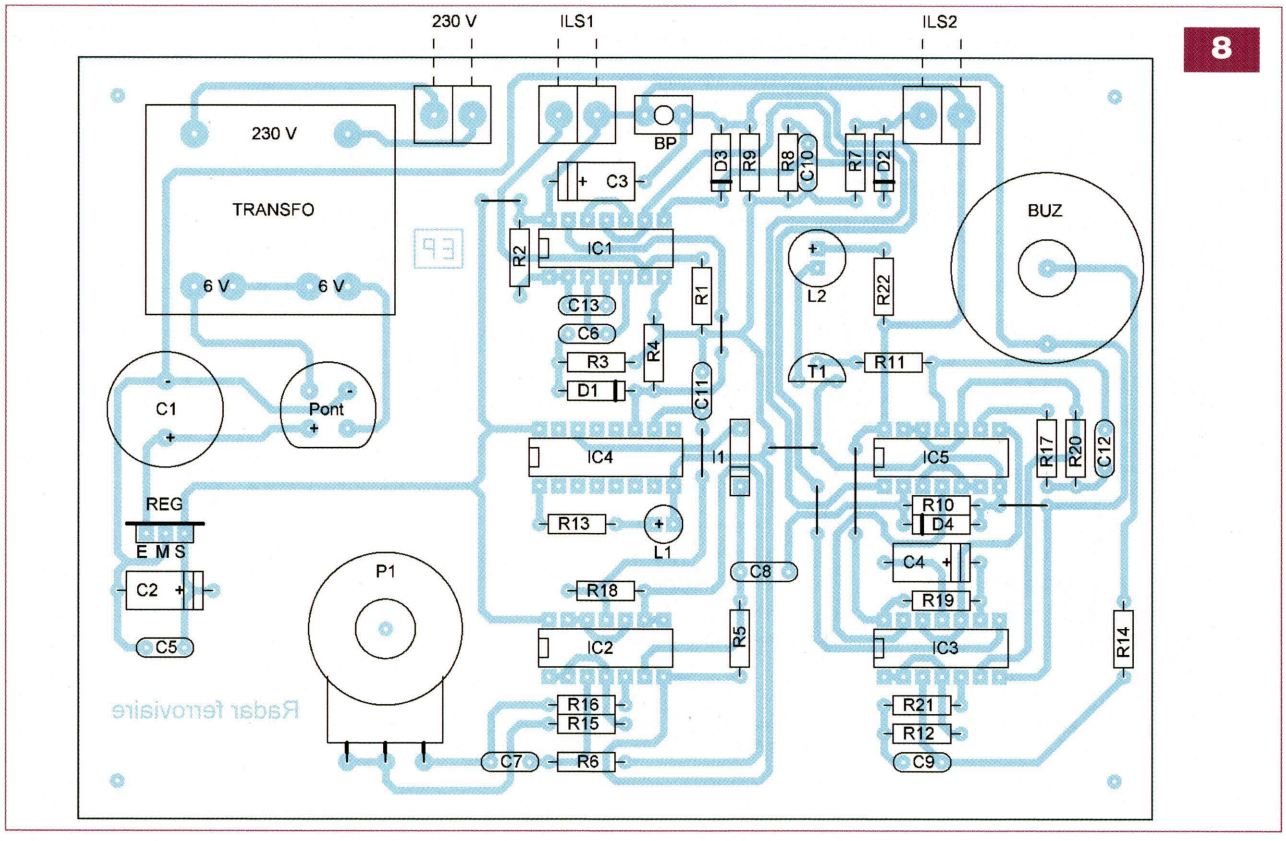
La bascule monostable, formée par les portes NOR (III) et (IV) de IC3, est activée. Elle présente, sur sa sortie, un état «haut» d'une durée égale à 0,7 x R19 x C4, soit environ 7 s. A noter, qu'en appuyant sur le bouton-poussoir BP, il est possible d'arrêter prématurément et manuellement la phase «active» de cette bascule.

Signalisation lumineuse

Les portes NAND (III) et (IV) de IC5 sont montées de manière à former un oscillateur entrant en action dès que son entrée de commande 8 est soumise à un état «haut». Il délivre des créneaux de forme carrée, caractérisés par une période égale au produit de 2,2 x R20 x C12, soit environ 0,5 s, ce qui correspond à une fréquence de 2 Hz. Chaque état «haut» délivré par la sortie sature le transistor T1. Il comporte, dans son circuit collecteur, la led rouge L2, dont le courant est limité par R22. Elle s'illumine et s'éteint au rythme de cette fréquence, pendant la durée de 7 s évoquée au paragraphe précédent.

Signalisation sonore

Les portes NOR (I) et (II) de IC3 forment également un oscillateur «commandé». Étant constitué de portes NOR, il n'entre en action que si son entrée 6 de «commande» est soumise à un état «bas». Lorsque l'oscillateur NAND, évoqué au paragraphe précédent, est au repos, sa sortie est à



Nomenclature

RADAR FERROVIAIRE

• Résistances
R1 à R12 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R13, R14 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R15 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R16, R17 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R18 à R21 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R22 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
P1 : potentiomètre 100 kΩ (linéaire)

• Condensateurs
C1 : 2 200 µF / 25 V (sorties radiales)
C2, C3, C4 : 100 µF / 25 V
C5, C6 : 0,1 µF
C7, C8, C9 : 10 nF
C10, C11 : 1 nF
C12 : 2,2 µF
C13 : 1 µF

• Semiconducteurs
D1 à D4 : 1N 4148
L1 : led jaune Ø 3 mm
L2 : led rouge Ø 5 mm
1 pont de diodes
REG : 7809
T1 : BC 547
IC1, IC2, IC3 : CD 4001
IC4 : CD 4040
IC5 : CD 4011

• Divers
7 straps (3 horizontaux, 4 verticaux)
4 supports à 14 broches
1 support à 16 broches
3 borniers soudables de 2 plots
BP : bouton-poussoir (miniature pour circuit imprimé)
I1 : interrupteur unipolaire «dual in line»
1 transformateur 230 V / 2 x 6 V / 1,2 VA
BUZ : buzzer (sans oscillateur)
Bouton-flèche
ILS1, ILS2 : interrupteur à lames souples (extérieur au module)
4 entretoises avec écrous

l'état «bas». En revanche, la sortie de la porte NAND (III) de IC5 est à l'état «haut». L'oscillateur NOR (I) et (II) de IC3 est donc bien bloqué dans ce cas de figure.
Mais, quand l'oscillateur NAND entre en action, la sortie de la porte NAND (III) de IC5 présente périodiquement des états «bas» d'une durée de 0,25 s, au rythme de 2 Hz.
Lors de ces états «bas», l'oscillateur NOR délivre des créneaux caractérisés par une fréquence musicale de l'ordre de 4 kHz, aussitôt transmise à un buzzer piézoélectrique par l'intermédiaire de R14.

La réalisation pratique

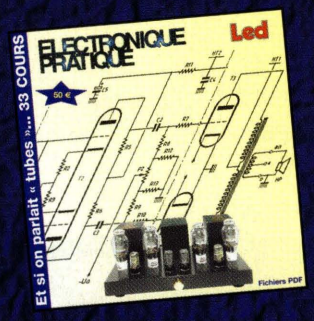
Le module

Le circuit imprimé du module fait l'objet de la **figure 7**.
Quant à la **figure 8**, elle reprend le plan d'insertion des composants.
Comme pour le montage précédent, il convient de veiller au respect de la bonne orientation des composants polarisés.

La graduation de la plage du potentiomètre

Cette graduation se trouve grandement facilitée par le fait qu'elle est réalisable en dehors de toute circulation d'un train. Il suffit, pour cela, d'ouvrir l'interrupteur I1.
A ce moment, la led jaune L1 clignote. La graduation consiste, pour une période de clignotement donnée, à marquer, en face de la flèche du bouton du potentiomètre, la valeur de la vitesse indiquée par le tableau repris dans le paragraphe «paramétrage numérique».
Par exemple, en plaçant le curseur de P1 dans une position, telle que la période de clignotement de L1 soit de 2,5 s, la vitesse à marquer sera la valeur 100.

R. KNOERR



Et si on parlait tubes...

33 COURS EN UN SEUL CD-ROM

Connaître et maîtriser le fonctionnement des tubes électroniques

Bon à retourner à : TRANSOCÉANIC - 3, boulevard Ney 75018 Paris - France

☐ **Je désire recevoir le CD complet 33 premiers cours (fichiers PDF) « Et si on parlait tubes... »**

France : 50 € **Union européenne : 52 €** **Autres destinations : 53 €**

☐ **J'envoie mon règlement**

- ☐ **par chèque joint** *à l'ordre de Transocéanic*
- ☐ **par virement bancaire**

(IBAN : FR76 3006 6109 1100 0200 9580 176/BIC : CMCIFRPP)

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

_____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

Fabrication européenne de PCB

EURO CIRCUITS

Minces et rigides jusqu'à 16 couches
SMI et pochoirs CMS

Prototypes et petites séries
à partir de 2 jours

En ligne 24H/24 et 7J/7
Visualisation instantanée
de l'analyse du dossier !
Calculs de prix/Devis
Commandes

Egalement disponibles
Tables à sérigraphies
Fours à refusions
Licences Eagle

Sans minimum de commande !
Sans frais d'outillages !

Une équipe à votre écoute au 03 86 87 07 85
www.eurocircuits.fr

©Les éditions Alain Millard

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

8 amplis de puissances 4 à 120 Weff

4 préamplis haut et bas niveau

1 filtre actif deux voies

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

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

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

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

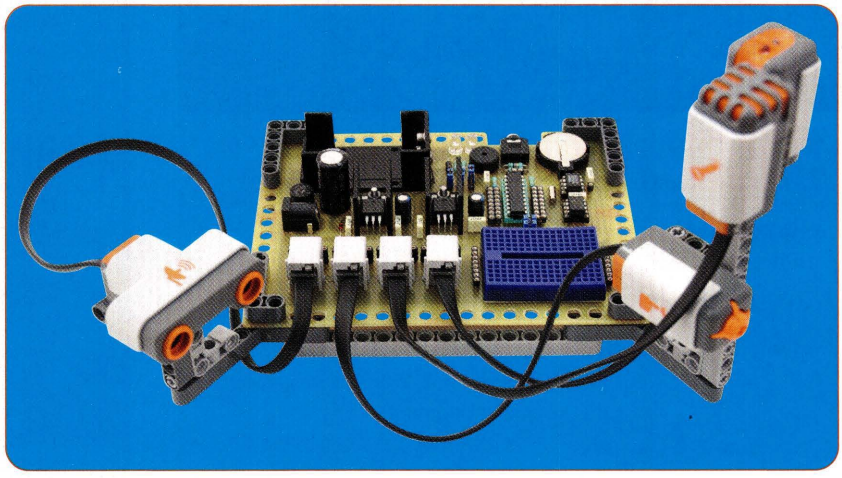
Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire *(IBAN : FR76 3006 6109 1100 0200 9580 176/BIC : CMCIFRPP)*

A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

Le Bus I²C avec le PICAXE-20X2 et les capteurs LEGO NXT

Lecteurs fidèles, vous commencez à bien connaître les microcontrôleurs PICAXE, attrayants, économiques, puissants et simples à mettre en œuvre. Nous traitons régulièrement leurs diverses fonctions et particularités. Étudions, avec cet article, le protocole de communication I²C qui permet de gérer plusieurs entrées et sorties sur deux fils.



Les PICAXE supportent parfaitement ce mode de communication et le langage de programmation en Basic comporte plusieurs instructions s'y rapportant. Nous avons développé une platine de base permettant de mener à bien la programmation et de nombreuses expérimentations à partir de composants I²C (mémoire, horloge en temps réel) et de capteurs au standard LEGO NXT.

En 2008, c'est déjà vieux, nous avions publié une série de trois articles permettant d'utiliser vos propres montages avec la brique intelligente LEGO NXT.

Aujourd'hui, nous vous proposons l'inverse : employer les capteurs LEGO NXT avec un PICAXE.

Les câblages, réduits au minimum, vont nous permettre de nous concentrer sur la programmation.

Les bords de la platine comportent des trous au standard LEGO, permettant à notre circuit de prendre place dans n'importe quelle construction.

Le kit AXE216 étant incomplet, notamment au niveau des alimentations, nous avons préféré développer notre propre circuit, plus encombrant, mais réellement universel. Vous disposez ainsi d'un buzzer piézo, d'une platine de câblage sans soudages (breadboard) ou à bandes pastillées (au choix), d'une pile de 9 V intégrée, de connecteurs d'alimentations et de tous les ports du PICAXE-20X2. Les tensions d'alimentations nécessaires sont protégées et stabilisées par des régulateurs quelle que soit la source (pile ou bloc secteur).

La programmation s'effectue comme d'habitude, sous le logiciel gratuit «*PICAXE Programming Editor*».

Cette étude vous initiera à la gestion du port I²C par les microcontrôleurs PICAXE, afin que vous puissiez développer vos propres projets dans le domaine de la robotique et de la domotique. Pour chaque exemple vous trouverez, en plus du programme, la configuration à effectuer à l'aide des cavaliers.

Caractéristiques

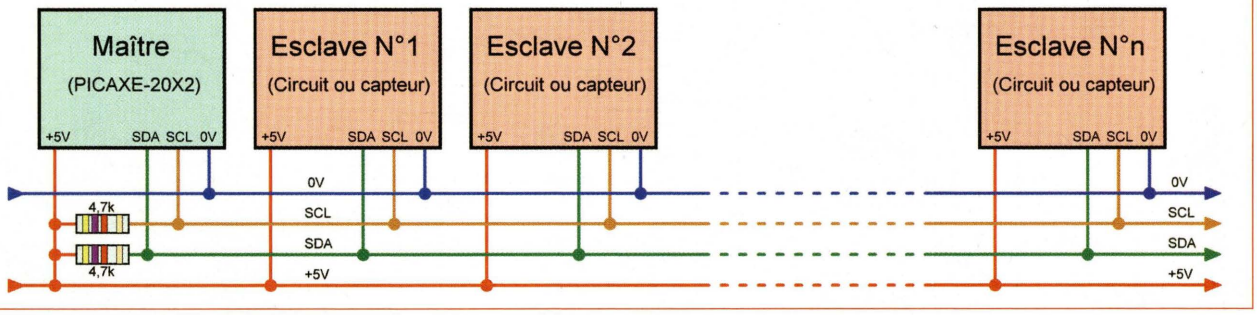
- Platine de base simple à mettre en œuvre
- Alimentation de sécurité par une pile de 9 V ou par un bloc secteur
- Tensions +5 V et +9 V stabilisées et protégées
- Visualisation des tensions par leds
- Toutes les lignes du PICAXE-20X2 sont accessibles sur la platine
- Configuration des alimentations par cavaliers
- Configuration des capteurs, ou circuits employés, par cavaliers
- Compatibilité avec le kit AXE216
- Programmation en Basic, sans programmateur spécifique
- Buzzer piézo sur la platine de base
- Mémoire 24LC256 (ou tout autre 24LCxxx) sur la platine de base
- Horloge en temps réel DS1307, avec sa pile de sauvegarde, sur la platine de base
- Plaque d'essais pastillée ou sans soudages (breadboard) à 170 points
- Trous de fixation et de construction au standard LEGO
- 4 embases au standard LEGO NXT
- 4 connecteurs femelles SIL pour capteurs I²C
- Possibilité d'utiliser des actionneurs, ou périphériques de sortie I²C

Le protocole I²C en quelques lignes

Sans nous lancer dans la théorie profonde de la gestion de ce protocole de communication, nous allons vous donner quelques informations nécessaires à la compréhension de son utilisation et de sa programmation à l'aide d'un microcontrôleur PICAXE. Les lecteurs initiés peuvent directement passer au paragraphe suivant.

La norme I²C (Inter Integrated Circuit)

1



a été développée par Philips en 1982. Il s'agit d'un bus (ensemble de fils) de données «sériel», synchrone (cadencé par une horloge), bidirectionnel «half-duplex» (il ne peut émettre et recevoir des données simultanément, mais pendant des plages de temps séparées). Plusieurs équipements, soit maîtres, soit esclaves, sont raccordés ensemble sur le bus. La communication s'effectue toujours entre un maître et un (ou plusieurs) esclave. Un composant peut cependant passer du statut de maître à celui d'esclave et réciproquement. Pour permettre le dialogue, chaque équipement dispose de sa propre adresse définie par le constructeur. L'adresse de base est souvent complémentée par trois lignes supplémentaires nommées A0 à A2. La connexion est réalisée par l'intermédiaire de deux lignes actives et la masse.

- **SDA** (**S**erial **DA**ta line) : ligne de données bidirectionnelle,
- **SCL** (**S**erial **CL**ock line) : ligne d'horloge du maître vers l'esclave,
- **0V** (Masse du système).

Les lignes SDA et SCL sont reliées au niveau de la tension positive (+Vcc) via des résistances de tirage (pull-up). Les raccordements aux lignes SDA et SCL sont de type à collecteur «ouvert», ou drain «ouvert», d'où la nécessité des résistances.

Les circuits sont câblés sur le bus suivant le principe du «ET câblé» : en cas d'émission simultanée de deux équipements, la valeur 0 logique annule la valeur 1.

- L'état logique 0 est l'état «dominant»,
- L'état logique 1 est l'état «récessif»,
- Au repos, le bus est au niveau 1 (à travers les résistances de tirage).

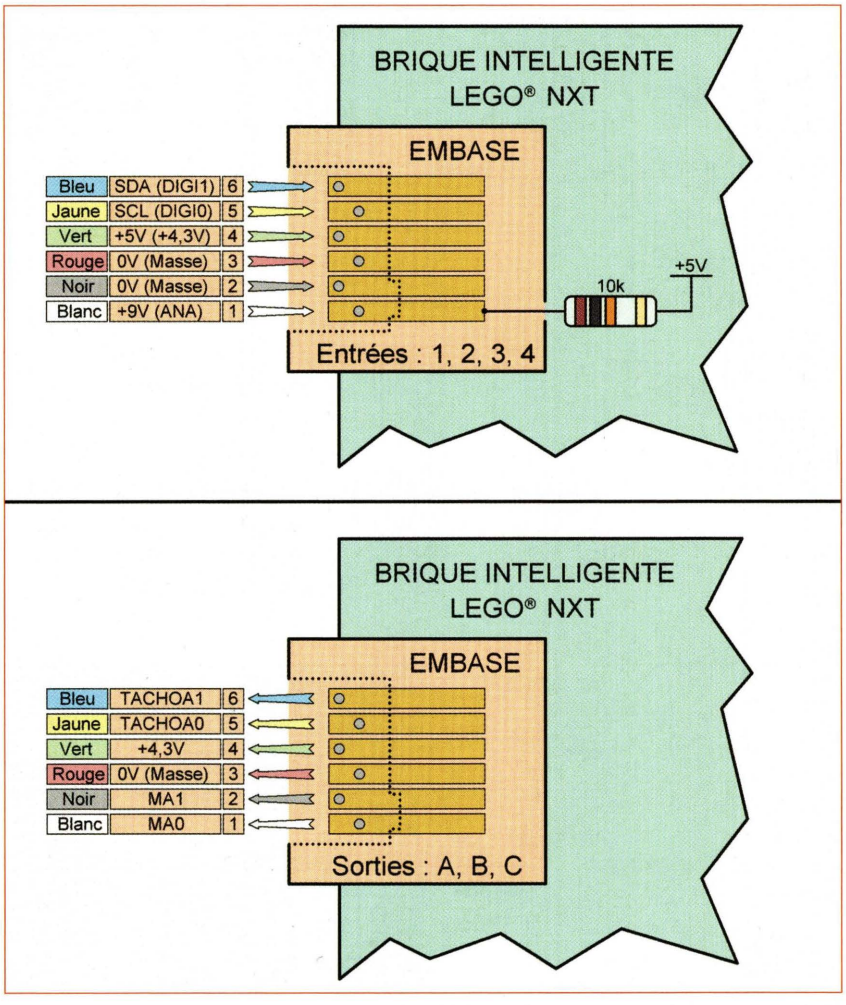
Le nombre maximal d'équipements, ou circuits raccordés au bus, nous importe peu dans cet article.

Il est fonction de la capacité, donc de la vitesse.

La **figure 1** montre le principe électrique d'une communication selon le protocole I²C. Sans entrer dans le diagramme complet des signaux, il faut malgré tout savoir qu'il existe des conditions régissant le dialogue : «Start», «Pause», «Restart», «Stop», mais nous ne pouvons pas détailler tout ceci dans un simple article.

Ces quelques bases nous permettent de poursuivre notre réalisation.

2

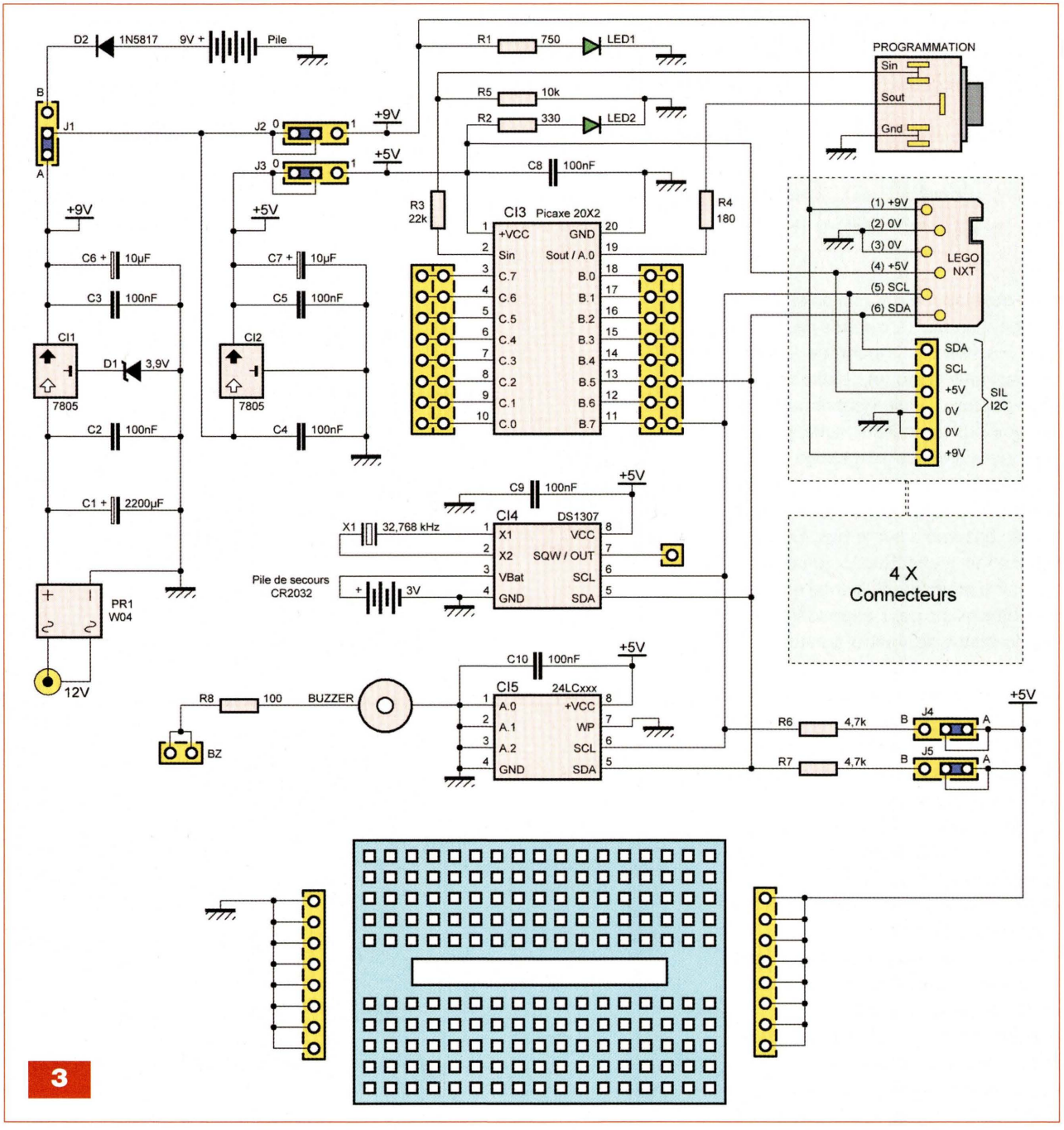


Les capteurs LEGO NXT

Hors de question, ici, d'étudier le schéma interne de ceux-ci, le fabricant n'apprécierait pas. En contrepartie, nous allons voir le brochage des embases afin de savoir comment les raccorder à notre PICAXE.

La brique intelligente LEGO NXT dispose de deux sortes d'embases : les sorties (pour les actionneurs) et les entrées (pour les capteurs).

La **figure 2** montre le brochage de ces deux types d'embases, bien que nous n'utilisions pas les sorties dans



3

cet article. Pour s'y retrouver, les couleurs indiquées des fils sont celles utilisées sur les cordons d'origine. Notez la présence de la résistance de 10 kΩ, inexistante sur notre PICAXE, il convient donc de la câbler lors de nos expérimentations. Nous avons fait une sélection de quatre capteurs, les plus courants, mais il en existe d'autres, dont certains ne sont pas commercialisés par la firme LEGO.

Sur une même embase, les capteurs de sons, de contacts et de lumière renvoient des données analogiques sur la broche 1.

Le capteur ultrasonique communique selon le protocole I²C. Nous traiterons de ceci lors de la programmation.

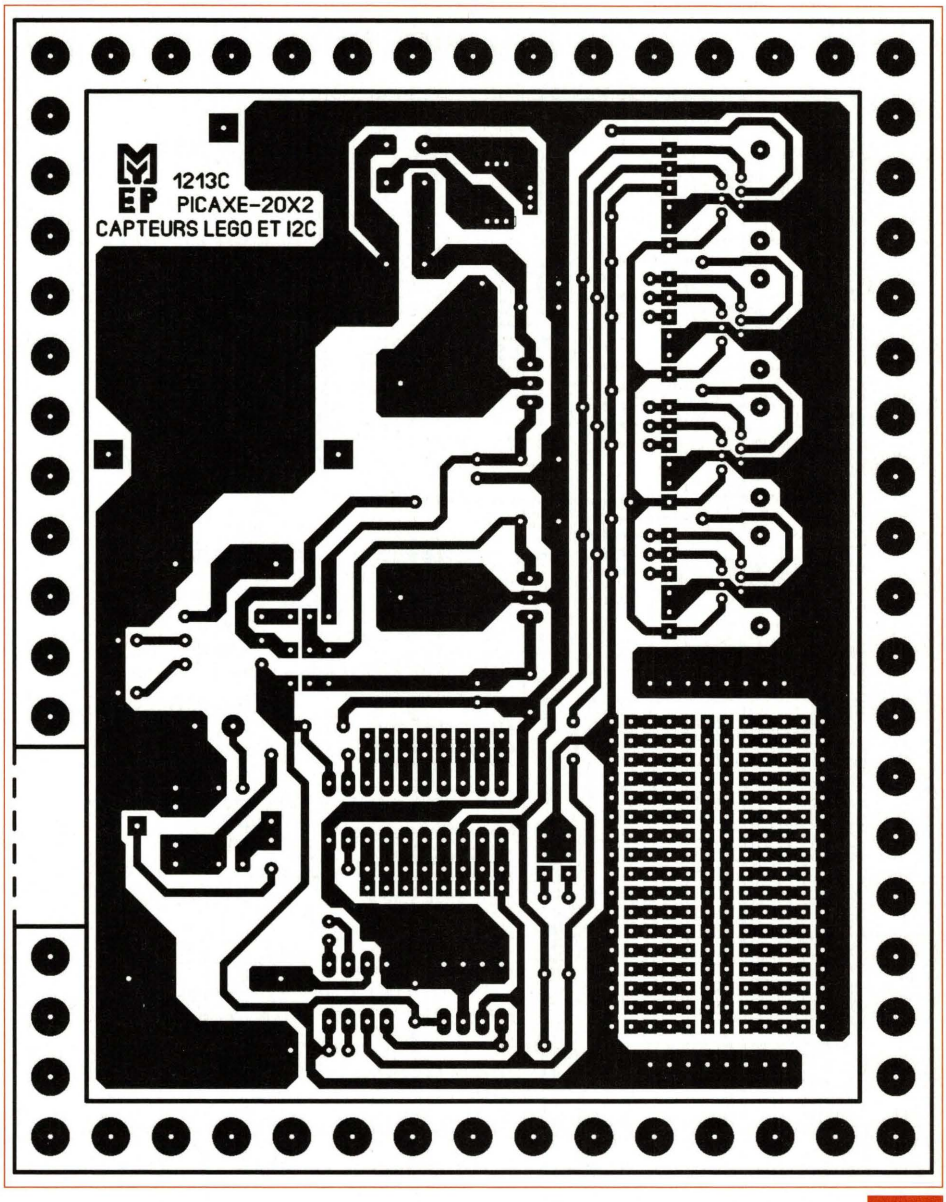
Schéma de principe

Référez-vous à la **figure 3** pour suivre cette étude. L'alimentation provient, soit d'une pile de 9 V, soit d'un bloc secteur délivrant une tension alternative ou continue comprise entre 12 V et 15 V. Le cavalier J1 sélectionne cette source. En position B, la tension passe par la diode Schottky de protection D2, présentant un seuil de tension direct bas (0,3 V) et un temps de commutation très rapide. Lorsque l'alimentation provient du bloc secteur, elle subit un redressement par le pont PR1 et un filtrage par les condensateurs C1 et C2. La stabilisation de la tension, à 9 V, s'obtient avec le régulateur CI1. Comme il s'agit d'un 7805, il convient de leurrer la référence de masse par la diode zéner D1 de 3,9 V. Nous obtenons ainsi une tension de 8,9 V, parfaite pour notre application. Les condensateurs C3 et C6 se chargent du dernier filtrage. Cette tension arrive sur la

broche A de J1. Le régulateur CI2 abaisse et stabilise la tension de 9 V à 5 V. Les condensateurs C4, C5 et C7 découplent et filtrent le 5 V. Les cavaliers de configuration J2 et J3 remplacent des interrupteurs. Ils permettent d'isoler une des tensions, ou les deux. Les diodes LED1 et LED2 les visualisent. Les résistances R1 et R2 limitent, respectivement, le courant pour chacune d'elles.

Le microcontrôleur CI3, un PICAXE-20X2, gère toutes les fonctions du bus I²C. Son interface de programmation simplifiée se résume aux résistances R3 à R5 et à l'embase jack 3,5 mm habituelle. Toutes les entrées / sorties de CI3 sont reportées sur des doubles rangées de broches SIL. D'un côté se trouve le port B, de l'autre, le port C. Cette disposition permet une accessibilité aisée pour les futures expérimentations sur la plaque sans soudages à 170 contacts. Seules les lignes B.5 et B.7 sont mises à contribution sur notre application. La première génère le signal SDA du bus I²C, la seconde émet les impulsions d'horloge SCL. Comme précisé ci-dessus, les résistances R6 et R7 servent à porter au niveau logique 1 (+5 V) les lignes du port I²C au repos. Les cavaliers de configuration J4 et J5 permettent de les inhiber, dans l'éventualité où certains capteurs LEGO NXT (ultrasonique, sonore, etc.) seraient utilisés.

Les embases pour les capteurs LEGO NXT, au nombre de quatre, comportent six fils. Elles sont doublées par des connecteurs SIL pour un usage expérimental. Les équipements ou circuits sont tous reliés en parallèle sur le bus I²C, chacun possédant son adresse unique, de sorte que le microcontrôleur (maître) peut travailler avec l'un d'eux (esclave) en l'appelant par son adresse. Le circuit CI4/DS1307 est une horloge en temps réel, bien pratique dans les applications de comptage horaire (temporisateur, horloge, simulateur de présence, etc.). Il fonctionne conjointement avec son inséparable quartz X1 et sa pile de sauvegarde de 3 V (une pile bouton CR2032). Le circuit CI5 est une mémoire à accès «sériel» I²C. Elle peut mémoriser une grande quantité d'informations, sans surcharger la mémoire du PICAXE. De plus, elle ne s'efface pas en cas de coupure du courant. Elle s'emploie couramment dans les «Data logger» (enregistreur autonome de données). Il peut s'agir de n'importe quelle suite de grandeurs numériques ou analogiques sur 1 à 16 bits (état de contacts, température, tension, etc.). Le buzzer piézo, limité en courant par la résistance R8, arrive sur une broche libre en vue de son raccordement sur une des lignes de CI3.

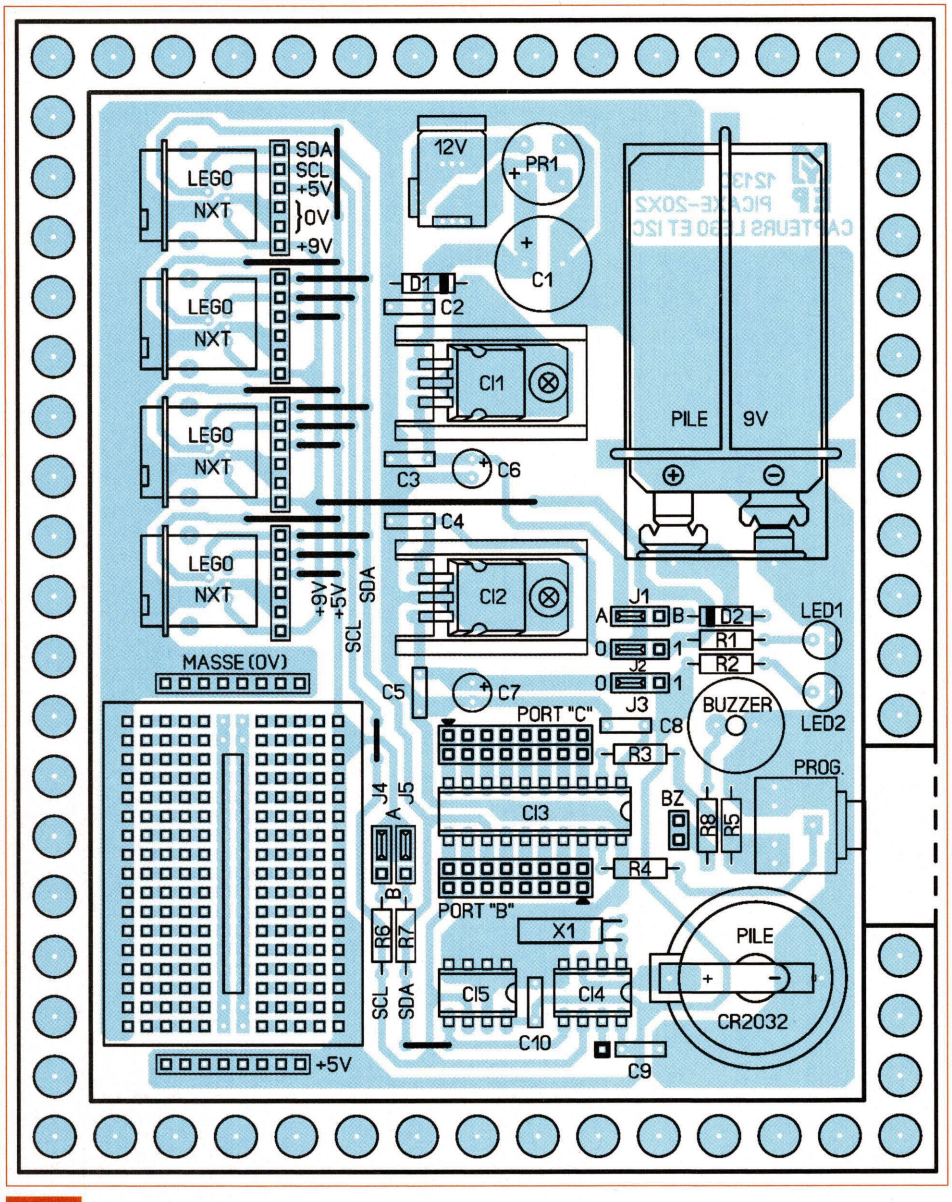


4

Réalisation

Notez la forme particulière de la platine : un rectangle entouré de trous de Ø 5 mm de diamètre, régulièrement espacés au standard LEGO. Vous ne devriez pas rencontrer de difficultés particulières pour graver ce circuit imprimé. Le dessin du typon, un simple face, est proposé en **figure 4**. Procurez-vous les composants, afin d'être sûrs de leurs encombrements. Gravez le circuit imprimé selon la méthode photographique, afin d'obtenir un travail parfait. Effectuez la découpe permettant l'insertion du cordon de programmation en regard de l'embase. Procédez à l'aide d'une scie à métaux à petite denture et de trous sécants rapprochés. Ébavurez à la lime douce et au papier de verre pour obtenir une finition parfaite.

Percez toutes les pastilles à l'aide d'un foret de Ø 0,8 mm, puis alésez selon nécessité, en fonction des dia-



Nomenclature

• Résistances 5% / 1/2 W
R1 : 750 Ω (violet, vert, marron)
R2 : 330 Ω (orange, orange, marron)
R3 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R4 : 180 Ω (marron, gris, marron)
R5 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R6, R7 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R8 : 100 Ω (marron, noir, marron)

• Condensateurs
C1 : 2 200 µF / 25 V
C2 à C5, C8, C9, C10 : 100 nF (Mylar LCC)
C6, C7 : 10 µF / 63 V

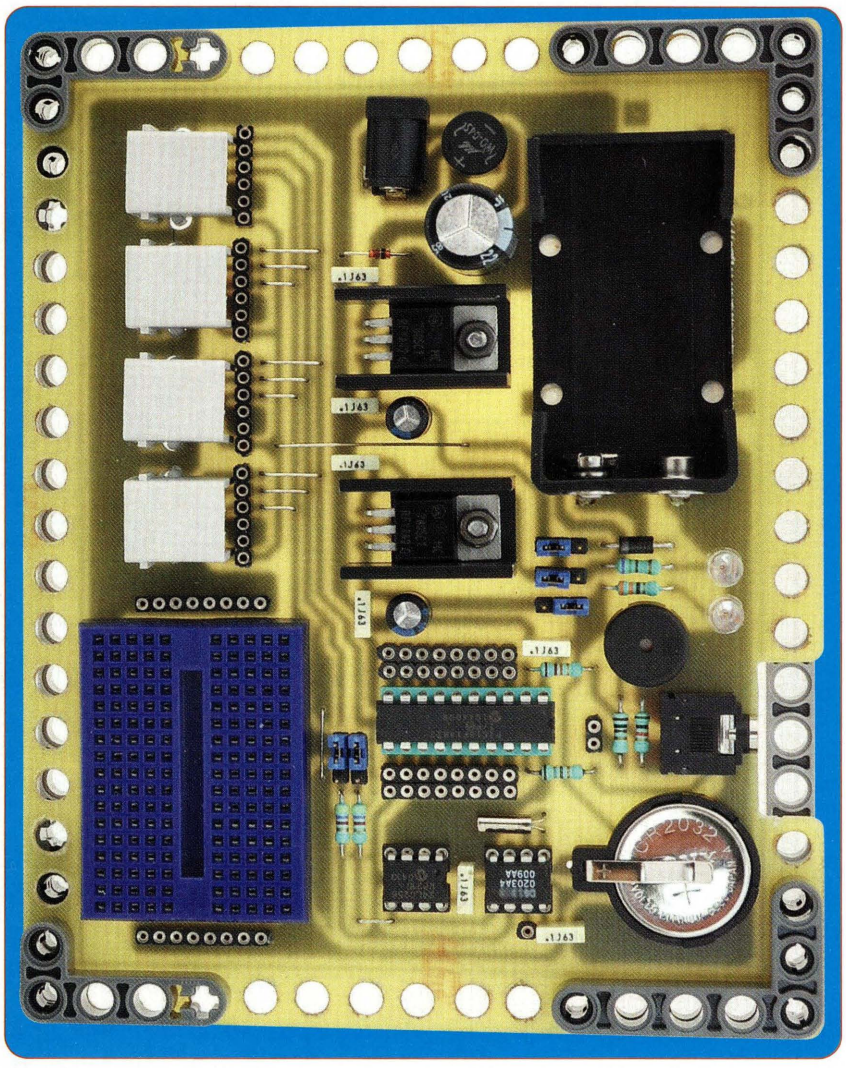
• Semiconducteurs
CI1, CI2 : LM7805 (St Quentin Radio, Gotronic, etc.)
CI3 : PICAXE-20X2 (Gotronic)
CI4 : DS1307 (optionnel), voir texte (St Quentin Radio, Gotronic, etc.)
CI5 : 24LCxxx (optionnel) voir texte (St Quentin Radio, Gotronic, etc.)
D1 : zéner 3,9 V
D2 : 1N5817
PR1 : pont de redressement rond (W-04 par exemple)
LED1, LED2 : Ø 5 mm, verte, haute luminosité

• Divers
2 supports de circuits intégrés à 8 broches
1 support de circuit intégré à 20 broches
1 embase de programmation pour PICAXE (jack stéréo 3,5 pour circuit imprimé)
1 quartz de 32,768 kHz
1 boîtier pour une pile de 9 V
1 pile de 9 V
1 support pour une pile bouton CR2032
1 pile bouton de 3 V : CR2032
1 plaque de câblage sans soudage (breadboard) à 170 contacts
4 embases compatibles LEGO NXT Réf. CON070 (Techsupplies)
1 embase femelle pour alimentation (Ø 2,1 mm)
1 buzzer piézo (Ø 13 mm)
2 dissipateurs type ML26 pour TO220
Barrettes sécables droites «SIL», mâles et femelles
Barrettes sécables droites «tulipe» femelles
5 cavaliers de configuration
Visserie métal (vis, entretoises filetées, écrous et rondelles) Ø 3 mm

5

mètres imposés par les pièces. Les trous périphériques doivent être percés **avec une grande précision**.
Dans le cas contraire, les pièces LEGO ne s'adapteront pas à la platine. Le gabarit de notre circuit imprimé (typon) est parfait. Il suffit de pratiquer des avant-trous successifs de Ø 0,8 mm, Ø 3 mm, avant de percer définitivement à Ø 5 mm.
Suivez scrupuleusement l'implantation de la **figure 5** et la **photo A** pour souder les composants. En premier lieu, soudez les seize straps (ponts de liaisons filaires) et effectuez le câblage en fonction de la taille et de la fragilité des composants. Le quartz est placé horizontalement. Les régulateurs CI1 et CI2 sont vissés contre leurs dissipateurs thermiques. Le support de pile de 9 V est soudé, puis vissé ou collé selon le modèle. Vous disposez d'un espace d'expérimentations constitué de pastilles reliées par bandes. À cet emplacement, nous avons préféré coller une plaque de câblage sans soudages (breadboard) de 170 contacts.
Avant la première mise sous tension, vérifiez votre travail au niveau des pistes du circuit imprimé, de la valeur et du sens des composants.
Les erreurs peuvent avoir des conséquences désastreuses et même présenter un risque d'explosion en cas d'inversion des polarités d'un gros condensateur électrochimique. Pour le premier test, n'insérez aucun circuit intégré, raccordez un bloc secteur, disposez les cavaliers convenablement et testez les tensions en différents points de la platine, notamment sur les supports des circuits intégrés. Les deux leds doivent s'illuminer.
Faîtes ensuite l'essai avec une pile de

A



9 V, en déplaçant le cavalier J1. Si tout se passe bien, **hors tension**, vous pouvez embrocher le PICAXE-20X2 et passer à la programmation.
Les circuits CI4 et CI5 ne servent que si le programme les sollicite et sont incompatibles avec les signaux de certains capteurs LEGO NXT.

Programmation

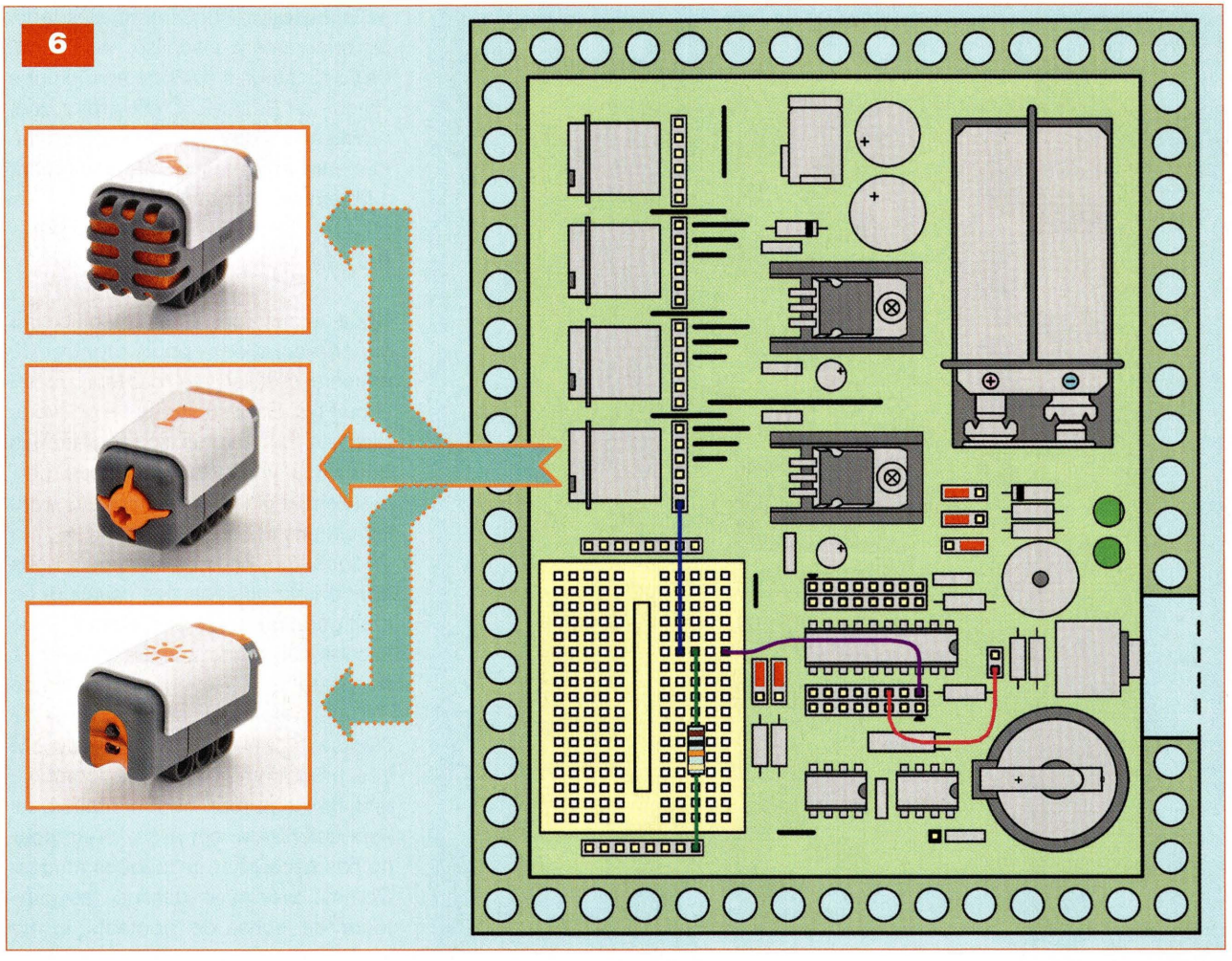
Téléchargez, librement, la dernière version du logiciel «***PICAXE Programming Editor***» sur le site du fabricant des PICAXE. Pour le franciser, il suffit d'ouvrir le sous-menu «Options» du menu «View», de sélectionner l'onglet «Language» et de cliquer sur «French» avant de valider par «Ok».
Nous considérons qu'il est installé sur votre ordinateur.
Sur le site Internet du magazine, vous devez télécharger les programmes en Basic destinés aux différentes expérimentations que nous avons développées pour cet article. Les lecteurs n'ayant pas l'opportunité de se connecter à Internet peuvent obtenir nos fichiers en envoyant à la rédaction un CDROM sous enveloppe autoadressée suffisamment affranchie.
La programmation s'effectue ensuite très simplement par le port USB de votre ordinateur (câble AXE027).
Lancez le logiciel d'édition et de programmation «***PICAXE Programming Editor***». Dans la fenêtre d'options qui s'ouvre automatiquement, sélectionnez le microcontrôleur «***PICAXE-20X2***» et sur l'onglet suivant, le port «sériel» utilisé (émulé à partir du port USB). Raccordez le cordon entre la platine et votre ordinateur, ouvrez le fichier Basic souhaité et lancez la compilation suivie du chargement (dernière icône «Program» sous la barre des menus). Votre programme se lance automatiquement, dès la fin du chargement visualisé sur l'écran de l'ordinateur. Il est logé en mémoire «flash» du PICAXE. C'est-à-dire que, même «hors» tension, le programme demeure et se lance immédiatement à la remise sous tension.

Expérimentations

Nous avons mis au point plusieurs expérimentations pour montrer la manière d'utiliser tel capteur ou tel circuit I²C. Bien sûr, nous ne pouvons pas tout traiter, mais les programmes que nous vous donnons vous permettront d'élaborer les vôtres, avec les circuits I²C de votre choix.
Pour chaque capteur ou circuit, nous donnons la position des cavaliers de configuration et un bref descriptif de l'action du programme. Le cavalier J1 se place en fonction de la source d'alimentation utilisée : (A) pour le bloc secteur et (B) pour la pile de 9 V.
Les programmes en Basic comportent de nombreux commentaires. Ils sont volontairement assez brefs pour ne pas nécessiter de longues études.
Comme précisé ci-dessus, les capteurs de sons, de contacts et de lumière ne travaillent pas en mode I²C, mais en analogique. La **figure 6** donne un plan de câblage supplémentaire qu'il convient de réaliser pour ceux-ci. Il s'agit de la résistance de 10 kΩ de tirage au pôle positif, placée sur la plaque de câblage sans soudages et de deux fils souples reliant la broche 1 de l'embase LEGO à la ligne B.0 du PICAXE-20X2, afin de recueillir la valeur analogique sur le canal ADC01. Un troisième fil raccorde le buzzer piézo à la ligne B.2 du PICAXE-20X2. Ce dernier n'est utile que dans notre dernière expérimentation : celle de l'horloge.

Le capteur de contact LEGO NXT

La **figure 7** montre la position des cavaliers J2 à J5. Utilisez le fichier «Contact.bas». Ce premier programme, le plus simple, affiche en toutes lettres, sur l'écran de l'ordinateur, l'état logique du contact en temps réel et la valeur analogique lue sur le canal de conversion «ADC01».



Le capteur de lumière LEGO NXT

La **figure 8** montre la position des cavaliers J2 à J5. Utilisez le fichier «***Lumière.bas***».

Ce programme affiche en temps réel, en toutes lettres, sur l'écran de l'ordinateur, la valeur analogique lue sur le canal de conversion «ADC01» et si un obstacle de couleur claire réfléchit la lumière émise par le capteur.

Le capteur sonore LEGO NXT

La **figure 9** montre la position des cavaliers J2 à J5. Utilisez le fichier «***Sons.bas***». Ce programme affiche en temps réel, en toutes lettres, sur l'écran de l'ordinateur, la valeur analogique lue sur le canal de conversion «ADC01» et si le micro du capteur perçoit un bruit ou un silence relatif.

Le capteur ultrasonique LEGO NXT

La **figure 10** montre la position des cavaliers J2 à J5. Utilisez le fichier «***Ultrasons.bas***». Ce programme affiche en temps réel, en toutes lettres, sur l'écran de l'ordinateur, la distance en centimètres entre le capteur et le premier obstacle. La valeur lue subit un traitement par calculs pour obtenir une distance cohérente.

Le circuit de mémoire 24LC256

La **figure 11** montre la position des cavaliers J2 à J5. Utilisez le fichier «***Mémoire.bas***». Ce programme incrémente régulièrement une valeur, sauvegarde celle-ci dans la mémoire 24LC256, puis effectue une lecture de la valeur placée dans la dernière adresse avant de l'afficher sur l'écran de l'ordinateur.

Le circuit d'horloge DS1307

La **figure 12** montre la position des cavaliers J2 à J5. Utilisez le fichier «***Horloge.bas***». Ce programme initialise l'horloge sur des données arbitraires. Nous avons choisi la date et l'heure de départ au 1er janvier 2014 à 12 h 00 avant de commencer le comptage. Lorsque ce circuit est intégré dans une application complète aboutie, un procédé à base de touches, commutateur, encodeur, etc. permet de régler les données de départ et à tout instant. L'écran de l'ordinateur affiche ensuite la progression, en temps réel, de l'horaire et de la date, si vous laissez le montage assez longtemps, sous tension. Une pile de 3 V sauvegarde les valeurs en cas de coupure de la tension d'alimentation principale.

Le mot de la fin

Vous êtes maintenant en mesure de développer vos propres projets I²C à base d'un microcontrôleur PICAXE, simple à mettre en œuvre et économique. Un article dans un magazine ne saurait remplacer un livre, mais il présente l'intérêt de vous faire découvrir ce domaine d'applications.

En cas de lacune, plongez-vous dans la documentation technique anglaise des PICAXE, mais vous devriez déjà maîtriser l'essentiel pour programmer, si vous avez suivi nos nombreux articles relatifs aux PICAXE.
Sachez qu'il existe une multitude de circuits communiquant par un bus I²C. Nous en citons trois, très utiles, que vous pourrez expérimenter par vous-même.
Consultez leurs documentations respectives pour connaître les adresses et les brochages.

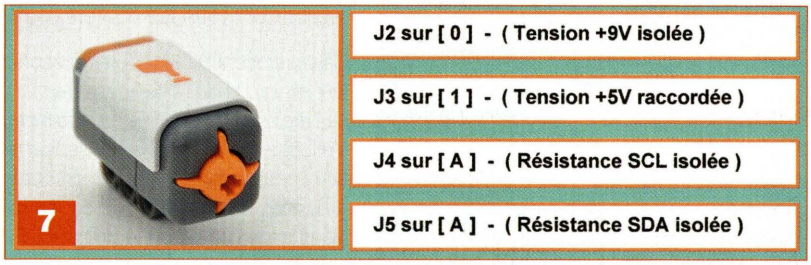
- **Le PCF8574**. Il s'agit d'un circuit d'entrées / sorties sur 8 bits bidirectionnel. Il en existe deux versions : le PCF8574 et le PCF8574A.
  La seule différence, entre les deux, porte sur la partie fixe de l'adresse de base. Les trois bits de l'adresse complémentaire permettent d'employer seize circuits de ce type. Vous obtenez, ainsi, un nombre considérable d'entrées / sorties (128 en tout).
- **Le PCF8591**. Il s'agit d'un circuit comportant un quadruple convertisseur analogique / numérique sur 8 bits, combiné avec la fonction inverse : un convertisseur numérique / analogique sur 8 bits.
  La tension de référence externe doit être comprise entre la masse (0 V) et le +Vcc (+5 V).
- **Le PCF8583**. Ce circuit est une autre horloge possédant une mémoire RAM de 240 octets. A noter la présence d'une fonction alarme, avec une sortie d'interruption.

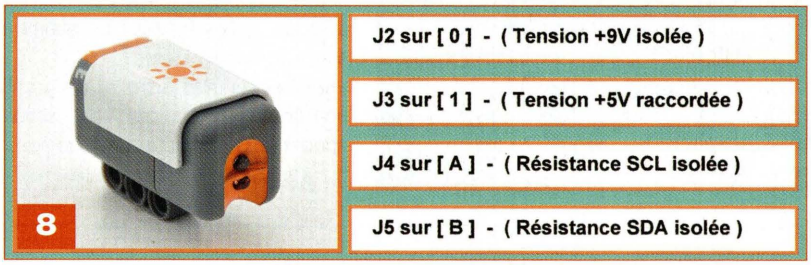
Quand une expérimentation donne entière satisfaction sur notre platine, vous pouvez aisément réaliser un montage définitif, bien abouti, sur circuit imprimé, avec l'assurance d'un fonctionnement garanti.

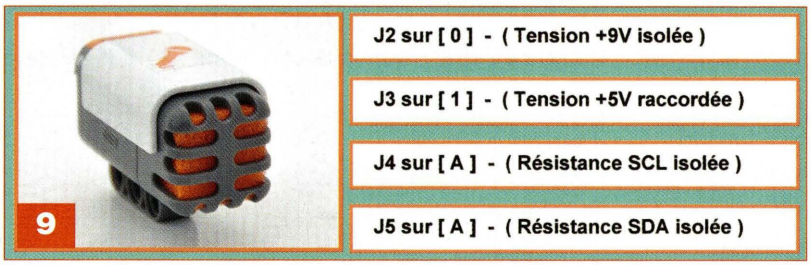
Y. MERGY

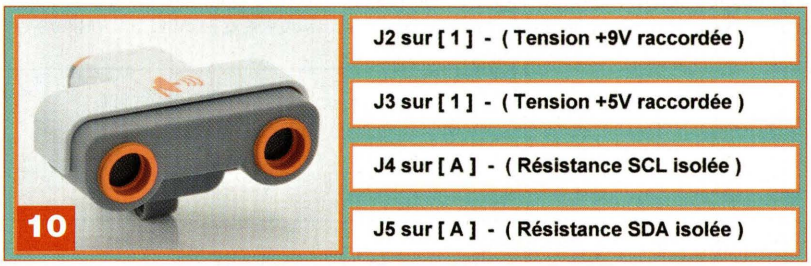
Adresse Internet de l'auteur
Mergy Yves - Électronique, Projets, Loisirs, Études et Développements
myepled@gmail.com

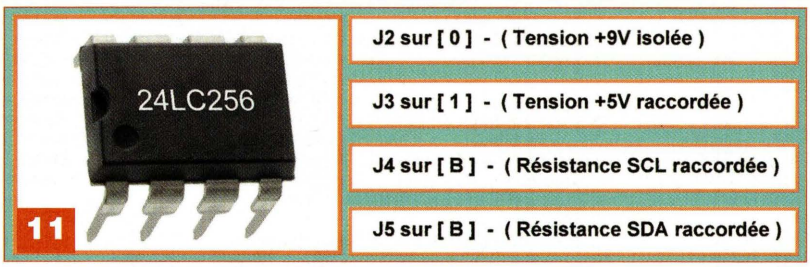
Les liens Internet utiles pour ce sujet
Site du magazine :
http://www.electroniquepratique.com

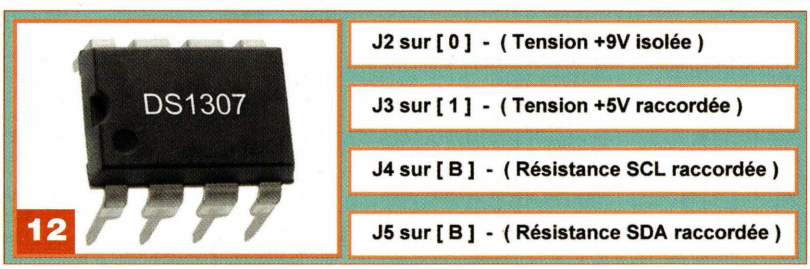












Site Internet de Gotronic (spécialiste du PICAXE) :
http://www.gotronic.fr/
Site Internet de Saint Quentin Radio :
http://www.stquentin-radio.com/
Site Internet de la société A4 Technologie :
http://www.a4.fr/

Site Internet de téléchargement libre du logiciel de programmation et d'édition pour les PICAXE :
http://www.rev-ed.co.uk/picaxe/
Site Internet de la société Techsupplies® distributeurs des embases LEGO NXT :
http://www.techsupplies.co.uk/

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

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

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

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

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

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire *(IBAN : FR76 3006 6109 1100 0200 9580 176/BIC : CMCIFRPP)*
A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

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 (1ère 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 (2e 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 (1ère 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 (2e partie)

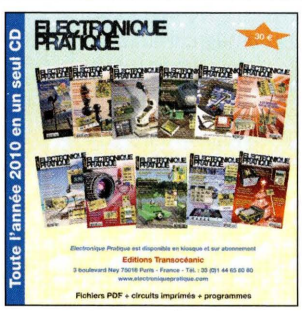
N°351 de Juillet-Août
- S'initier à l'USB (partie 6 : les descripteurs)
- Les circuits code mercenaries IO-WARRIOR 40 et IO-WARRIOR 56, convertisseurs USB / PARALLÈLE
- Station de contrôle pour structures gonflables
- Solarimètre numérique
- Arrosage automatique pour plantes d'intérieur
- Aquariophilie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

N°352 de Septembre
- S'initier à l'USB (partie 7 : l'énumération)
- Eclairage de secours
- Minuterie vocale
- Compte-tours à fibre optique
- Télémètre numérique
- Accordeur pour guitare
- Eclairage secteur progressif
- Télécommande multifonctions pour appareil photo numérique
- Module de protections pour amplificateurs et enceintes

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

N°354 de Novembre
- Un robot filoguidé
- Télésurveillance du secteur 230 V
- Bateau amorceur (2e 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 «Duemilenove». La manette «Nunchuck» de la «Wii»
- Une animation pour sapin de noël
- Bateau amorceur (3e partie)
- Emetteur / Récepteur de surveillance pour appareils électriques 220 V
- Gyrophare à leds
- Robot Arduino commandé par la manette «Nunchuck» de la «Wii»
- Orchestral 500. Amplificateur pour audiophiles 500 W RMS / 4 Ω



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

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

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

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire *(IBAN : FR76 3006 6109 1100 0200 9580 176/BIC : CMCIFRPP)*
A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

Complétez votre collection de ELECTRONIQUE PRATIQUE

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 (2ème 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°371

• Moulin solaire • Composants pour la robotique • Globe d'ambiance à leds avec variateur et télécommande IR • Fréquencemètre 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/programmateur de mémoire I²C

N°374

• Hygromètre - Hygrostat avec capteur HIH 4030/31 • Commande par détection de courant • Barrière ultrasonique • Télémesures 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

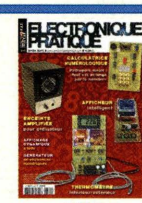
• Les DuinoMite. De véritables petits ordinateurs • Un éclairage redondant • Centrale solaire secourue par le secteur • Un stroboscope • Télécommande originale d'une porte de garage • Analyseur de trafic USB • La compression dynamique en audio

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 (2ème partie) • Clavier de commande pour télécommade Bluetooth sécurisée • Préamplificateur stéréophonique Entrées USB – S/P DIF - linéaires et sortie casque



N°380

• Thermomètre intérieur/extérieur • Générateur de séquences numériques • Calculatrice numérologique Pythagore disait : «tout est arrangé par le nombre» • Enceinte pour ordinateur • Affichage dynamique à leds • Un afficheur intelligent

N°381

• Thermomètre enregistreur • Arrêt automatique d'un fer à repasser • Robot à chenilles • Orchestral 2200. Amplificateur / préamplificateur / correcteur très haute fidélité 2 x 175 W RMS • Simulateur de présence

N°382

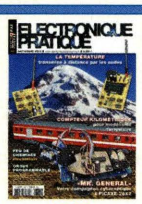
• Réalisation d'antennes • Platine FI - AM et FM large bande-stéréo • Barrière lumineuse à 384 leds • Système de surveillance RF longue portée • MEMSOCO. Jeu de MEMoire de SOns et COuleurs • Accéléromètre / inclinomètre

N°383

• Microcontrôleurs PICAXE et communications RF • Émetteur/récepteur en 5,8 GHz vidéo et audio • Liaison «série» sans fil • Compteur d'énergie • Une «vraie» sirène • Centrale d'alarme universelle à haute sécurité avec antivol • Étude comparative de quelques étages de sortie pour préamplificateurs • Amplificateur avec pentodes EL86 sans transformateur de sortie

N°384

• Applications avec le PICAXE 08M2. Tout petit, mais puissant comme les grands !... (1ère partie) • Utilisation des modules XBee • Orgue programmable (1ère partie) • Répétiteur d'appels téléphoniques • Wattmètre audio de 0,2 W à 100 W • Interrupteur à détection d'approche • Impédancemètre. Mesure de l'impédance des haut-parleurs



N°385

• Applications avec le PICAXE 08M2. Tout petit, mais puissant comme les grands !... (2ème partie) • Les modules transceivers APC220 et APC802 • «Mr. GENERAL». Votre compagnon cybernétique à PICAXE-28X2 • La température transmise à distance par les ondes • Feu de cheminée électronique • Orgue programmable (2ème partie) • Compteur kilométrique pour modélisme ferroviaire

N°386

• Base robotique télécommandée • Push Pull de TETRODES 6L6. Amplificateur monobloc • Système de vision pour robots • Détecteur graduel de chocs • Orchestral 260. Amplificateur - Préamplificateur – Correcteur Haute fidélité 2 x 35 W RMS

N°387

• Utilisation des convertisseurs de tensions • Matrice à 64 leds bicolores avec PICAXE-40X2 • Interface pour Raspberry Pi • Le convertisseur LM 331 • Hygrostat comparatif • Les amplificateurs opérationnels de puissance OPA541 et OPA549 • Carillon pour clocheton

N°388

• Un sapin de Noël en 3D • Microcontrôleur et langage Basic l'UBW32 à PIC32MX795F512L • Les modules PICAXE AXE401 et Arduino Uno • Étude des standards de fréquences • Mesure de la vitesse d'un train par radar • Indicateur de niveau d'une citerne • Récepteur 433 MHz à 2 canaux

N°389

• Conception et réalisation des circuits imprimés • Temporisateur pour insoleuse à base du PICAXE-08M2 • Interface pour Raspberry Pi • Étude des standards de fréquences (2ème partie) • Microcontrôleur et langage Basic PIC32MX795F512 et StickOS • AUDIO PULSE 2200. Amplificateur en classe T, 2 x 200 W RMS / 8 Ω • Surveillance à distance par détection de mouvements

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 €

321	322	327	328	330
332	333	335	336	337
338	339	340	342	344
365	367	369	371	373
374	375	376	377	380
381	382	383	384	385
386	387	388	389	

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 3006 6109 1100 0200 9580 176* - BIC : *CMCIFRPP*)

□ M. □ Mme □ Mlle

Nom Prénom

Adresse

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

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

EP 390

AUDIOPRÉCIS
Amplificateur pour casque

Depuis de nombreuses années, nous publions des réalisations d'amplificateurs «audio» de tous âges et de toutes puissances, mais rarement des amplificateurs pour écoute au casque. Certains lecteurs l'ayant souhaité, nous accédons, ce mois-ci, à leur demande. Un tel appareil est assez délicat à mettre en œuvre car, avec un casque, le moindre bruit parasite, souffle, ronflement, etc., parvient directement aux tympans.

Nous vous proposons un amplificateur haute fidélité, pour un coût très abordable, conçu à base de composants courants. Comme toujours, vous devrez choisir des résistances et des condensateurs de qualité, afin d'obtenir la musicalité escomptée.

L'alimentation pourra paraître imposante, mais elle conditionne la dynamique de l'amplificateur.

Nous avons souhaité le rendre quasi universel.

De ce fait, il accepte les casques d'impédance quelconque, de 8 Ω à plus de 600 Ω. Il permet même une écoute avec des enceintes acoustiques à haut rendement, de 4 Ω à 8 Ω, avec lesquelles il fournit une puissance tout à fait suffisante.

La mise en fonctionnement et l'arrêt s'effectuent en douceur, sans bruit.

La conception même de cet amplificateur le protège des courts-circuits en sorties.

Afin de permettre sa réalisation pour un très large lectorat, nous avons éliminé, au maximum, les câblages externes en optant pour une organisation sur deux platines qui supportent tous les composants.

Muni d'un luxueux coffret aux façades en aluminium brossé, il ne dépareillera pas votre installation «audio».

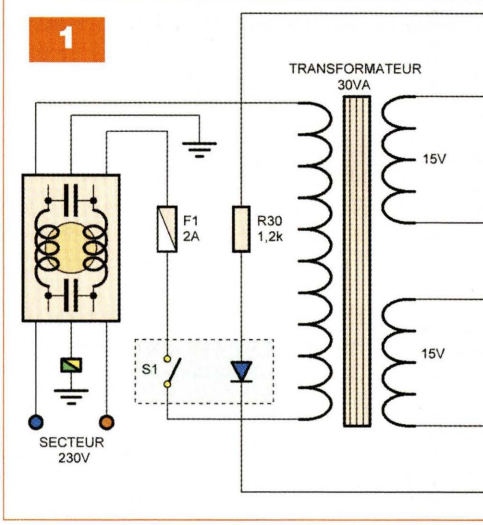
Caractéristiques et équipement

Les mesures de puissance ont été effectuées dans notre laboratoire, à l'aide de la charge passive décrite dans notre numéro 338 et de cinq résistances de précision de 160 Ω, connectées en parallèle, pour obtenir la charge de 32 Ω.

Les oscillogrammes, à la fin de cette étude, visualisent les bonnes performances d'AUDIOPRÉCIS.

- Puissance maximale RMS, à 1kHz sinus, par canal, sous 4 Ω : 0,76 W

1



- Puissance maximale RMS, à 1kHz sinus, par canal, sous 8 Ω : 1 W
- Puissance maximale RMS, à 1kHz sinus, par canal, sous 16 Ω : 1 W
- Puissance maximale RMS, à 1kHz sinus, par canal, sous 32 Ω : 0,74 W
- Temps de montée sur un signal carré de 10 kHz : 9,2 µs pour 17,14 V, soit 1,86 V/µs
- Bande passante : de 20 Hz à plus de 40 kHz
- Sensibilité d'entrée pour la puissance maximale : 1,4 V
- Gain réel : 3,4
- Tension d'alimentation symétrique : ±15 V
- Réglage du volume avec un potentiomètre de précision à variation logarithmique
- Protection contre les courts-circuits en sorties
- Protection contre les tensions continues en sorties
- Protection contre les bruits dans les enceintes, lors de la mise «sous» et «hors» tension
- AOP récent, spécifique aux applications «audio» de qualité
- Luxueux coffret
- Aucune mise au point (fonctionnement assuré dès la dernière soudure)
- Pas de câblages externes des organes de commande, ni du transformateur

Schéma de principe

A propos des composants

Comme toujours, *Électronique Pratique* vous propose des réalisations à base de composants récents intégrant, donc, les derniers perfectionnements.

Cet amplificateur ne déroge pas à la règle. Nous avons sélectionné un amplificateur opérationnel de nouvelle génération, le LME49710, développé pour les applications «audio» de haute performance et de très haute fidélité. Jusqu'à présent, nous utilisions les AOP référencés OPAxxxx, mais ce nouveau venu donne de meilleurs résultats en terme de bruit de fond et de pureté du son. Bien que récent, vous trouverez ce composant auprès de nos annonceurs habituels. Il est possible de le remplacer par un autre amplificateur opérationnel, mais ce sera fatalement au détriment de la qualité d'écoute.

Les transistors de puissance et ceux de commande, bien que très courants et économiques, donnent de très bons résultats.

Ne négligez surtout pas la qualité des composants passifs et, plus particulièrement, celle des condensateurs.

Étude de l'alimentation

Avec un amplificateur «audio», la tension destinée aux enceintes acoustiques, ou au casque, provient directement de celle du secteur, d'où la présence de l'indispensable filtre en amont du primaire du transformateur, afin de partir sur de bonnes bases (**figure 1**).

Le fusible F1 assure la protection et l'interrupteur S1, en face avant, permet l'arrêt et la mise sous tension de l'appareil. Celui-ci intègre une led bleue, alimentée à partir des tensions symétriques, via la résistance R30.

Le transformateur torique de 30 VA fournit deux tensions alternatives de 15 V. Elles sont redressées, séparément, par les ponts PR1 et PR2.

Les condensateurs CX éliminent les impulsions parasites présentes aux bornes des diodes.

Les condensateurs C17 à C20 assurent un filtrage efficace. A ce niveau, les tensions s'élèvent à ±22,5 V.

Le transistor Darlington NPN / T5 régule et stabilise la tension positive à +15 V, grâce aux diodes zéners D7/D9 et la résistance R25, composants raccordés sur sa base.

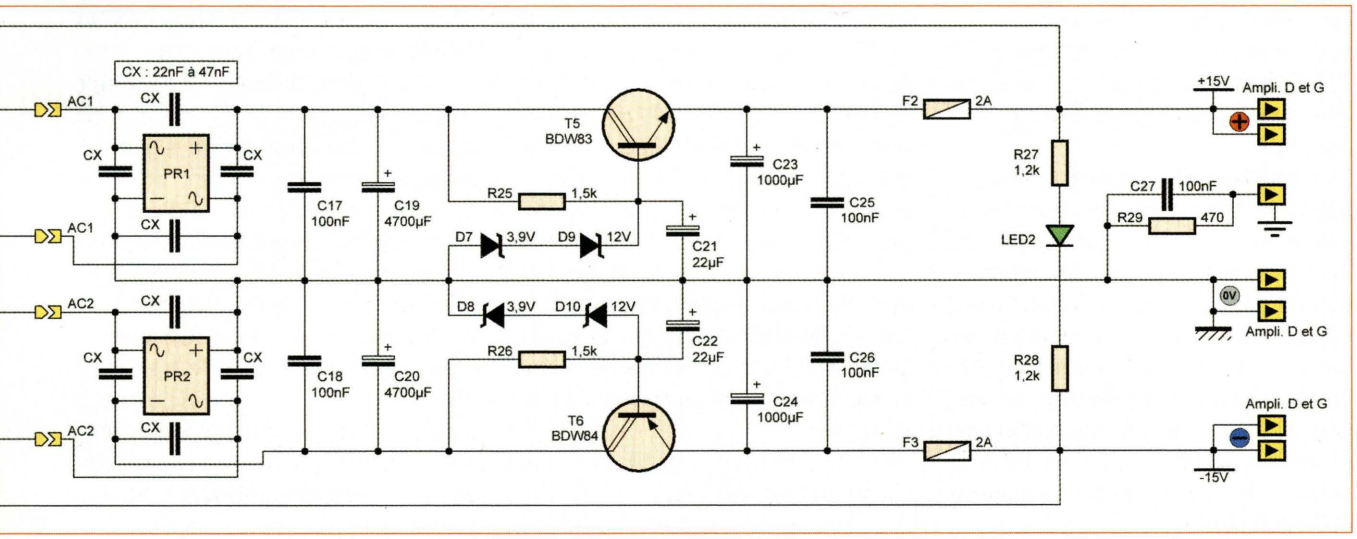
Le condensateur C21 filtre la tension de base de T5. En sortie, nous trouvons les condensateurs C23 et C25 qui effectuent un dernier filtrage.

La tension négative est produite suivant le même principe, de manière symétrique, à base du transistor Darlington PNP / T6.

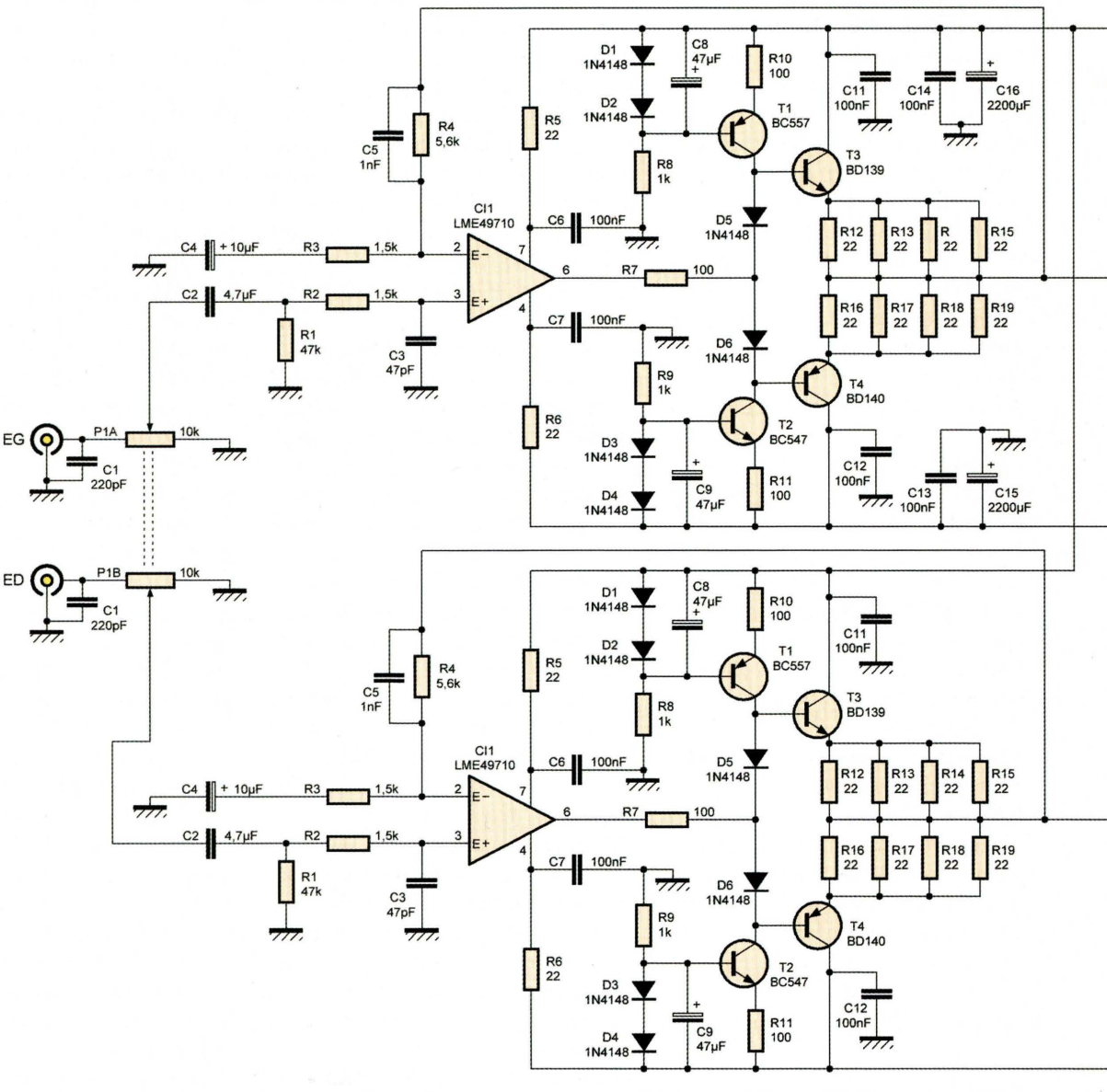
Les fusibles F2 et F3 protègent les tensions symétriques de sorties.

La LED2, limitée en courant par les résistances R27 et R28, atteste du bon fonctionnement total de l'alimentation et du bon état des fusibles.

Le coffret est relié directement à la terre du secteur. Il se raccorde au potentiel de 0 V (masse) via la résistance R29, en parallèle avec le condensateur C27, afin d'éviter que les perturbations du secteur ne se répercutent sur les signaux «audio» de l'amplificateur.



2



Étude de l'amplificateur

L'étude du schéma de principe traite du canal gauche, les deux étant rigoureusement identiques (**figure 2**). Pour cette raison, les composants des deux canaux portent la même référence.

Le signal d'entrée, protégé contre les parasites d'ordre HF par le condensateur C1, attaque l'extrémité du potentiomètre de volume P1. Il transite alors par le condensateur de liaison C2, un modèle MKP non polarisé, au polyester, associé à la résistance R2. Ils constituent un premier filtre passe-haut à 22 Hz, avec une atténuation de -3 dB. Le signal parvient sur l'entrée «non-inverseuse» de l'amplificateur opérationnel CI1.

Le condensateur C4 et la résistance R3 forment un second filtre passe-haut à 10 Hz avec une atténuation de -3 dB. Le gain en tension, théorique, de l'amplificateur s'élève à 4,7. Il est déterminé par le circuit de contre-réaction R4 et la résistance R3, selon la formule : G = 1 + (R4/R3). Dans la pratique, nos mesures nous donnent une valeur moyenne proche de 3,4. Le condensateur C5 évite la mise en oscillation de l'amplificateur.

Les alimentations propres au circuit LME49710 sont issues des tensions symétriques ±15 V, via les résistances R5 et R6.

Leur découplage est confié aux condensateurs C6 à C7.

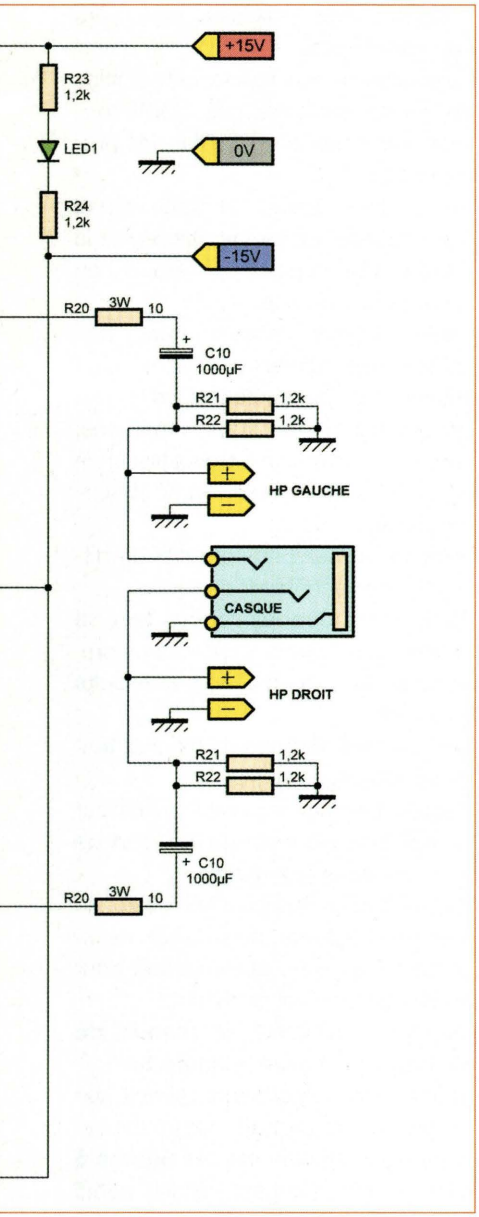
Une source de courant de repos, d'une valeur proche de 12 mA, est constituée du transistor T1, des diodes D1 et D2, des résistances R8 et R10 et du condensateur C8.

Elle commande la base du transistor de puissance NPN / T3.

Au repos, en absence de signal, la majeure partie du courant s'écoule par la sortie de CI1, via la diode D5. Cette diode compense la tension base/émetteur de T3, afin de minimiser la distorsion de croisement.

Un circuit identique, mais symétrique, joue le même rôle pour le transistor PNP / T4.

L'étage de sortie, parfaitement symétrique et du type «push-pull» à transistors complémentaires T3 et T4, fournit la puissance de sortie, prati-



quement sans échauffement. Les résistances R12 à R19 limitent l'intensité du courant qui traverse les transistors T3 et T4. Elles contribuent à la stabilité de l'amplificateur, de ce fait n'abaissez pas leur valeur.

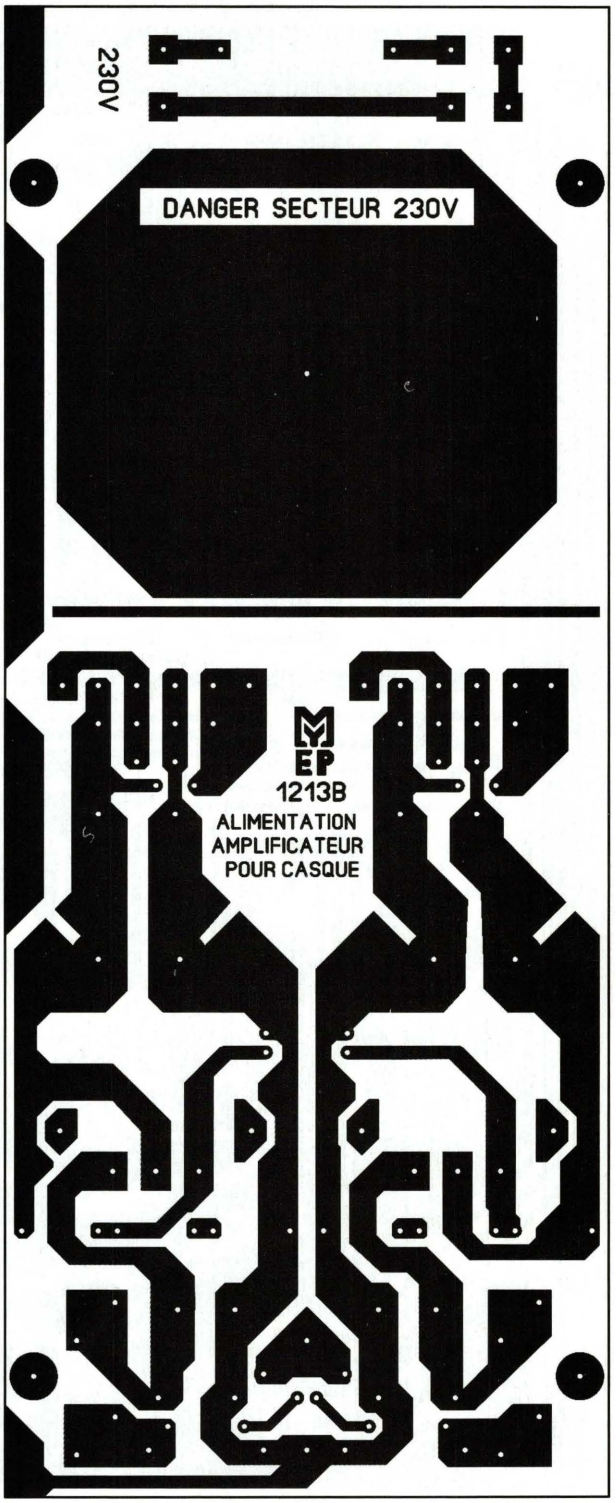
Les condensateurs C11 et C12 découplent l'alimentation, au plus près de chaque transistor de puissance.

Afin d'assurer un meilleur filtrage, un excellent découplage et une bonne réserve de courant, les condensateurs C13 à C16 prennent place en tête de la platine amplificatrice.

La LED1, limitée en courant par les résistances R23 et R24, visualise la présence des tensions d'alimentation.

La résistance R20 joue un rôle protecteur contre les surcharges en sortie. Le condensateur C10, inhabituel avec les amplificateurs à alimentation symétrique, assure une protection contre le courant continu en sortie. Sa valeur se calcule, avec celle de R20, de manière à ne pas limiter les basses fréquences supérieures à 16 Hz. Les résistances R21 et R22 constituent une charge en l'absence de casque ou de haut-parleur.

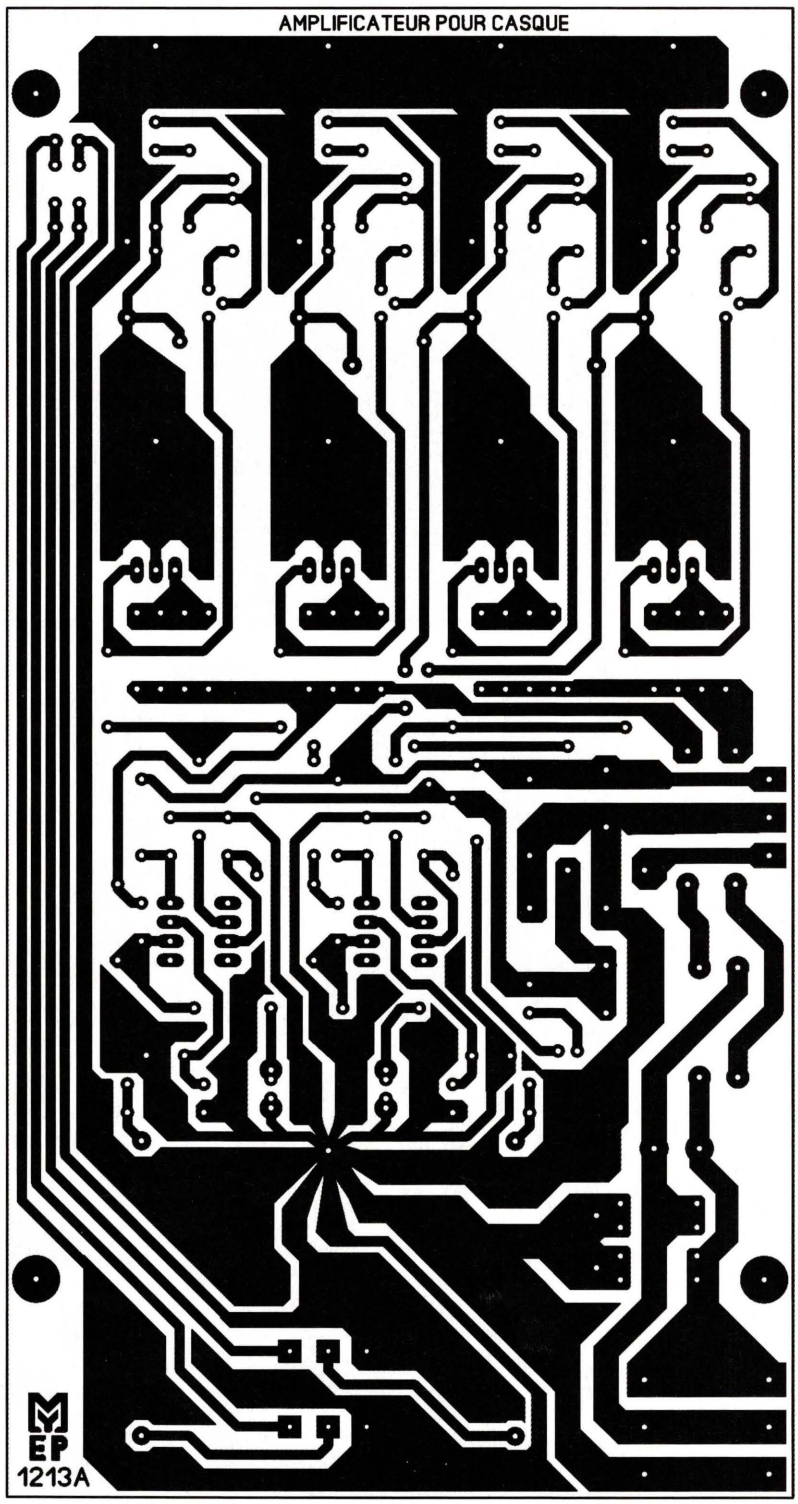
3



La réalisation

Nous vous recommandons de vous procurer l'intégralité des pièces avant de commencer la réalisation, afin de

4



connaître avec précision les divers encombrements.

Pour obtenir une réalisation «audio» de qualité, n'hésitez pas, optez toujours pour des composants de premier choix.

Ne modifiez jamais le tracé d'une piste du circuit imprimé, respectez le câblage des masses en «étoile», en évitant toute boucle.

Reportez-vous fréquemment aux nombreuses figures et photos, bien souvent plus parlantes que les textes.

Gravez les deux circuits imprimés, l'un pour l'alimentation de puissance et l'autre pour l'amplificateur stéréophonique.

Vous ne devriez pas éprouver de difficulté pour accomplir ce travail.

Au besoin, reportez-vous à l'article publié dans notre précédent numéro, il traitait de la confection des circuits imprimés.

Les dessins des deux typons font l'objet des **figures 3 et 4**.

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

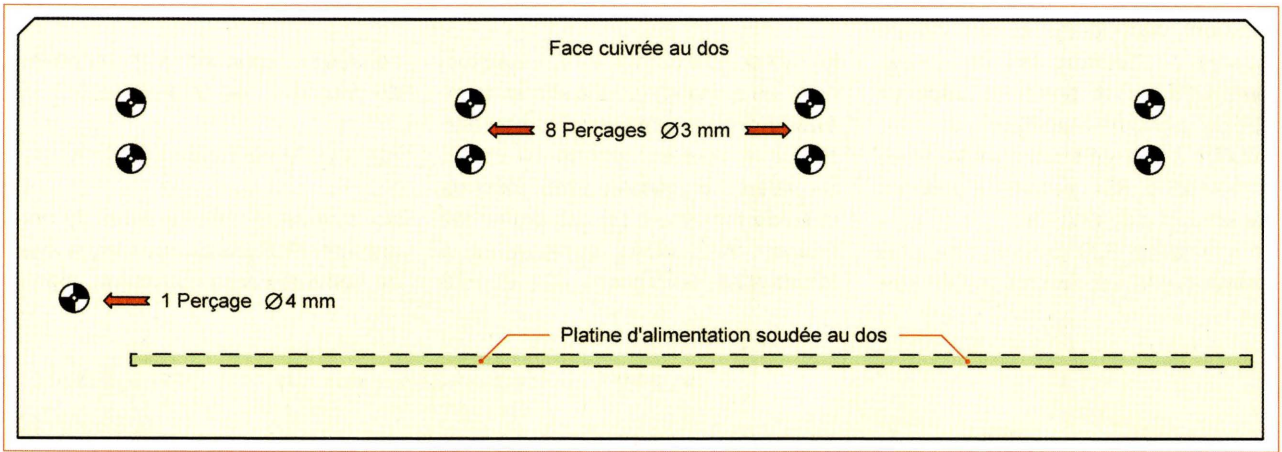
Percez toutes les pastilles avec un foret de Ø 0,8 mm, puis alésez, selon nécessité et enfin ébavurez-les pour obtenir une meilleure finition.

Préparez également **la plaque de blindage** en suivant la **figure 5**.

Soudez les composants, circuit par circuit, en respectant scrupuleusement les implantations des **figures 6 et 7**, en commençant par les ponts de liaisons (straps).

Continuez par ordre de taille et de fragilité des pièces. Les résistances en premier, puis les diodes, les supports des circuits intégrés, les condensateurs au mylar, les condensateurs «Murata», les cosses, les petits transistors en veillant à leur orientation, les leds, les condensateurs «Wima», les porte-fusibles, les ponts de

5



redressement, l'embase jack 6 mm, les transistors de puissance vissés contre leurs dissipateurs thermiques respectifs, les autres condensateurs, le potentiomètre ALPS et, enfin, le transformateur d'alimentation muni de ses coupelles.

Les fils du transformateur sont généralement protégés par un vernis isolant. Prenez soin de les décaper soigneusement avant de les souder à leur emplacement respectif, sans erreur. En cas de doute, **procédez prudemment** à des mesures, à vide.

Par définition, les deux résistances de puissance R20 peuvent chauffer légèrement, il est préférable de les souder en laissant un espace de 5 mm par rapport au circuit imprimé.

Avant de procéder au câblage général, vérifiez votre travail au niveau des pistes, de la valeur et du sens des composants sur les deux platines.

Compte tenu des puissances mises en œuvre et de la présence de la tension du secteur, les erreurs peuvent avoir des conséquences désastreuses et, même, présenter un danger d'explosion en cas d'inversion des polarités d'un gros condensateur électrochimique.

La plaque de blindage se soude perpendiculairement sur la platine d'alimentation, après le câblage des composants, sur les quatre espaces cuivrés réservés à cet effet.

Assurez-vous de bien respecter l'angle droit.

Le perçage du bas permet de passer les fils de la platine d'alimentation vers celle de l'amplificateur.

Les trous supérieurs servent à maintenir des colliers «rilsan» pour l'organisation du câblage.

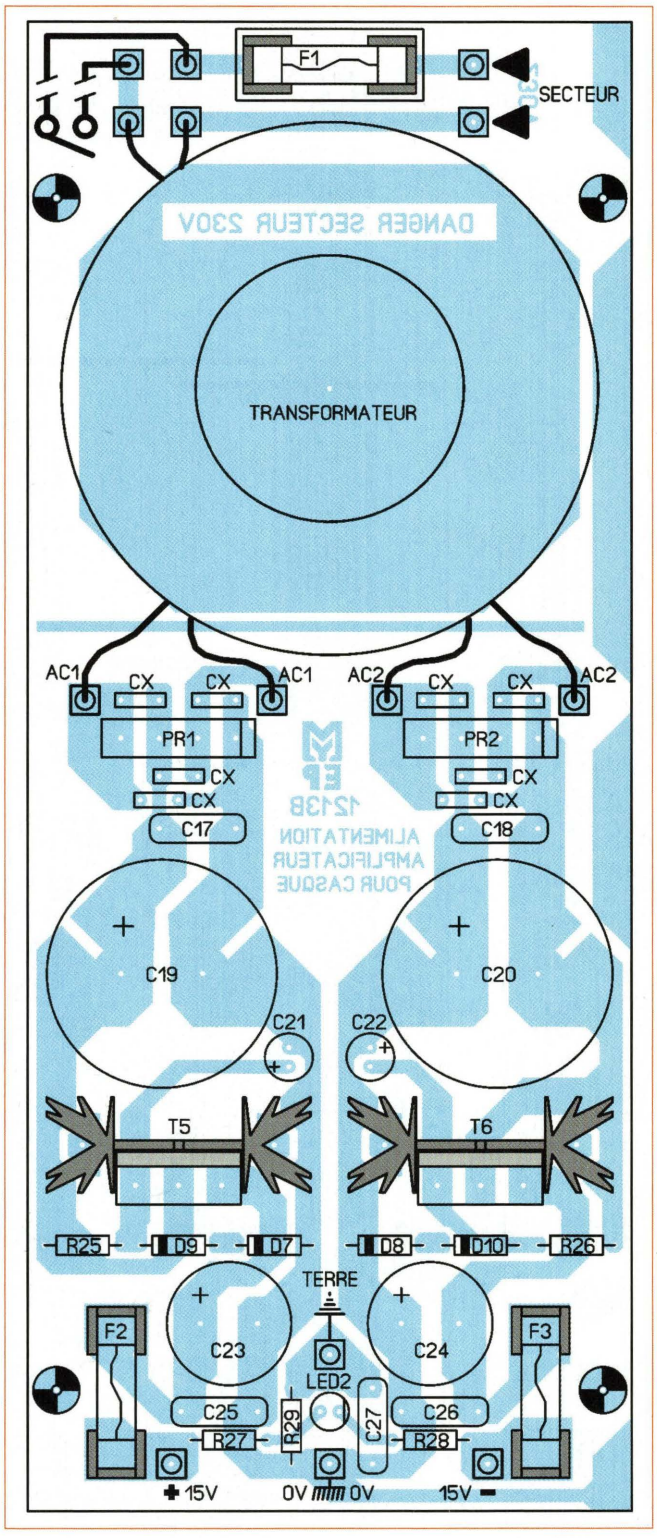
Effectuez, ensuite, tous les câblages sur le fond du châssis en maintenant les fils à l'aide de colliers plastiques, en vous conformant au plan de la **figure 8** et à la **photo A**.

Le filtre secteur «Schaffner» prend place sur la face arrière du coffret. Les raccordements des masses, des alimentations et des embases des haut-parleurs, doivent être effectués au moyen de fils souples torsadés de section 0,5 à 0,75 mm².

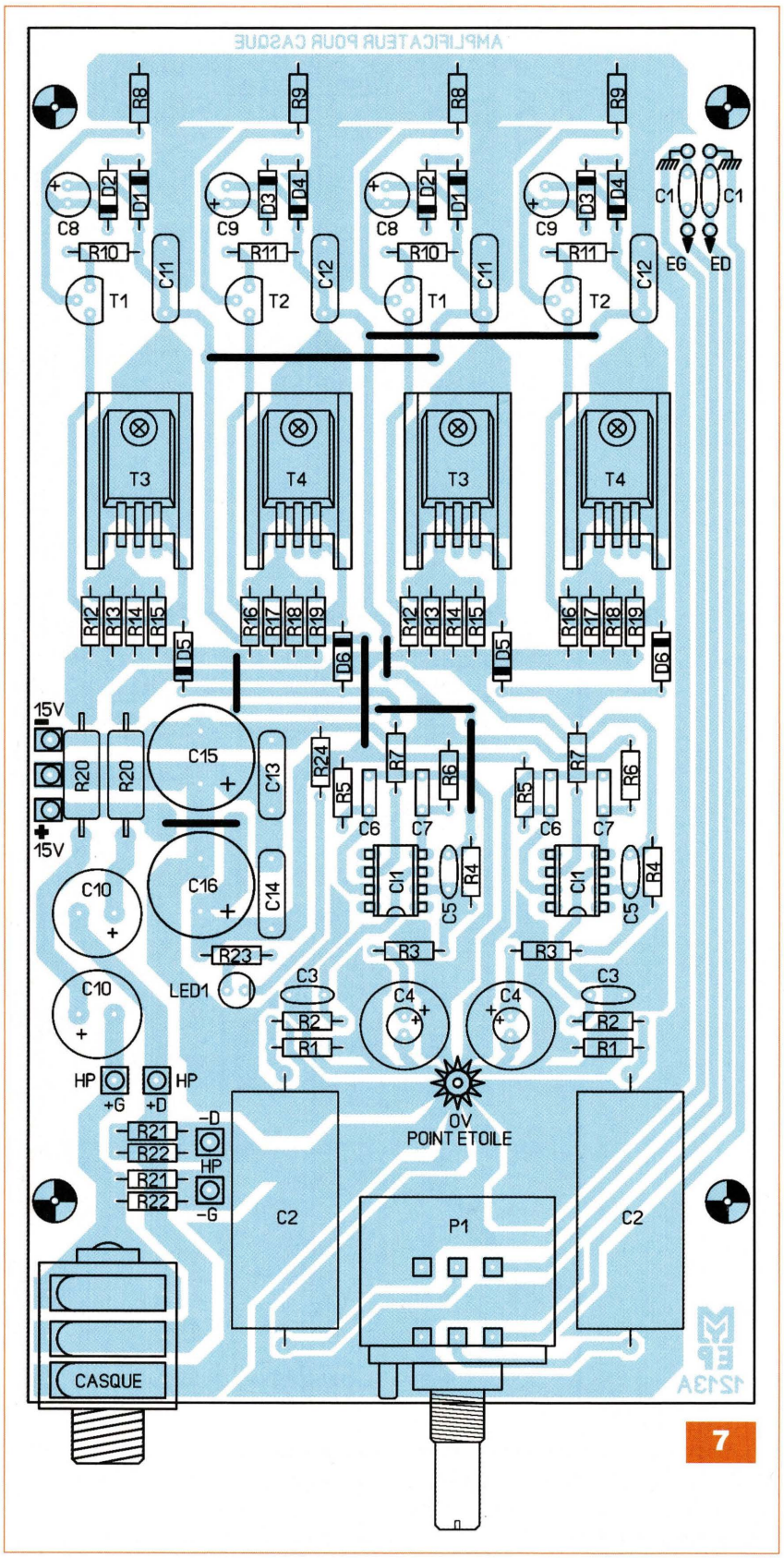
Les entrées sont si proches de leurs embases RCA qu'il est possible de les raccorder à l'aide du même fil. N'effectuez pas de pontage entre les fils de masse, afin d'éviter toute boucle perturbatrice.

La **figure 9** montre le plan coté de la face avant avec ses inscriptions, telle que nous l'avons dessinée. Sur notre site Internet, vous pouvez la retrouver à l'échelle 1:1, ainsi qu'un plan des sérigraphies pour nos lecteurs souhaitant avoir recours à ce procédé.

6



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



Nomenclature

• Résistances 5% (ou mieux 1%) / 1/2 W
(R1 à R22 : prévoir 2 exemplaires)
R1 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R2, R3 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
R4 : 5,6 kΩ (vert, bleu, rouge)
R5, R6, R12 à R19 : 22 Ω (rouge, rouge, noir)
R7, R10, R11 : 100 Ω (marron, noir, marron)
R8, R9 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R21, R22 : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
R23, R24, R27, R28, R30 : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
R25, R26 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
R29 : 470 Ω (jaune, violet, marron)

• Résistance 5 % / 3 W
R20 : 10 Ω (marron, noir, noir)

• Potentiomètre
P1 : ALPS, 2 x 10 kΩ, à courbe logarithmique

• Semi-conducteurs
(CI1 à D6 : prévoir 2 exemplaires)
CI1 : LME49710 (St Quentin Radio)
T1 : BC557
T2 : BC547
T3 : BD139
T4 : BD140
T5 : BDW83
T6 : BDW84
D1 à D6 : 1N4148
D7, D8 : zéner 3,9 V / 1,3 W
D9, D10 : zéner 12 V / 1,3 W
PR1, PR2 : pont de redressement 1,5 A (SKB-B80-C1500, par exemple)
LED1, LED2 : Ø 5 mm verte

• Condensateurs
(C1 à C12 : prévoir 2 exemplaires)
C1 : 220 pF (Murata ou mica argenté)
C2 : 4,7 µF / 5% (MCap, polypropylène qualité «audio»)
C3 : 47 pF (Murata ou mica argenté)
C4 : 10 µF / 63 V

Mise en service

Votre amplificateur est terminé et ne nécessite aucun réglage, il doit fonctionner dès la première mise sous tension ! Raccordez votre casque ou des petites enceintes de qualité, une source «audio» à l'entrée (platine CD par exemple), montez lentement le volume et appréciez à sa juste valeur la qualité musicale de votre AUDIOPRÉCIS.

Attention, le volume augmente très lentement sur la première moitié de la course et plus rapidement sur le dernier quart.

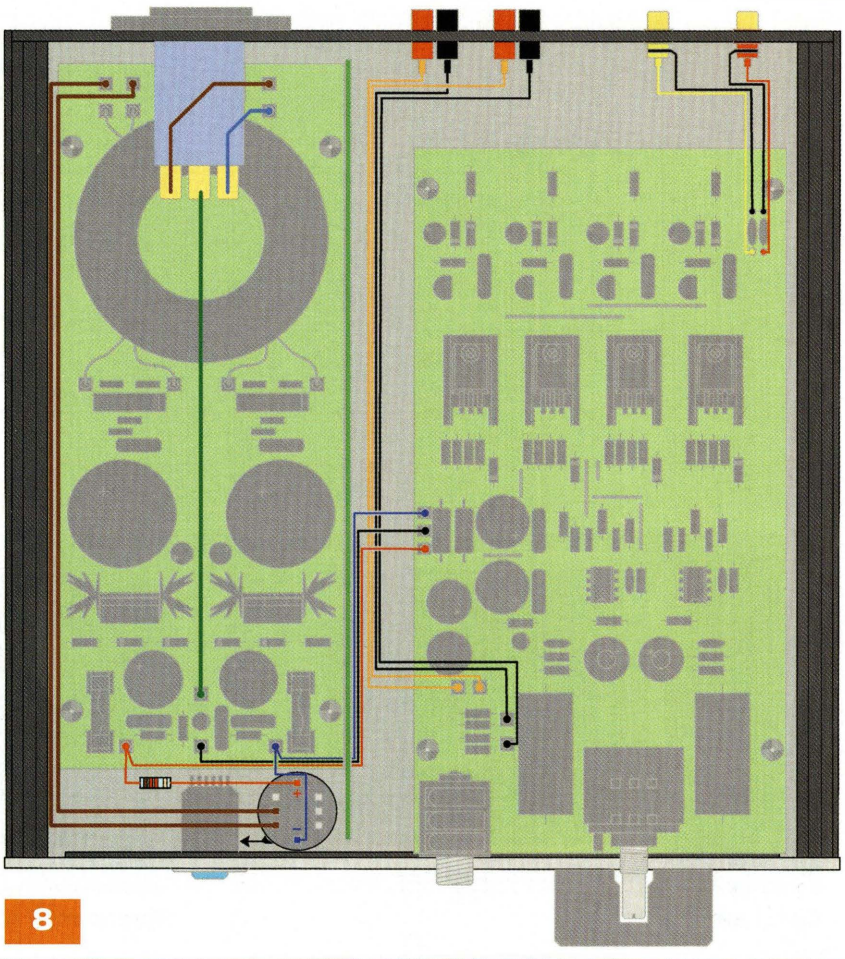
Les trois oscillogrammes montrent la qualité de cette réalisation, que ce soit les signaux carrés à 100 Hz et à 10 kHz que le signal sinusoïdal à 1 kHz.

Pour terminer, mais sans chercher à vous effrayer, nous indiquons l'échelle sonore, exprimée en décibels (dB), avec quelques exemples d'ambiance.

C5 : 1 nF (Murata ou mica argenté)
C6, C7 : 100 nF (LCC pas 5,08 mm)
C8, C9 : 47 µF / 63 V
C10 : 1 000 µF / 35 V
C11, C12 : 100 nF (Wima MKP pas 10,16 mm)
C13, C14, C17, C18, C25, C26, C27 : 100 nF (Wima MKP, pas 10,16 mm)
C15, C16 : 2 200 µF / 35 V
CX : 8 x 47 nF (LCC pas 5,08 mm)
C19, C20 : 4 700 µF / 63 V (SNAP-IN)
C21, C22 : 22 µF / 63 V
C23, C24 : 1 000 µF / 35 V

- **Divers**

4 embases bananes, femelles, pour châssis
2 embases RCA, dorées, pour châssis
1 embase Jack 6 mm, stéréo, pour CI
1 transformateur torique de 2 x 15 V / 30 VA
4 dissipateurs de type ML26, pour TO220
2 dissipateurs de type ML73, pour TO220 à TO264
2 porte-fusibles pour circuit imprimé, pour fusibles en verre, de 5 x 20
1 porte-fusible isolant, pour circuit imprimé, pour fusibles en verre, de 5 x 20
3 fusibles de 2 A, en verre, de 5 x 20
1 interrupteur 16 mm, INOX, cercle bleu, 250 V / 3 A, avec led bleue (Audiophonics)
Cosses «poignard» pour circuit imprimé
Fils souples de faible et forte section
Gaines thermo-rétractables de plusieurs diamètres
Visserie métal Ø 3, 4 et 6 mm
Entretoises filetées M3
1 filtre secteur Schaffner FN9222B-10-06 (Audiophonics)
1 coffret Galaxy GX-283 (St Quentin Radio - Audiophonics)
2 supports de circuit intégré à 8 broches
1 bouton en aluminium, de couleur argent, Ø 30 mm

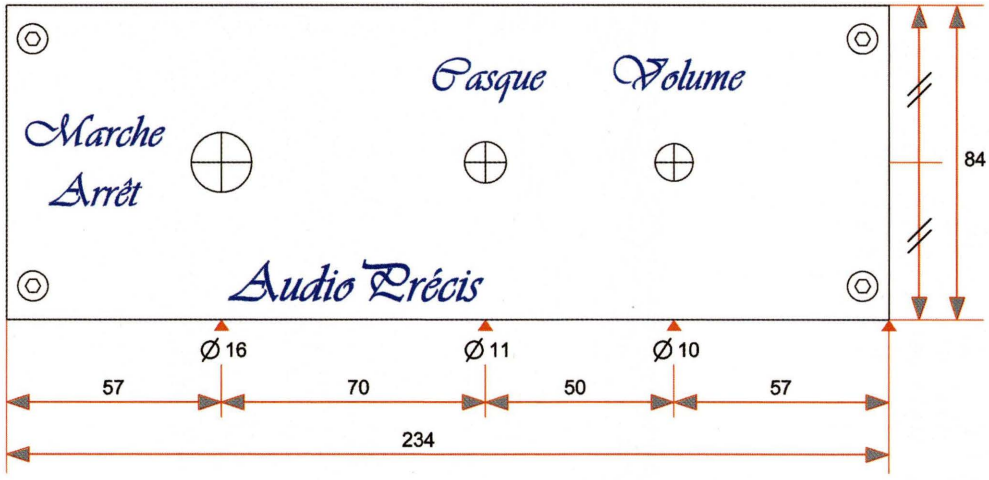


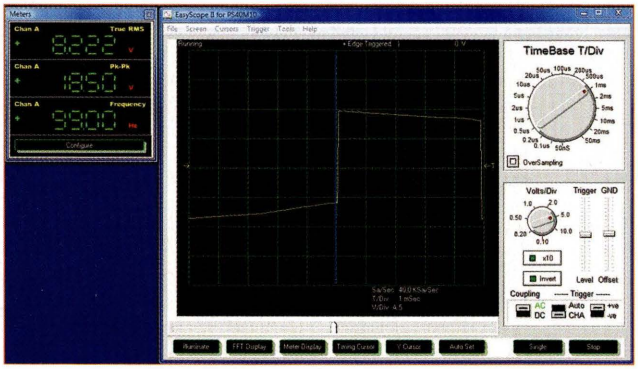
8

A

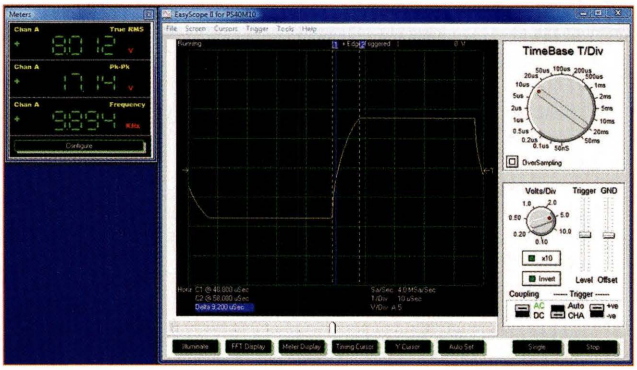
- 0 dB : Seuil d'audibilité humaine
- 0 à 10 dB : Local d'essais acoustiques
- 20 à 25 dB : Studio d'enregistrement, campagne sans vent, oiseaux ou insectes
- 25 à 35 dB : Chuchotement, lieux de culte
- 35 à 55 dB : Lieux de repos, bureaux, salles de classe
- 55 à 75 dB : Conversation, lieux de vie, grands magasins
- 75 à 90 dB : Cris, rues animées, fort trafic urbain
- 90 à 100 dB : **Baladeur et casque à fort volume**, sports mécaniques, discothèques

9

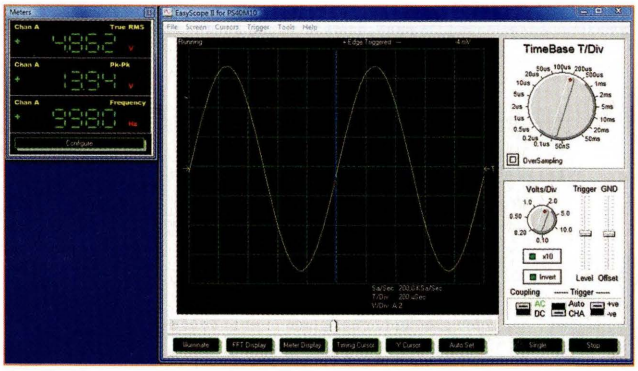




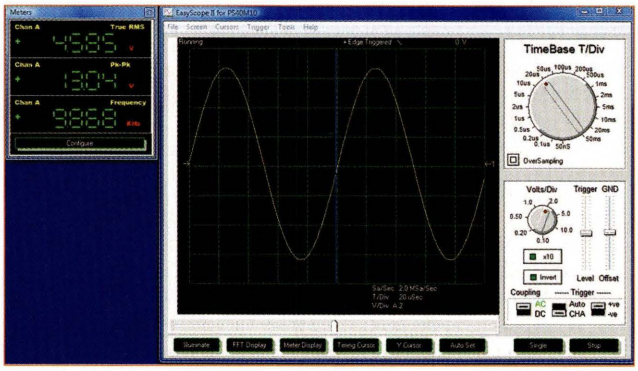
Signal carré à 100 Hz



Signal carré à 10 kHz



Signal sinusoïdal à 1 kHz



Signal sinusoïdal à 10 kHz

- 100 dB : Marteau piqueur
- 110 dB : Concerts, alarmes
- 130 dB : Avion au décollage à 100 m
- 180 dB : Fusée au décollage

Pour information, le seuil de gêne fixé par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) est fixé aux alentours de 55 dB. Au delà de 70 dB, le bruit peut occasionner des lésions de l'oreille, à court ou long terme.

- à 85 dB : ne pas dépasser 20 h par semaine
- à 90 dB : ne pas dépasser 7 h par semaine
- à 100 dB : ne pas dépasser 2 h par semaine
- à 105 dB : ne pas dépasser 45 mn par semaine
- à 110 dB : ne pas dépasser 2 mn par semaine
- à 120 dB : ne pas dépasser 1 mn par semaine
- à partir de 120 dB, le seuil de douleur est atteint
- à plus de 140 dB, il y a un risque de destruction de l'organisme : la mort !

Y. MERGY
myepled@gmail.com

Les liens Internet utiles pour ce sujet

Site du magazine :
http://www.electroniquepratique.com

Site Internet de la société Saint Quention Radio :
http://www.stquentin-radio.com
Site Internet de la société Audiophonics :
http://www.audiophonics.fr
Site Internet de la société Gotronic :
http://www.gotronic.fr
Site Internet de la société Reichelt :
http://www.reichelt.com

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

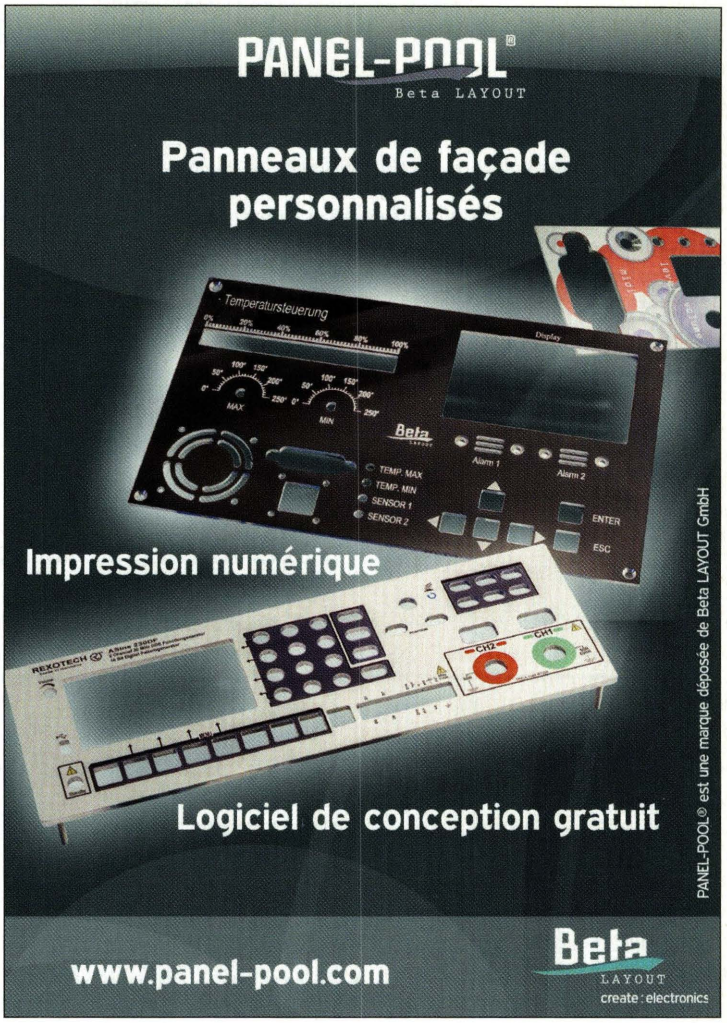
Des montages à la portée de tous en suivant pas à pas nos explications

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

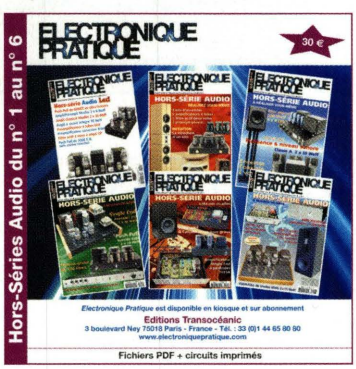
France : 30 € Union européenne : 32 €
Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

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

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire
(IBAN : FR76 3006 6109 1100 0200 9580 176/BIC : CMCIFRPP)
A retourner accompagné de votre règlement à :
TRANSOCÉANIC
3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80



Hors-Séries Audio du n° 1 au n° 6



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire *(IBAN : FR76 3006 6109 1100 0200 9580 176/BIC : CMCIFRPP)*
A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

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 (l 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

RECHERCHE Quartz de fréquence 38 kHz.
Faire offre à stneve@cegetel.net ou 03 29 45 50 08, merci

VDS Thruline Wattmeter modèle 43 S/N 291 891 Bird Electronic Corporation + Bouchon 50-125 MHz, 1 charge 300 W Input 1-650 MHz modèle MFJ-260CN.
mail : schmitt.bs@orange.fr

RECHERCHE Quartz en boîtier HC26 de fréquence 38 kHz.
Merci de me contacter par mail : daniel.fauconier@sfr.fr ou tél. : 05 47 80 03 25 + répondeur.

VDS ANGRC9 FR sans accessoires, propre, à revoir : 70 €, port compris + casque HS30, tbe : 10 € + port + récepteur R209 MK1, anglais, de 2 MHz à 20 MHz AM, BLU, FM, bon état de fonctionnement, 6 V : 170 €, port compris + ampli Power APK70, 8 Ω, fonctionne : 70 € + port + mixage PMK 703C, 2 AUX, 2 phono, 1 DJ : 50 € + port, bon état de fonctionnement.
Tél. : 05 56 78 31 91

ACHÈTE le numéro 345 d'Electronique Pratique.
Tél. : 04 68 50 44 94 après 18 h

CHERCHE circuit intégré NE505 pour montage AM-FM, 144 MHz.
Tél. : 06 49 54 87 10

RECHERCHE photocopie ou PDF du cours «Langage Delphi pour électronicien» paru dans Elektor N^{os} 319, 320, 321, 322, 323, 324, 327, 327, 328, 329, 330. Photocopie ou PDF des articles «Télécommande robotique améliorée» paru dans Electronique Pratique N°290 et «Platine de commande robotique» paru dans Electronique Pratique n°379.
E-mail : tantely91@gmail.com

RECHERCHE personne ayant l'adresse de Jaeger Elektronik.
Tél. : 04 86 81 95 53

CHERCHE documentation technique ou schéma d'application du CI MOSTEK MK50373, utilisé dans les radio-réveils Brandt et Saba.
Faire offre à : pge@laposte.net.

Jeune homme expérimenté, Ingénieur en télécommunication et informatique, cherche un emploi : informaticien ou électronicien ou technicien en télécommunication.
Tél. : 06 71 60 45 96 ou mail : ndrianalala@gmail.com

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*

IMPRELEC
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 IMPRIMES
de qualité professionnelle SF ou DF étamés, percés sur V.E.8/10 ou16/10° 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} EP 390

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville/Pays

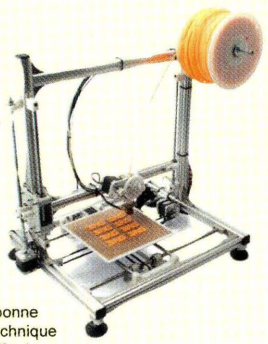
Tél. ou e-mail :

• TEXTE À ECRIRE TRÈS LISIBLEMENT •

GO TRONIC

ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

IMPRIMANTE 3D EN KIT K8200

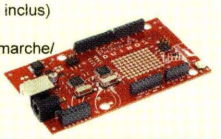


Kit imprimante 3D permettant d'imprimer des objets de maximum 20 x 20 x 20 cm en utilisant de l'ABS ou du PLA (fil en plastique de 3 mm). Rapide et précise, même pour les impressions à des vitesses plus élevées. Elle est compatible avec tous les logiciels et micrologiciels RepRap gratuits. L'imprimante est constituée de profilés d'aluminium permettant un montage facile. Livrée avec un lit chauffant. Le fil PLA est recommandé pour débuter et est disponible en de nombreuses couleurs. Le fil ABS requiert une bonne maîtrise de l'imprimante. Aide technique visible sur www.k8200.eu/support/faq/

Spécifications
- barres linéaires à billes: 8 et 10 mm
- technologie: FFF (Fused Filament Fabrication) pour le PLA et ABS
- alimentation: 15 Vcc/100 W (adaptateur inclus)
- port FTDI USB 2.0 vers série
- dimensions de la zone d'impression: 20 x 20 x 20 cm
- vitesse d'impression typique: 120 mm/s
- buse d'extrusion: 0,5 mm
- thermistance d'extrusion: CTN de 100 kΩ
- profilés en aluminium extrudés: 27,5 mm de largeur
- mouvement: 4 moteurs pas-à-pas NEMA 17
- résolution mécanique nominale:
  X et Y : 0,015 mm (pas minimum dans les directions X et Y)
  Z: 0,781 µm (pas minimum dans la direction Z)
- résolution d'impression nominale:
  épaisseur de la paroi (X,Y): 0,5 mm
  épaisseur de la couche (Z): 0,20 - 0,25 mm
- dimensions: largeur: 50 cm, profondeur: 42 cm, hauteur: 62 cm
- poids: 9 kg
- logiciel: Repetier, ver. 0.84 ou sup. à télécharger sur www.repetier.com
- livrée avec un échantillon de PLA noir de 5 m, un adaptateur secteur et un cordon USB. Plus d'information sur www.gotronic.fr.

Type	Désignation	Code	Prix ttc
K8200	Imprimante 3D	01289	699.00 €

CARTE EDUCADUINO



Carte fabriquée en france et basée sur un ATMega328 compatible Arduino. Les connecteurs latéraux sont identiques à une carte Arduino classique la rendant 100% compatible avec les shields disponibles. Par rapport à une carte Arduino Uno classique, Educaduino propose:
- une zone de prototypage de 80 pastilles
- un connecteur pour un afficheur (non inclus)
- une connexion pour boîtier de pile
- un emplacement pour un interrupteur marche/arrêt (non inclus)

Module prêt à l'emploi.
Plus d'infos sur www.gotronic.fr.

Type	Désignation	Code	Prix ttc
EDUCADUINO	Carte Educaduino	32478	29.90 €

MODULE arLCD

Module arLCD de EarthMake combinant une carte compatible Arduino Uno R3 avec un écran tactile LCD couleur de 3,5" . Permet de réaliser un projet évolué très rapidement. La carte Arduino se programme via le logiciel IDE Arduino (cordon USB inclus). Alim.: 6 à 9 Vcc via le connecteur alimentation. Consommation: 200 mA. Mémoire Flash de 4 Mb pour le stockage d'images. Rétro-éclairage par led. Contraste: 500:1.
Dim.: 77 x 77 x 20 mm
Plus d'infos sur www.gotronic.fr

Type	Code	Prix ttc
MODULE ARLCD	32266	86.90 €

STATION A AIR CHAUD ECONOMIQUE SL200

Station à air chaud économique pour la réparation de composants CMS. Flux d'air et température réglables en fonction de la soudure. Refroidissement automatique pour une durée de vie prolongée. Alimentation: 230 Vac
Consommation: 700 W
Plage de température: 100 à 450 °C
Débit d'air: 120 l/min maxi
Dim.: 153 x 151 x 100 mm
Poids: 1,3 kg.
Plus d'infos: www.gotronic.fr.

Type	Désignation	Code	Prix ttc
SL200	Station à air chaud	30295	88.90 €

CARTE PCDUINO V2

Mini PC à hautes performances pour un prix très abordable équipé d'un module Wifi et supportant Ubuntu et Android ICS. Il suffit de raccorder la carte une alimentation 5 Vcc, un clavier, une souris et un écran pour être opérationnel. Sortie vidéo HDMI. Elle peut utiliser la plupart des shields compatibles Arduino 3,3 Vcc grâce aux connecteurs latéraux (nouveauté par rapport à la version V1). Une API a été développée et permet aux utilisateurs du pcDuino d'utiliser le langage de programmation Arduino.
Plus d'infos sur www.gotronic.fr.

Type	Désignation	Code	Prix ttc
PCDUINO V2	Carte pcDuino V2	32440	69.00 €

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	3.20 €
PICAXE-18M2	16 E/S	25282	3.55 €
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

reichelt électronique

Une qualité professionnelle à prix discount

ICI, JE TROUVE TOUT – DE L'ÉQUIPEMENT POUR LE POSTE DE TRAVAIL JUSQU'AUX ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION

TOUT EN TOUTES PETITES QUANTITÉS ET À UN SUPER PRIX !

Tout pour mon projet !

www.reichelt.fr

- ✓ Plus de 45 000 produits en stock
- ✓ Pas de supplément pour les petites quantités
- ✓ Service de livraison internationale rapide
- ✓ Expédition protégée par assurance
- ✓ 97 % des clients satisfaits

(Source : www.shopauskunft.de)

www.reichelt.fr

DÉCOUVRIR MAINTENANT

Site Internet et service clients en allemand et en anglais.