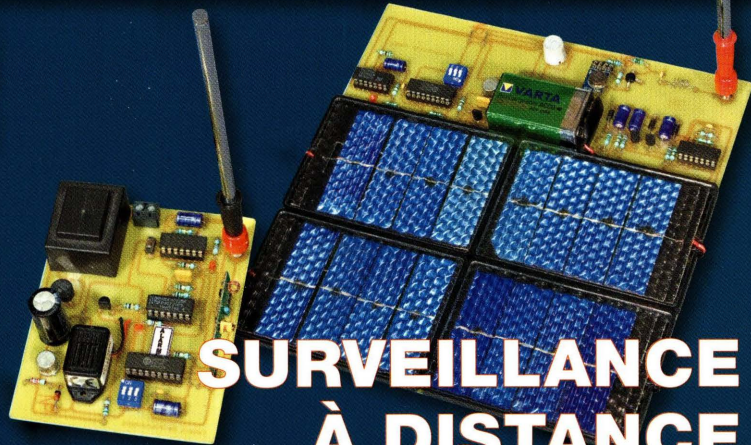


MICROCONTRÔLEUR ET LANGAGE BASIC

PIC32MX795F12
et StickOS



**SURVEILLANCE
À DISTANCE**
par détection
de mouvements

AUDIO PULSE 2200

avec
modules
Tripath

2 x 200 W
sur 8 Ω



• 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 SCAD

L 14377 - 389 - F: 6,00 € - RD



AMPLIFICATEUR EN CLASSE T

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



ABONNEZ-VOUS

22€
seulement

au lieu de ~~27€*~~



6 N° par an

hifi vidéo home cinéma
n° 414 Novembre-Décembre 2013

Les **45** meilleurs produits testés par la rédaction

BEST OF hifi vidéo 2013

La sélection High-Tech pour toute la famille
LE SHOPPING DES FÊTES

Bancs d'essais

- Ampli Hi-Fi stéréo Yamaha A-5201
- Système d'enceintes 2.1 Dali Fazon Mikro + Fazon Sub1
- Ampli pour casque Micromega My3ic
- Casque B&O BeoPlay H6
- Vidéo-projecteur BenQ W1400
- Enceinte sans fil + lecteur déporté Panasonic SC-NE5
- Téléviseur Ultra HD Sony KD-55X9005
- Tablette Google Nexus 7
- Vidéo-projecteur ViewSonic PJ07820
- Smartphone Android LG G2

HD MAG
Star Trek : Into Darkness
et toutes les sorties en Blu-ray et DVD

- 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,...

En kiosque tous les 2 mois

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

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 389 - JANVIER 2014

Initiation

- 7 Conception et réalisation des circuits imprimés

Loisirs

- 14 Temporisateur pour insoleuse à base du PICAXE-08M2

Micro/Robot

- 20 Interface pour Raspberry Pi
33 Microcontrôleur et langage Basic
PIC32MX795F512 et StickOS

Domotique

- 25 Surveillance à distance par détection de mouvements

Labo

- 45 Étude des standards de fréquences (2^{ème} partie)

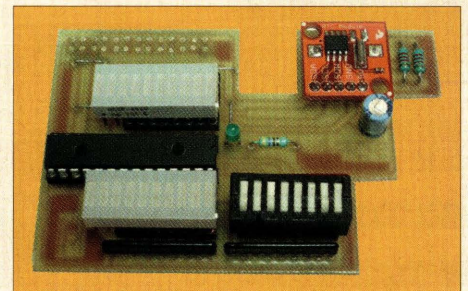
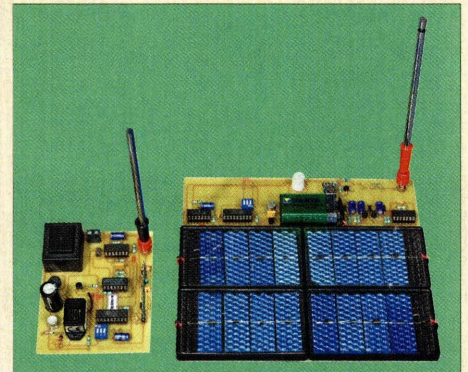
Audio

- 54 AUDIO PULSE 2200.
Amplificateur en classe T de 2 x 200 W RMS / 8 Ω

Divers

- 13 Bulletin d'abonnement
19 CD «Picaxe à tout faire»
53 Vente des anciens numéros
65 CD «Année 2011» et CD «Et si on parlait tubes...»
66 Petites annonces

**La rédaction vous présente
ses meilleurs vœux pour l'année 2014.**



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, J.L. Vandersleyen

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

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

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

Imprimerie : 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 : sgr@stquentin-radio.com

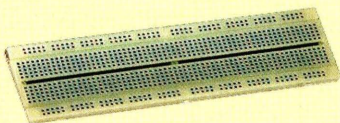
Prix TTC donnés à titre indicatif

Arduino

CHIP KIT uno 32	36,00€
ARDUINO proto shield	9,00€
ARDUINO proto shield motor rev 3	39,00€
ARDUINO pro 328 3v3 - 8 MHZ	25,00€
ARDUINO pro mini 328 - 5v - 16 MHZ	25,00€
ARDUINO pro mini 328 - 3v3 - 8 MHZ	25,00€
ARDUINO xbee shield	25,00€
ARDUINO xbee antenne integree	35,00€
ARDUINO mini light	24,00€
ARDUINO nano	38,00€
ARDUINO uno	29,50€
ARDUINO leonardo	32,00€
ARDUINO lilypad	27,00€
ARDUINO ethernet shield	40,50€
ARDUINO mega	57,50€
ARDUINO ethernet wo-poe	75,00€
ARDUINO shield afficheur bleu	27,00€

Plaque Sans Soudure

PLAQUE TYPE BREADBOARD



SD 1 - 270 CONTACTS	4,50€
SD 12 - 840 CONTACTS	9,50€
SD 24 - 1680 CONTACTS + 3 BORNES	23,00€
SD 35 - 2420 CONTACTS + 4 BORNES	29,00€
Cable rigide pour BREADBOARD	0,25€ le metre

(rouge noire vert jaune)

Tubes électroniques

2A3 - Sovtek	54€50	ECC 82 - 6U8A	17€
12AX7LPS - Sovtek	15€	ECL 86 - 6GW8 Mullard	35€
12AX7 Tungsol	15€	EF 86	24€
12AX7WA - Sovtek	15€	EL 34 - JJ	22€
12AX7WB - Sovtek	16€	EL 34 - EH	18€
12AX7WC - Sovtek	19€	EL 84 - Sovtek	10€
12AX7 JJ TESLA	15€	EL 84 - JJ TESLA	15€
12AX7 voir ECC83		EL 86 EH	14€
12BH7 - EH	15€	EM 80 - 6E1PI	35€
5AR4 - GZ34 - SOVTEK	25€	GZ 32 - 5V4	19€
5R4 WGB	18€	GZ 34 voir 5AR4 Sovtek	
5725 - CSF Thomson	12€	OA2 Sovtek	13€
5881 WXT Sovtek	17€	OB2 Sovtek	14€
6550 - EH	34€	6CA7 - EH	21€
6922 - EH	18€	lot de 2 tubes appairés	
6C45Pi - Sovtek	23€	300B - EH	155€
6CA4 - EZ 81 - EH	15€	845 - Chine	229€
6H30 Pi EH gold	31€	6550 - EH	68€
6L6GC - EH	20€	6L6GC - EH	40€
6L6WXT - Sovtek	20€	6L6WXT - Sovtek	40€
6SL7 - Sovtek	14€	6V6GT - EH	33€
6SN7 - EH	21€	EL 34 - EH	36€
6V6GT - EH	18€	EL 34 - Tungsol	49,50€
ECC 81 - 12AT7-JJ	15€	EL 84 - EH	29€
ECC 81 - 12AT7-EH	13,50€	EL 84M - Sovtek	39€
ECC 82 - 12AU7-JJ	15€	EL 84 - Gold lion	56,50€
ECC 82 - 12AU7-EH	13,50€	KT 66 - Genalex	79€
ECC 83 - 12AX7 - EH	14€	KT 88 EH	69€
ECC 83 - 12AX7 EH, gold	18€	KT 90 - EH	95€

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€

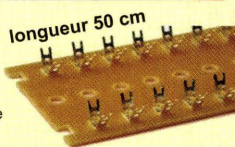
Câbles audio Mogami

2524 - Mogami, 1 cond + blindage	4,50€
2549 - Mogami, 2 cond 6mm	4,10€
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	2,50
3103 - Mogami HP, 2 x 4mm ² , Ø 12,5mm	16,00€
2921 - Mogami HP, 4 x 2,5mm ² , Ø 11,8mm	19,00€
3104 - Mogami HP, 4 x 4mm ² , Ø 15mm	24,00€
3082 : Mogami HP, 2 x 2mm ² , Ø 6,5mm (type coaxial)	5,75€

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.



Kits Ferroviaires

µP54 Bruit De Loco «Diesel Électrique» CC72000	30,00 €
µP55 Bruit De Locomotive À Vapeur	27,50 €
µP56 Lecteur enregistreur de sons	45,00 €
µP61 Détection De Convoi Par Conso De Courant	8,00 €
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	22,00 €
µP67 Feux De Carrefour Routier	21,00 €
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	19,00 €
µP74 Relais Double Inverseur	9,50 €
µP75 Commande Pour Aiguillage A Impulsion	13,50 €
µP76 Protection De Canton 2 Feux	15,00 €
µP77 Protection De Canton 3 Feux	23,00 €
µP78 Détection Photo Électrique	10,00 €
µP79 Va Et Vient	21,00 €
µP80 Va Et Vient Progressif	29,50 €
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	69,00 €
µP85 Relais Pour Pont Tournant	11,00 €
µP88 Alimentation Haute Fréquence Pour Éclairages De Convois	35,00 €
µP89 Commande De Fil A Mémoire	20,00 €
µP90 Commande De Passage À Niveau Universelle	18,50 €
µP91 Kit Quintuple Détection Infrarouge	24,85 €
µP92 Alimentation 12V - 20V 3 Amp	28,00 €
µP93 Kit Alim Pulsee 10A	49,00 €
µP94 Kit Protect. Canton 3 Feux	29,00 €
µP95 Kit Protect. Canton + Aiguille	30,00 €

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	99,00€
ESR 70 CAPACIMETRE/ESR	142,00€
LCR 40 COMPOSANTS PASSIFS	139,00€
SCR 100 ANALYSEUR DE TRIAC ET THYRISTOR	139,00€



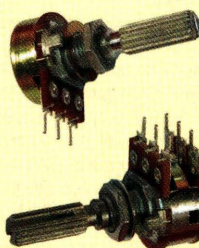
Potentiomètre à axe cannelé

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

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

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



Station Air Chaud vtss200

Caracteristiques

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
alimentation: 230 VCA 50 Hz
consommation: 700 W
plage de température: 100 °C - 450 °C
débit d'air: 120 L/min (max.)
dimensions: 151 x 100 x 153 mm (station)
poids: 1.305 kg

89,00 € TTC



Support tube

Noval
 CI Ø 22mm 4,00€
 CI Ø 25mm 2,50€
 blindé chassis 3,50€
 chassis doré 4,60€

Octal
 Cicut 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

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

Fabrication Française

Pour utilisation matériel USA en france

ATNP350 - 350VA -3,4Kg - 230V > 115V	79€
ATNP630 - 630VA -4,2Kg - 230V > 115V	112€
ATNP1000 - 1000VA - 8Kg - 230V > 115V	148€
ATNP1500 - 1500VA - 9Kg - 230V > 115V	185€
ATNP2000 - 2000VA - 13,5Kg - 230V > 115V	234€

Fabrication Française

Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V

ATUS350 - 350VA -3,7Kg - 115V > 230V	87€
ATUS630 - 63VA -5,1Kg - 115V > 230V	132€

importation

Pour utilisation matériel USA en france

40VA - 230V > 115V	11€
85VA - 230V > 115V	22€
250VA - 230V > 115V	48€

Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V

40VA - 115V > 230V	11€
85VA - 115V > 230V	22€
250VA - 115V > 230V	79€

Chambre de réverbération à ressorts «belton»

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

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

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

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

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

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

Transformateurs amplificateurs à tubes HEXACOM

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

Pour ampli de Puissance	Poids	capoté	en cuve*
TU75 - 8/12W	1,7Kg	82€	113€
TU100 - 12/15W	2,2Kg	95€	126€
TU120 - 15/20W	2,6Kg	109€	142€
TU150 - 20/30W	3,3Kg	130€	163€
TU200 - 30/50W	4,1Kg	146€	181€
TU300 - 50/80W	5,4Kg	170€	206€
TU400 - 100/120W	7,4Kg	218€	256€

Transformateur de sortie, pour amplis à lampe unique

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

CM: EI 0W6, grain orienté, enroulement sandwichés, BP: 20Hz à 20KHz, fixation étrier.

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€	178€	222€	269€

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

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

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

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

Station Soudage VTSS50N

Caractéristiques
 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.): BITCS50N2 (1,0 mm)

Spécifications
 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

69,00 € TTC

Condensateurs Multiples

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

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	10,00€
8µF/450V	12,50€
10µF/450V	12,00€
12µF/450V	12,00€
14µF/450V	14,00€
15µF/450V	15,00€
16µF/450V	15,00€
20µF/450V	17,00€
25µF/450V	18,00€
30µF/450V	18,00€
35µF/450V	19,00€
50F/450V	22,00€

mica argenté 500V

10pF	0,95€	150pF	1,20€
15pF	1,20€	220pF	1,20€
22pF	0,95€	250pF	1,20€
33pF	0,95€	330pF	2,90€
47pF	0,95€	390pF	1,20€
68pF	1,20€	500pF	1,20€
100pF	0,95€	680pF	1,20€
120pF	2,90€	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€	1,5µF/630V	2,50€
22nF/1kV	2,50€	2,2µF/250V	3,00€
33nF/1kV	2,50€	2,2µF/630V	3,00€
47nF/1kV	2,50€	3,3µF/250V	3,75€
0,1µF/400V	2,00€	4,7µF/250V	3,75€
0,1µF/630V	2,20€	4,7µF/400V	3,75€
0,1µF/1kV	2,50€	4,7µF/630V	4,00€
0,22µF/400V	2,00€	6,8µF/250V	4,50€
0,22µF/1kV	2,50€	10µF/250V	4,50€
0,33µF/1kV	2,50€	10µF/400V	4,50€
0,47µF/400V	2,00€	10µF/630V	5,50€
0,47µF/630V	2,20€	15µF/250V	6,00€
0,47µF/1kV	3,00€	22µF/250V	8,00€
0,68µF/400V	2,50€	22µF/400V	9,50€
0,68µF/630V	3,00€	33µF/250V	12,00€
0,82µF/400V	3,00€	47µF/400V	17,00€
1,0µF/400V	2,50€	68µF/400V	19,00€
1,0µF/630V	3,00€	100µF/250V	29,00€

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	7,20€
10µF 500V	14,00€
16µF 475V	14,00€
20µF 500V	14,00€
30µF 500V	14,00€
40µF 500V	17,50€
80µF 450V	19,00€
100µF 450V	21,50€

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

Reichelt Elektronik

Dénuder un fil fait désormais partie du passé

Gâce aux nouveaux connecteurs IDC 3924n de Vogt, désormais disponibles chez Reichelt Elektronik, les pinces à dénuder, les lampes à braser ou les pinces à sertir servant à connecter les câbles font partie du passé.

La technique à borne guillotine du système de connexion suisse permet de connecter en toute sécurité deux câbles basse tension d'un diamètre de 0,2 à 0,5 mm et d'intensités de courant jusqu'à 2 à 3 A sans outil spécial.

Pour cela, les câbles sont insérés dans un connecteur sans être dénudé auparavant, lequel étant ensuite pressé avec une pince standard.

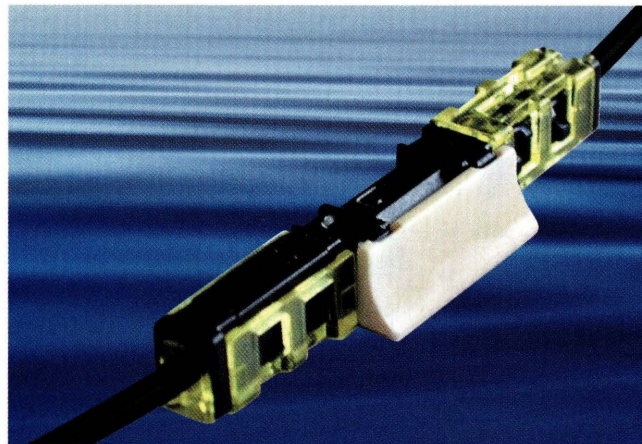
Connecter ensuite les deux connecteurs décalés de 180°... terminé !

Une plaquette de liaison séparée sert de fusible supplémentaire contre un déclenchement involontaire de la liaison.

Pour réaliser des lignes multiples, les connecteurs peuvent être simplement assemblés grâce à leurs barres conductrices intégrées.

Les cavaliers sont réalisés en polycarbonate avec des contacts en bronze étamé. La tension nominale maximale admissible est de 100 V, le diamètre d'isolation maximum de 2,1 mm. Les connecteurs sont aptes à des températures comprises entre -20°C et +75°C.

La technique à borne guillotine du système de connexion IDC 3924n de Vogt permet de raccorder deux câbles basse tension en toute sécurité et sans outil spécial.



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.

www.reichelt.de



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 :

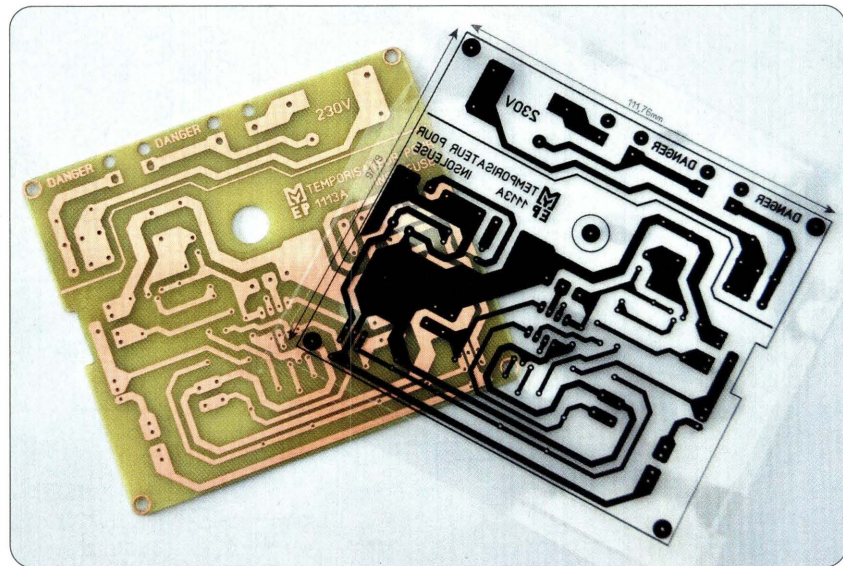
TRANSOCÉANIC

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

Conception et réalisation des circuits imprimés

Tous les électroniciens se trouvent, un jour ou l'autre, confrontés à la conception et à la gravure des circuits imprimés. Tout d'abord, il convient de dessiner le schéma de principe du projet, puis étudier le circuit imprimé définitif avant de le graver. Les premières opérations ne s'adressent pas à nos lecteurs utilisant les typons créés par les auteurs et mis à disposition sur notre site Internet. Dans ce cas, ils feront abstraction des deux premières étapes servant au développement du projet.

Au cours de cet article, nous décrivons succinctement et vous recommanderons les logiciels très économiques et performants que nous employons au quotidien pour élaborer les réalisations que vous découvrirez dans notre magazine. Nous verrons, ensuite, toutes les étapes permettant l'obtention d'un circuit imprimé de haute qualité, à l'instar de ceux de nos prototypes. Nous n'allons pas étudier la fabrication d'une insoleuse ou d'une graveuse, il en existe de toutes prêtes dans le commerce. Nos lecteurs «bricoleurs» peuvent éventuellement les concevoir eux-mêmes mais, dans ce cas, nous ne pouvons garantir le résultat. Pour information, certains utilisent un ancien scanner en guise d'insoleuse. Il convient de le vider de son électronique et de placer quatre tubes actiniques de 15 W, munis de leurs ballasts et starters. Aussi, faut-il que les tubes soient dispo-



sés à la bonne hauteur et entourés d'un matériau réfléchissant. Les graveuses personnelles utilisent, généralement, des pièces et contenants d'aquariums. Hormis si vous maîtrisez parfaitement ces techniques et leur mise en œuvre, comme précisé ci-dessus, nous vous recommandons l'outillage du commerce, dont la fiabilité n'est plus à démontrer.

Pour illustrer cet article, nous avons mis au point un temporisateur destiné à mettre en service et arrêter l'insoleuse. Vous trouverez l'étude complète de cet appareil dans ce numéro d'*Électronique Pratique*. Les figures montrant les logiciels de conception s'appuient sur cette réalisation.

Les logiciels de conception

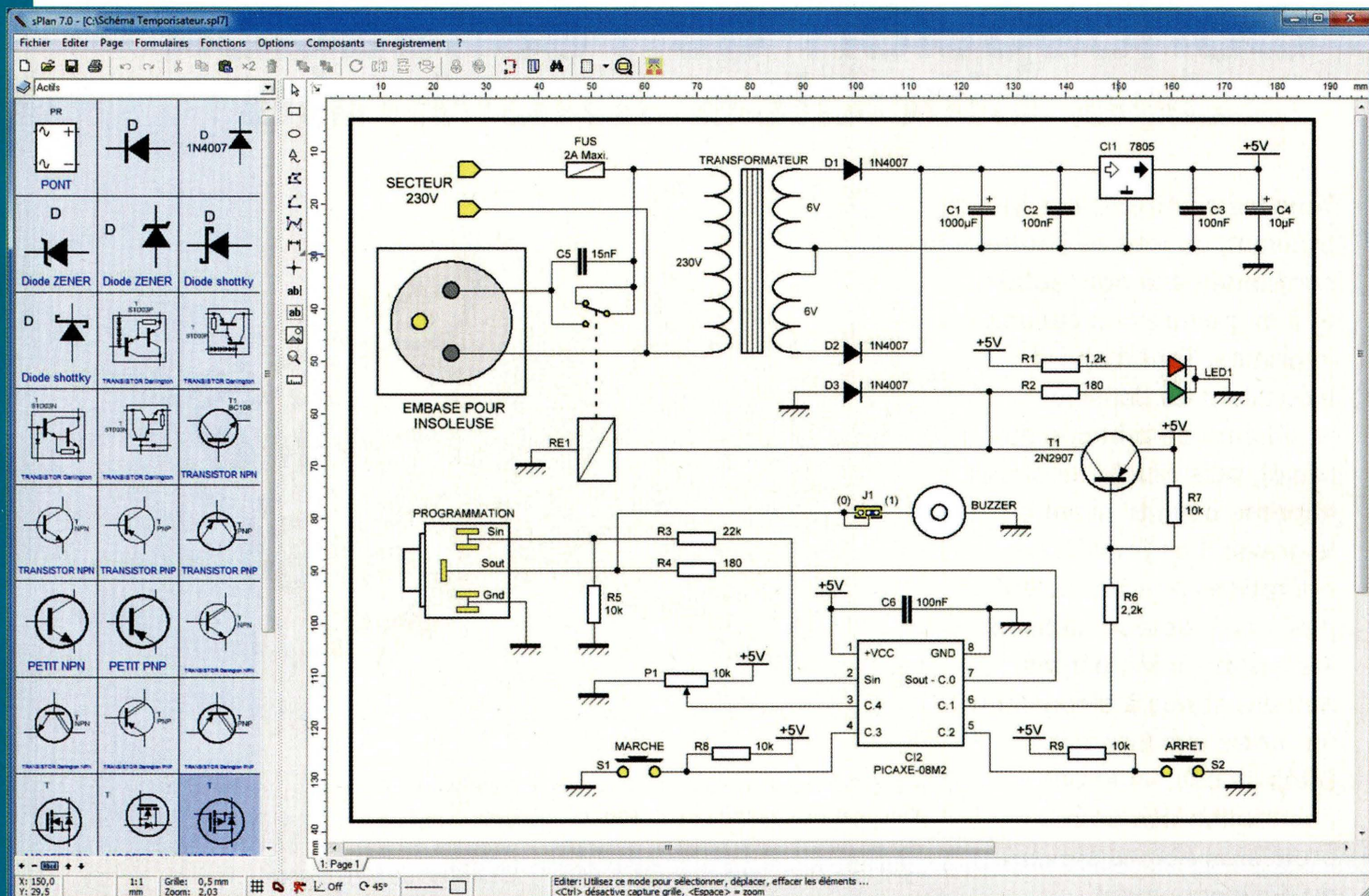
Il existe une multitude de logiciels gratuits, ou plus ou moins coûteux, permettant de dessiner un schéma de principe et un typon, afin de graver un circuit imprimé. Il a bien fallu faire une sélection ! Après avoir éliminé les plus onéreux et effectué de nombreux tests, notre choix s'est porté sur ceux de la société Abacom, pour leurs performances, leur simplicité d'utilisation, leur

disponibilité en langue française, leur mise à jour à vie et leurs tarifs très attractifs compte tenu de leurs capacités (moins de 50 € chacun).

Certains éditeurs proposent une suite logicielle permettant de dessiner le schéma et le typon.

La société Abacom préfère, visiblement, développer des logiciels séparés pour chaque tâche, mais l'ensemble prend en charge un projet électronique de A à Z. Voici les trois programmes nécessaires et leur rôle respectif.

- **sPlan 7.0 (figure 1)**. Ce logiciel offre toutes les fonctions indispensables pour dessiner un schéma de principe, mais également n'importe quel graphique simple ou complexe. Il intègre un puissant éditeur de composants pour modifier ceux fournis, ou pour créer les vôtres. Il est même possible d'importer une image dans les formats courants et de la placer en fond pour travailler au-dessus. La gestion des couleurs est parfaite. Le paramétrage de la grille et de l'épaisseur des traits ne présente pratiquement pas de limites. Enfin, hormis l'enregistrement dans le format propriétaire «.spl7», il est possible d'exporter le travail partiellement ou en totalité, en noir et blanc ou en couleurs, sous plusieurs



formats (.gif - .jpg - .bmp - .emf - .svg) avec une résolution comprise entre 20 et 300 dpi.

- **Sprint-Layout 6.0 (figure 2).** Ce logiciel a tout d'un grand ! Aucune fonction ne manque à l'appel. Il intègre même un autorouteur et la possibilité de placer une image en calque de fond, paramétrable en résolution et en offset, afin de la régler avec précision avec le pas de la grille. Vous disposez, bien sûr, d'un puissant éditeur de composants et d'une gestion parfaite des bibliothèques. Tous les outils et paramètres sont accessibles sur les colonnes latérales. La gestion totale des couleurs permet d'adapter le logiciel à votre convenance, très utile si vous aviez l'habitude d'un autre programme. L'indispensable fonction des plans de masse s'ajuste avec une grande précision. La boîte de dialogue d'impression, très professionnelle, propose de

multiples options telles que les couches à imprimer, la mise à l'échelle, les couleurs, la disposition et même le calibrage, donc les corrections à appliquer pour palier les erreurs de l'imprimante.

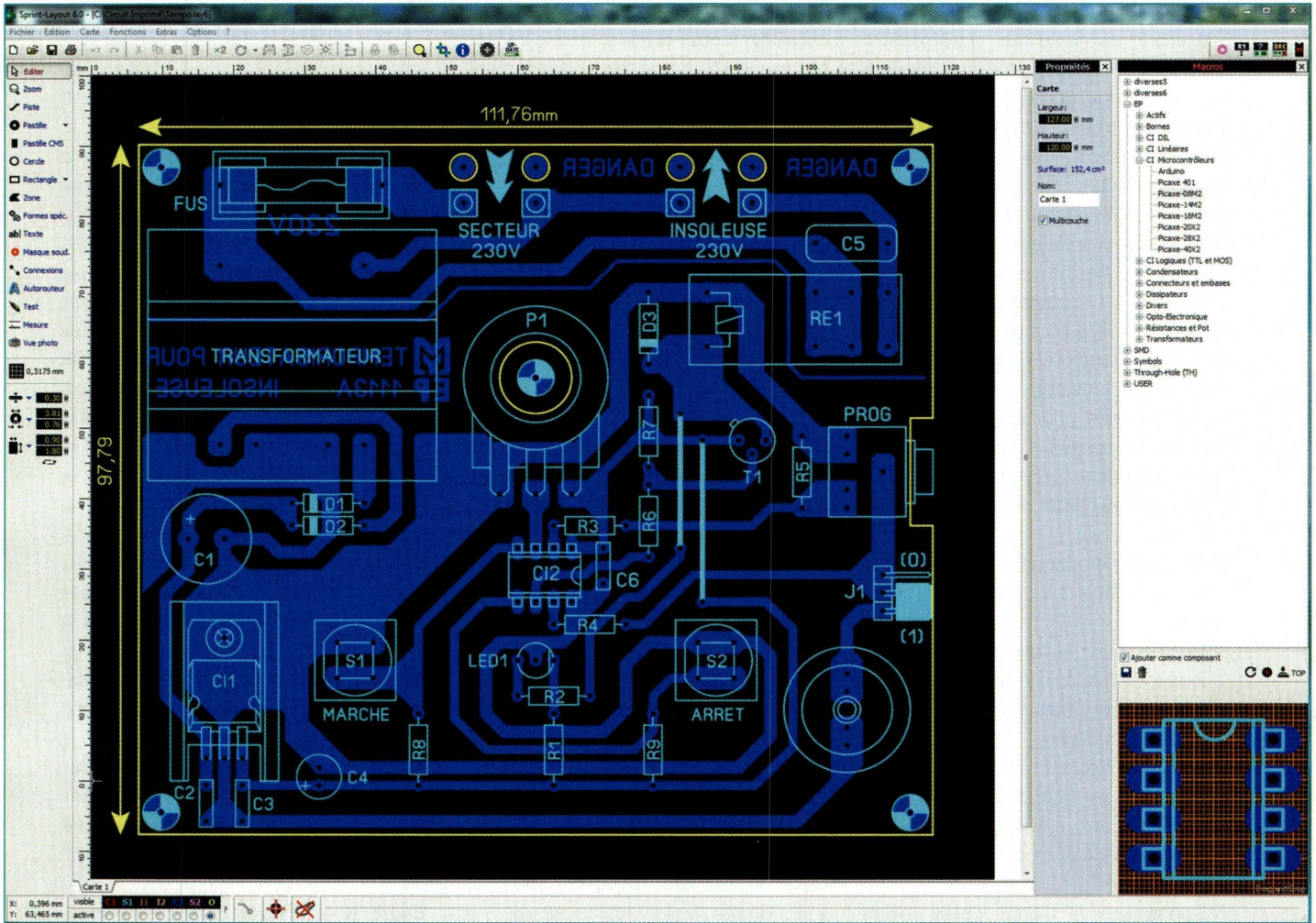
Les paramètres d'exportation sont très complets : fichier «Gerber», données de perçages «Excellon», isolation et fraisage «HPGL» et «.plt», ainsi que plusieurs formats courants (.gif - .jpg - .bmp - .emf) avec une résolution comprise entre 100 et 1 200 dpi. En prime, vous trouverez certains outils bien utiles : la vue photo, la sonde de test, le masque de soudage, etc.

- **FrontDesigner 3.0 (figure 3).** Ce logiciel est destiné à la conception des façades de vos appareils ou projets. Lorsque vous maîtriserez les deux autres programmes, vous vous sentirez à l'aise avec ce dernier. Il reprend les mêmes principes, avec les cou-

leurs et le même degré de précision. Toutes les fonctions sont au rendez-vous : la grille, les bibliothèques de composants et de logos, l'éditeur, les outils de dessin, de mesure, de cotation, d'exportation, etc.

Nous pourrions écrire un article complet sur chacun de ces logiciels, mais ce n'est pas l'objet du jour. Nous voulons juste vous les recommander et vous donner un aperçu de leurs alléchantes performances.

Nous pensons qu'en faisant leur acquisition, vous disposerez, comme nous, d'un laboratoire de conception bien étoffé. Que vous élaboriez vous-mêmes vos projets, ou que vous partiez des typons fournis en téléchargement sur le site de notre magazine, vous avez en votre possession les données nécessaires à l'opération suivante : la fabrication des circuits imprimés.



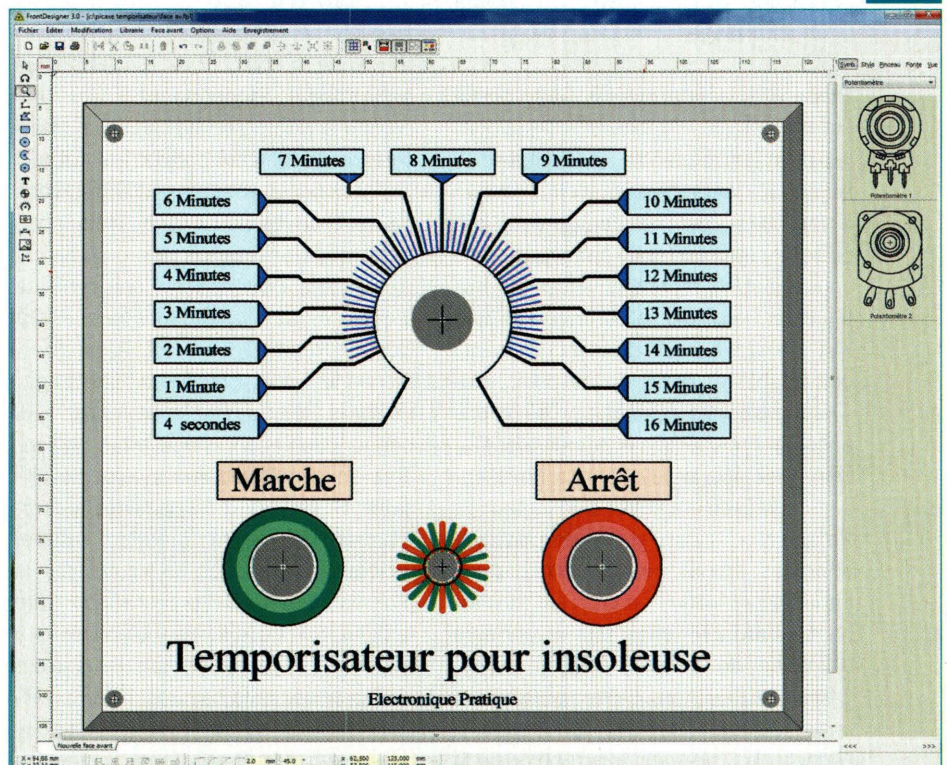
2

La fabrication des circuits imprimés

À l'origine, il y a une quarantaine d'années, la confection d'un circuit imprimé présentait de nombreuses difficultés pour un électronicien non professionnel. Il n'existait ni ordinateurs, ni logiciels, ni imprimantes. Il fallait tout dessiner à la main, parfois même avec du vernis à ongles et un porte-plume ! Ensuite, sont apparus les transferts adhésifs, déjà révolutionnaires.

Aujourd'hui, avec un ordinateur modeste, une imprimante laser, dont le coût a bien baissé et les logiciels dont nous venons de parler, nous pouvons obtenir un travail presque professionnel. Notez qu'il faudra toujours du soin et le strict respect des précautions de sécurité. Commençons par une précision technique : en électronique, un **typon** désigne le masque transparent sur

3



lequel sont imprimées les pistes avec une encre résistante aux ultraviolets. Il est destiné à réaliser un circuit imprimé par la méthode de photogravure sous-tractrice (tout ce qui n'est pas protégé par l'encre disparaîtra).

Optez toujours pour des produits de bonne qualité (plaques d'époxy pré-sensibilisées, révélateur, etc.).

Avec un premier prix, si vous n'obtenez pas le résultat escompté, il sera délicat de savoir si le problème vient de votre mode opératoire ou des fournitures.

Voyons toutes les étapes indispensables ou optionnelles pour réaliser un circuit imprimé, en partant d'un projet personnel ou paru dans un magazine.

- 1/ Imprimer le dessin du typon et le préparer.
- 2/ Découper la plaque d'époxy cuivrée photosensible aux dimensions voulues.
- 3/ Insoler, sous une lumière ultraviolette, la plaque recouverte du typon.
- 4/ Révéler les pistes non sensibilisées par les ultraviolets.
- 5/ Graver le circuit imprimé par immersion dans un produit chimique.
- 6/ Procéder aux usinages secondaires et au perçage des pastilles et trous de fixation.
- 7/ Débarrasser la plaque de sa résine photosensible.
- 8/ Procéder à un étamage optionnel et à un vernissage.

Étape N°1 : L'impression. Cette phase est une des plus importantes. De la qualité du typon dépendra le résultat final. Au départ, vous devez obtenir un fichier à imprimer (par téléchargement sur notre site Internet ou de conception personnelle). Une imprimante laser est pratiquement indispensable, même si une «jet d'encre» peut donner un travail convenable. A partir de ce point, plusieurs méthodes existent. Afin de ne pas encombrer cet article et semer la confusion chez nos lecteurs, nous ne décrivons que celle employée par l'auteur. Procurez-vous des feuilles en plastique appelées «films monochromes pour imprimantes laser». Le coût est maintenant abordable chez les revendeurs d'articles de bureau (Bureau vallée, Office DEPOT, etc.). Par précaution, imprimez deux typons identiques à l'échelle 1:1, bien sûr, vus à partir de la

face des composants et non des pistes cuivrées (nous verrons ultérieurement pourquoi). Superposez, parfaitement, les deux épreuves. Si vous ne disposez pas d'une table lumineuse, «scotchez» un des deux films sur une fenêtre bien éclairée et ajustez le second avec une grande précision, fixez-le définitivement à l'aide d'adhésif transparent, sur le premier, sans empiéter sur les pistes du typon. Découpez largement l'ensemble. Vous pouvez voir le film ainsi préparé, de notre futur temporisateur, sur la **photo A**.

Étape N°2 : Découpe de la plaque.

Cette opération s'effectue avec une scie à métaux, faute de mieux. L'auteur dispose d'un massicot très puissant, mais cet outil onéreux n'est pas indispensable. Respectez bien les dimensions les plus larges du typon, nous pratiquerons les éventuelles découpes secondaires ultérieurement. À ce stade, la pellicule protégeant la résine photosensible doit toujours être intacte.

Étape N°3 : Insolation.

Une insoleuse, pour la confection des circuits imprimés, ressemble en général à une petite valise dans laquelle sont disposés, sous une vitre, quatre tubes actiniques de 8 à 15 W chacun. Le couvercle de la mallette, recouvert de mousse de nylon sur sa face interne, fait pression sur le typon et la plaque d'époxy. Les modèles plus performants fonctionnent avec une pompe à vide pour faire pression, mais ce type de matériel convient plutôt aux professionnels. Certains d'entres-vous peuvent en fabriquer une, mais nous recommandons celles du commerce, plus fiables, pour moins d'une centaine d'euros chez nos annonceurs (Saint Quentin Radio, Gotronic et Reichelt). Placez le typon, précédemment préparé, sur la vitre de l'insoleuse. Veillez à sa bonne orientation, sinon vous obtiendrez un circuit imprimé inversé, inutilisable. Si vous avez respecté les recommandations de la première étape, l'encre du typon doit se trouver sur la face supérieure. Cette précaution évite la diffraction de la lumière ultraviolette à travers le film, afin d'obtenir une gravure plus précise, sans bavures. Ôtez la pellicule protectrice de la plaque d'époxy pré-sensibilisée et positionnez celle-ci le

plus précisément possible sur le film, comme l'illustre la **figure 4**. Fermez l'insoleuse en veillant au bon pressage de l'ensemble (typon et plaque). Allumez-la pour une durée comprise entre 2 et 3 mn. **Attention !** Ne regardez pas la lumière ultraviolette, avant de fermer l'appareil, elle est nocive pour la vue.

Voici une astuce à mettre en œuvre afin de travailler avec précision. Découpez une bande d'époxy pré-sensibilisée de 3 x 21 cm et pratiquez un coup de cutter sur la pellicule protectrice tous les 3 cm, sans l'enlever. Vous obtenez ainsi sept zones. Ôtez la protection de la première zone et insolez la plaque 1 mn et 30 s, ôtez la protection de la seconde zone et insolez 15 s, renouvelez l'opération pour 15 s supplémentaires et ainsi de suite pour les sept zones. Vous aurez ainsi une bande «test» avec sept durées d'exposition différentes : 90 s, 105 s, 120 s, 135 s, 150 s, 165 s et 180 s. Après les futures opérations de révélation et de gravure, vous pourrez donc déterminer avec précision quel est le temps le mieux adapté à votre matériel. Le cuivre doit être bien brillant, sans traces de résine et ne doit pas présenter de lésions dues à l'attaque chimique.

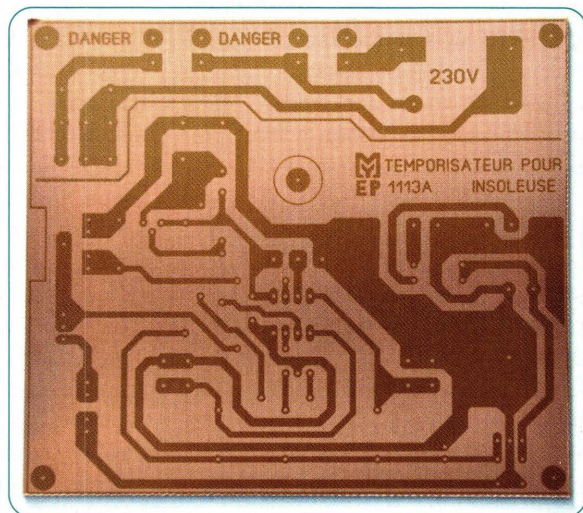
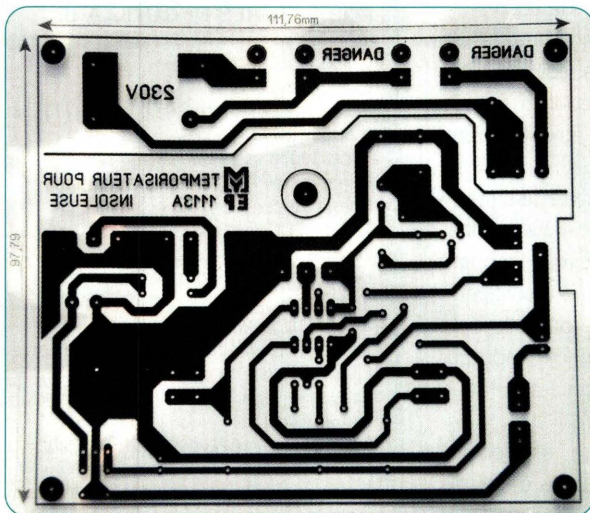
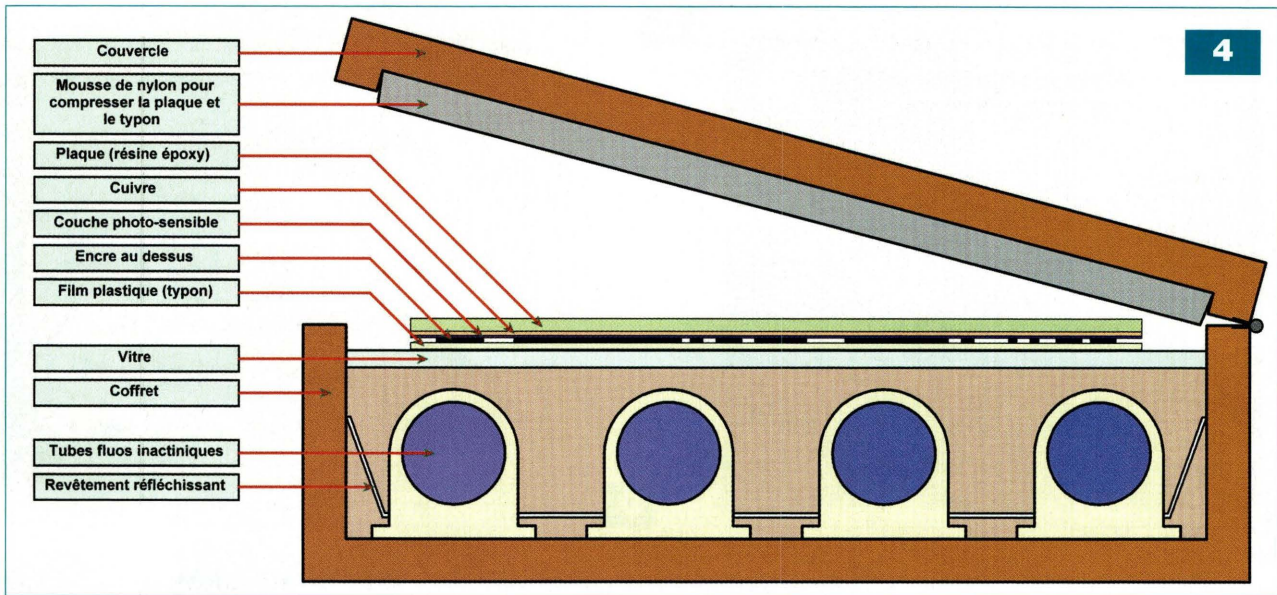
Étape N°4 : Révélation.

Le rayonnement ultraviolet de l'insoleuse a sensibilisé toutes les parties non protégées par le typon. Cet état est à peine visible. L'opération de révélation va détruire la résine de ces sections et ne laisser apparaître que les pistes nécessaires à notre circuit imprimé. Notre plaque présentera alors de belles surfaces cuivrées, bien brillantes et les pistes recouvertes de résine, en général de couleur vertes, bleues foncées ou noires.

Le révélateur, souvent vendu en sachets à diluer dans un litre d'eau, est composé d'une base (soude). En chimie, une base est l'inverse d'un acide. La solution diluée est versée dans une cuvette.

Attention ! Respectez les consignes de sécurité : portez des lunettes et des gants de protection appropriés.

Plongez la plaque à révéler dans la cuvette, le cuivre vers le haut, durant quelques secondes. Agitez-la en permanence et frottez-la très délicatement avec votre gant. Lorsque les pistes sont bien contrastées, par rapport aux surfaces cuivrées nettes et brillantes, pro-



cédez à un abondant rinçage afin qu'il ne subsiste aucune trace de révélateur (photo B).

Étape N°5 : Gravure. Vous avez probablement entendu parler de plusieurs procédés aboutissant à la gravure d'un circuit imprimé. Il s'agit toujours d'une attaque du cuivre par une solution chimique acide. Voici les trois principales avec leurs avantages et leurs inconvénients. **Attention ! Surtout durant cette phase, respectez les consignes de sécurité : portez des lunettes et des gants de protection appropriés.**

- Solution d'acide chlorhydrique et d'eau oxygénée à plus de 100 volumes. Ce procédé rapide reste très dangereux à tous points de vue (projections possibles lors de la préparation, fort dégagement de gaz nocif et risques importants de brûlures graves).

- Persulfate d'ammonium. Ce produit transparent est moins dangereux, mais doit s'utiliser à chaud et reste assez onéreux. De plus, il ne peut pas s'employer dans certaines graveuses (à bulles ou à jets).

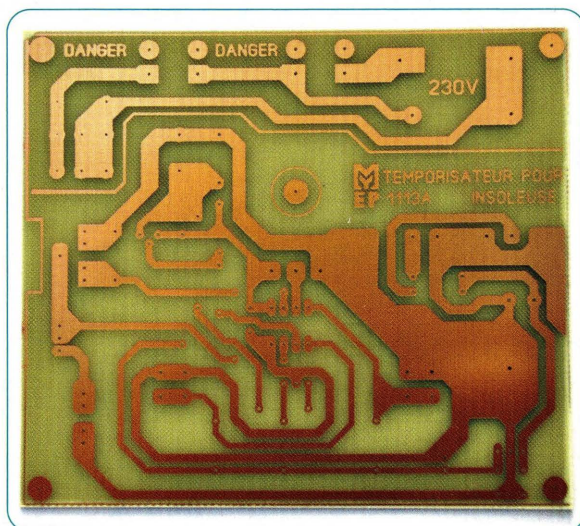
- Perchlorure de fer. **Voici la méthode que nous utilisons.** Bien sûr, le produit est opaque, salissant, mais bien moins dangereux et plus économique. Il peut servir de nombreuses fois, peut être tiédi afin de l'activer et de renforcer son efficacité. Un peu moins rapide, il permet d'avoir un travail plus fin et donne des résultats parfaits.

Nous considérons donc la gravure avec le perchlore de fer. Il s'en trouve chez tous les revendeurs, soit sous forme de grosses granules à diluer, soit directement liquide et prêt à l'usage dans un petit bidon. Notre graveuse verticale est

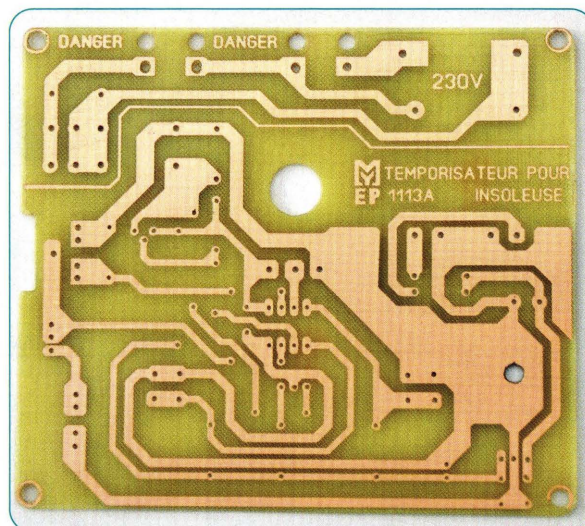
un modèle courant, c'est un appareil essentiellement constitué de pièces pour aquariums. La cuve en acrylique, résistante aux acides, peut contenir deux litres de produit.

Une résistance chauffante permet de monter la température du perchlore de fer entre 35°C et 40°C et, enfin, une pompe à air d'aquarium génère des bulles destinées à agiter le liquide.

Plongez la plaque d'époxy révélée et rincée dans le perchlore de fer, maintenue par deux petites pinces en plastique. Avec ce modèle, les dimensions maximales du circuit imprimé sont de 160 x 230 mm, ce qui permet déjà de belles réalisations. En fonction de l'état du bain chimique (plus ou moins ancien) et de la température (meilleurs résultats autour de 35°C.), le temps de gravure peut varier dans de larges proportions : autour de 5 mn dans les meilleures



C



D

conditions à plus de 30 mn, au pire. Le circuit imprimé ne doit plus présenter de traces de cuivre, en dehors des pistes (**photo C**). Quand la durée de gravure s'allonge au-delà du délai maximum, il convient de changer le produit. Après cette opération, procédez, comme précédemment, à un abondant rinçage.

Étape N°6 : Usinage et perçages. Il est temps de procéder aux usinages secondaires, lorsque le circuit imprimé comporte des formes spéciales, arrondis, coupes en biais ou parties à éviter. L'opération de perçage des pastilles nécessite du soin et de la patience. Utilisez une perceuse de modélisme robuste et de bonne qualité (marque Proxxon de préférence) et des forets au carbure de tungstène pour éviter les «renflements» périphériques. Percez toutes les pastilles à un diamètre de 0,8 mm. En fonction des pattes des composants, alésez au diamètre nécessaire. Pour cette raison, nous recommandons l'achat des composants avant la gravure du circuit imprimé. Afin d'obtenir une belle finition, pensez à ébavurer les bords de la plaque à la lime douce et au papier de verre fin.

Étape N°7 : Nettoyage final. Votre circuit imprimé est pratiquement terminé, il reste néanmoins à le débarrasser de la couche de résine photosensible avec un chiffon imbibé d'acétone.

Attention ! Ce produit, vendu en grandes surfaces, est un solvant dangereux à respirer.

Travaillez, de préférence, dehors ou près d'une fenêtre ouverte avec, bien sûr, les

lunettes et les gants. La résine est «thermo-soudable», vous pouvez donc la laisser et câbler les composants.

Cependant, le flux de soudure ne se répartit pas aussi bien. La résine produit une sorte de dépôt de couleur foncée autour de la soudure ; mieux vaut donc l'enlever (**photo D**) !

Étape N°8 : Étamage et vernissage. Il s'agit de deux phases optionnelles destinées à protéger votre circuit imprimé dans le temps. L'étamage consiste à plonger le circuit imprimé dans un bain chimique à froid (non recommandé car très onéreux). De plus, celui-ci attaque légèrement le cuivre.

Le vernissage, par contre, est recommandé. Il s'agit d'une couche de vernis en bombe servant de flux de soudure (SK10 chez Gotronic).

Placez la plaque verticalement et pulvériser une fine couche uniforme.

Après séchage, vous pouvez câbler les composants. Le produit facilite l'opération de soudage et donne une belle finition brillante, protectrice aux agents climatiques.

Pour conclure

À présent, vous êtes prêts à concevoir et réaliser vos circuits imprimés.

Le premier vous demandera un certain temps, mais avec l'habitude, la fabrication ne vous prendra pas plus de 45 mn : 2 à 3 pour l'insolation, 5 à 15 pour la gravure et 15 à 20 pour les préparatifs et le rangement. Vous devenez, ainsi, un électronicien autonome.

Pensez à protéger la beauté de notre terre, la seule qui puisse nous accueillir !

Nomenclature

FOURNITURES ET OUTILLAGE

Lunettes et gants de protection en latex
Chiffons
Crayon, règle, etc.
Scie à métaux ou massicot pour plaques d'époxy
Lime douce et papier de verre
Perceuse de modélisme (Proxxon)
Forets au carbure de tungstène
Cutter
Cuvette rectangulaire plate (pour développement photo de préférence)
Ordinateur et logiciels Abacom (sPlan, Sprint Layout et FrontDesigner)
Insoleuse pour circuits imprimés (Saint Quentin Radio ou Gotronic)
Graveuse verticale (Saint Quentin Radio ou Gotronic)
Plaques d'époxy cuivrées pré-sensibilisées de marque Bungard de préférence
Révélateur pour plaques pré-sensibilisées
Perchlorure de fer en granules ou liquide
Bombe SK10 de vernis, flux de soudure (Gotronic)
Acétone.

Quand vos produits seront trop anciens, versez le révélateur à base de soude dans le perchlore de fer (acide) pour le neutraliser et ajoutez-y un bon volume d'eau. Même s'il n'est plus dangereux, il reste très polluant.

Il est donc indispensable de s'en débarrasser dans une déchèterie.

Prenez garde à vos vêtements, les taches de perchlore de fer sont indélébiles.

Y. MERGY
myepled@gmail.com

Site Internet de la société Abacom, éditeur des logiciels employés par *Électronique Pratique* :
<http://www.abacom-online.de/uk/html/produkte.html>

Passionnés d'électronique



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.

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :
Electronique Pratique, 123 Rue Jules Guesde, CS 70029, 92309 Levallois Perret Cedex

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

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville/Pays

Tél. 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

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

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



* Prix de vente au numéro France métropolitaine

Temporisateur pour insoleuse à base du PICAXE-08M2

Nous venons de dédier un article à la conception et à la fabrication des circuits imprimés, demande récurrente chez nos lecteurs à en croire le courrier reçu. Pour illustrer ce propos, nous vous proposons de réaliser un petit temporisateur pour votre insoleuse.

Il ne s'agit pas d'un appareil très sophistiqué avec une précision remarquable, mais d'un montage utile, développé sur une platine aisément reproductible, à titre d'exercice pour votre premier circuit imprimé.

Le présent temporisateur est particulièrement adapté à cette fonction.

Il couvre une gamme allant de 4 s à 15 mn et commande directement l'insoleuse à partir d'une embase secteur. Afin d'obtenir une course linéaire, liée à la qualité du potentiomètre, nous employons le plus petit et le plus économique des microcontrôleurs PICAXE, le 08M2. L'avantage majeur de cette technologie est de permettre l'adaptation totale des durées en fonction de vos besoins : il suffit de modifier le programme en Basic.

A la limite, cet appareil peut trouver sa place dans bien d'autres applications. Ce montage présente un rapport qualité/prix imbattable et n'utilise que des composants très courants et économiques.

Schéma de principe

Observez le schéma de principe de la **figure 1** pour suivre cette étude. Le montage, alimenté directement à partir du secteur 230 V, est protégé par le



fusible FUS. La tension, interrompue par les contacts «travail» du relais RE1, arrive sur l'embase secteur destinée à l'insoleuse. Le condensateur C5 absorbe les parasites provoqués par le courant de rupture. Le reste du montage fonctionne sous une tension de +5 V. Le transformateur dispose de deux enroulements secondaires de 6 V. Les diodes D1 et D2 se chargent du redressement de type «mono-alternance». Après le filtrage par le condensateur C1, le régulateur positif CI1 stabilise, avec précision, la tension à +5 V. Les condensateurs C2 et C3, placés au plus près de CI1, découplent les tensions d'entrée et de sortie. Le filtrage final est effectué par C4.

Passons au circuit de «commande». Il s'articule autour du tout petit, mais puissant, microcontrôleur PICAXE-08M2, désormais bien connu de nos fidèles lecteurs. L'embase entourée des résistances R3 à R5 constitue le circuit de programmation minimum, mais fiable et suffisant. Le buzzer piézo, destiné à informer l'utilisateur du début ou de la fin de la temporisation, partage la connexion avec le signal Sout de la broche C.0.

Le cavalier de configuration J1 permet d'inhiber les sons de ce dernier, lors de la phase de programmation, par exemple.

Le curseur du potentiomètre P1 prélève une fraction de la tension d'alimentation et l'achemine sur la broche C.4, configurée en canal de conversion analogique/numérique.

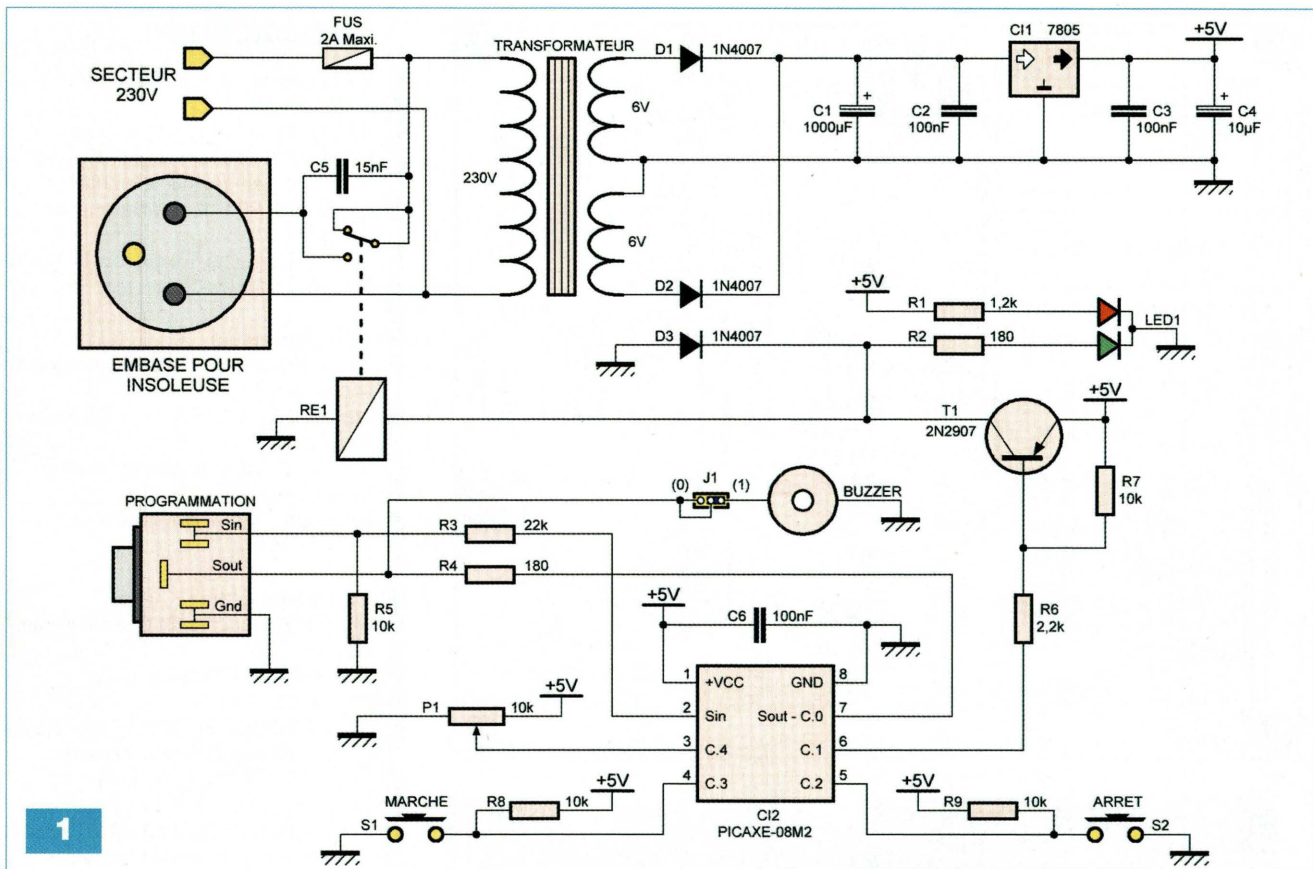
La valeur, lue et traitée par les calculs, détermine la durée de la temporisation souhaitée. Il devient donc très simple, en modifiant le programme Basic, d'adapter la plage de temporisations dans une très large mesure, pratiquement sans limites. Les touches S1 et S2 servent à lancer ou arrêter le cycle. Au repos, les lignes C.2 et C.3 reçoivent un potentiel positif via les résistances R8 et R9.

Une action sur une des touches force la broche considérée au niveau logique «bas» (masse).

La sortie C.1 ne peut pas débiter un courant suffisant pour alimenter directement le relais RE1.

Nous faisons donc appel à un étage de commutation à transistor PNP, via la résistance de base R6.

Le transistor T1 est bloqué au repos,



1

en l'absence du microcontrôleur par exemple, par la résistance R7 raccordée à la ligne positive de l'alimentation.

La led bicolore LED1 joue un double rôle : la led rouge est alimentée en permanence, très faiblement (environ 3 mA) au travers de la résistance R1. Lorsque le relais est activé, la led verte s'illumine également assez fortement (environ 17 mA) via la résistance de limitation R2. Ce principe permet de ne voir que deux couleurs : un rouge faible ou un vert franc.

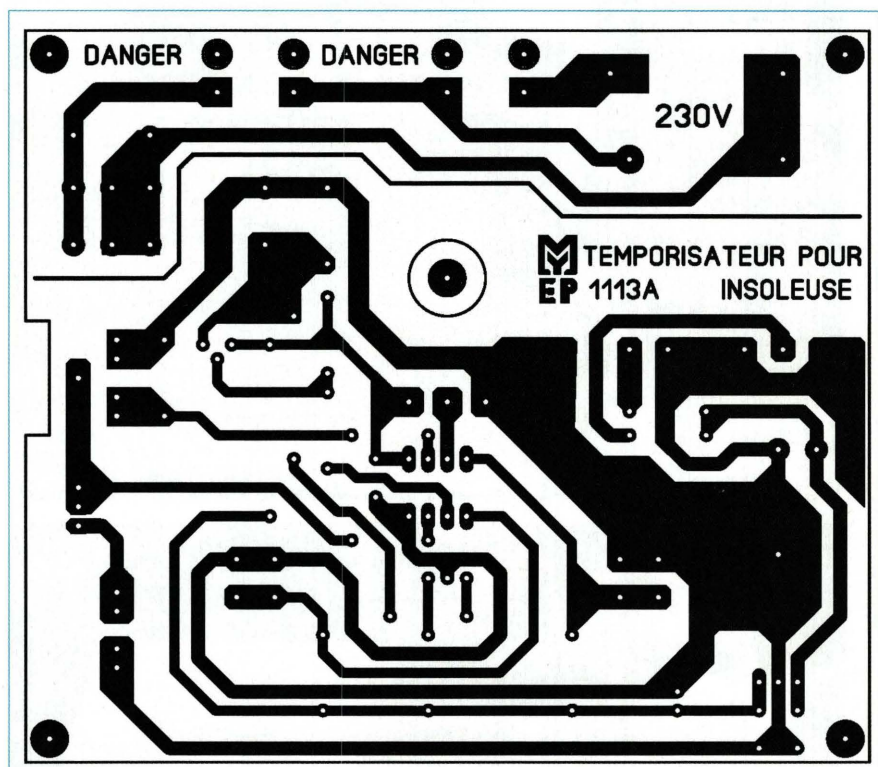
Réalisation pratique

Cette réalisation tient sur une seule platine de faibles dimensions.

Tous les composants, ainsi que les organes de commande, prennent place sur le circuit imprimé, afin d'éviter tout câblage externe, source d'erreurs. Il ne reste qu'à raccorder le cordon d'alimentation et l'embase secteur pour l'insoleuse.

Le dessin du typon est donné en **figure 2**.

Comme préconisé dans l'article d'initiation traitant des circuits imprimés,

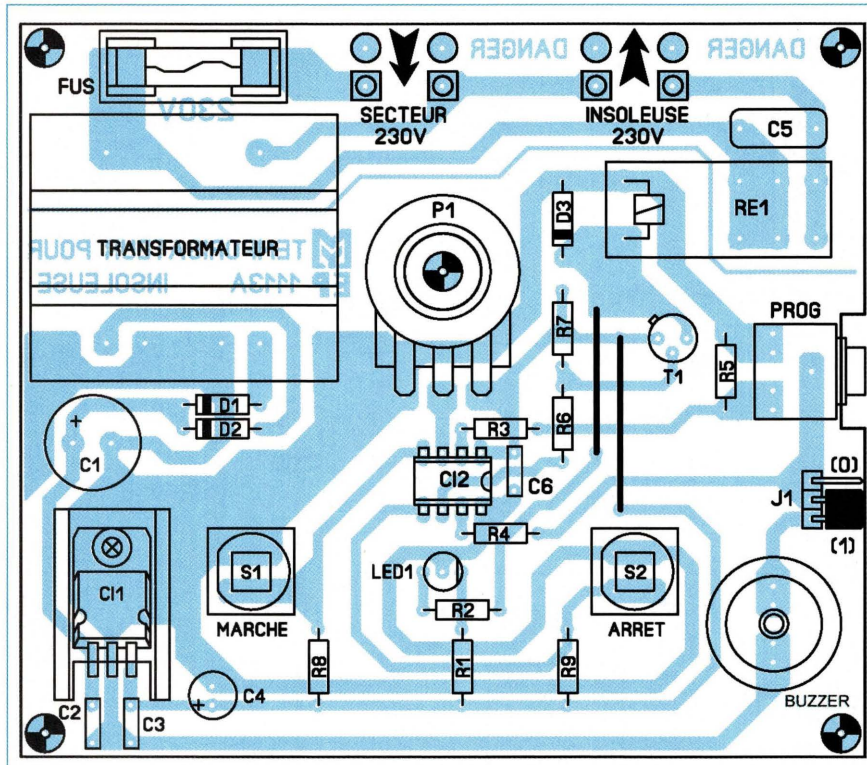


2

procurez-vous les composants afin d'être sûrs de leurs encombrements. Gravez la plaque d'époxy, cuivrée, pré-sensibilisée, en optant pour la méthode photographique, en respec-

tant le mode opératoire de l'article précité. Percez toutes les pastilles à l'aide d'un foret de Ø 0,8 mm, puis alésez certains trous en fonction des diamètres imposés par les pièces.

3



Nomenclature

• Résistances 5% (ou mieux 1%) 1/2 W

- R1 : 1,2 k Ω (marron, rouge, rouge)
- R2, R4 : 180 Ω (marron, gris, marron)
- R3 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
- R5, R7, R8, R9 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R6 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
- P1 : 10 k Ω , linéaire, axe 6 mm

• Condensateurs

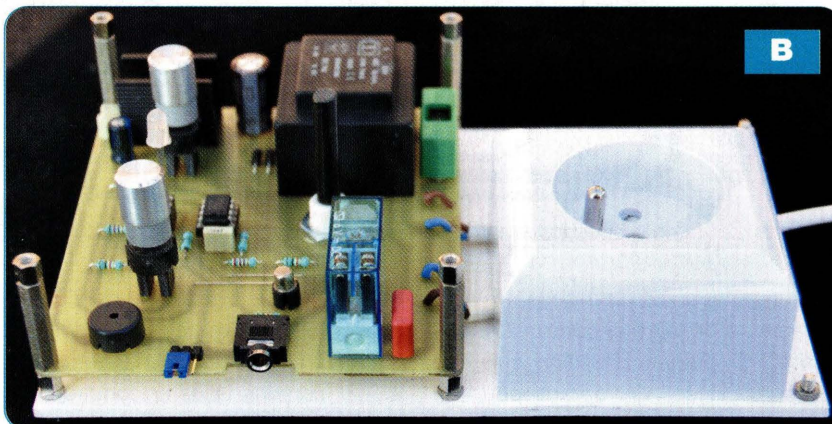
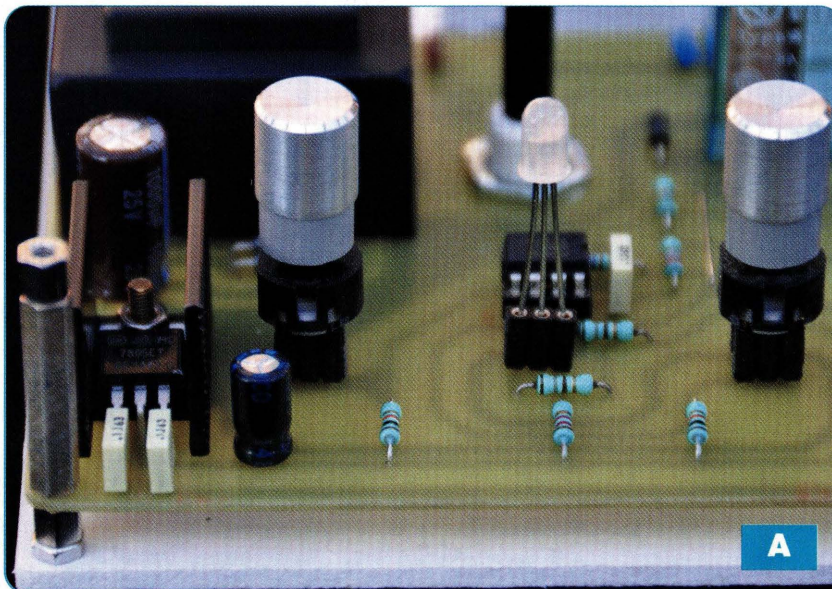
- C1 : 1 000 μ F / 25 V (électrochimique à sorties radiales)
- C2, C3, C6 : 100 nF (Mylar LCC au pas de 5,08 mm)
- C4 : 10 μ F / 35 V (électrochimique à sorties radiales)
- C5 : 15 nF / 630 V (Wima MKP au pas de 10,16 mm)

• Semiconducteurs

- C11 : 7805 (Gotronic, St Quentin Radio, etc.)
- C12 : PICAXE-08M2 (Gotronic)
- D1, D2, D3 : 1N4007
- T1 : 2N2907 (ou équivalent PNP / 0,5 A)
- LED1 : bicolore, \varnothing 5 mm, 3 broches

• Divers

- 1 transformateur moulé 2 x 6 V / 3,3 VA (Gotronic, St Quentin Radio, etc.)
- RE1 : relais Finder 40.52 avec bobine en 6 V DC
- 1 buzzer piézo, \varnothing 13 à 17 mm
- 1 dissipateur thermique type ML26 pour TO220
- J1 : cavalier de configuration et 3 broches mâles de barrette sécable SIL
- 1 support de circuits intégrés (8 broches)
- 1 porte-fusible isolé pour fusible en verre de 5 x 20 mm
- 1 fusible de 2 A, en verre, de 5 x 20 mm
- 1 bouton de 22 mm de diamètre, pour potentiomètre avec axe de 6 mm
- 1 embase de programmation pour PICAXE (jack stéréo 3,5 pour CI)
- S1, S2 : touche type D6
- 1 embase secteur, non encastrable
- Fils et cordon secteur avec prise
- Visserie métal (vis, entretoises filetées, écrous et rondelles) \varnothing 3 mm
- Plaque ou coffret isolant (plastique, plexiglas, lexan, etc.)



Le travail de câblage est dicté par l'implantation de la **figure 3**, en suivant la nomenclature des composants. Afin de ne pas les oublier, commencez par souder les deux straps (ponts de liaisons filaires). Poursuivez le câblage en fonction de la taille et de la fragilité des composants. Commencez par les résistances, puis les diodes, le support de circuit intégré, les condensateurs au

mylar, le transistor, le connecteur de programmation, le pont de redressement, le buzzer piézo, les condensateurs électrochimiques, le condensateur C5, le porte-fusible équipé de son fusible, le relais, le potentiomètre (vissé sur la plaque avant de souder les broches), le transformateur moulé et, enfin, le régulateur de tension fixé contre son dissipateur thermique.

La led bicolor et les deux poussoirs prennent place sur des connecteurs femelles, constitués de broches de barrettes sécables de type SIL, afin de se trouver à la bonne hauteur, celle de la face avant (**photo A**).

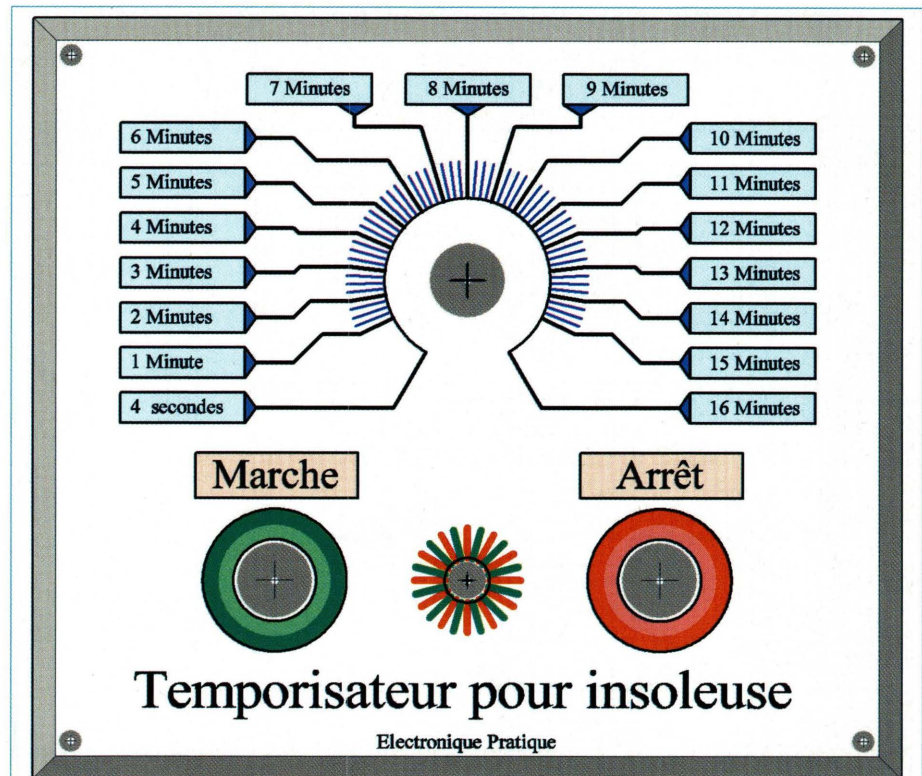
Le cavalier de configuration J1 s'enfiche sur un connecteur, constitué de trois broches mâles coudées de barrettes sécables de type SIL, pour en faciliter l'accès.

Avant la première mise sous tension, vérifiez, au niveau du circuit imprimé, les soudures, la valeur et le sens des composants. Les erreurs peuvent avoir des conséquences désastreuses ; le microcontrôleur, le transistor et les condensateurs chimiques n'apprécient guère les inversions. Après ces indispensables contrôles, munissez la platine de son cordon secteur et d'un câble à deux conducteurs souples d'une section de 1,5 mm² destiné à l'embase pour l'insoleuse. Vissez le module sur une plaque isolante (plastique, lexan, plexiglas, etc.) comme le montre la **photo B**. Sur notre prototype, nous avons placé l'embase de l'insoleuse à l'arrière du temporisateur.

Raccordez lui le câble précédemment préparé. Le conducteur de terre n'est généralement pas relié, dans le cas contraire, raccordez-le directement au secteur sans interruption.

ATTENTION ! Cet appareil est relié à la tension du secteur, agissez avec une grande prudence en respectant les règles de protection d'usage en pareille situation. Une plaque isolante, de dimensions plus importantes, doit impérativement être vissée sous le circuit électronique.

Nous avons dessiné une face avant offrant une touche finale à notre appareil, permettant en outre de s'y retrouver dans les commandes et de



bénéficier de graduations sur le potentiomètre de temporisation. Vous trouverez une représentation de celle-ci en **figure 4** à l'échelle 1:1.

Programmation

Votre temporisateur ne peut s'utiliser sans la programmation de son PICAXE-08M2. Cette dernière opération ne présente aucune difficulté. Téléchargez librement, sur Internet, la dernière version du logiciel «**PICAXE Programming Editor**» à partir du site du fabricant (voir fin d'article).

Francisez-le, en ouvrant le sous-menu «Options» du menu «View», en sélectionnant l'onglet «Language» et en cliquant sur «French» avant de valider par «Ok».

Considérons-le maintenant installé sur votre ordinateur. Sur le site Internet du magazine, téléchargez le programme «**Temporisateur.bas**» que nous avons développé pour cet article. Les nombreux commentaires permettent de bien comprendre les subtilités du code «source» en Basic. 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 auto-adressée suffisamment affranchie.

La programmation s'effectue ensuite aisément par le port USB, avec un cordon spécifique AXE027.

Attention ! Il ne s'agit pas d'un simple câble USB. Il renferme un adaptateur électronique USB / Série, astucieusement logé dans sa prise. Lancez le logiciel d'édition et de programmation «**PICAXE Programming Editor**».

Dans la fenêtre d'options qui s'ouvre automatiquement, sélectionnez le microcontrôleur PICAXE-08M2 et sur l'onglet suivant : le port «série» utilisé (émulé à partir du port USB).

Raccordez le cordon avec la prise «jack» entre la platine de commande et votre ordinateur, ouvrez le fichier basic «**Temporisateur.bas**» et lancez la compilation suivie du chargement (dernière icône «Program» sous la barre des menus).

Malgré sa petite taille : 96 octets, notre fichier Basic se charge de tout ! Il permet le départ et l'arrêt de la temporisation à tout instant ; ce qui sous-entend qu'il scrute continuellement l'état des touches durant le comptage. Il s'agit des bases de la programmation multitâches. Il gère, bien sûr, la commande du relais, mais également la visualisation et les effets sonores pour une meilleure information.

4

```

PICAXE Programming Editor - [C:\Tempo.bas]
Fichier Edition Simulate PICAXE Affichage Fenêtre Aide
New Flowchart Open Save Print Options Syntax Simulate Program
bas 63,16
1 *****
2 ***** MAGAZINE - ELECTRONIQUE PRATIQUE *****
3 *****
4 ***** Yves HERGY - Droits protégés (c) 12 / 2013 *****
5 *****
6 ***** TEMPORISATEUR *****
7 *****
8 ***** POUR INSOLEUSE DE CIRCUITS IMPRIMES *****
9 ***** À BASE DU MICROCONTROLEUR PICAXE-08M2 *****
10 *****
11 ***** Directives de compilation *****
12 #picaxe 08M2 'Microcontrôleur utilisé : PICAXE-08M2
13 #no_data 'Pas de données en EEPROM
14 #terminal off 'Pas de terminal sur PC
15
16 '==== Constantes =====
17 symbol BUZZER = 0 'Sortie sonore sur la ligne 0
18 symbol RELAIS = 1 'Gestion du RELAIS par la ligne 1
19 symbol BPA = Pin2 'Touche ARRÊT raccordée à la ligne 2
20 symbol BPM = Pin3 'Touche MARCHÉ raccordée à la ligne 3
21 symbol RVAR = 4 'Valeur du POTENTIOMETRE sur la ligne 4
22
23 '==== Variables =====
24 symbol DUREE = w0 'Durée en 1/10ème dans w0 soit b0 et b1
25 symbol CPT1 = w1 'Compteur N°1 dans w1 soit b2 et b3
26 symbol VALEUR = b4 'Position du curseur du potentiomètre
27
28 '==== Début du programme =====
29 gosub ARRET 'Initialisation
30 DEBUT:
31 readadc RVAR,VALEUR 'Lecture de la position du curseur
32 pause 2
33 VALEUR = VALEUR / 4 'Pas de 15 secondes
34 DUREE=VALEUR*145 'Par pas de 100ms
35 if VALEUR=0 then 'Test butée minimale
36 DUREE=40 '4 secondes = 40 ms
37 endif
38 if VALEUR>60 then 'Test butée maximale
39 DUREE=9000 '15 minutes = 9000 ms
40 endif
41 if BPM=1 then DEBUT 'Test de la touche MARCHÉ
42 low RELAIS 'Activation du RELAIS
43 CPT1=0 'Initialisation du compteur
44 sound BUZZER, (100,100) 'Bip sonore
45
46 MARCHÉ:
47 if BPA=0 then
48 gosub ARRET 'Appel du sous-programme d'arrêt
49 goto DEBUT 'Retour au début
50 endif
51 pause 100 'Temporisation principale de 100ms
52 inc CPT1 'Incrémentation du compteur
53 if CPT1<DUREE then MARCHÉ 'Test de fin de temporisation
54 gosub ARRET 'Appel du sous-programme d'arrêt
55 goto DEBUT 'Retour au début
56
57 '==== Sous-programme d'ARRÊT =====
58 ARRET:
59 high RELAIS 'Retombée du RELAIS
60 sound BUZZER, (60, 40) 'Bip sonore
61 sound BUZZER, (70, 40) 'Bip sonore
62 sound BUZZER, (80, 40) 'Bip sonore
63 sound BUZZER, (60, 100) 'Bip sonore
64 return 'Reour de sous-programme

```

- **Ligne 29.** Le corps de notre programme est constitué d'une boucle sans fin. Elle se détermine par l'étiquette, ou label, «DEBUT:», mais tout autre nom peut convenir.

- **Lignes 30 et 31.** Dans cette boucle, nous commençons par lire la position du curseur du potentiomètre, afin de sélectionner ultérieurement la durée de la temporisation souhaitée.

L'instruction «**readadc**» transforme, par le biais d'un canal de conversion analogique/numérique, la tension lue (entre 0 V et +5 V) en une valeur numérique comprise entre 0 et 255. Une pause de 2 ms assure la fiabilité de cette fonction.

- **Ligne 32.** Un premier calcul donne le nombre voulu d'intervalles de 15 s.

- **Ligne 33.** Le résultat de ce second calcul indique le nombre de temporisations de 100 ms nécessaires pour obtenir la temporisation finale souhaitée. Si nous nous étions contentés de lancer une temporisation longue par l'instruction «**pause**» ou «**wait**», nous n'aurions pas pu intervenir avant la fin de celle-ci. Or, une interruption du cycle peut s'avérer utile dans certains cas. La solution adoptée déclenche un nombre de fois une temporisation très courte (100 ms) et entre chacune d'elles, nous testons l'état logique de la touche d'arrêt (S2). De cette manière, nous sommes certains de toujours prendre en compte un ordre d'interruption, car une action humaine dure plus de 100 ms.

- **Lignes 34 à 36.** Test pour savoir si le curseur de P1 est en butée minimale. Dans ce cas, la temporisation est fixée à 4 s.

- **Lignes 37 à 39.** Test pour savoir si le curseur de P1 est en butée maximale. Dans ce cas, la temporisation est fixée à 900 s, c'est-à-dire 15 mn.

- **Ligne 40.** En l'absence d'un ordre de «marche» (aucune action sur la touche marche : S1), nous retournons au début de la boucle pour attendre celui-ci.

- **Lignes 41 à 43.** L'appui sur la touche «marche» provoque l'exécution de ces trois lignes et des suivantes. Activation du relais, initialisation du compteur et émission d'un bip sonore.

5

Étudions en détails le programme visible sur la **figure 5**.

- **Lignes 11 à 13.** Ces directives informent le compilateur sur certaines fonctions précises.

- **Lignes 16 à 20.** Les constantes attribuent, ici, un nom à chaque broche du PICAXE-08M2. En effet, il est plus parlant dans le programme d'utiliser une instruction avec un nom plutôt qu'un numéro. Par exemple : **sound BUZZER, (60, 40)** se comprend mieux que **sound 0, (60, 40)**.

- **Lignes 23 à 25.** Nous suivons le même raisonnement pour les variables. Par exemple : **DUREE=VALEUR*145** se comprend mieux que **w0=b4*145**. Notez que nous employons deux types de variables : le type «byte» ou octet et le type

«word». Une variable «byte» peut contenir une valeur comprise entre 0 et 255. Le type «word» utilise deux octets et peut donc mémoriser un nombre bien plus grand, compris entre 0 et 65 535.

- **Ligne 28.** Pour commencer, nous allons appeler le sous-programme «ARRÊT».

- **Lignes 58 à 63.** Il s'agit du sous-programme d'arrêt. Un sous-programme est une section de quelques lignes, utilisées plusieurs fois. Plutôt que de les réécrire, il est plus judicieux de les placer dans une routine, qu'il suffit d'appeler avec «gosub» en cas de nécessité. Celui qui nous intéresse se charge d'inactiver le relais et d'émettre quatre sons pour signaler cet état.

- **Ligne 45.** La boucle secondaire débute à l'étiquette «MARCHE:», elle s'exécute en permanence durant la temporisation.
- **Lignes 46 à 49.** Test de l'ordre d'arrêt (appui sur S2). Dans ce cas, nous appelons le sous-programme «ARRET» et nous retournons au début de la boucle principale «DEBUT».
- **Ligne 50.** Il s'agit de la temporisation principale, de très courte durée, citée précédemment. Elle doit être lancée autant de fois que le nombre mémorisé dans la variable «DUREE».
- **Ligne 51.** Nous incrémentons de 1 le compteur CPT1, soit : **CPT1 = CPT1 + 1.**
- **Ligne 52.** Si le contenu du compteur CPT1 est inférieur au nombre mémorisé dans la variable «DUREE», la temporisation finale ne s'est pas complètement écoulée, nous retournons au début de la boucle secondaire «MARCHE».
- **Lignes 53 et 54.** Dans le cas contraire, nous appelons le sous-program-

me «ARRET» et nous retournons au début de la boucle principale «DEBUT», en attente d'un nouvel ordre de temporisation.

À l'aide de cet article, vous aurez peut-être gravé votre premier circuit imprimé. De plus, vous possédez maintenant un petit temporisateur pour votre insoleuse. Certes, celui-ci manque certainement de précision au niveau des graduations, mais ce n'était pas le but premier. Nos fidèles lecteurs, n'ayant pas encore franchi le pas de la programmation des microcontrôleurs PICAXE, ont pu évaluer l'aisance d'utilisation et la facilité de mise en œuvre de ceux-ci.

Y. MERGY

Adresse Internet de l'auteur

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

Bibliographie

Électronique Pratique traitant des

«PICAXE» et «PICAXE A TOUT FAIRE» :
N°340 - 342 - 357 - 358 - 360 - 361 -
362 - 363 - 364 - 370 - 371 - 372 - 373
- 376 - 377 - 378 - 382 - 384 - 385 - 387
CD-ROM vendu par *Électronique Pratique* : «PICAXE A TOUT FAIRE»

Les liens Internet utiles pour ce sujet

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

<http://www.electroniquepratique.com>

Site Internet de la société Saint Question Radio :

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

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

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

Site Internet de la société A4 Technologie :

<http://www.a4.fr/>

Site Internet de téléchargement libre du logiciel PICAXE Programming Editor :

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

Le site du forum officiel PICAXE francophone

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



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 μ C. Picaxe pour l'ensemble des articles. Pour débiter, nous travaillerons avec le plus petit mais très populaire «08M», puis nous poursuivrons avec le «20X2», un des plus récents et très performant car il se cadence de 4 à 64 MHz sans oscillateur externe !

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

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

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

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 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

Nous vous avons proposé une première interface dans notre n°387. Ce second montage intègre une horloge «temps réel» et un expandeur de port, le tout piloté depuis le bus I²C du Raspberry.

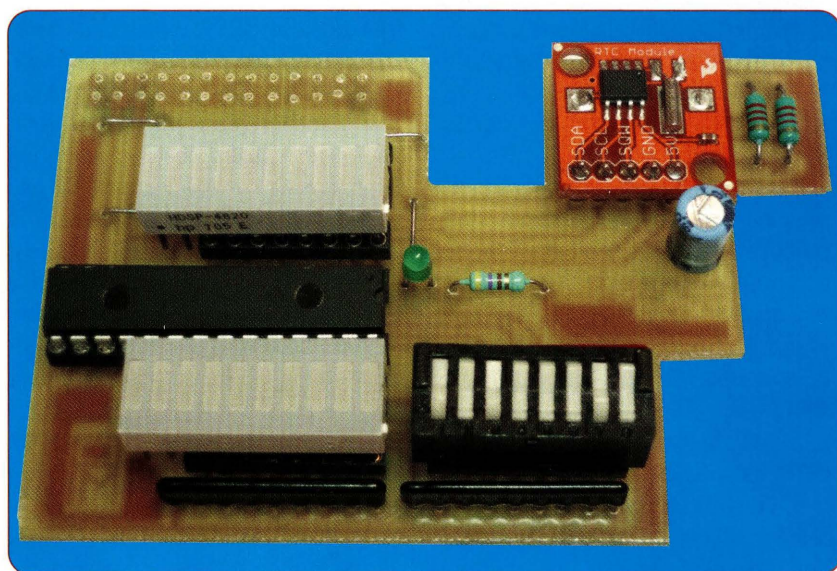
Cette deuxième interface va vous aider à vous familiariser avec le bus I²C du Raspberry (figure 1). Notre montage comporte une horloge «temps réel» qui va permettre au Raspberry d'avoir l'heure et la date courante, sans se connecter à Internet, ainsi qu'un expandeur de port. Celui-ci ajoutera 16 sorties sur leds, ou 8 sorties et 8 entrées (figure 2).

Principes du Bus I²C

Le bus IIC (Inter Integrated Circuit, IIC ou I²C) a été conçu et développé au cours des années 1980 par Philips Semiconductors, afin d'interfacier facilement un microprocesseur avec les différents circuits d'un téléviseur. En fait, le bus I²C permet de faire communiquer, avec seulement trois fils, des composants électroniques entre eux (figure 3).

Les trois connexions retenues pour le protocole I²C sont :

- le fil SDA par lequel vont transiter les données à échanger,



- le fil SCL qui est l'horloge de base permettant le cadencement des échanges,
- le fil de masse.

Les données, transitant en mode «série» sur un bus I²C, peuvent atteindre des débits de l'ordre de 100 kbits/sec en mode «standard» et jusqu'à 400 kbits/sec en mode «rapide». C'est plus que suffisant pour la plupart des applications.

De nombreux composants supportant le protocole I²C ont vu le jour dans différents domaines et nous trouvons, dorénavant, aussi bien des mémoires, des ports d'entrées/sorties, des horloges «temps réel» ou, encore, des circuits spécialisés pour l'audio. Il sera possible d'interconnecter entre eux,

sur le même bus I²C, différents périphériques supportant ce protocole. Chaque composant sera sélectionné par son adresse de base (broches A0, A1, A2) (figure 4).

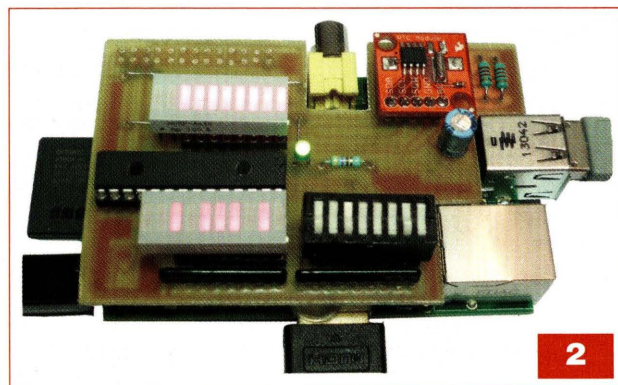
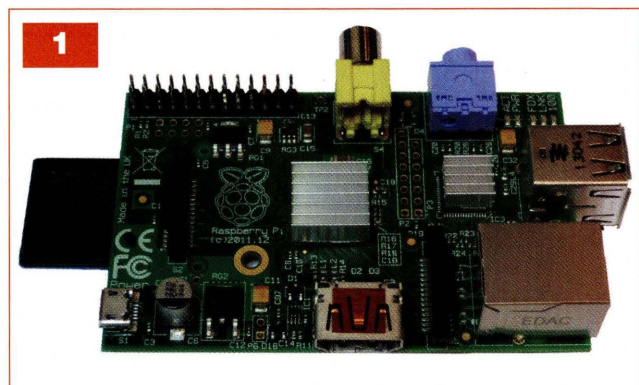
Schéma de principe

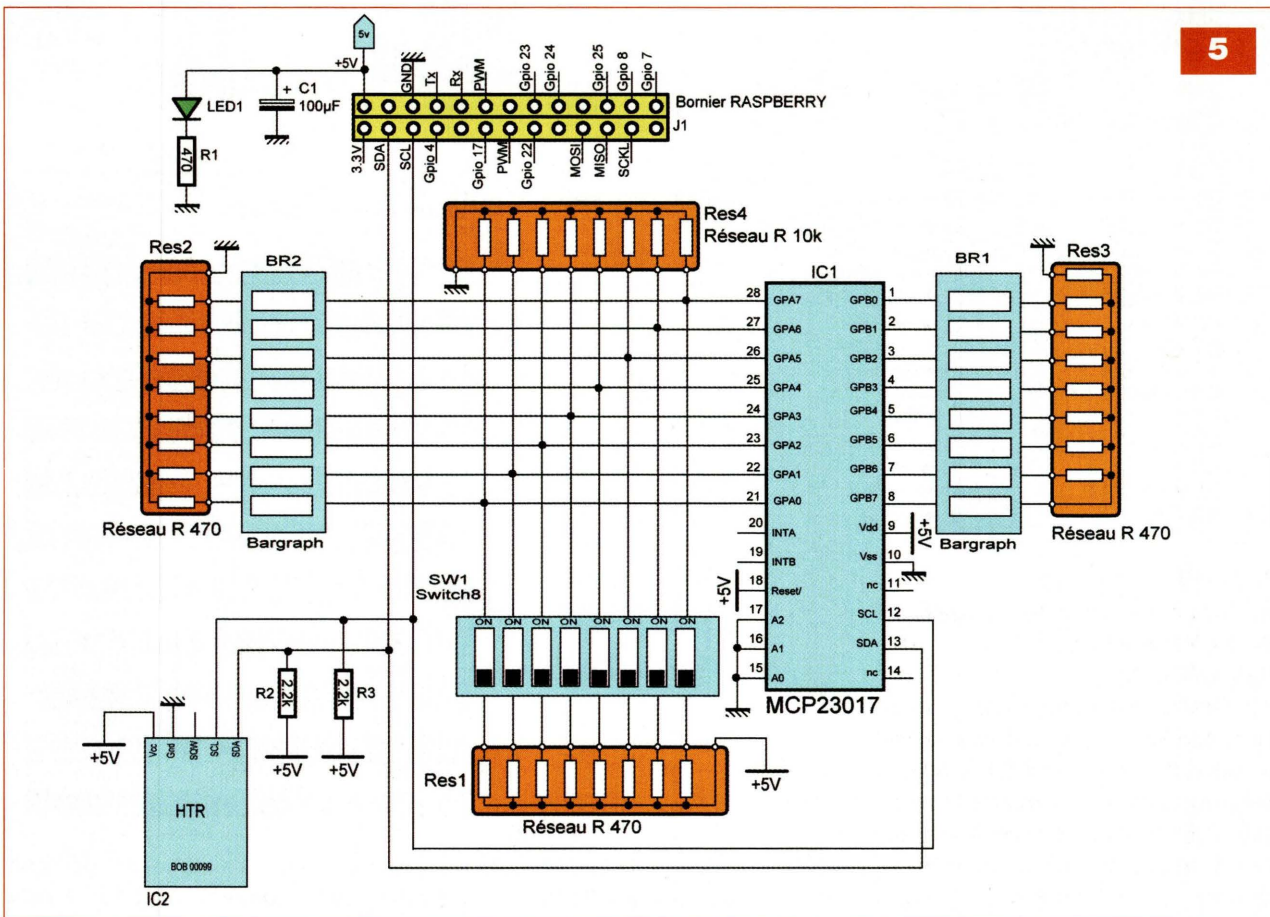
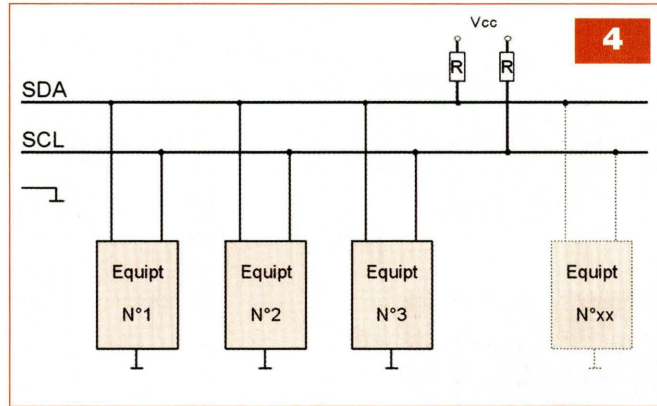
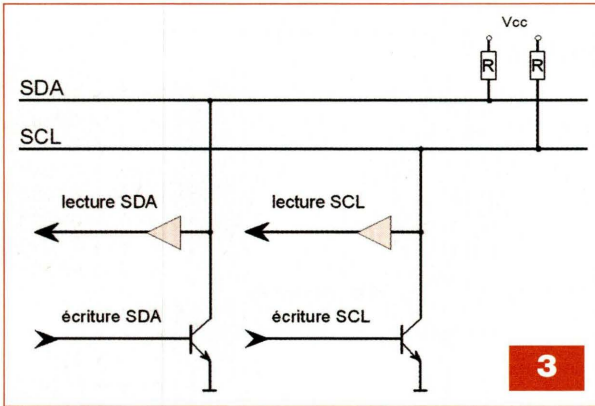
Reportons-nous à la figure 5.

L'horloge «temps réel» et l'expandeur de port sont pilotés via un bus I²C, dont les signaux SDA et SCL sont issus du connecteur à 26 points du Raspberry, broches 3 et 5 (figure 6).

Sorties à leds sur bargraph

Deux bargraphs BR1 et BR2, composés de huit diodes leds chacun, sont pilotables depuis le bus I²C du Raspberry.





Le bargraph BR1 est câblé sur le port GPA de l'expandeur de port et le bargraph BR2 sur le port GPB.

Deux réseaux de résistances, Res2 et Res3, de 470 Ω chacun, permettent de limiter le courant circulant dans chacune des leds des bargraphs.

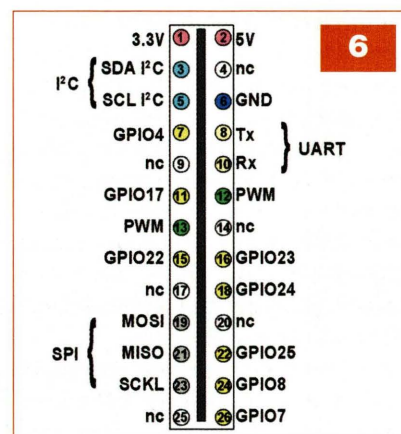
Entrées sur microswitchs

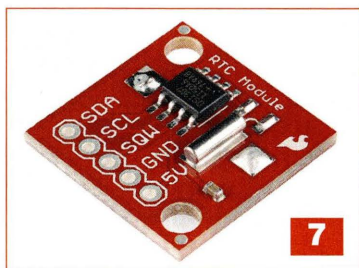
Le port A de l'expandeur MCP23017 peut être configuré soit en «entrées» soit en «sorties», avec toutes les possibilités offertes entre ces deux choix.

Exemple : 4 entrées et 4 sorties programmables dans le fichier «source». Lorsqu'une broche de l'expandeur de port, GPA0 à GPA7, est configurée en «entrée», celle-ci prend l'état 0 ou 1 du microswitch correspondant.

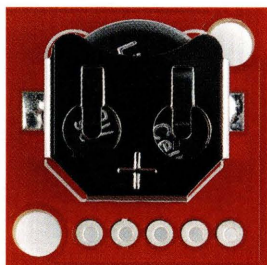
Un premier réseau de résistances, Res1 de 470 Ω, connecté en «pull-up», permet d'imposer un +5 V lorsque l'interrupteur concerné est commuté.

Un «pull-down» est également imposé, via le réseau de résistances Res4 de 10 kΩ.

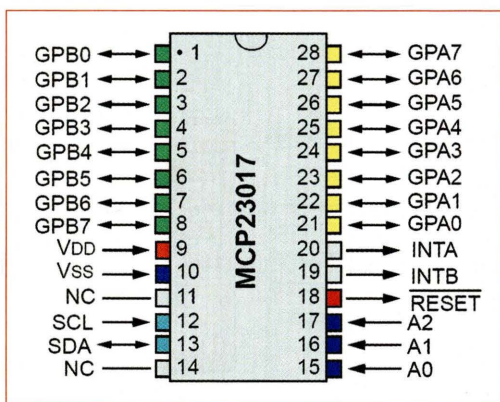




7



8



10

Horloge «temps réel»

Le Raspberry récupère la date et l'heure courante d'un module RTC (figures 7 et 8).

C'est en fait une horloge «temps réel» (Real Time Clock), composée d'une mémoire de type DALLAS DS1307.

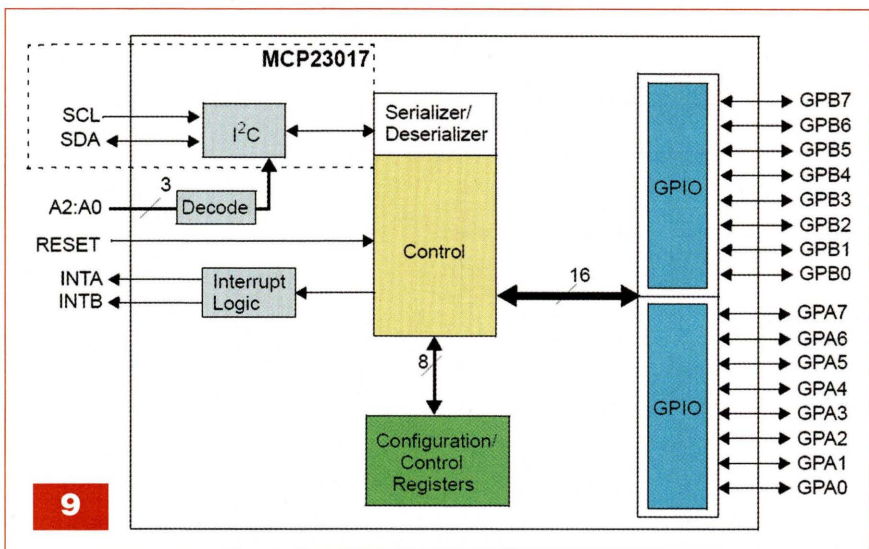
La logique interne permet d'obtenir, selon les oscillations d'un quartz de 32,768 kHz, une date composée de l'année, du mois, du jour, du jour de la semaine, de l'heure, des minutes et enfin des secondes (56 bytes).

Ce module tient compte des années bissextiles.

Une pile au lithium CD1225, incluse sous le module RTC, permet de garder en mémoire la date et l'heure courante pendant neuf ans environ, à partir de la coupure d'alimentation.

Le module peut gérer la date jusqu'en 2100. Il est piloté en I²C avec deux signaux (SDA et SCL) en provenance du connecteur à 26 points.

Cette horloge «temps réel» permettra au Raspberry d'avoir, en permanence, la date et l'heure courante, sans



9

11

qu'il soit forcément connecté à Internet via un serveur horaire.

Présence de l'alimentation

La LED1, connectée sur la sortie +5 V du connecteur du Raspberry, affiche la présence de la tension d'alimentation. La résistance R1 de 470 Ω permet de limiter le courant dans la led.

Principe de fonctionnement

Expandeur de port

Un script, réalisé sous l'environnement de programmation Python (qui fait partie de la distribution Linux RASPBIAN), permet de piloter, via

le bus I²C, l'expandeur de port MCP23017 (figures 9 et 10). Il peut être configuré en 16 entrées/sorties indépendantes et possède plusieurs registres programmables, afin de définir le sens de la broche, «entrée» ou «sortie» (figure 11).

Le MCP23017

L'expandeur de port MCP23017 est composé de deux ports, port A et port B, comprenant chacun huit broches d'entrées/sorties.

Chaque port est composé de plusieurs registres (figure 12). Nous allons détailler quatre d'entre eux, ceux que nous allons utiliser. Le MCP23017 possède deux banques de registres,

Address IOCON.BANK = 1	Address IOCON.BANK = 0	Access to:
00h	00h	IODIRA
10h	01h	IODIRB
01h	02h	IPOLA
11h	03h	IPOLB
02h	04h	GPINTENA
12h	05h	GPINTENB
03h	06h	DEFVALA
13h	07h	DEFVALB
04h	08h	INTCONA
14h	09h	INTCONB
05h	0Ah	IOCON
15h	0Bh	IOCON
06h	0Ch	GPPUA
16h	0Dh	GPPUB
07h	0Eh	INTFA
17h	0Fh	INTFB
08h	10h	INTCAPA
18h	11h	INTCAPB
09h	12h	GPIOA
19h	13h	GPIOB
0Ah	14h	OLATA
1Ah	15h	OLATB

Register Name	Address (hex)	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	POR/RST value
IODIRA	00	IO7	IO6	IO5	IO4	IO3	IO2	IO1	IO0	1111 1111
IODIRB	01	IO7	IO6	IO5	IO4	IO3	IO2	IO1	IO0	1111 1111
IPOLA	02	IP7	IP6	IP5	IP4	IP3	IP2	IP1	IP0	0000 0000
IPOLB	03	IP7	IP6	IP5	IP4	IP3	IP2	IP1	IP0	0000 0000
GPINTENA	04	GPINT7	GPINT6	GPINT5	GPINT4	GPINT3	GPINT2	GPINT1	GPINT0	0000 0000
GPINTENB	05	GPINT7	GPINT6	GPINT5	GPINT4	GPINT3	GPINT2	GPINT1	GPINT0	0000 0000
GPPUA	0C	PU7	PU6	PU5	PU4	PU3	PU2	PU1	PU0	0000 0000
GPPUB	0D	PU7	PU6	PU5	PU4	PU3	PU2	PU1	PU0	0000 0000
GPIOA	12	GP7	GP6	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	0000 0000
GPIOB	13	GP7	GP6	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	0000 0000
OLATA	14	OL7	OL6	OL5	OL4	OL3	OL2	OL1	OL0	0000 0000
OLATB	15	OL7	OL6	OL5	OL4	OL3	OL2	OL1	OL0	0000 0000

dont l'adressage dépend de la position d'un bit dans un registre de configuration (**IOCON.BANK**). À la mise sous tension, c'est la banque 0 qui est positionnée par défaut et c'est elle que nous allons utiliser par soucis de simplification. L'interface que nous allons réaliser utilise le port B en «sorties» uniquement. Le port A pourra être configuré en «sorties» ou en «entrées», totalement ou partiellement, avec un panachage des entrées/sorties.

Le registre de configuration du sens des entrées/sorties

Le registre IODIRA est accessible à l'adresse 00 (figure 11). Celui-ci permet de configurer, indépendamment, chaque broche du port A soit en «entrée» soit en «sortie». Il est à noter que, pour le port B, c'est le registre de direction IODIRB qui est en charge de configurer les entrées/sorties (adresse 01). Pour configurer une broche en «entrée», il faudra mettre un (1) à l'emplacement équivalent dans le registre. Pour mettre la broche en «sortie», il faudra inscrire un (0) à l'emplacement désiré.

Exemple

Si nous souhaitons positionner les broches du port A/GPA7-GPA6-GPA5 et GPA4 en «sorties» et les broches GPA3-GPA2-GPA1 et GPA0 en «entrées», il faudra inscrire la valeur \$0F, soit (0000 1111) dans le registre de direction IODIRA.

Si nous voulons l'ensemble du port B en «sorties», il faudra inscrire \$00 (0000 0000) dans le registre de direction du port B, (IODIRB).

Le registre de sortie OLATx

Si on a déclaré un port en «sorties» comme dans l'exemple ci-dessus, port B, il suffira d'écrire dans le registre de sortie, pour positionner les broches à (1) ou à (0) et, ainsi, illuminer ou éteindre des leds dans notre montage. Les registres OLATA et OLATB sont les deux registres du port A et du port B qu'il faudra positionner pour piloter les broches d'entrées/sorties. Ces deux registres sont aux adresses \$14 pour le port A et \$15 pour le port B.

Exemple

Nous avons positionné le port B en «sorties» et nous souhaitons illuminer les huit leds connectées sur ce port. Il faudra placer la valeur \$FF (1111 1111) dans le registre OLATB. Si nous souhaitons illuminer une led sur deux, il faudra alors inscrire la valeur \$55 (0101 0101) dans ce même registre. Comme vous l'aurez compris, pour éteindre les leds, un \$00 sera alors nécessaire.

Le registre GPIOx

Pour visualiser le contenu du port A ou celui du port B, nous avons à notre disposition les registres GPIOA et GPIOB. Ils reflètent l'état des entrées/sorties de ces deux ports. Ces deux registres sont accessibles aux adresses \$12 pour le port A et \$13 pour le port B.

Exemple

Nous avons positionné le port A en huit «entrées» et nous souhaitons visualiser l'état des interrupteurs

connectés sur ce port, il faudra alors lire la valeur du registre GPIOA. Si, par exemple, nous avons les interrupteurs SW1 et SW8 sur la position «ON» et le reste des interrupteurs sur la position «OFF», alors la lecture du registre GPIOA donnera la valeur \$81 (1000 0001). Si tous les interrupteurs sont sur «ON», alors nous aurons la valeur \$FF (1111 1111) dans le registre GPIOA.

La nature de la trame I²C, qui sera envoyée vers l'expandeur, est indiquée **figure 13**. Nous voyons, notamment dans cette trame, que l'adresse de base du composant (que nous retrouverons lors de l'explication de l'installation) est \$20 (0100), quand les bits d'adressage du MCP23017 A2, A1 et A0 sont à (0).

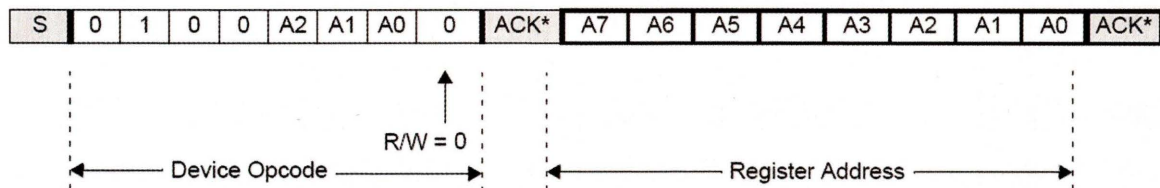
Nous retrouverons ces différents registres utilisés lors des explications détaillées dans le «source» du programme, avec l'environnement Python.

Horloge «temps réel»

L'horloge «temps réel» sera associée au système, afin qu'à la mise sous tension, le Raspberry se connecte, via son port I²C, à cette HTR, afin de mettre à jour les variables «horaire» et «date».

Les informations nécessaires pour la mise en œuvre sont indiquées dans la suite de l'article (mise en service).

Pour «adresser» le circuit concerné par la demande (expandeur de port ou HTR), le programme réalisé en Python transmet l'adresse du composant dans la trame échangée sur le bus I²C.



*The ACKs are provided by the MCP23017.

13

Nomenclature

• Semiconducteurs

IC1 : MCP23017 (Farnell)
 IC2 : RTC BOARD, réf. BOB-00099 (Lextronic)
 LED1 : led verte Ø 3 mm
 BR1, BR2 : bargraph 8 leds
 ZAQS 0817 (Conrad) ou 10 leds réf Dc-7G3Ewa ou HDSP 4820

• Condensateur

C1 : 100 µF / 10V (radial)

• Résistances ±5 %

R1 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R2, R3 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
 Res1, Res2, Res3 : réseau 470 Ω (8 + 1 commun)
 Res4 : réseau 10 kΩ (8 + 1 commun)

• Divers

Barrette sécable femelle
 Microswitch 8 inters
 3 supports DIL «tulipe» à 16 broches
 1 support DIL «tulipe» à 28 broches

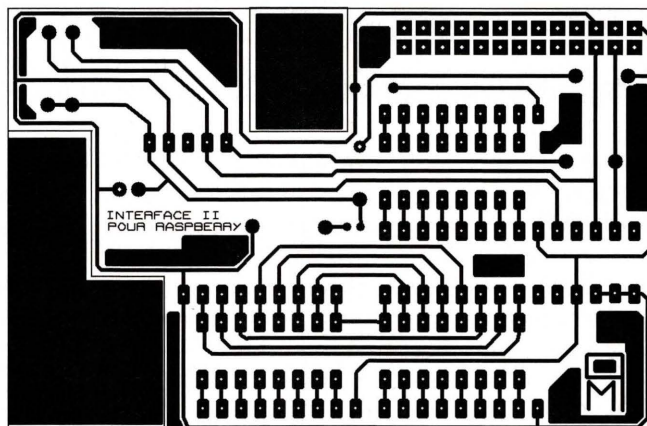
Il n'y a pas, ici, de «chip select» (sélection du boîtier), les deux composants ont une adresse propre, dans le cas d'une connexion avec plusieurs composants identiques, comme des expandeurs de ports de type MCP23017. Il est alors possible de changer l'adresse d'un composant avec les broches d'adressage A0, A1 et A2, ce qui permet d'adresser au maximum huit circuits différents.

La réalisation

La **figure 14** précise le dessin des pistes cuivrées du circuit imprimé.

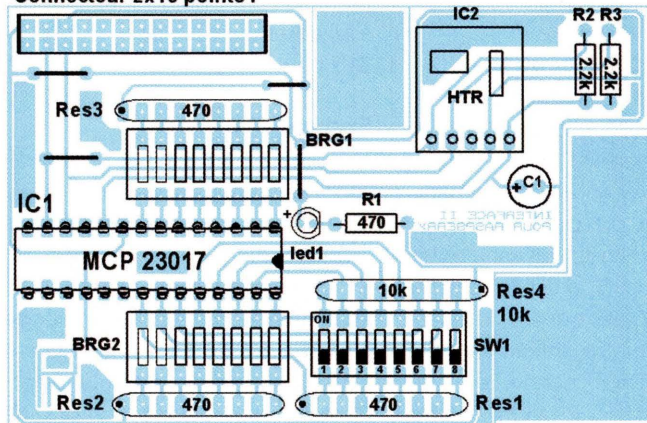
Celui-ci devra être gravé avec un soin tout particulier, la platine étant raccordée au Raspberry et les pistes étant très fines.

Le perçage des pastilles se fera en Ø 0,8 mm, puis en Ø 1 mm pour le



14

Connecteur 2x13 points F



15

passage des pattes plus larges de quelques composants.

La **figure 15** permet d'insérer correctement les composants. Souder, dans un premier temps et par ordre de taille : les straps, les résistances, les réseaux de résistances, la led, le support DIL, le condensateur, pour terminer par l'horloge «temps réel» et les barrettes sécables de 13 points, femelles, qui seront **soudées côté cuivré du circuit imprimé**.

Pour les bargraphs, il sera possible d'utiliser, soit un modèle de 10 leds, soit un modèle de 8 leds.

Ils pourront être insérés sur un support DIL 16 broches ou bien soudés. Un point, situé sur une face latérale du bargraph, indique le (+) des leds, les anodes. Ce repère doit être placé côté expander (MCP23017).

Nota. Dans notre prochain numéro, nous aborderons la mise en service de cette interface qui vous permettra de vous familiariser avec le Bus I²C du Raspberry.

P. MAYEUX

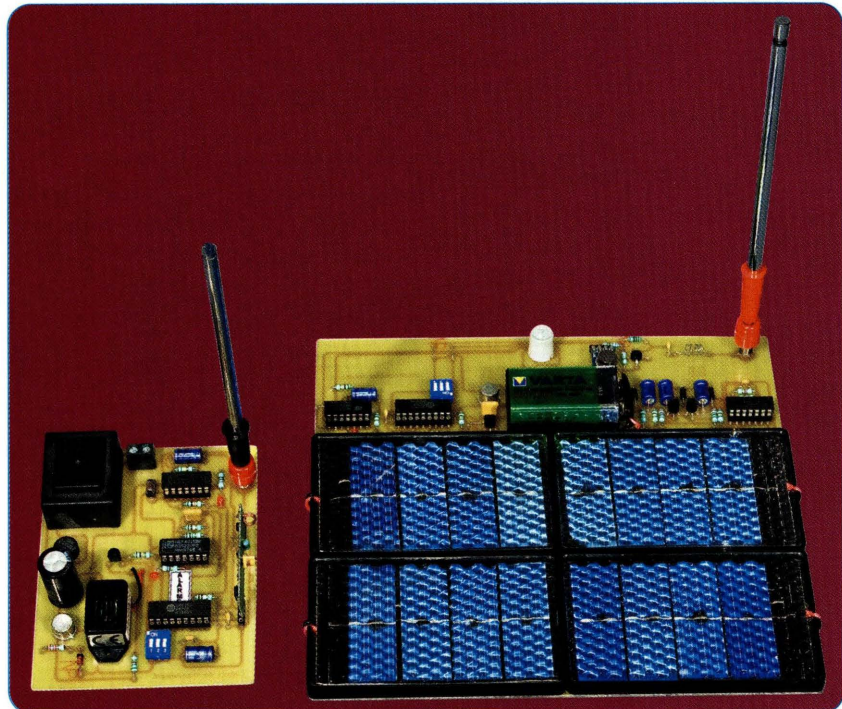
Site auteur : <http://p.may.cher-alice.fr>

Site Raspberry :

<http://www.raspberrypi.org>

Surveillance à distance par détection de mouvements

Il existe une grande diversité de détecteurs de mouvements disponibles auprès des revendeurs de composants électroniques. Si le recours à un tel détecteur est motivé pour la surveillance d'une zone assez éloignée d'une habitation, se pose alors le problème de son alimentation. Afin de s'éviter une longue liaison filaire, cette dernière devra obligatoirement être autonome.



Nous avons «déniché» un détecteur dont la consommation reste, en situation de veille, nettement inférieure au demi-milliam-père. Il autorise ainsi une alimentation par des cellules solaires. L'étude est complétée par une transmission hertzienne du signal de détection.

Le principe

En journée, des cellules solaires chargent, en permanence, une batterie par l'intermédiaire d'un multiplicateur de tension, pour obtenir une tension suffisante.

Le détecteur de mouvement est constamment opérationnel, de jour comme de nuit.

Dès qu'un individu pénètre dans sa zone de détection, qui est d'au moins 5 m, un signal «radio» est transmis à un récepteur pouvant se trouver à plus de 300 m du lieu de détection.

Un signal sonore, temporisé, est alors émis par ce dernier.

De plus, cette détection reste mémorisée par une led de signalisation.

Le détecteur SM Panasonic «AMN 311 112 J»

Indépendamment de sa très faible consommation, le fabricant indique qu'il s'agit du détecteur le plus petit du marché : 10 mm de diamètre et 13 mm de hauteur.

Il existe en deux couleurs : blanc et noir.

Au niveau de sa structure, nous distinguons (**figure 1**) :

- Une lentille hémisphérique, par laquelle transite le rayonnement infrarouge émis par tout corps «chaud».

Cette lentille comporte de multiples facettes destinées à produire des variations d'intensités de rayonnement dès qu'une source infrarouge se déplace dans la zone de détection

- Un filtre optique
- Un capteur infrarouge passif

- Une alimentation stabilisée
- Un étage amplificateur

Le détecteur possède trois broches destinées à une implantation sur un circuit imprimé : une broche (+V), une broche (Masse) et une broche (Sortie).

A sa base il comporte, en outre, deux encoches de positionnement diamétralement opposées.

Si l'axe qui les relie est horizontal, l'angle de détection est de 100°.

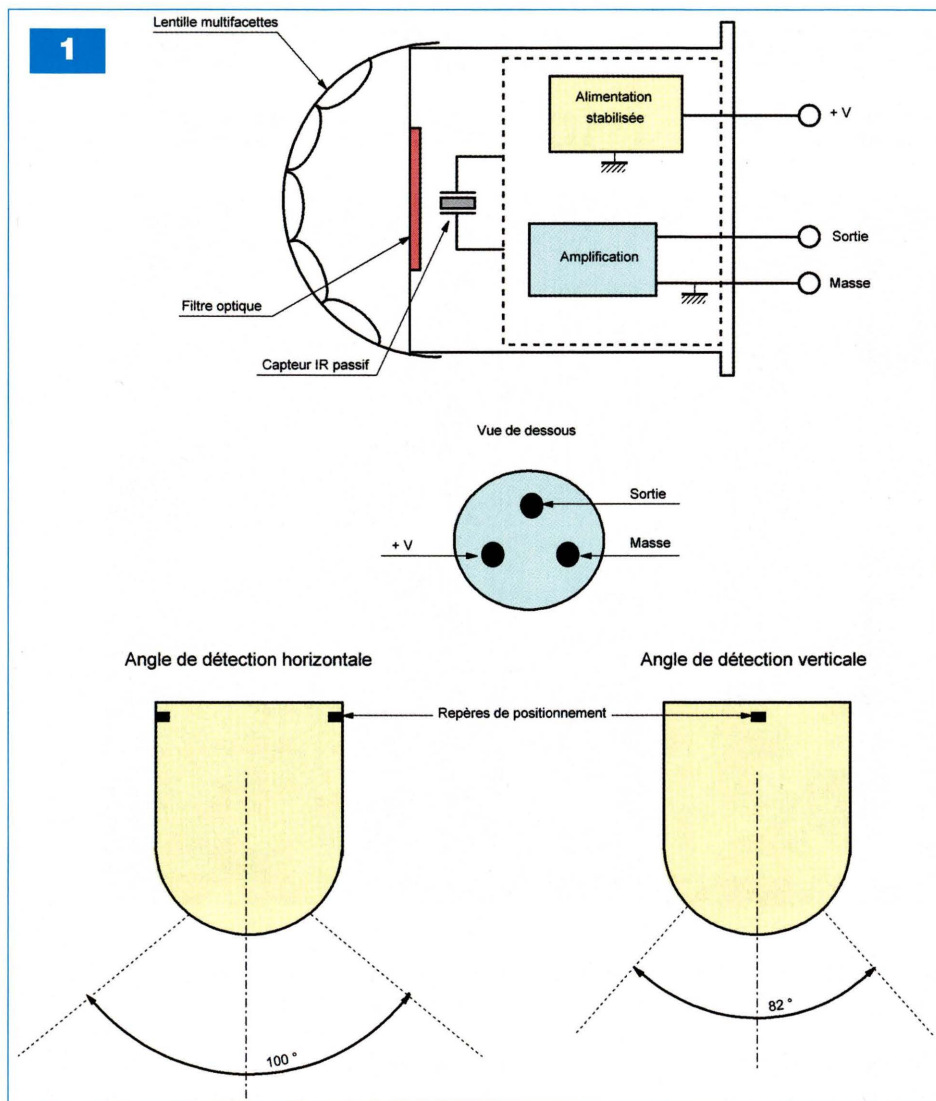
Si cet axe est vertical, l'angle est égal à 82°. La distance maximale de détection est d'environ 5 m.

Son alimentation nominale est de 5 V, mais il fonctionne dans de bonnes conditions dans une plage de 3 V à 6 V. Sa consommation est de l'ordre de 200 μ A.

En cas de détection, la broche de sortie présente un état «haut».

Elle est à l'état «bas» en situation de veille.

Une fois mis sous tension, le détecteur se caractérise par un délai de stabilisation pouvant atteindre 30 s.



Le fonctionnement

Module émetteur Les cellules solaires

L'énergie est recueillie par quatre cellules solaires, de forme rectangulaire, de 93 mm x 63 mm.

Chacune d'elles fournit une tension nominale de 2 V, sous une intensité de 200 mA (figure 2).

Cette tension est quasiment maintenue si les cellules ne sont pas directement éclairées par le soleil.

Il suffit que le ciel soit clair.

Par temps nuageux, la tension baisse, tout en restant supérieure à 1,3 V.

Les quatre cellules étant connectées en «série», cette source d'énergie se caractérise donc par une tension nominale de 8 V et par une puissance de 1,6 W dans des conditions idéales d'exposition au rayonnement solaire.

Le multiplieur de tension

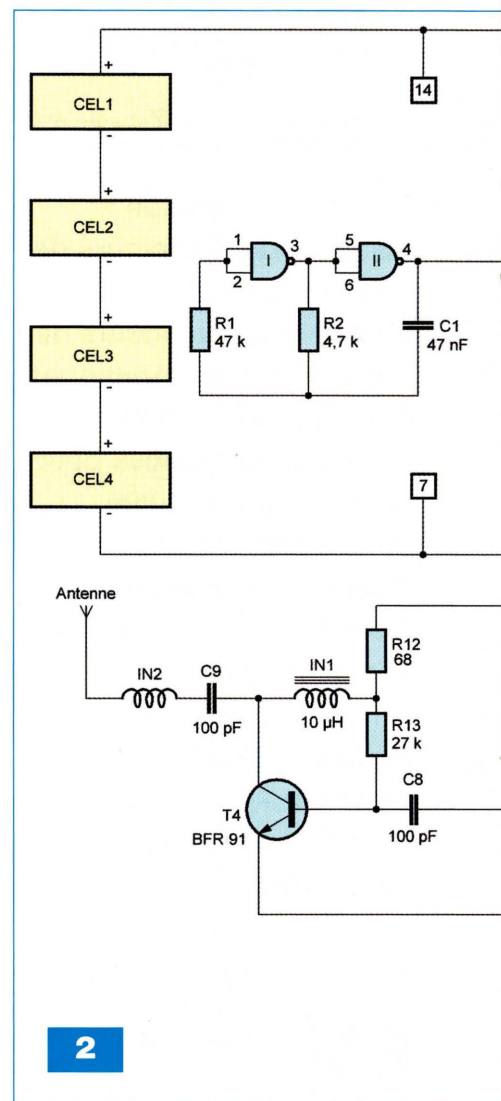
Quand la tension issue des cellules solaires est maximale, à savoir 8 V, elle reste néanmoins insuffisante pour assurer la charge de la batterie dont la valeur nominale est égale à 8,4 V. Ce type de batterie a été retenu pour assurer une puissance suffisante à l'émission hertzienne.

Aussi est-il nécessaire, dans un premier temps, d'élever la tension disponible aux bornes des cellules solaires. Ces dernières alimentent directement le circuit intégré IC1 / CD 4011, qui renferme quatre portes NAND.

Les portes (I) et (II) constituent un oscillateur. La période (T) des crêteaux, de forme carrée, délivrés par la sortie de la porte (II), est déterminée par la relation :

$$T = 2,2 \times R2 \times C1$$

Dans le cas présent, le lecteur pourra



vérifier que cette période est d'environ 0,5 ms, ce qui correspond à une fréquence de 2 kHz.

Les portes (III) et (IV) de IC1 réalisent deux inversions successives des niveaux logiques issus de la sortie de la porte (II).

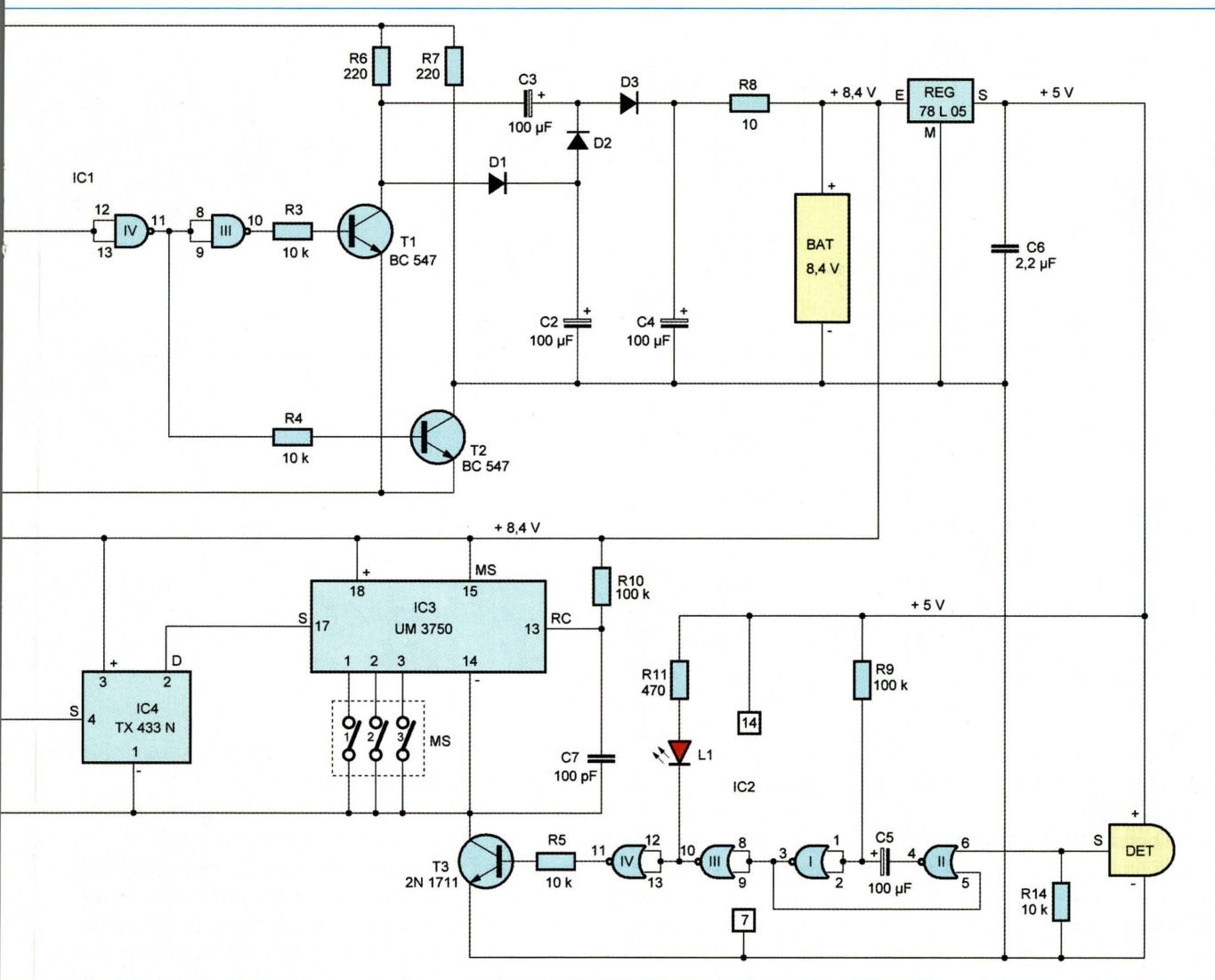
Il en résulte une conduction alternée des transistors T1 et T2. Au niveau des collecteurs de ces derniers, apparaît une suite d'états «haut» et «bas», en opposition, d'un collecteur à l'autre.

L'ensemble D1, D2, D3, C3 et C4 forme un tripleur de tension. Ce type de montage repose sur la mise en œuvre de cellules de Schenkel.

Son fonctionnement est le suivant :

1^{er} temps : alternance négative (T1 passant, T2 bloqué)

La diode D1 est bloquée. Seule la diode D2 est passante. Il en résulte la charge de C3 à la tension de crête.



2^{ème} temps : alternance positive (T1 bloqué, T2 passant)

La diode D2 est bloquée. En revanche, D1 et D3 conduisent. Il en résulte :

- la charge de C2, à la valeur crête, par l'intermédiaire de D1
- la charge de C4, par l'intermédiaire de D3, au potentiel résultant de l'addition de trois potentiels élémentaires : valeur crête de l'alimentation, tension C3 et tension C2

En conclusion :

Nous obtenons bien une tension crête triplée aux bornes de C4. En réalité, cette valeur est diminuée des tensions de jonction des trois diodes, soit $0,6 \text{ V} \times 3 = 1,8 \text{ V}$.

En définitive, si (U) est la tension délivrée par les cellules solaires, la tension (u) disponible sur l'armature positive de C4 est telle que :
 $u = 3U - 1,8 \text{ V}$

Dans les conditions d'un ensoleillement maximal, la valeur théorique de (u) atteint ainsi $24 \text{ V} - 1,8 \text{ V}$, soit $22,2 \text{ V}$.

Dans le cas d'un temps couvert, pour lequel la tension par cellule ne serait que de $1,3 \text{ V}$, la valeur de (u) devient égale à $15,6 \text{ V} - 1,8 \text{ V}$, soit $13,8 \text{ V}$.

Charge de la batterie

La tension, délivrée par le multiplieur évoqué ci-dessus, charge la batterie à travers la résistance de limitation R8 de 10Ω .

Dans la pratique, il est facile de connaître le courant de charge. Il suffit, pour cela, de mesurer la tension aux bornes de R8 et d'appliquer la loi d'Ohm : $i = u / 10$.

L'expérience montre que, dans le cas d'un ensoleillement conséquent, le courant de charge atteint 8 à 10 mA . Sachant que la consommation de

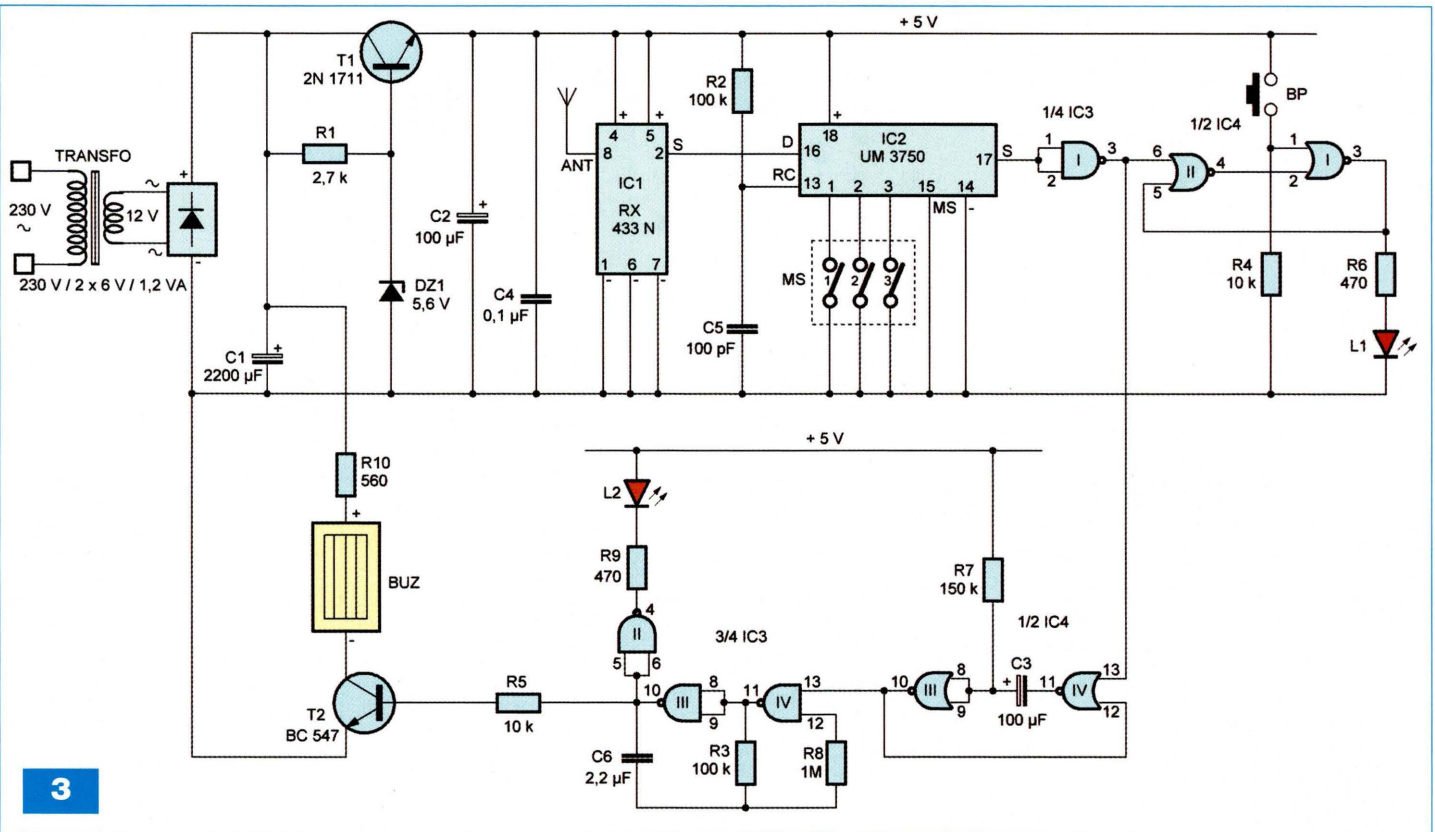
«veille» du montage est de l'ordre de 2 mA , le différentiel reste positif.

Lors des 7 s d'émission hertzienne correspondant à une détection, cette consommation monte ponctuellement à 35 mA . Du fait de la très faible durée de cette consommation par rapport à la durée de «veille», le bilan énergétique reste largement positif en faveur de la batterie, dont la capacité est de 200 mAh .

Détection d'un mouvement

Par l'intermédiaire du régulateur 78L05, une partie de l'énergie fournie par la batterie se retrouve sur la sortie de celui-ci, sous la forme d'un potentiel stabilisé à $+5 \text{ V}$. Il alimente le détecteur de mouvement et le circuit intégré IC2.

Ainsi que nous l'avons mentionné, tout mouvement détecté dans la zone de surveillance se traduit par l'appa-



3

rition d'un état «haut», dont la durée est relativement réduite, puisqu'elle correspond en fait à celle du mouvement lui-même.

Cet état «haut» active la bascule monostable formée des portes NOR (I) et (II) de IC2. La sortie de cette dernière délivre un état «haut», dont la durée est déterminée par la relation $0,7 \times R9 \times C5$. Dans le cas présent, cette durée est d'environ 7 s.

Les portes NOR (III) et (IV) de IC2 réalisent deux inversions successives de cet état «haut» temporaire.

Il en résulte :

- l'illumination de la led rouge L1, dont le courant est limité par R11
- la saturation du transistor T3

Encodage de l'émission hertzienne

Le circuit IC3 / UM 3750 effectue l'encodage adapté pour gérer la partie BF de la porteuse HF relative à l'émission hertzienne.

Un tel circuit est «piloté» par une base de temps interne, dont les paramètres sont imposés par les valeurs de R10 et C7.

Dans notre application, au niveau de la broche 13, la fréquence des

signaux est de l'ordre de 100 kHz. Lorsque l'entrée MS, broche 15, est soumise à un état «haut», le circuit fonctionne en mode «encodage». Les possibilités de codage sont impressionnantes, puisqu'au nombre de 2^{12} , soit 4 096. Pour des raisons de simplification, nous n'en utiliserons que 2^3 , c'est-à-dire 8.

Le codage consiste à soumettre les entrées, correspondant aux broches 1, 2 et 3, soit à un état «haut», soit à un état «bas», suivant la position des interrupteurs du groupement MS.

En laissant une entrée «en l'air», elle prend automatiquement l'état «haut». Sur la sortie S, broche 17, nous obtenons une suite de mots de 12 bits, d'une durée de 0,96 ms par bit.

Le mot entier dure donc $0,96 \text{ ms} \times 12$, soit 11,52 ms. Les mots se succèdent avec un espacement de repos de la même valeur, soit 11,52 ms.

En considérant un bit isolément, nous distinguons pour :

- le codage 1 : un état «bas» d'une durée de $2/3$ de celle du bit, suivi d'un état «haut» de $1/3$ de durée
- le codage 0 : un état «bas» de $1/3$ de la durée du bit, suivi d'un état «haut» de $2/3$ de durée

Émission HF

Le module TX 433 N, référencé IC4, se charge de l'émission codée HF.

Il s'agit d'un module hybride préreglé en usine. Il est constitué d'un étage oscillateur fonctionnant à 433 MHz, lequel est stabilisé en fréquence par un résonateur à onde de surface. Il s'active chaque fois que son entrée D (Data), broche 2, est soumise à un état «haut». La porteuse HF épouse ainsi, parfaitement, la structure du codage issu de l'encodeur IC3.

La sortie de cette émission HF est disponible sur la broche 4. Cependant, le fonctionnement de ce module «émetteur» n'est effectif que lorsque sa broche 1 est soumise au (-) de l'alimentation, c'est-à-dire lorsque le transistor T3 est en état de «saturation». Rappelons que cela se produit pendant environ 7 s, suite à une détection. Dans le but d'augmenter la portée de l'émetteur, un étage amplificateur, avec le transistor BFR 91, a été placé en aval. La base de T4 est polarisée par R13 et les signaux transmis par IC4 y sont appliqués par C8.

Le circuit collecteur comporte une inductance IN1 de 10 μH . C'est sur le collecteur de T4 que sont disponibles

les signaux amplifiés. Ces derniers sont finalement transmis à une antenne d'émission, par l'intermédiaire de C9 et de l'inductance IN2, afin d'appliquer la charge inductive «utile» à cette sortie d'antenne. Cette dernière inductance est constituée de trois à cinq spires de 4 à 5 mm de diamètre, enroulées «en l'air», pour former une bobine d'une dizaine de millimètres de longueur.

Notons que la tension d'alimentation de l'ensemble IC3 / IC4 / T4 provient directement de la batterie. Elle est d'environ 8,5 V à 9 V.

Cette tension permet d'obtenir une puissance d'émission plus importante.

Module récepteur Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du module «récepteur» provient du secteur, par l'intermédiaire d'un transformateur, dont le secondaire délivre une tension alternative de 12 V.

Après le redressement des deux alternances par un pont de diodes, le condensateur C1 effectue un premier filtrage de la tension continue (figure 3).

La base du transistor T1 est maintenue à un potentiel de +5,6 V par la diode zéner DZ1, dont le courant inverse est limité par R1. Il en résulte, au niveau de l'émetteur, la présence d'une tension continue de +5 V, compte tenu du potentiel de jonction base / émetteur de 0,6 V.

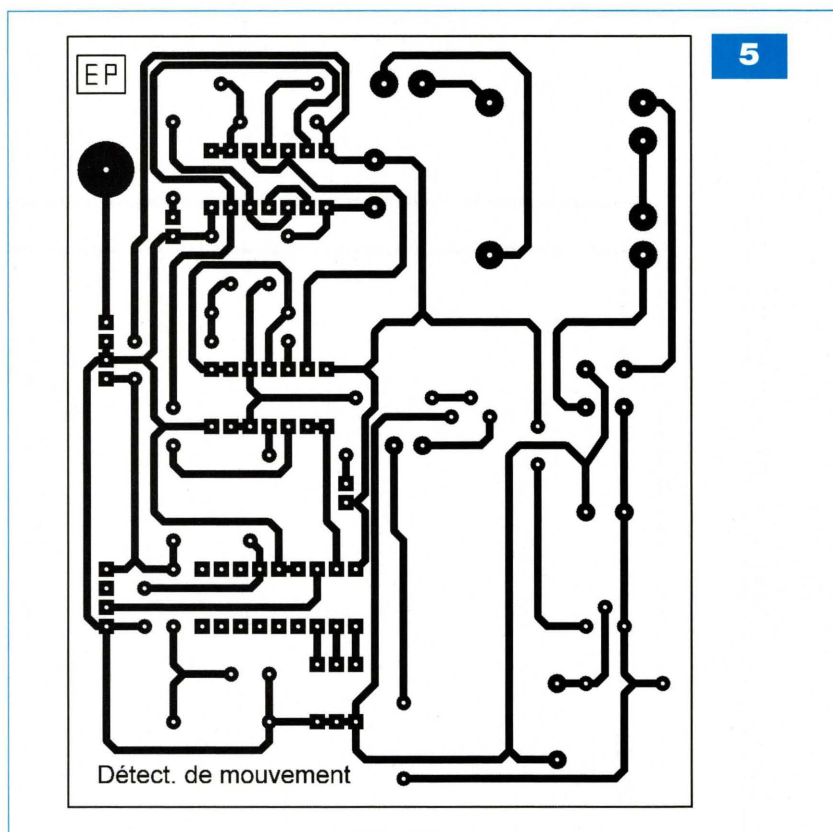
Cette valeur de +5 V est imposée par la présence du module «récepteur». Le condensateur C2 effectue un complément de filtrage de la tension continue, tandis que C4 joue le rôle de capacité de découplage.

Réception HF

La réception du signal HF est confiée à un module RX433N.

Il est également pré-réglé en usine. Sa sensibilité est de 3 $\mu\text{V/m}$. Elle peut être augmentée, très nettement, en reliant l'entrée ANT, broche 8, à une antenne.

Le module comporte une sortie «analogique», broche 3, et une sortie «numérique», broche 2. C'est cette dernière qui est utilisée dans la pré-



sente application. Sur cette sortie est disponible un signal de même structure binaire que celle qui est à l'origine du codage de l'émetteur.

Ce codage est appliqué à l'entrée D de IC2, un UM 3750 fonctionnant ici en mode «décodage».

C'est la raison pour laquelle l'entrée MS est reliée à l'état «bas».

Par ailleurs, les valeurs de la résistance et du condensateur reliés à l'entrée RC sont bien entendu identiques à celles de l'encodeur qui équipe l'émetteur. Enfin, les interrupteurs du groupement MS occupent des positions identiques à celles qui caractérisent le codage de l'émetteur.

Mémorisation d'une détection

Dès qu'une réception HF est reconvenue conforme, la broche 17 de IC2 passe à l'état «bas» aussi longtemps que subsiste cette émission. Il en résulte le passage à l'état «haut» de la sortie de la porte NAND (I) de IC3. Les portes NOR (I) et (II) de IC4 forment une bascule R / S. Tout état «haut» appliqué sur l'entrée 6, même de courte durée, a pour conséquence le passage à l'état «haut» de la sortie 3 de la bascule. Cet état «haut» est

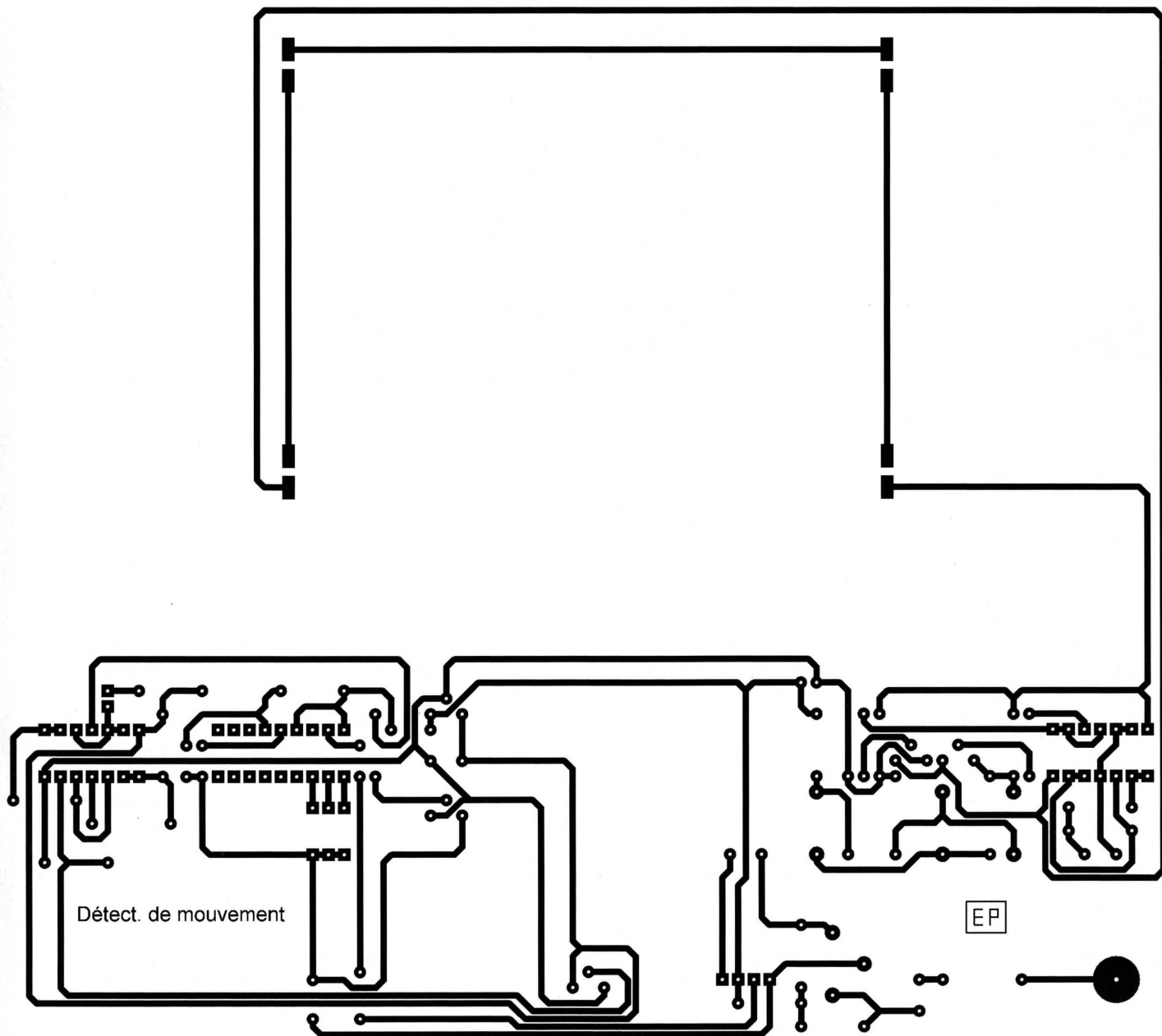
auto-maintenu. Il subsistera aussi longtemps qu'un état «haut» d'effacement n'aura pas été appliqué sur l'entrée 1. A noter que cette dernière action est réalisée par un simple appui sur le bouton-poussoir BP.

En définitive, dès qu'une détection aura été signalée par l'émetteur / détecteur, la led rouge L1 de signalisation de la mémorisation s'illuminera et restera illuminée tant que l'effacement par un appui sur le bouton-poussoir BP n'aura pas eu lieu.

Signalisation visuelle d'une détection

L'état «haut», issu de la sortie de la porte NAND (I) de IC3, est également appliqué à l'entrée 13 de la bascule monostable formée par les portes NOR (III) et (IV) de IC4.

La sortie de cette dernière passe alors à l'état «haut» pendant une durée imposée par les valeurs de R7 et C3. Cette durée est d'environ 10 s. Pendant cet état «haut», l'oscillateur constitué des portes NAND (III) et (IV) de IC3 devient actif. Sur sa sortie 10, des créneaux de forme carrée, caractérisés par une période égale au produit $2,2 \times R3 \times C6$, soit 0,5 s, appa-



4 raissent. Après l'inversion réalisée par la porte NAND (II), les états «haut» évoqués ci-dessus deviennent des états «bas» sur la sortie de cette porte, si bien que la led rouge L2 clignote au rythme des signaux délivrés par l'oscillateur.

Signalisation sonore

Pour chaque état «haut» présent sur la sortie de l'oscillateur, le transistor

T2 se sature. Il insère dans son circuit collecteur un buzzer à oscillateur incorporé.

Ce dernier émet un son, sous la forme d'une succession de «bips», au rythme des créneaux issus de l'oscillateur.

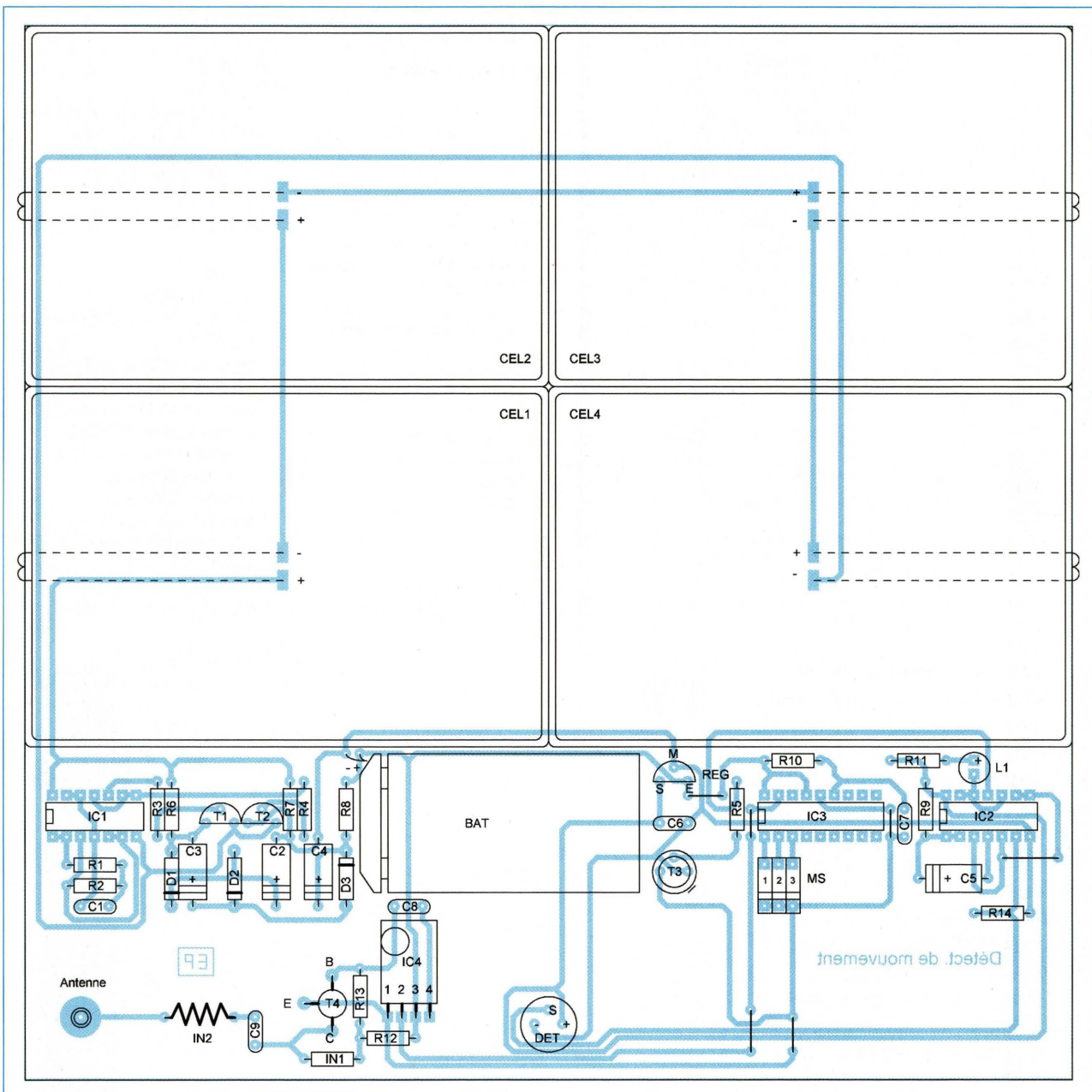
S'agissant d'un oscillateur, dont la tension nominale de fonctionnement est de 12 V, la résistance R10 maintient à ses bornes l'excédent de ten-

sion, celle sur l'armature positive de C1 atteignant une vingtaine de volts.

La réalisation pratique

Les modules

Les circuits imprimés correspondant aux modules «émetteur» et «récepteur», font l'objet des figures 4 et 5. Les plans du câblage des composants sont repris aux figures 6 et 7.



Nomenclature

MODULE ÉMETTEUR

• Résistances

- R1 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R2 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R3, R4, R5 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R6, R7 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R8 : 10 Ω (marron, noir, noir)
- R9, R10 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R11 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R12 : 68 Ω (bleu, gris, noir)
- R13 : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
- R14 : 10 kΩ (marron, noir, orange)

• Condensateurs

- C1 : 47 nF
- C2 à C5 : 100 µF / 25 V

- C6 : 2,2 µF
- C7, C8, C9 : 100 pF

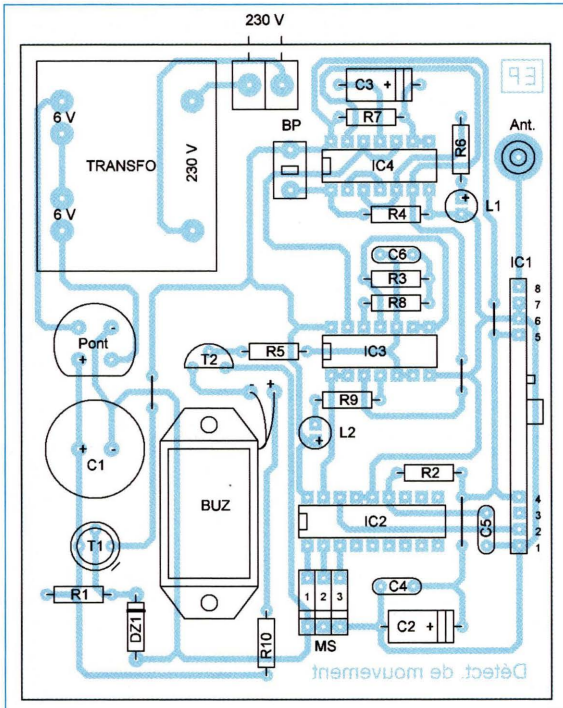
• Semiconducteurs

- D1, D2, D3 : 1N 4004
- L1 : led rouge Ø 3 mm
- REG : 78L05
- T1, T2 : BC 547
- T3 : 2N 1711
- T4 : BFR 91 / 96
- IC1 : CD 4011
- IC2 : CD 4001
- IC3 : UM 3750
- IC4 : module émetteur 433 MHz TX433 N (Velleman / Saint Quentin Radio)
- DET : détecteur de mouvement AMN 311 112 J (Conrad - réf. 504 928-62)

• Divers

- 6 straps (2 horizontaux, 4 verticaux)
- CEL1 à CEL4 : cellule solaire SOL 4 / 2 V / 200 mA (Velleman / Saint Quentin Radio)
- 2 supports à 14 broches
- 1 support à 18 broches
- 1 barrette de 4 broches
- BAT : batterie 8,4 V / 200 mAh
- 1 coupleur pression
- MS : groupement de 3 interrupteurs «dual in line»
- 1 embase «banane»
- 1 antenne (voir texte)
- IN1 : inductance 10 µH
- IN2 : inductance 3 spires (voir texte)

7



Nomenclature

BOÎTIER RÉCEPTEUR

• Résistances

- R1 : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
- R2, R3 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R4, R5 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R6 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R7 : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
- R8 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R9 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R10 : 560 Ω (vert, bleu, marron)

• Condensateurs

- C1 : 2 200 μF / 25 V (sorties radiales)
- C2, C3 : 100 μF / 25 V
- C4 : 0,1 μF
- C5 : 100 pF
- C6 : 2,2 μF

• Semiconducteurs

- Pont de diodes
- DZ1 : zéner 5,6 V / 1,3 W
- L1, L2 : led rouge Ø 3 mm

- T1 : 2N 1711
- T2 : BC 547
- IC1 : module récepteur 433 MHz RX433 N (Velleman / Saint Quentin Radio)
- IC2 : UM 3750
- IC3 : CD 4011
- IC4 : CD 4001

• Divers

- 4 straps (verticaux)
- 1 transformateur 230 V / 2 x 6 V / 1,2 VA
- 1 bornier soudable de 2 plots
- 1 support à 18 broches
- 2 supports à 14 broches
- 2 barrettes de 4 broches
- BP : bouton-poussoir miniature pour circuit imprimé
- 1 embase « banane »
- 1 antenne (voir texte)
- BUZ : buzzer 12 V (avec oscillateur)
- MS : groupement de 3 interrupteurs « dual in line »

Les cellules solaires peuvent être collées directement sur le module. Veiller au respect des polarités. Il en est de même pour la batterie et le buzzer. Les modules ne nécessitent aucun réglage.

Installation du détecteur / émetteur

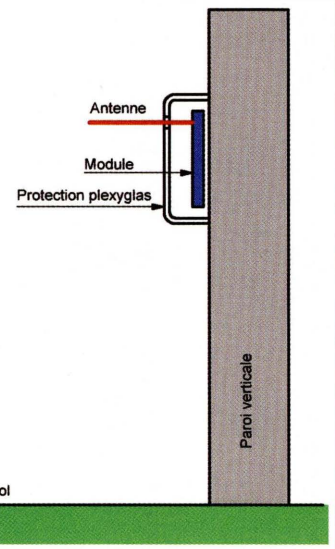
La **figure 8** montre l'agencement de ce module. L'orienter, de préférence, vers le sud.

Enfin, il est nécessaire de le protéger de la pluie.

C'est la raison pour laquelle une protection transparente et enveloppante est à prévoir.

R. KNOERR

8



ELECTRONIQUE PRATIQUE
La référence en électronique

<http://www.electroniquepratique.com/>

Accueil Archives Abonnement / Achat au n° Stéréo & image Contact

Recherche

Derniers numéros : 388 , 387 , 386 , 385 , 384 , 383 , 382 , 381 , 380 , 379 , 378 , 377

Les cartes à réaliser

- Étude des standards de fréquences
- Indicateur de niveau d'une citerne
- Les modules PICAXE AXE401 et Arduino Uno
- Mesure de la vitesse d'un train par radar
- Microcontrôleur et langage Basic FUBW32 à PIC32MX795F512L
- Récepteur 433 MHz à 2 canaux
- Un sapin de Noël en 3D

Les articles

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

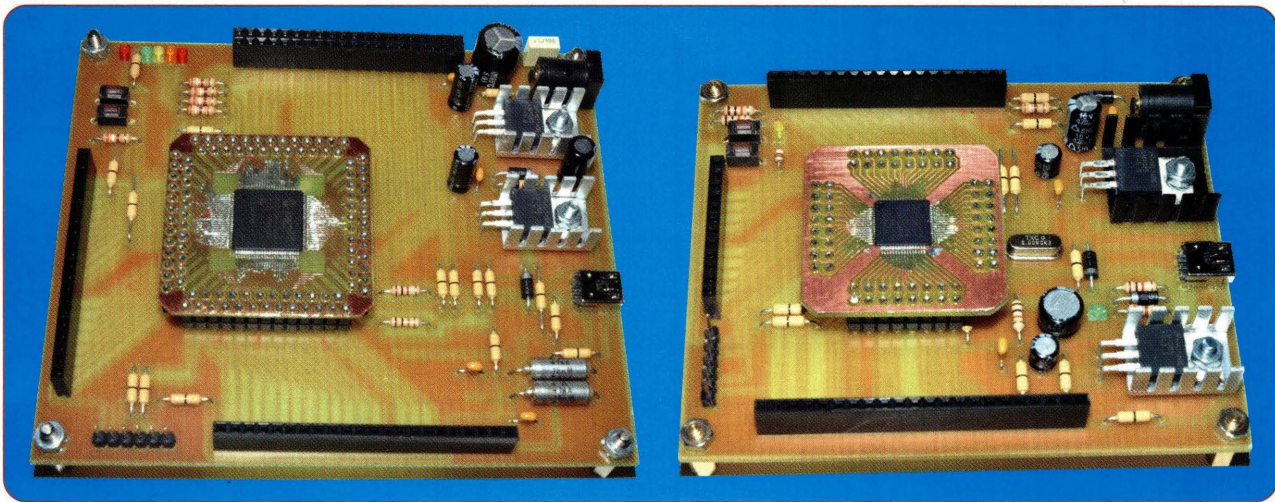
en savoir + télécharger le programme télécharger le circuit imprimé

En savoir plus...

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

www.electroniquepratique.com

Microcontrôleur et langage Basic PIC32MX795F512 et StickOS



Dans notre précédent numéro, nous avons présenté le UBW32 et le MMBasic V4.4. Voyons maintenant deux réalisations à base de PIC32, programmables au moyen du Basic StickOS V1.92, langage disponible en téléchargement libre (sous licence libre, pour une utilisation non commerciale).

Le Basic StickOS est un environnement de programmation interactif résident dans le microcontrôleur. Il contient un éditeur d'utilisation simple, un compilateur ligne par ligne transparent pour l'utilisateur, un debugger interactif, un analyseur de performance, un système de fichiers «flash». Ils fonctionnent à l'intérieur du microcontrôleur et sont contrôlés par une interface de commande en ligne. Dans le StickOS, les broches du microcontrôleur peuvent être liées à des variables «Pin Variable» pour leur manipulation et leur lecture. Les périphériques internes du microcontrôleur peuvent être gérés par des instructions de «contrôle» et des gestionnaires «d'interruption». Un microcontrôleur opérant sous le langage Basic StickOS peut être connecté à un ordinateur au moyen de plusieurs types de liaisons. Il peut ainsi être contrôlé par n'importe quel programme émulateur de terminal. L'interface USB du microcontrôleur peut éventuellement être configurée en mode «USB Host», créant ainsi un

enregistreur de données utilisant un lecteur «flash» USB.

Le **tableau 1** indique les types de microcontrôleurs dotés d'une interface USB et lesquels d'entre eux reconnaissent le mode «Host». Il indique, d'autre part, les périphériques internes des microcontrôleurs ainsi que leurs performances en rapidité.

Lorsque l'écriture du programme est terminée, le microcontrôleur peut être configuré pour exécuter le programme de manière autonome, puis déconnecté de l'ordinateur.

De plus, le microcontrôleur utilisé (Microchip ou Freescale) peut être couplé à un transceiver (émetteur/récepteur) ZigFlea MC13201.

Il peut ainsi être contrôlé à distance par un autre microcontrôleur, via une interface Telnet / rlogin, éliminant la nécessité de la connexion à l'ordinateur.

Le **cliché 1** montre le module RF, le **cliché 2** le même module en compagnie du CUI32Stem (platine à base du PIC32MX795F512H, programmée avec le Basic StickOS).

La platine Zigflea (dont le schéma est

proposé en **figure 1**) et le CUI32Stem sont commercialisés par Seeed Studio (<http://www.seeedstudio.com/depot/>). Le Basic StickOS est téléchargeable à l'adresse <http://www.cpushick.com/downloads.htm>, en version 1.92. Il est disponible pour plusieurs microcontrôleurs.

Le Basic StickOS

Avant de connecter le microcontrôleur StickOS à l'ordinateur, il convient de télécharger le fichier «cpustick.inf» à l'adresse <http://www.cpushick.com/cpushick.inf>, fichier qu'il convient d'installer sur l'ordinateur.

À la connexion du μC , un port COMx sera créé sur l'ordinateur.

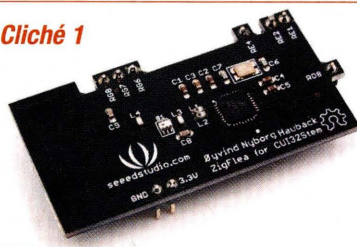
En allant dans le «Device Manager» de Windows, vous apercevrez, dans la partie «Ports (COM et LPT)», l'indication «CPUSTICK (COMx)».

Le logiciel émulateur de terminal peut être lancé. En appuyant sur la touche «Return», le microcontrôleur, si c'est un PIC32MX795F512H ou un PIC32MX440F512H, répond par le message :

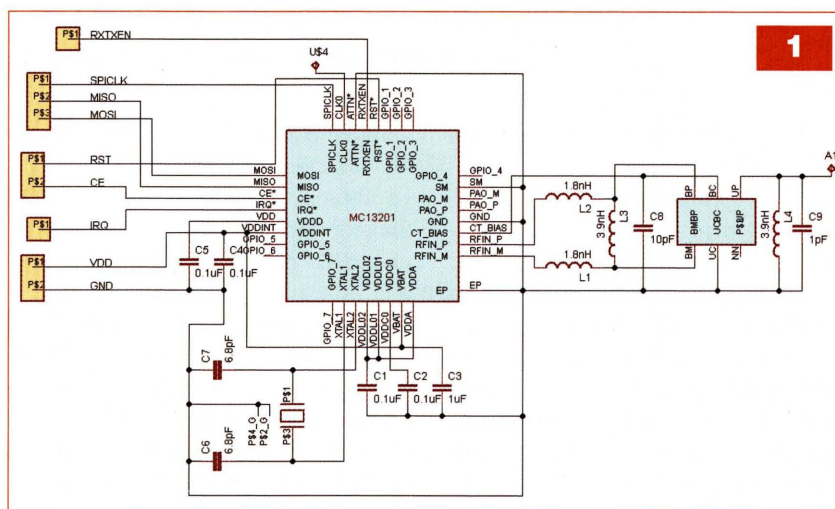
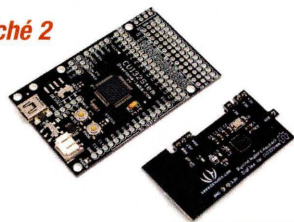
Tableau 1

MCU	USB	USB Host Mode	Ethernet	UART	ZigFlea 2,4 GHz	Mode Master I ² C/QSPI	Flash Upgrade (sauf versions Bootloader)	EzPort Flash Clone	Performances Basic StickOS
MICROCHIP PIC32MX7-80	X	X	-	X	X	X	X	-	113 000
MICROCHIP PIC32MX4-80	X	X	-	X	X	X	X	-	108 000
MICROCHIP PIC32MX3-80	-	-	-	X	X	X	X	-	107 000
FREESCALE MCF5225x-80	X	X	-	X	X	X	X	X	95 000
FREESCALE MCF5223x-60	-	-	X	X	X	X	X	X	68 000
FREESCALE MCF5222x-66	X	-	-	X	X	X	X	X	69 000
FREESCALE MCF521x-66	-	-	-	X	X	X	X	X	73 000
FREESCALE MCF51JM128-50	X	-	-	X	X	X	X	-	52 000
FREESCALE MCF51CN128-50	-	-	-	X	X	X	X	-	53 000
FREESCALE MCF51QE128-50	-	-	-	X	X	X	X	-	53 000
FREESCALE MC9S12DP512-50	-	-	-	X	X	X	-	-	22 000
FREESCALE MC9S12DT256-50	-	-	-	X	X	X	-	-	22 000
FREESCALE MC9S08QE128-50	-	-	-	X	X	X	-	-	7 000

Cliché 1



Cliché 2



Welcome to StickOS for Microchip PIC32MX4-F512H CUI32 v1.92c!
Copyright (c) 2008-2010; all rights reserved.

<http://www.cpushick.com>
support@cpustick.com
(checksum 0x7c2a)

Le message suivant est affiché pour un PIC32MX795F512L :

Welcome to StickOS for Microchip PIC32MX7-F512L UBW32v2 v1.92c!
Copyright (c) 2008-2010; all rights reserved.

<http://www.cpushick.com>
support@cpustick.com
(checksum 0x1e43)

Nous pouvons alors envoyer des commandes au µC.

Les commandes directes supportées sont les suivantes :

- <Ctrl-C> : arrête le déroulement du programme
- **Auto** [line] : attribue automatiquement un numéro de ligne
- **Clear** [flash] : efface les variables en mémoire RAM et «flash»
- **Cls** : efface l'écran du terminal
- **Cont** [line] : reprend le déroulement du programme, après un stop
- **Delete** [line] [-[line]] : supprime des lignes de programme
- **Help** [topic] : l'envoi de cette com-

mande permet d'obtenir une aide lors de l'écriture du programme. L'envoi de la commande «Help», seule, énumère tous les thèmes pour lesquels l'aide existe : «commands», «modes», «statements», «blocks», «devices», «expressions», «strings», «variables», «pins» et «ZigFlea».

Il faut ensuite entrer «Help», suivi du thème, pour obtenir toutes les instructions existantes ainsi que leur syntaxe. La commande «Help pins» énumère toutes les broches disponibles et donne leur fonction (vues d'écrans 1 et 2)

```
COM30-9600baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
Welcome to StickOS for Microchip PIC32M4-F512H CU132 v1.92c!
Copyright (c) 2008-2010; all rights reserved.
http://www.epustick.com
support@epustick.com
(checksum 0x7c2a)
> help
for more information:
help about
help commands
help modes
help statements
help blocks
help devices
help expressions
help strings
help variables
help pins
help zigflea
see also:
http://www.epustick.com
> help pins
pin names:
0/8 1/9 2/10 3/11 4/12 5/13 6/14 7/15
an0 an1 an2 an3 an4 an5 an6 an7 | PORT B
an8 an9 an10 an11 an12 an13 an14 an15 | B+8
rc1 rc2 rc3 rc4 | PORT C
rc8 | C+8
rd0 rd1 rd2 rd3 rc12 rc13 rc14 rc15 | PORT D
rd8 rd9 rd10 rd11 rd12 rd13 rd14 rd15 | D+8
re0 re1 re2 re3 re4 re5 re6 re7 | PORT E
re8 re9 | E+8
rf0 rf1 rf2 rf3 rf4 rf5 | PORT F
rf8 rf9 | F+8
rg0 rg1 rg2 rg3 rf12 rf13 | PORT G
rg8 rg9 rg12 rg13 rg14 rg15 | G+8
all pins support general purpose digital input/output
an? = potential analog input pins (mV)
rf[0-4] = potential analog output (PWM) pins (mV)
rf[0-4] = potential servo output (PWM) pins (us)
rf[0-4] = potential frequency output pins (Hz)
rf4 (u2) = potential uart input pins (received byte)
rf5 (u2) = potential uart output pins (transmit byte)
> _
```

Vue d'écran 1

```
COM30-9600baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
Welcome to StickOS for Microchip PIC32M4-F512L UBW02v2 v1.92c!
Copyright (c) 2008-2010; all rights reserved.
http://www.epustick.com
support@epustick.com
(checksum 0x1e48)
> help
for more information:
help about
help commands
help modes
help statements
help blocks
help devices
help expressions
help strings
help variables
help pins
help zigflea
see also:
http://www.epustick.com
> help pins
pin names:
0/8 1/9 2/10 3/11 4/12 5/13 6/14 7/15
ra0 ra1 ra2 ra3 ra4 ra5 ra6 ra7 | PORT A
ra8 ra9 ra10 ra11 ra12 ra13 ra14 ra15 | A+8
an0 an1 an2 an3 an4 an5 an6 an7 | PORT B
an8 an9 an10 an11 an12 an13 an14 an15 | B+8
rc1 rc2 rc3 rc4 | PORT C
rc8 | C+8
rd0 rd1 rd2 rd3 rd4 rd5 rd6 rd7 | PORT D
rd8 rd9 rd10 rd11 rd12 rd13 rd14 rd15 | D+8
re0 re1 re2 re3 re4 re5 re6 re7 | PORT E
re8 re9 | E+8
rf0 rf1 rf2 rf3 rf4 rf5 | PORT F
rf8 rf9 | F+8
rg0 rg1 rg2 rg3 rg12 rg13 | PORT G
rg8 rg9 rg14 rg15 | G+8
all pins support general purpose digital input/output
an? = potential analog input pins (mV)
rf[0-4] = potential analog output (PWM) pins (mV)
rf[0-4] = potential servo output (PWM) pins (us)
rf[0-4] = potential frequency output pins (Hz)
rf4 (u2) = potential uart input pins (received byte)
rf5 (u2) = potential uart output pins (transmit byte)
> _
```

Vue d'écran 2

- **List** [line] [-[line]] : liste les lignes du programme
- **Load** [name] : charge en mémoire un programme sauvegardé
- **Memory** : affiche l'utilisation de la mémoire
- **New** : efface le code en mémoire RAM et mémoire «flash»
- **Profile** : affiche les informations sur le profile
- **Purge name** : efface le programme sauvegardé
- **Renumber** [line] : renumérote les lignes du programme et le sauvegarde
- **Reset** : RAZ du microcontrôleur
- **Run** [line] : exécute le programme
- **Save** [name | library] : sauvegarde le code se trouvant en RAM dans la mémoire «flash»
- **Undo** : annule les changements apportés au code, depuis la dernière sauvegarde
- **Upgrade** : «upgrade» (met à jour) le logiciel StickOS
- **Uptime** : affiche la durée écoulée depuis la dernière RAZ

Les différents modes de fonctionnement :

- **Analog** [millivolts] : cette instruction permet la configuration de l'échelle de tension utilisée par le convertisseur analogique/numérique
- **Autorun** [on | off] : cette instruction permet le démarrage automatique du programme en mémoire lors de

- la mise sous tension du microcontrôleur
- **Baud** [rate] : instruction permettant de fixer le débit de l'interface «série» (après RAZ)
- **Echo** [on | off] : cette commande permet, ou non, l'affichage des caractères sur l'écran du terminal
- **Indent** [on | off] : affichage du listing du programme en mode «indentation»
- **Ipaddress** [dhcp | Ipaddress] : cette instruction affiche ou configure l'adresse IP
- **Keychars** [keychars] : permet d'afficher ou de configurer les 16 caractères scannés sur un clavier 4 x 4 caractères
- **Nodeid** (nodeid | none) : cette instruction affiche ou configure le numéro d'ID du «node» Zigflea
- **Numbers** [on | off] : affiche le listing du programme en mode «numéros de ligne», ou non
- **Pins** [assign [pinname | none]] : affiche ou configure l'utilisation des broches du microcontrôleur
- **Prompt** [on | off] : configure l'affichage de l'écran du terminal
- **Servo** [Hz] : affiche ou configure la valeur de fonctionnement d'un servomoteur
- **Step** [on | off] : debugger en mode «pas-à-pas», ou non
- **Trace** [on | off] : debugger en mode «trace», ou non
- **Usbhost** [on | off] : affiche ou confi-

gure le mode «host USB». L'interface USB du microcontrôleur peut être configurée en mode «Host» et créer ainsi un enregistreur de données (data logger) avec une clef mémoire USB. Lorsque le mode «USB Host» est activé et qu'une clef mémoire USB est connectée et alimentée (VBUS), toutes les instructions «print» seront dirigées vers le fichier **x:/stickos.log** contenu dans la clef USB et où «x» en est la lettre

Les variables

Contrairement au Basic conventionnel (GWBasic, QuickBasic, etc.), les variables doivent être déclarées au commencement du programme. Les variables numériques sont de quatre types :

- De type «Byte» non signé (8 bits) : **dim variable as byte** → 8 bits
- De type «Short» non signé (16 bits) : **dim variable as short** → 16 bits
- De type «Integer» signé (32 bits). Si aucune taille de variable n'est spécifiée (ni Byte, ni Short), c'est une variable de type «Integer» qui est créée en RAM
- **dim variable** → 32 bits en RAM
- De type «Integer Persistent» signé (32 bits) en mémoire «flash». Les variables écrites en mémoire «flash» gardent leur valeur, lorsque le microcontrôleur est mis hors tension, alors que les variables se trou-

vant en RAM sont remises à 0. Il faut toutefois noter que les cycles d'écriture en mémoire «flash» sont limités à 100 000 :

dim variable as flash → 32 bits en mémoire «flash»

Plusieurs variables peuvent être déclarées avec la même instruction «dim» en les séparant par une virgule :

```
dim variable1 as byte, variable2 as byte...
```

Les tableaux peuvent être dimensionnés au moyen de l'instruction suivante :

```
dim variable[n]
dim variable[n] as (short | byte)
```

Les variables chaînes sont déclarées ainsi :

```
dim variable$(n) où n est la longueur de tableau
```

Les variables peuvent aussi être déclarées comme variables de registre µC à des adresses absolues :

```
dim varabs at address addr
dim varabs as (short | byte) at address addr
dim varabs[n] at address addr
dim varabs[n] as (short | byte) at address addr
```

Il est recommandé de prendre garde en utilisant ces variables de registres, car des mauvaises manipulations planteront le microcontrôleur.

Le petit programme donné ci-dessous est un bon exemple de l'utilisation des variables avec le Basic StickOS :

```
> 10 dim array[4], b, volatile
> 20 dim led as pin dtin0 for digital output
> 30 dim potentiometer as pin an0 for analog input
> 40 dim persistent as flash
> 50 for b = 0 to 3
> 60 let array[b] = b*b
> 70 next
> 80 for b = 0 to 3
> 90 print array[b]
> 100 let led = !led
> 110 next
> 120 print «potentiometer is», potentiometer
> 130 print «volatile is», volatile
> 140 print «persistent is», persistent
> 150 let persistent = persistent+1
```

Les broches d'entrées / sorties

Les broches d'entrées/sorties du microcontrôleur peuvent être déclarées comme des variables, afin de pouvoir les manipuler et les lire :

```
- dim variablepin as pin pinname for (digital | analog | frequency | uart) \ (input | output) [debounced] [inverted] [open_drain]
- dim variablepin[n] as pin pinname for (digital | analog | frequency | uart) \ (input | output) [debounced] [inverted] [open_drain]
```

Entrée et sortie numérique

Une broche du microcontrôleur est configurée en «entrée» ou en «sortie», en la déclarant comme variable. Il convient d'utiliser la syntaxe suivante :

```
dim variablepin as pin pinname for digital (input | output) \ [debounced] [inverted] [open_drain]
```

Si la broche est configurée en «entrée», la lecture de la variable «variablepin» donnera 0 si la broche est au niveau «bas» et 1 si la broche est au niveau «haut».

Il est interdit d'y écrire.

Si la broche est configurée en «sortie», l'écriture de la variable «variablepin» avec un 0 positionnera la broche de sortie au niveau «bas» et l'écriture d'un 1 aura pour conséquence la mise au niveau «haut» de la broche. La lecture de la variable «variablepin» est permise et retourne l'état logique de la broche configurée en sortie.

Plusieurs options sont applicables :

- si l'option «debounced» est utilisée, un filtre anti-rebond (12 ms) est utilisé
- l'option «inverted» inverse l'état logique d'«entrée» ou de «sortie»
- l'option «open_drain» positionne en mode «trois états» la sortie mise à l'état «haut»

Entrée et sortie analogique

Une broche du microcontrôleur est configurée en «entrée analogique» ou en «sortie analogique» en la déclarant comme variable. Il convient d'utiliser la syntaxe suivante :

```
dim variablepin as pin pinname for analog (input | output) \ [debounced] [inverted]
```

La lecture de la variable d'une broche configurée en «entrée analogique» donnera un résultat en mV.

Il est interdit d'y écrire.

L'écriture de la variable d'une broche configurée en «sortie analogique», avec une valeur en mV, aura pour conséquence la sortie de cette valeur (PWM) sur la broche considérée.

La valeur analogique maximale peut être affichée par l'instruction «Analog». On peut également configurer la valeur analogique maximale en utilisant cette même instruction : «Analog millivolts».

La valeur, par défaut, est 3 300 mV et elle est stockée en mémoire «flash».

Sortie servomoteur

Il convient d'utiliser la commande «Help pins» afin de connaître les broches supportant la connexion d'un servomoteur.

La syntaxe de la déclaration de la variable «broche» est la suivante :

```
dim variablepin as pin pinname for servo output
```

Il suffit ensuite d'écrire la variable «variablepin» avec une valeur en µs (microseconde).

La fréquence de fonctionnement du servomoteur est affichée à l'aide de l'instruction «servo». On peut configurer la fréquence du servomoteur en utilisant la même instruction et une valeur en Hertz : «servo hertz».

Cette instruction prend effet après la RAZ du microcontrôleur.

La valeur par défaut est 45 Hz.

Génération de fréquences

Il convient d'utiliser la commande «Help pins» afin de connaître les broches supportant la fonction de fréquence. La syntaxe de la déclaration de la variable broche est la suivante :

```
dim variablepin as pin pinname for frequency output
```

La sortie d'un signal de fréquence déterminée est obtenue en écrivant la variable avec une valeur en Hertz.

La lecture de cette variable donne la valeur de la fréquence en Hertz du signal de sortie sur cette broche.

Les timers du Basic StickOS

Le Basic StickOS supporte jusqu'à quatre timers internes (0 à 3) pour utili-

sation par le programme. Les interruptions sont délivrées lorsque l'intervalle de temps s'est écoulé depuis la dernière interruption. Les interruptions sont configurées par l'instruction :

configure timer *n* for *m* (s | ms | us)

où *n* est le numéro du timer et *m* l'intervalle de temps en secondes, millisecondes ou microsecondes. Le timer étant configuré, on peut activer les interruptions par l'instruction :

on timer *n* instruction

Lorsque l'intervalle de temps arrivera à son terme, l'instruction sera exécutée. Les interruptions du timer sont désactivées par l'instruction «**off timer *n***». Elles peuvent être temporairement masquées par l'instruction «**mask timer *n***» puis remises en fonction par «**unmask timer *n***».

Communications séries

L'instruction «**Help pins**» permet de connaître quelles broches du microcontrôleur sont utilisables pour l'établissement d'une connexion «série». La configuration de l'interface «série» utilise la syntaxe suivante :

configure uart *n* for *b* baud *d* data (even | odd | no) parity

L'option «**loopback**», lorsqu'elle est utilisée, permet un fonctionnement de l'interface en mode de «test». Toutes les données envoyées par l'émetteur de l'UART sont rebouclées sur son récepteur. La syntaxe est :

configure uart *n* for *b* baud *d* data (even | odd | no) parity loopback

Lorsque l'UART est configuré, les lignes RX et TX sont déclarées comme variables de la manière suivante (ne pas utiliser avec les PIC32) :

dim variableRX as pin pinname for uart input

dim variableTX as pin pinname for uart output

Avec les PIC32, ce sont les instructions suivantes qui seront utilisées :

uart *n* write variable, ...

uart *n* read variable, ...

Les interruptions de réception ou de transmission de l'UART peuvent être validées avec l'instruction :

on uart *n* (input | output) instruction

Si l'instruction est un «**gosub nom de**

la sous routine», toutes les instructions contenues dans la sous routine seront exécutées. Sinon, seule l'instruction le sera.

Les interruptions générées par l'UART peuvent être ignorées en utilisant l'instruction qui les désactive :

off uart *n* (input | output)

Les interruptions peuvent être temporairement masquées par l'instruction :

mask uart *n* (input | output)

puis être remises en fonction :

unmask uart *n* (input | output)

L'exemple, donné ci-dessous, montre la configuration de l'interface «série» en mode «loopback» :

```
> 10 configure uart 0 for
    9600 baud 7 data even parity
    loopback
```

```
> 20 dim tx as pin utxd0 for
    uart output
```

```
> 30 dim rx as pin urxd0 for
    uart input
```

```
> 40 on uart 0 input do print
    «received», rx
```

```
> 50 let tx = 48, tx=49
```

```
> 60 sleep 1 s
```

Les performances

Le Basic StickOS exécute environ 1 000 instructions par seconde, par mégahertz de l'horloge du microcontrôleur. L'instruction «**profile**» permet de connaître le temps d'exécution de chaque ligne d'un programme.

Le programme donné ci-dessous indique la manière utilisée pour tester le microcontrôleur utilisé :

```
> 10 dim a, sum
```

```
> 20 for a = 1 to 10000
```

```
> 30 let sum = sum+a
```

```
> 40 next
```

```
> 50 print sum
```

```
> save
```

```
> run
```

```
50005000
```

```
> profile
```

```
0ms 10 dim a, sum
```

```
22ms 20 for a = 1 to 10000
```

```
315ms 30 let sum = sum+a
```

```
141ms 40 next
```

```
2ms 50 print sum
```

```
end
```

Nous arrêtons là la description des principales instructions du Basic StickOS. Celles dont nous n'avons pas parlé sont des instructions com-

munes à tous les langages Basic (boucles, expressions mathématiques, etc.).

Nous conseillons aux lecteurs intéressés de se reporter au «**StickOS BASIC User's Guide, v1.90**» téléchargeable à l'adresse <http://www.cputstick.com>.

Platine à PIC32MX795F512L

Le schéma de principe est représenté en **figure 2**. C'est la configuration minimale pour la mise en œuvre du PIC32MX795F512L.

Elle est copiée, au niveau des leds, à la configuration de l'UBW32 que nous avons décrit dans le précédent numéro d'*Électronique Pratique*. Nous utilisons en effet le même bootloader.

Le bootloader, pour rappel, est un chargeur d'amorçage (traduction littérale). C'est un logiciel résident dans la mémoire du microcontrôleur, permettant de lancer le chargement en «mémoire» d'un programme quelconque, sans qu'il soit fait appel à un programmeur.

Deux boutons-poussoirs sont connectés, d'une part à la broche MCLR (RAZ), d'autre part à la broche RE7. Ce dernier, en conjonction avec celui de RAZ, permet le chargement en mémoire «flash» de l'interpréteur Basic.

Cette écriture en «mémoire» s'effectue à l'aide du bootloader que l'on devra d'abord programmer.

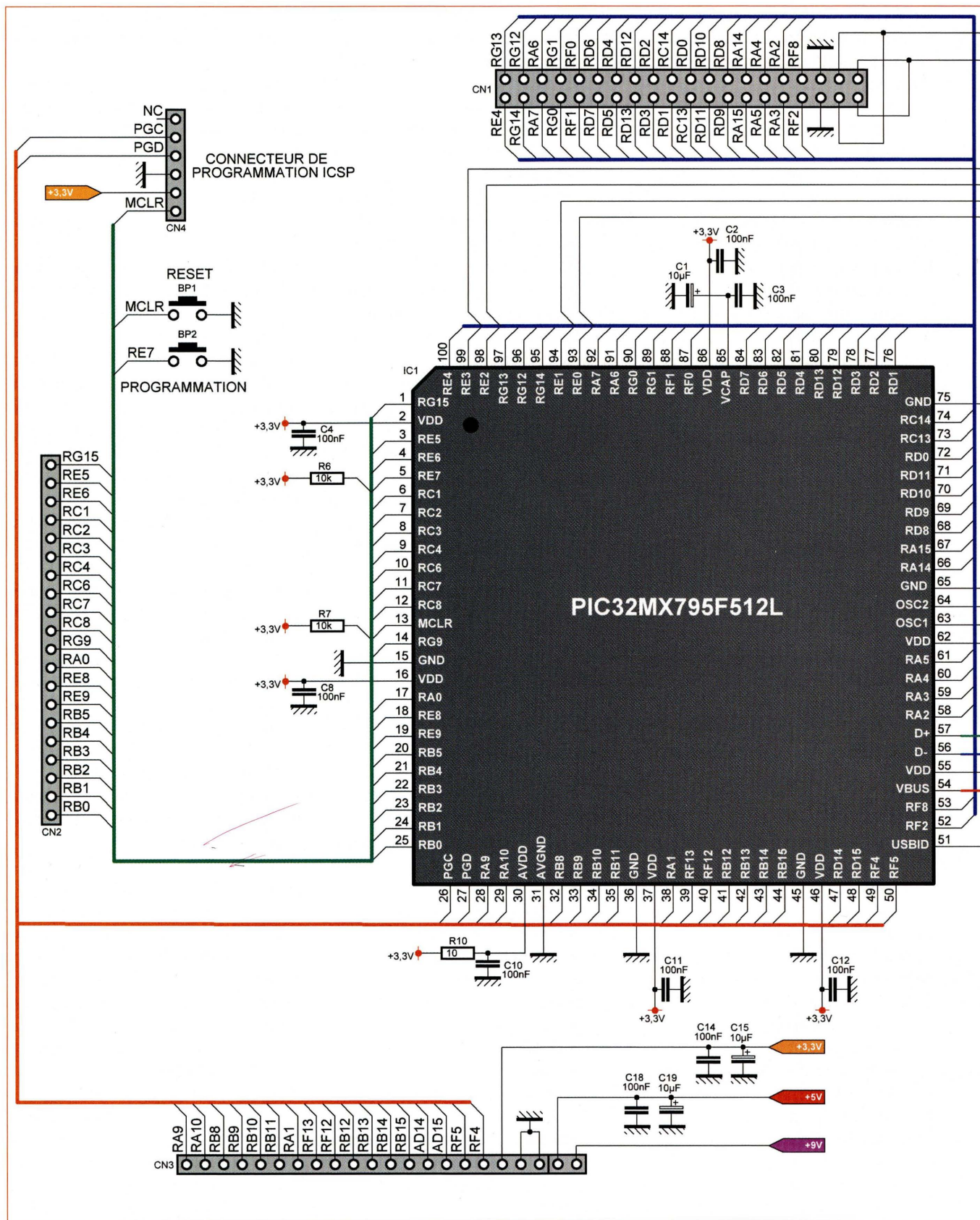
Le connecteur CN4 est le connecteur de programmation ICSP.

La programmation du PIC, avec le bootloader, nécessite l'utilisation du programmeur PICkit 3.

Le PICkit 2, que nous avons déjà utilisé et décrit dans la revue, ne peut en effet programmer les PIC32. Nous verrons comment utiliser ce produit.

Quatre leds visualisent le fonctionnement de la platine :

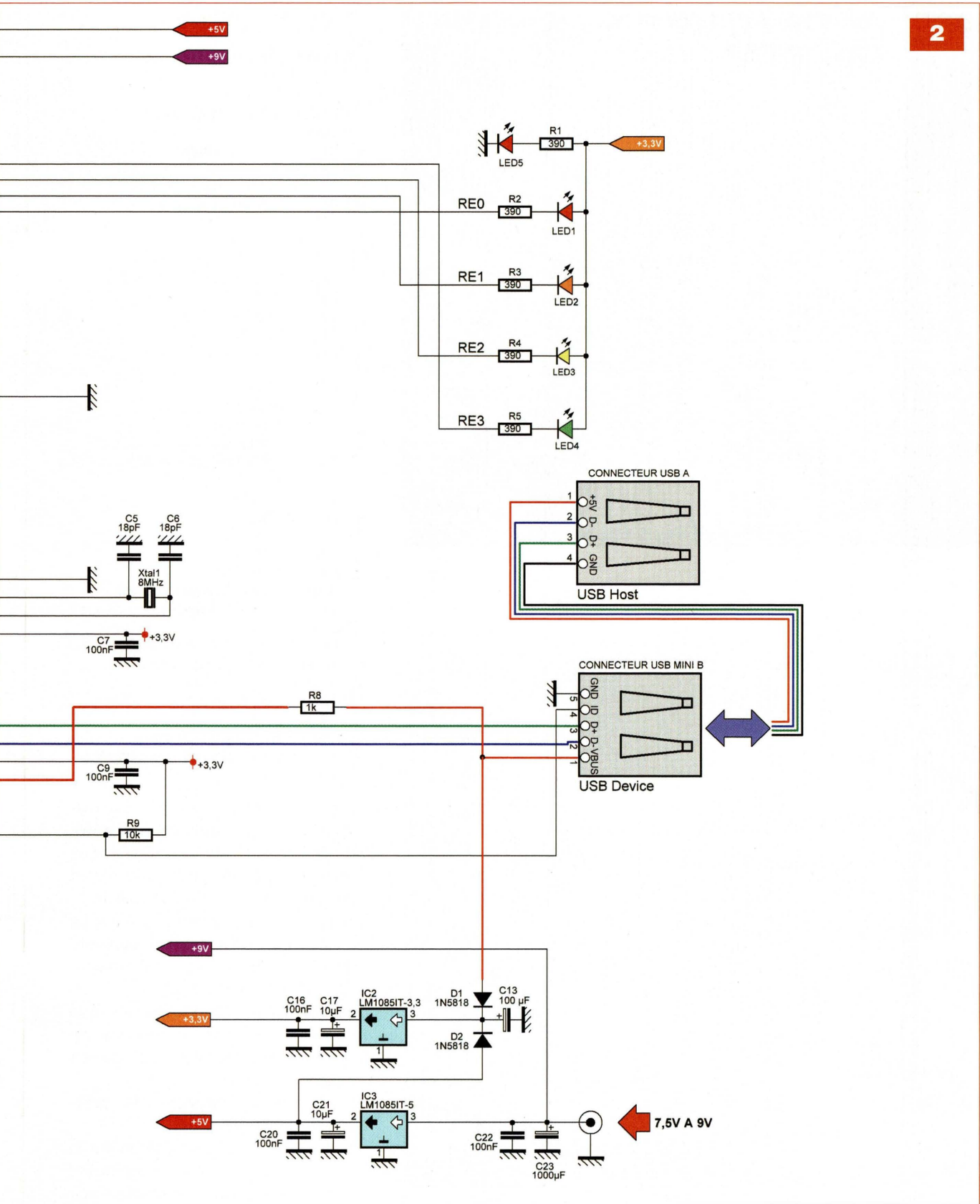
- lorsque les deux boutons-poussoirs RESET et PROG ont été manœuvrés et que l'on est entré dans le mode bootloader, LED1 et LED2 restent illuminées, alors que LED3 et LED4 clignotent alternativement
- lorsque le chargement du Basic StickOS est terminé, la LED4 reste illuminée, tandis que la LED1 clignote lentement



- lorsque le microcontrôleur exécute un programme Basic, la LED1 cli-gnote plus rapidement
L'alimentation de la platine peut être

effectuée, soit par le connecteur USB (en mode programmation), soit par une alimentation extérieure (mode Autorun).

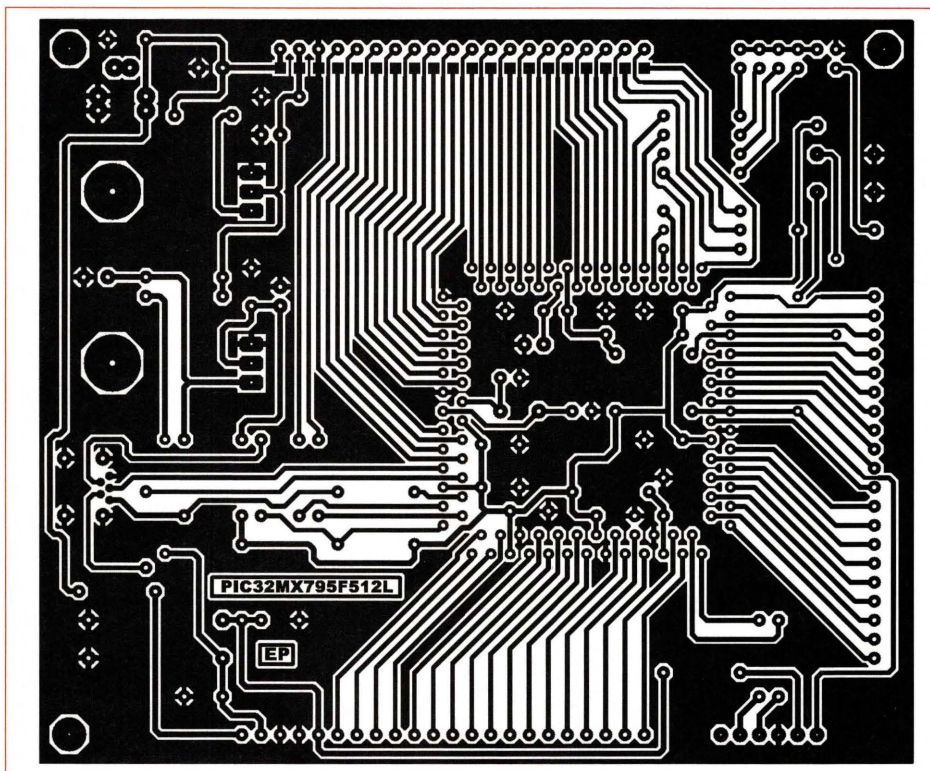
Deux diodes, de type 1N5818, empêchent tout conflit entre les deux alimentations.
Nous avons prévu une alimentation



de +5 V, pour une utilisation éventuelle avec les cartes externes. Les lignes d'entrées/sorties du microcontrôleur sont disponibles sur

trois connecteurs. Nous disposons ainsi de 71 lignes, dont 16 entrées analogiques, avec une résolution de 10 bits

Nous n'avons pas prévu de connecteur USB pour le mode «host». Il suffira de réaliser un petit câble d'adaptation.



Nomenclature

PLATINE À PIC32MX795F512L

• Résistances

R1 à R5 : 390 Ω (orange, blanc, marron)
 R6, R7, R9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R8 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R10 : 10 Ω (marron, noir, noir)

• Condensateurs

C1, C15, C17, C19, C21 : 10 μF / 16 V
 C2, C3, C4, C7 à C12, C14, C16, C18, C20, C22 : 100 nF
 C5, C6 : 18 pF
 C13 : 100 μF / 16 V
 C23 : 1 000 μF / 10 V

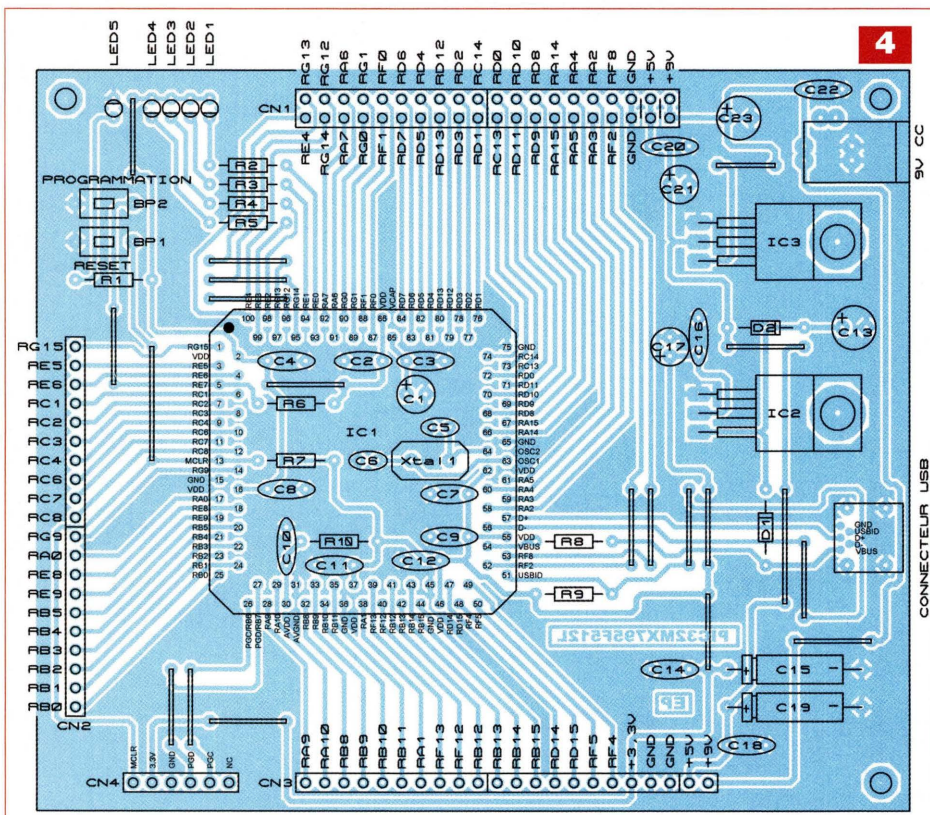
• Semi-conducteurs

D1, D2 : 1N5818
 LED1 à LED5 : diode électroluminescente
 IC1 : PIC32MX795F512L (Farnell, Radiospares)
 IC2 : LM1085IT-3.3
 IC3 : LM1085IT-5

• Divers

Xtal1 : Quartz 8 MHz
 Barrette sécable de broches carrées
 Barrette sécable de supports pour broches carrées
 Barrette sécable de broches «tulipe»
 Barrette sécable de supports «tulipe»
 1 connecteur d'alimentation
 2 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220
 1 connecteur femelle USB mini B
 2 boutons-poussoirs pour circuit imprimé

3



4

La réalisation

Le circuit imprimé est représenté en **figure 3**. Utiliser l'implantation des composants, en **figure 4**, lors du câblage de la platine.

Le microcontrôleur nécessite d'avoir recours à une petite platine d'adaptation. Celle-ci est représentée aux **figures 5 et 6**. Nous avons décidé de réaliser, nous-mêmes, l'adaptateur

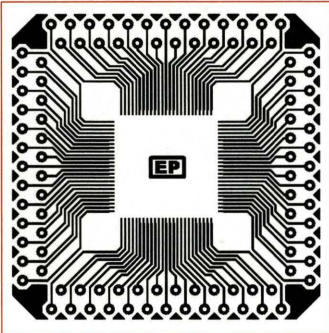
car, en consultant les prix des platines dans le commerce (Farnell, Radiospares, etc.), nous nous sommes aperçus qu'aucune n'était disponible à moins de 20 € pièce.

Les pistes à graver sont très fines. La gravure du circuit imprimé nécessite donc d'utiliser de l'époxy pré-sensibilisé de très bonne qualité.

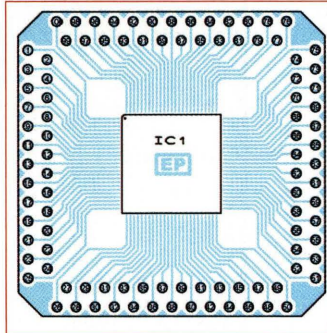
Les broches n'étant espacées que de 5/10^{ème} de mm, le soudage du composant est très délicat et requiert beaucoup de soin.

Il convient de respecter les différentes étapes suivantes :

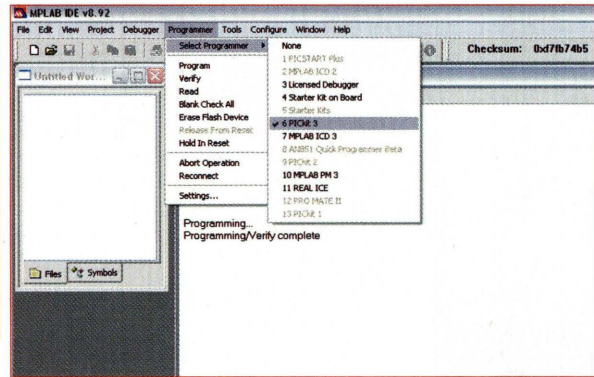
- 1/ Maintenir le composant contre le circuit, au moyen d'une petite pince crocodile, en respectant son orientation (petit point sur le boîtier indiquant la broche 1)
- 2/ **Choisir une panne de fer à souder très fine et de la soudure d'un diamètre de 0,5 mm**



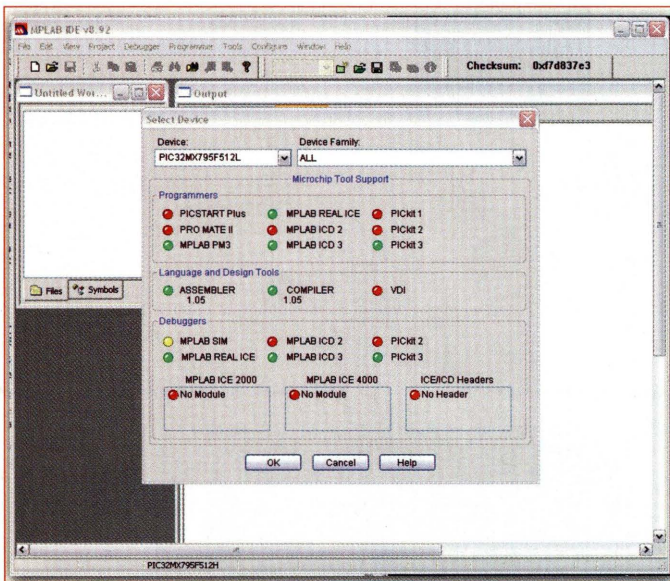
5



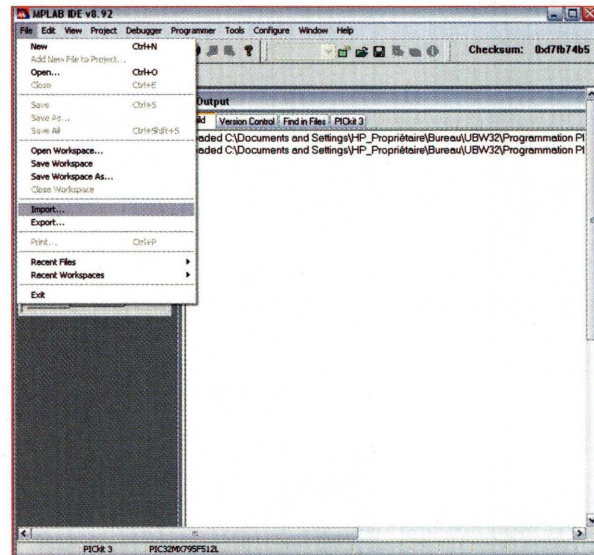
6



Vue d'écran 3



Vue d'écran 4



Vue d'écran 5

- 3/ Souder une des 100 broches de chaque côté du composant, afin de le maintenir en place, puis enlever la pince
- 4/ Souder chaque broche en utilisant un minimum de soudure et en respectant un délai de quelques secondes entre chaque opération. Il n'est pas grave, pour le moment, que plusieurs broches soient soudées ensemble
- 5/ Lorsque l'opération est terminée, il suffit d'enlever l'excédent de soudure au moyen d'une tresse à des-souder, toujours en respectant un délai entre chaque opération, afin de ne pas trop chauffer le composant CMS
- 6/ Il suffit, ensuite, de souder des morceaux de barrette sécable, de picots pour support «tulipe», dans les trous de connexions du circuit imprimé adaptateur. Le tout sera,

ensuite, enfiché dans des rangées de support «tulipe» soudées sur la platine

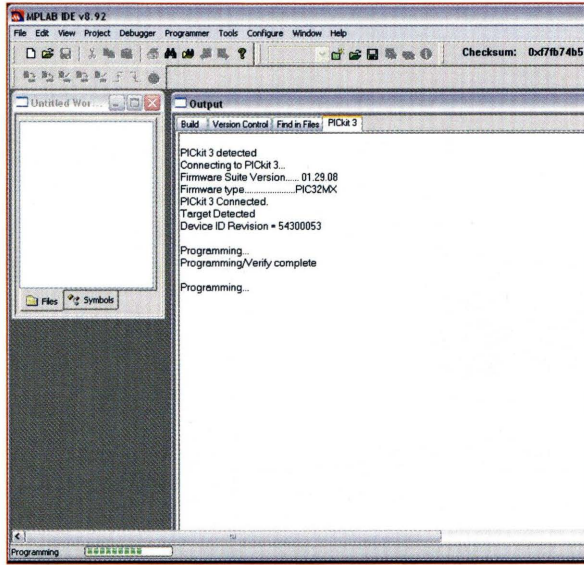
Le câblage de la platine ne présente pas de difficulté. Faire très attention lors du soudage du microcontrôleur, **qu'aucun pont de soudure ne s'est formé entre deux broches voisines.**

Les essais

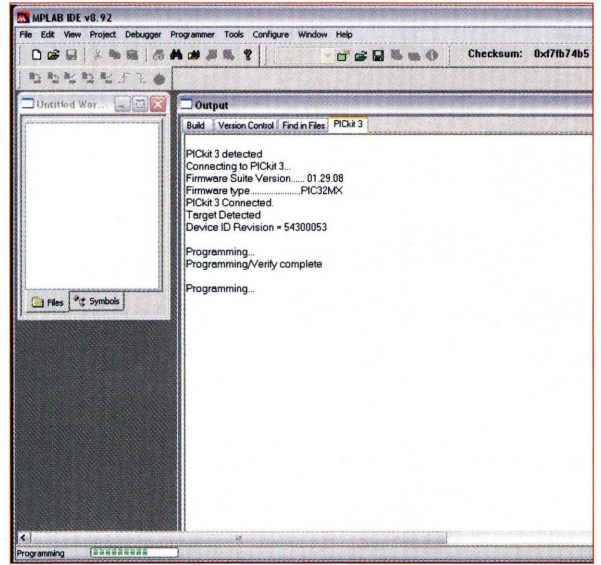
Il convient, tout d'abord, d'installer les deux drivers «cpustick.inf» et «mchpcdc.inf». Ils sont, respectivement, les drivers pour le StickOS et l'UBW32 sous Windows. Vous pouvez alors passer à la programmation du PIC32MX795F512L avec le fichier «HIDBootLoader.hex». Il est, comme son nom l'indique, le fichier permettant l'installation du bootloader.

Pour cette opération, il est nécessaire de disposer d'un programmeur de PIC. Le PICkit 3 est l'un des moins onéreux (environ 35 €).

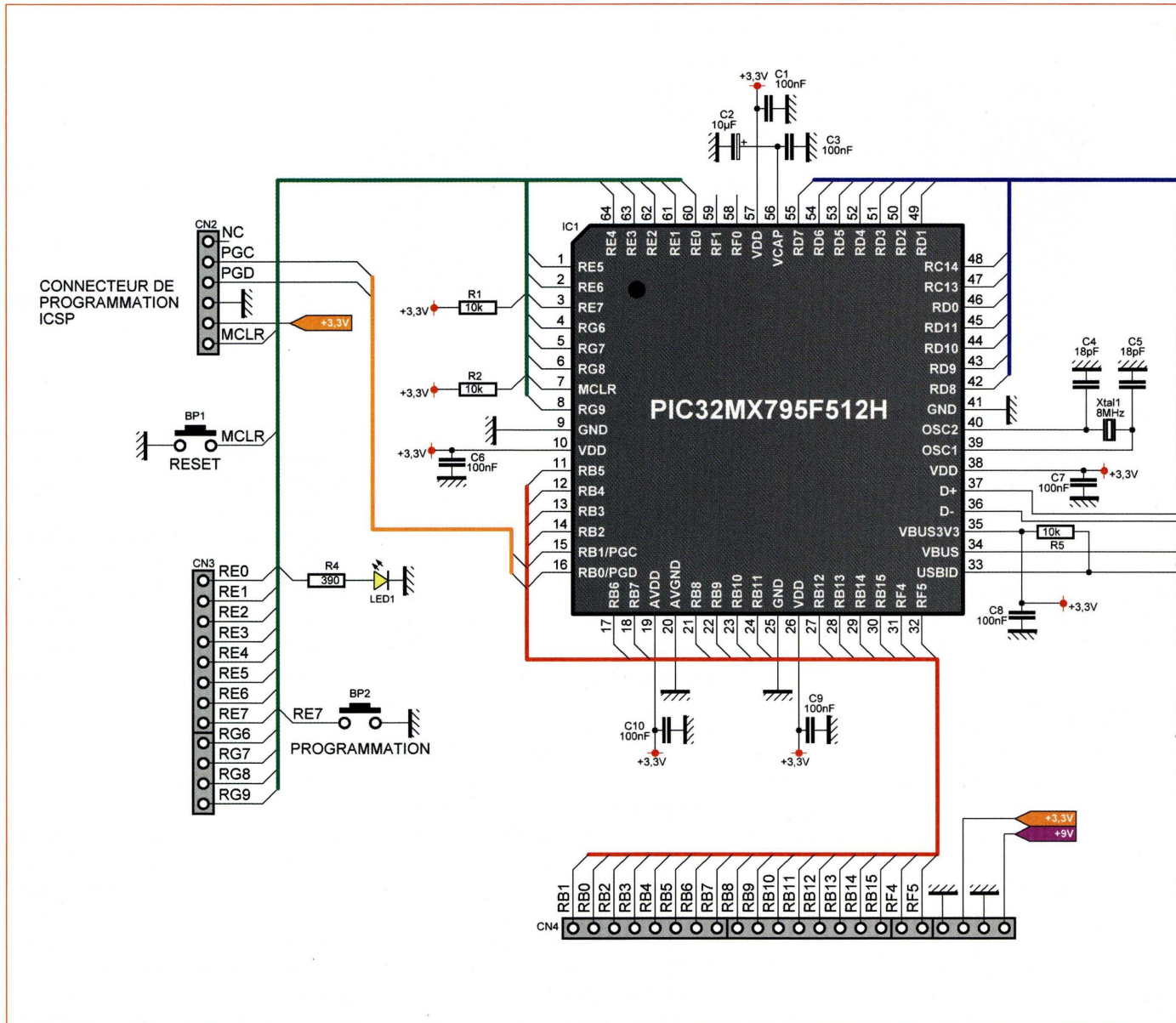
La programmation s'effectue sous MPLAB IDE v8.92. Il faut choisir le PICkit 3 dans la fenêtre «Select Programmer» (vue d'écran 3) puis, dans l'onglet «Configure», sélectionner le type de microcontrôleur (vue d'écran 4). Il suffit, alors, de connecter le PICkit 3, d'alimenter la platine au moyen d'un cordon USB et de connecter le PICkit 3 à la platine en utilisant le connecteur CN4. La petite flèche figurant sur le programmeur est la broche MCLR. Aller ensuite sur l'onglet «File», puis «Import». Choisir le fichier «HIDBootLoader.hex» (vue d'écran 5) puis lancer la programmation (vue d'écran 6). Vous pouvez, ensuite, déconnecter le

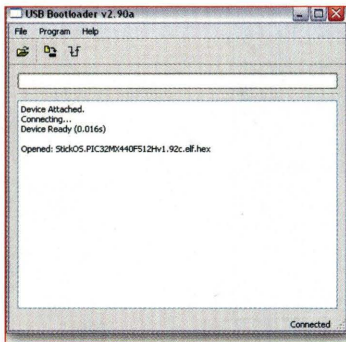


Vue d'écran 6

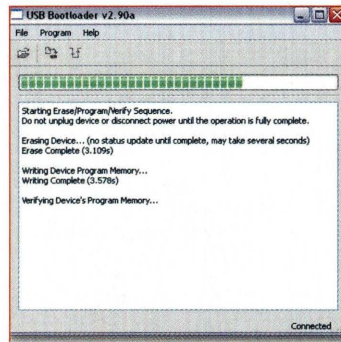


Vue d'écran 7

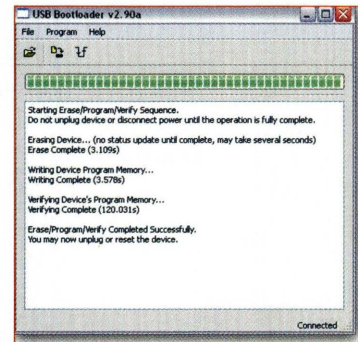




Vue d'écran 8



Vue d'écran 9



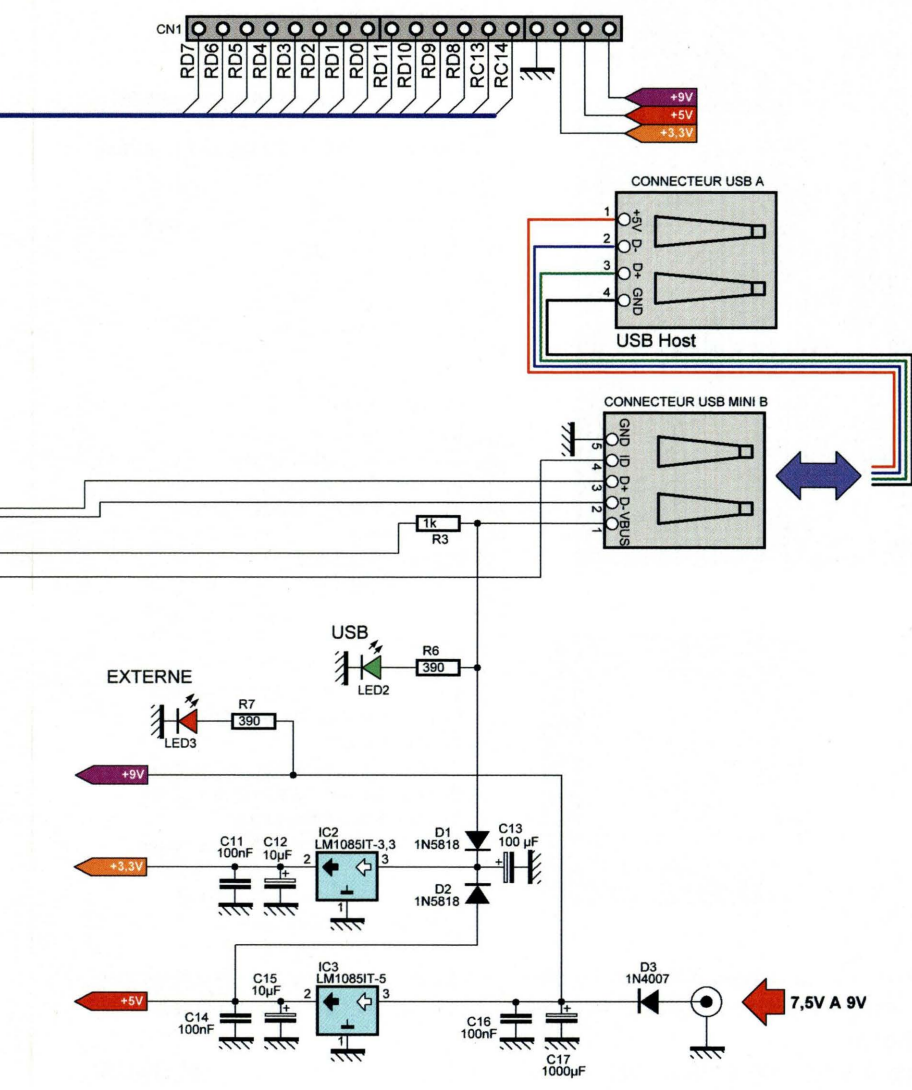
Vue d'écran 10

PICKit 3 de la platine et passer à la programmation du PIC avec le Basic StickOS. Pour cela, lancer le programme «HIDBootLoader.exe». Il doit reconnaître la platine (vue d'écran 7). Charger ensuite le fichier

«StickOS.PIC32MX795F512Lv1.92c.elf.hex» (vue d'écran 8) et lancer la programmation qui va durer environ 130 s (vues d'écrans 9 et 10). Lorsque la programmation est terminée, appuyer sur la touche RAZ de la

platine. La LED1 clignote lentement, tandis que la LED4 reste illuminée. Lancer ensuite le logiciel émulateur de terminal «Tera Term» qui, après configuration, permettra la programmation du PIC en langage Basic.

7



Platine à PIC32MX795F512H

Nous avons réalisé une seconde platine, un peu plus petite, utilisant le PIC32MX795F512H. C'est pratiquement le même microcontrôleur, mais doté de 64 broches au lieu de 100, nous permettant de disposer de 44 lignes d'entrées/sorties, dont 16 entrées analogiques. La réalisation est en tout point semblable à la première. Se reporter, donc, aux instructions écrites ci-dessus.

La programmation du bootloader est identique, mais vous choisirez le fichier Basic «StickOS.PIC32MX440F512Hv1.92c.elf.hex».

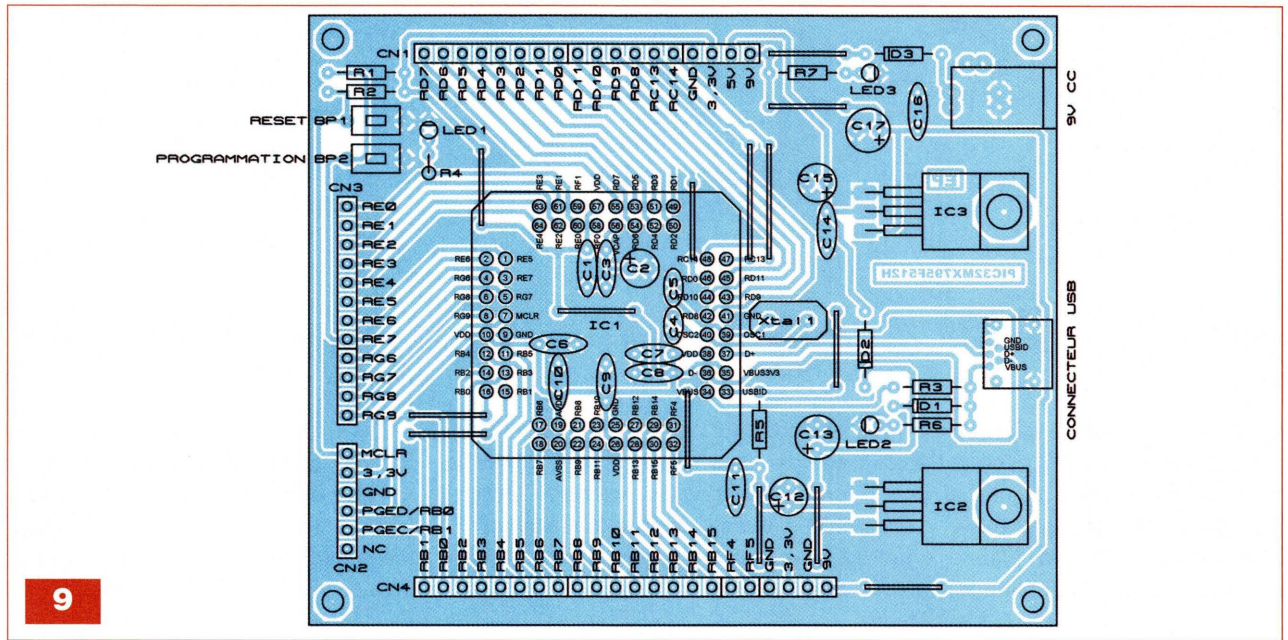
Ce fichier est, en effet, prévu pour programmer un PIC32MX440F512L. Il est sensiblement identique au PIC32MX795F512H, mis à part quelques différences.

Sur le PIC32MX440F512H :

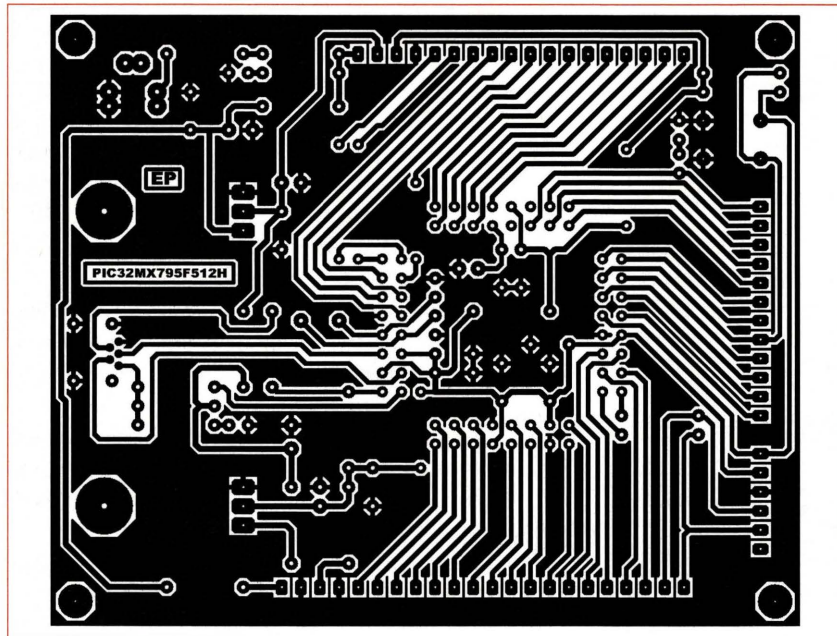
- le bus CAN n'existe pas
- pas d'interface Ethernet
- 51 broches d'entrées/sorties (contre 53 pour le PIC32MX795F512H)

L'utilisation de ce second microcontrôleur permet d'obtenir une platine aux dimensions plus restreintes, d'environ 10 cm x 8 cm, ce qui sera appréciable lorsqu'elle sera embarquée dans un robot.

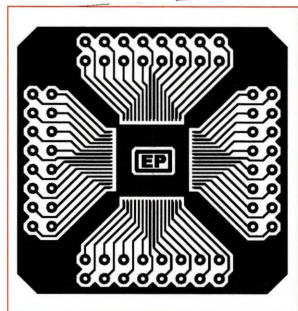
Le schéma de principe est représenté en figure 7. Il est pratiquement identique à celui de la figure 2.



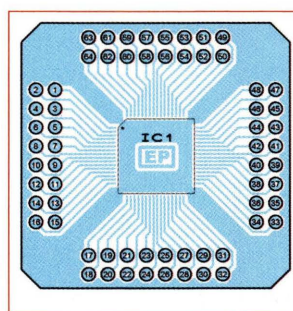
9



8



10



11

Le tracé du circuit imprimé fait l'objet de la **figure 8**.

L'implantation des divers composants est représentée en **figure 9**.

Là encore, un adaptateur est néces-

saire pour le microcontrôleur. Le circuit imprimé est reproduit aux **figures 10 et 11**.

Les mêmes remarques, que celles faites précédemment, s'appliquent

Nomenclature

PLATINE À PIC32MX795F512H

• Résistances

- R1, R2, R5 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R3 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R4, R6, R7 : 390 Ω (orange, blanc, marron)

• Condensateurs

- C1, C3, C6 à C11, C14, C16 : 100 nF
- C2, C12, C15 : 10 μ F / 16 V
- C4, C5 : 18 pF
- C13 : 100 μ F / 16 V
- C17 : 1 000 μ F / 10 V

• Semi-conducteurs

- D1, D2 : 1N5818
- D3 : 1N4007
- LED1, LED2, LED3 : diode électroluminescente
- IC1 : PIC32MX795F512L (Farnell, Radiospares)
- IC2 : LM1085IT-3.3
- IC3 : LM1085IT-5

• Divers

- Xtal1 : Quartz 8 MHz
- Barrette sécable de broches carrées
- Barrette sécable de supports pour broches carrées
- Barrette sécable de broches «tulipe»
- Barrette sécable de supports «tulipe»
- 1 connecteur d'alimentation
- 2 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220
- 1 connecteur femelle USB mini B
- 2 boutons-poussoirs pour CI

ici, pour la gravure des circuits imprimés et le câblage des modules.

P. OGUIC
p.oguic@gmail.com

Étude des standards de fréquences (2^{ème} partie)

Dans votre précédent *Électronique Pratique*, nous avons étudié la manière d'asservir un oscillateur à 10 MHz à la porteuse de l'émetteur DCF77. Nous avons mis en évidence la détérioration de la stabilité, due aux variations des conditions de propagation de l'onde, principalement en raison des conditions météorologiques. La stabilité initiale de $2 \times 10^{-12} / 24 \text{ h}$ «tombe» à $1 \times 10^{-8} / 24 \text{ h}$ ou $1 \text{ Hz} / 100 \text{ MHz}$, ce qui était déjà suffisant pour la plupart des applications.

Cette deuxième partie étudie la mise en œuvre d'un oscillateur à cristal, ultra-stable, qui est synchronisé sur le 10 MHz de DCF77, tout en restant indépendant. Il est donc exempt des aléas de la transmission et présente une stabilité de l'ordre de $1 \times 10^{-9} / 24 \text{ h}$. Mais, commençons par l'étude du démodulateur des signaux horaires, pour compléter l'étude précédente.

Le démodulateur

La porteuse est modulée en amplitude (0 / 75%) et en phase ($\pm 13^\circ$), pour transmettre les données horaires et des codes d'alerte.

Le circuit démodulateur décode la modulation en amplitude (figure 1).

Le démodulateur est optionnel, puisque nous recevons le signal à 77,5 kHz dans de bonnes conditions. L'ajout d'un démodulateur permet le



décodage des impulsions d'horloge et le «pilotage» d'une horloge. Le signal est «repiqué» à l'entrée de l'amplificateur. Les condensateurs C1 et C2 suppriment les composantes continues du signal d'antenne.

Le gain du circuit accordé fait 50 dB. Le signal reçu est bien filtré et a une amplitude de l'ordre du volt, pour être visualisé sur la sortie «Test» (figure 2).

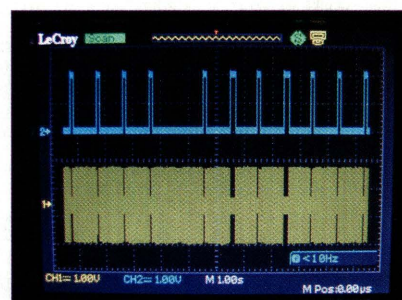
Le signal, déjà filtré par l'antenne et le circuit accordé L1-C5, tous deux d'un facteur de qualité supérieur à 100, «pilote» le décodeur.

Vu le prix de vente dérisoire des décodeurs DCF77 et leur technologie en CMS, il est préférable d'utiliser un module «dédié» à cet usage.

L'entrée de ces démodulateurs est symétrique. Bien que fonctionnant en «attaquant» une des deux entrées et en shuntant l'autre par un condensateur de 100 nF, il est préférable de garder la configuration symétrique.

Le petit transformateur TR1 présente un rapport d'impédance de 25 / 1.

Le potentiomètre P1 règle le niveau d'entrée du décodeur à 2 mVac ou 10 mVac au primaire. La sortie du module est configurée en «collecteur



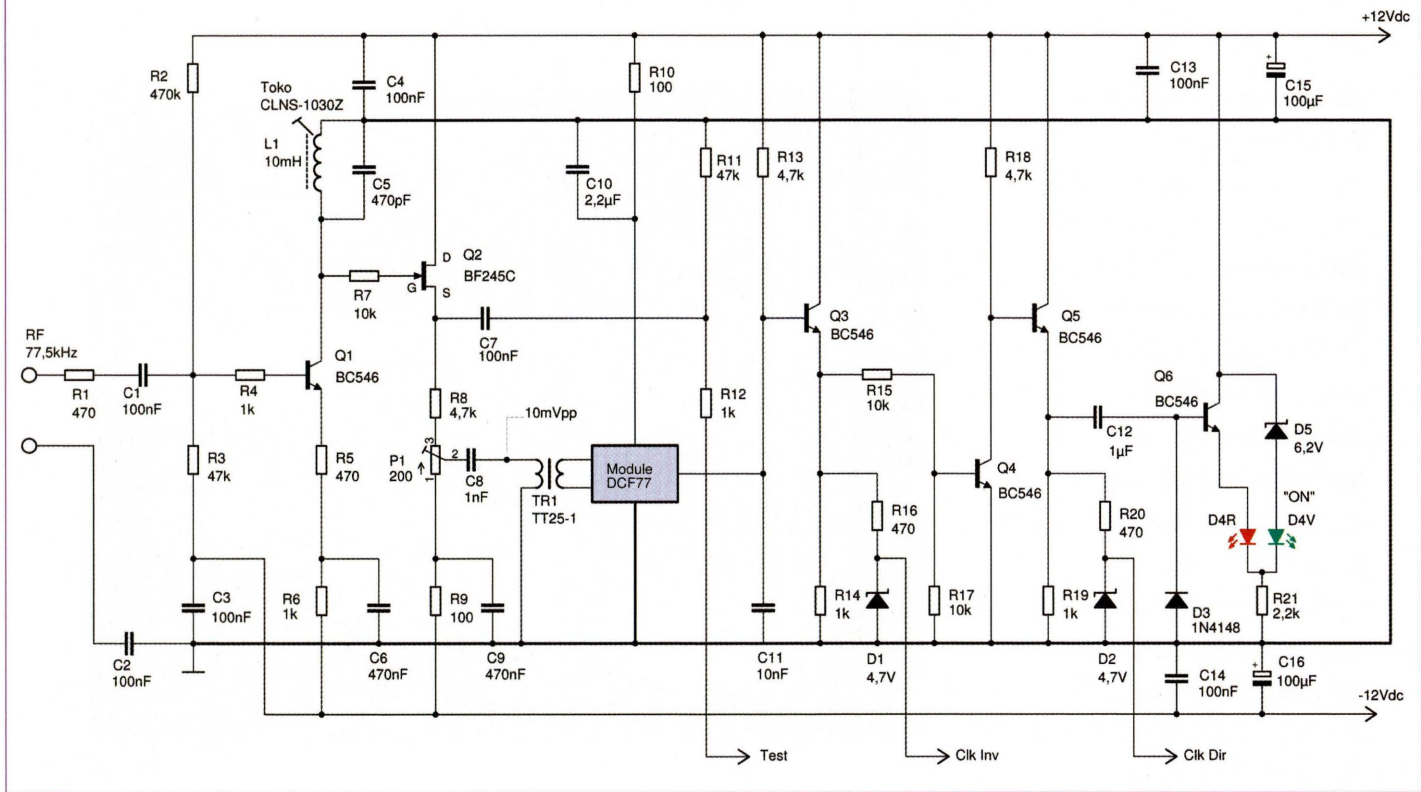
ouvert». Nous avons prévu la possibilité d'avoir deux sorties inversées. En effet, certaines horloges fonctionnent avec le signal inversé...

La led bicolore D4, placée sur la face avant, s'illumine en vert par défaut. L'impulsion de la seconde est transmise par le condensateur C12, provoque un flash rouge à chaque seconde et indique que le signal est bien décodé.

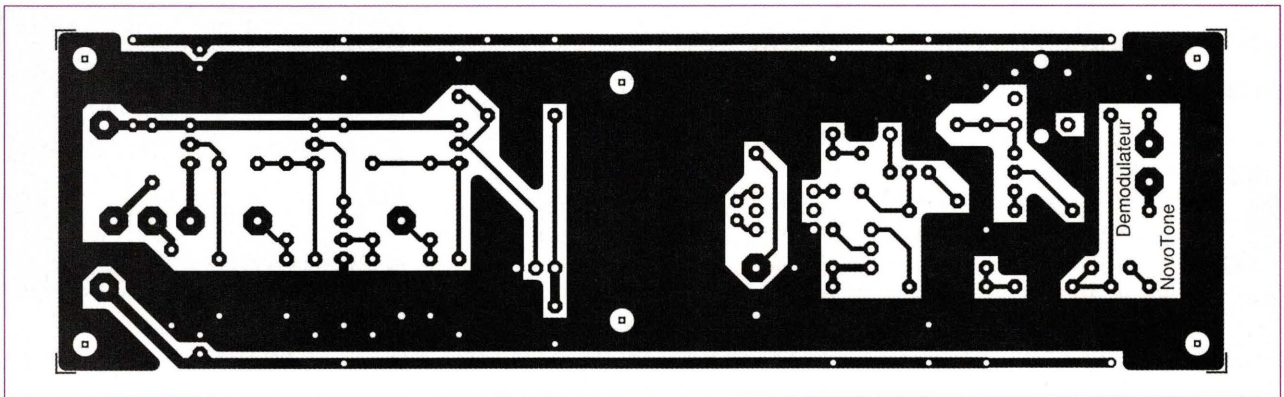
Carte démodulatrice

Cette carte démodulatrice mesure 156 x 46 mm (figures 3 et 4). Elle est placée dans un boîtier métallique de 160 x 49 x 25 mm, fabriqué par TEK0, sous la référence HF374. Le boîtier est percé de huit trous, dont six sont équipés de condensateurs de passages

Démodulateur



3



pour les deux alimentations, les trois fils de la led bicolore et une des deux sorties «horloge» (photo A).

La carte sera testée avant sa fixation dans le boîtier blindé. Après avoir raccordé l'antenne, l'amplificateur et les alimentations, vérifier que les tensions continues indiquées en figure 2 sont bien conformes.

Mesurer le signal au picot «Test» et tourner la self L1 pour obtenir un maximum de tension.

La modulation en amplitude doit être bien visible (figure 1), attention aux sources parasites...

Régler, ensuite, le signal d'excitation

du module décodeur (P1) à 10 mVac au primaire du petit transformateur. Le décodage de la modulation intervient entre 10 s et 1 mn plus tard.

Le standard local

Le standard local met en œuvre un oscillateur à cristal, stabilisé en amplitude, embarqué dans une enceinte close stabilisée en température et fonctionnant avec une alimentation stabilisée en tension. Les trois termes «stabilisé» ne sont pas innocents. Chaque facteur (amplitude, température et alimentation) peut

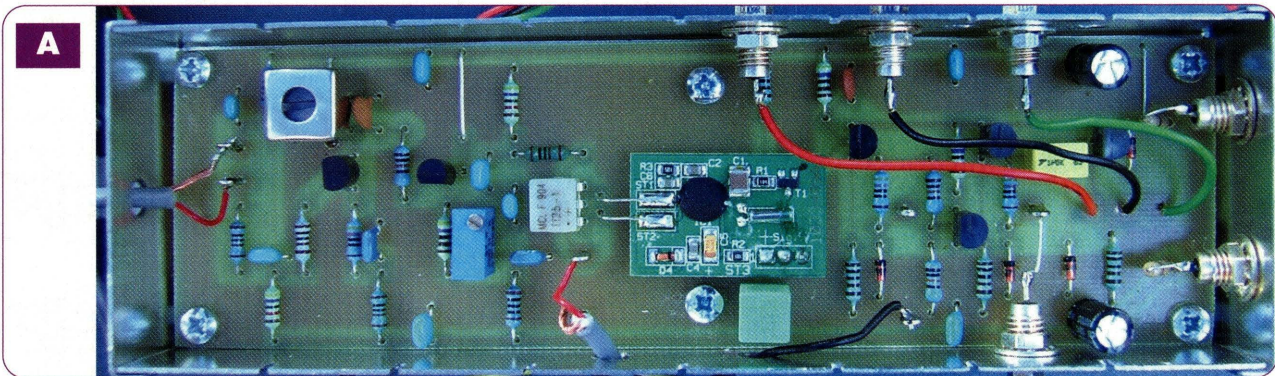
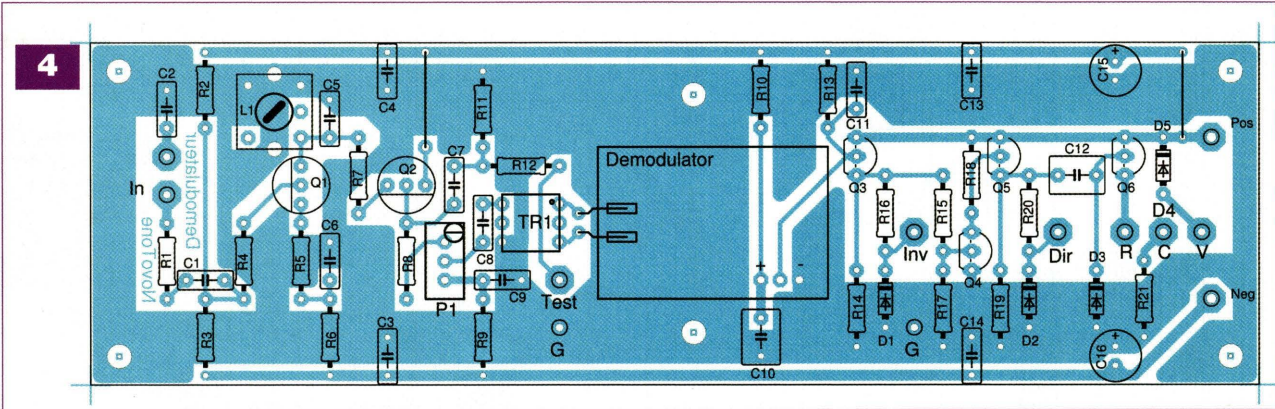
impacter la stabilité de la fréquence de l'oscillateur (figure 5).

Plusieurs modèles ont été testés : Isotemp 134-10, 143-10 et Fox 693LF-10.

Nous n'avons gardé que ce dernier, toujours en fabrication. L'Isotemp 134-10 (photo B) est excellent mais obsolète, néanmoins il est possible de le trouver sur le marché de l'occasion.

Le schéma

La mise en œuvre de l'OCCO de Fox nécessite la présence d'une tension d'alimentation de +5 Vdc, fournie ici par IC1 (figure 6).



Nomenclature

CARTE DÉMODULATRICE

• Semiconducteurs

D1, D2 : zéner 4,7V / 400 mW
 D3 : 1N4148
 D4 : led bicolore
 D5 : zéner 6,2 V / 400 mW
 Q1, Q3 à Q6 : BC546
 Q2 : BF245C

• Résistances 1/2 W / 1%

R1, R5, R16, R20 : 470 Ω
 R2 : 470 kΩ

R3, R11 : 47 kΩ
 R4, R6, R12, R14, R19 : 1 kΩ
 R7, R15, R17 : 10 kΩ
 R8, R13, R18 : 4,7 kΩ
 R9, R10 : 100 Ω
 R21 : 2,2 kΩ

• Condensateurs

C1, C2, C3, C4, C7 : 100 nF / 50 V / 5 mm
 C5 : 470 pF / 100 V / 5 mm
 C6, C9 : 470 nF / 50 V / 5 mm
 C8 : 1 nF / 100 V / 5 mm
 C10 : 2,2 μF / 50 V / 5 mm
 C11 : 10 nF / 100 V / 5 mm

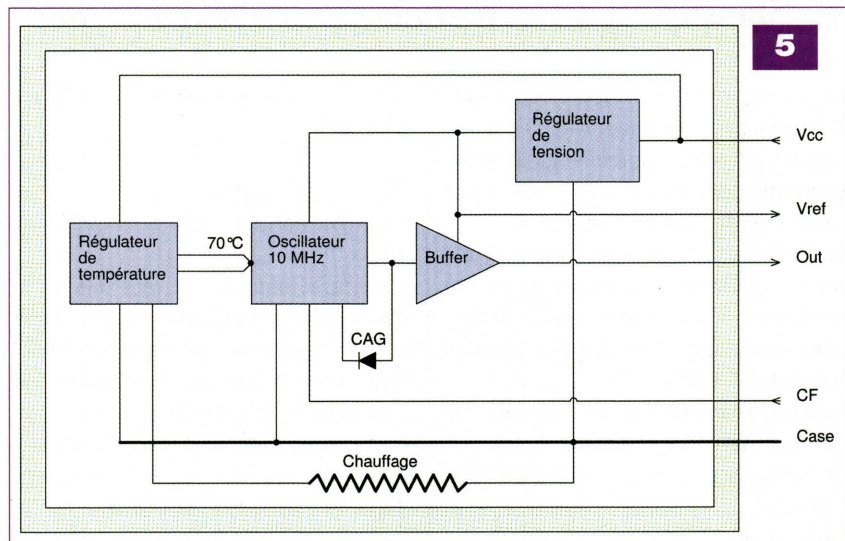
C12 : 1 μF / 50 V / 5 mm
 C13, C14 : 100 nF / 50 V / 5 mm
 C15, C16 : 100 μF / 16 V / 2,5 mm

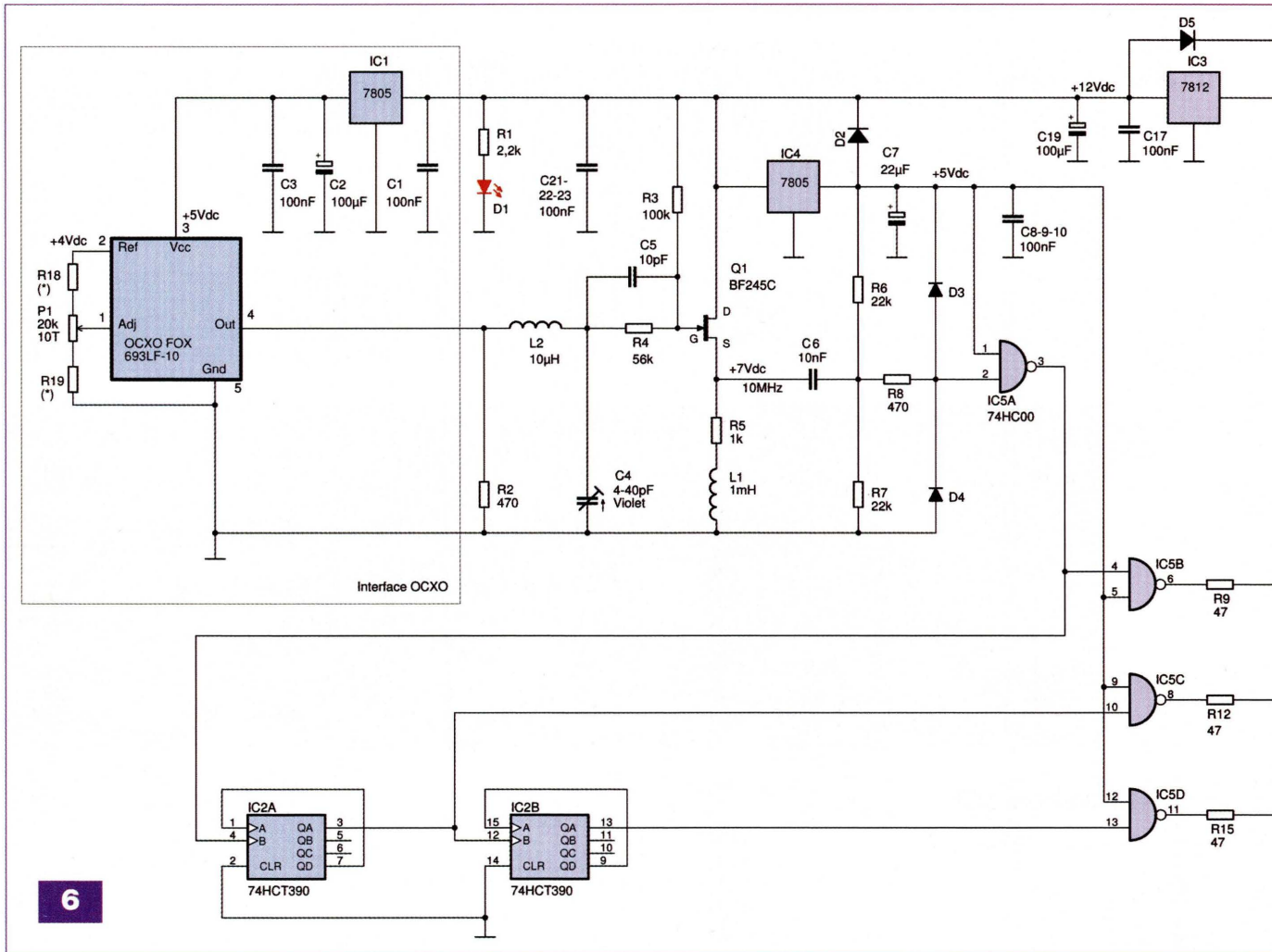
• Divers

L1 : Toko CLNS-1030Z
 P1 : 200 Ω / multitours
 TR1 : TT25-1 de Micircuits
 1 module DCF77 (DCF-2 de www.ELV.de)
 6 entretoises M3 x 5 mm M-F
 6 condensateurs de passage
 7 points de test
 1 boîtier TEKO HF374



Le module possède une sortie «Ref» de +4,0 Vdc, qui sera utilisée pour la synchronisation de la fréquence. La tension du contrôle de la fréquence (U_{cf}) est appliquée sur la broche 1 du module.





6

D



La sortie, à basse impédance, excite le « pied » du circuit accordé L2/C4. Le signal se retrouve amplifié sur la porte du transistor Q1. La sortie de Q1 est routée sur la porte NAND IC5A. Le diviseur IC2 assure une division par 10, puis par 100. Les trois autres portes de IC5 conditionnent les sorties de la même manière que pour le récepteur DCF77. L'alimentation en +12 Vdc est fournie par un simple régulateur IC3/7812 et celle des circuits logiques par IC4/7805. Un deuxième régulateur IC1/7805 ali-

mente, indépendamment, l'oscillateur à 10 MHz.

Mise en œuvre

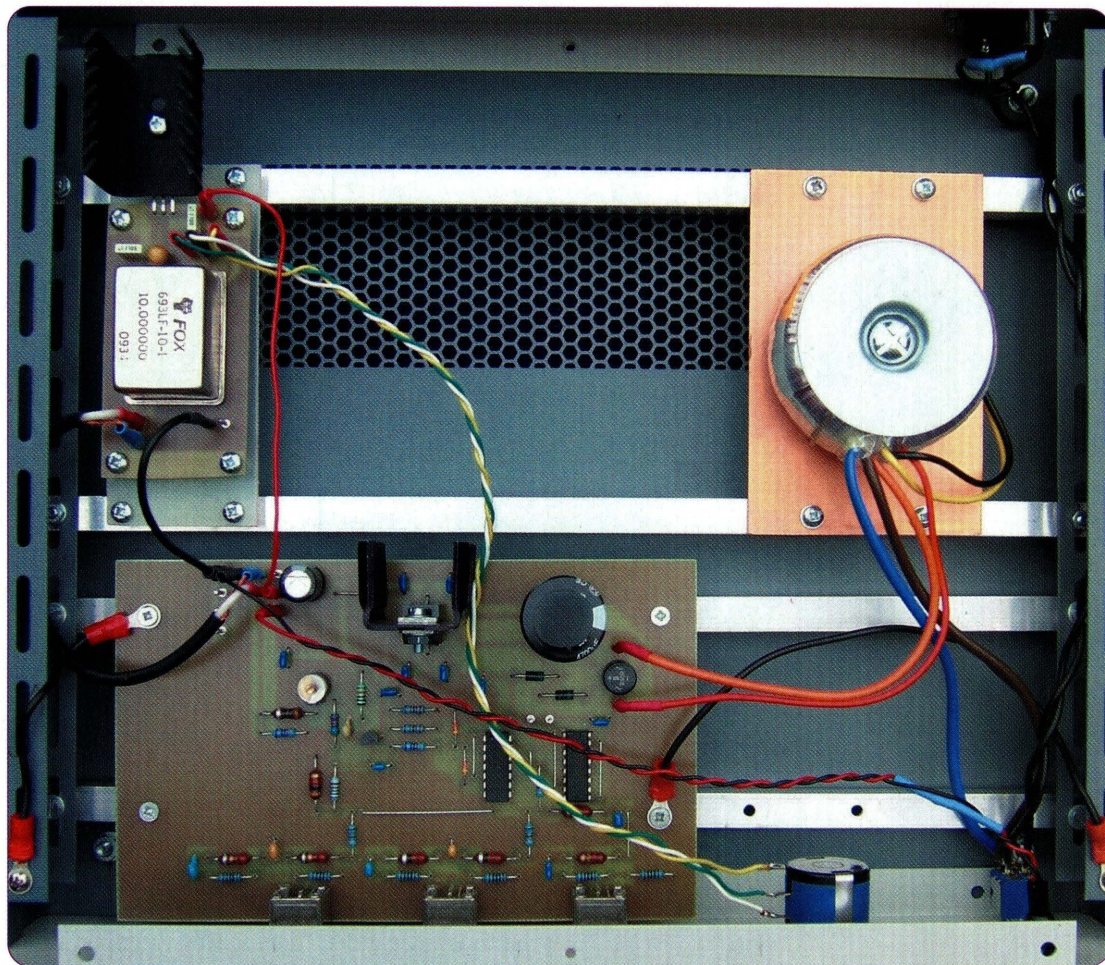
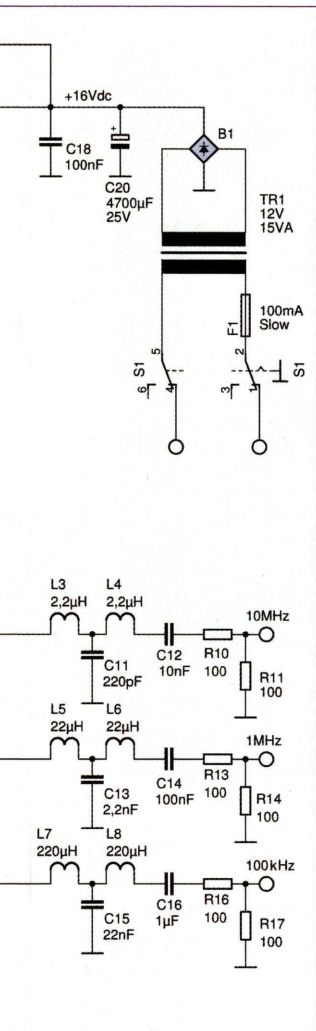
Le projet est placé dans un boîtier de 300 x 280 x 65 mm. L'agencement des divers éléments n'est pas critique, seule la carte principale détermine le positionnement des trois trous de passages des socles BNC (photo C). La face avant comprend le potentiomètre P1, les trois sorties, le switch (facultatif) et la led (photo D). Les éléments en face arrière peuvent

être placés librement : socle du secteur et socle du fusible. Quatre profilés en «U» de 10 x 10 x 2 x 295 mm supportent, à l'avant, la carte de base et, à l'arrière, le transformateur fixé contre une plaque d'époxy. La carte OXCO est également placée sur une plaque d'époxy. Cette disposition est donnée à titre indicatif, tout autre agencement est possible.

Les circuits imprimés

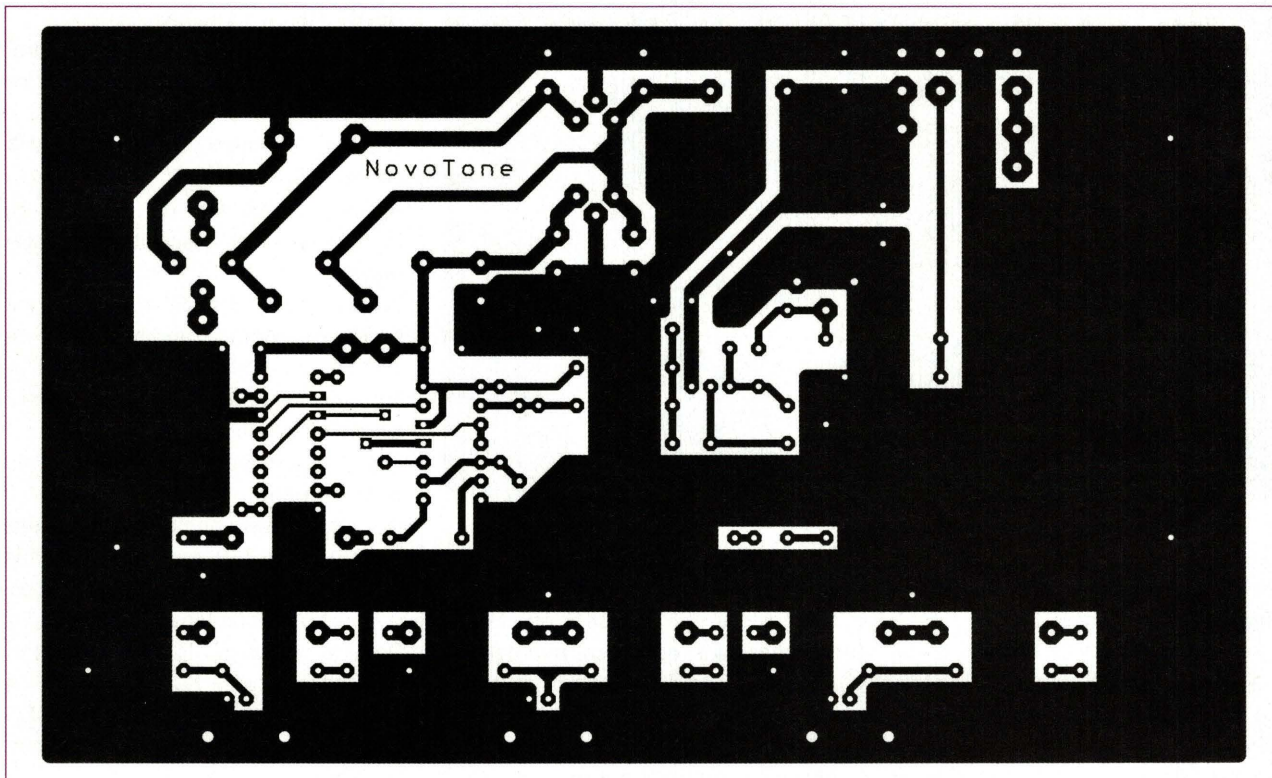
La carte principale

Elle mesure 160 x 99 mm (figure 7). La première opération de soudage consiste à insérer les quatorze picots de 1,3 mm et les sept pontages. Ensuite, placer les alimentations avec les deux régulateurs IC3 et IC4. Elles seront testées avant d'insérer les autres composants.

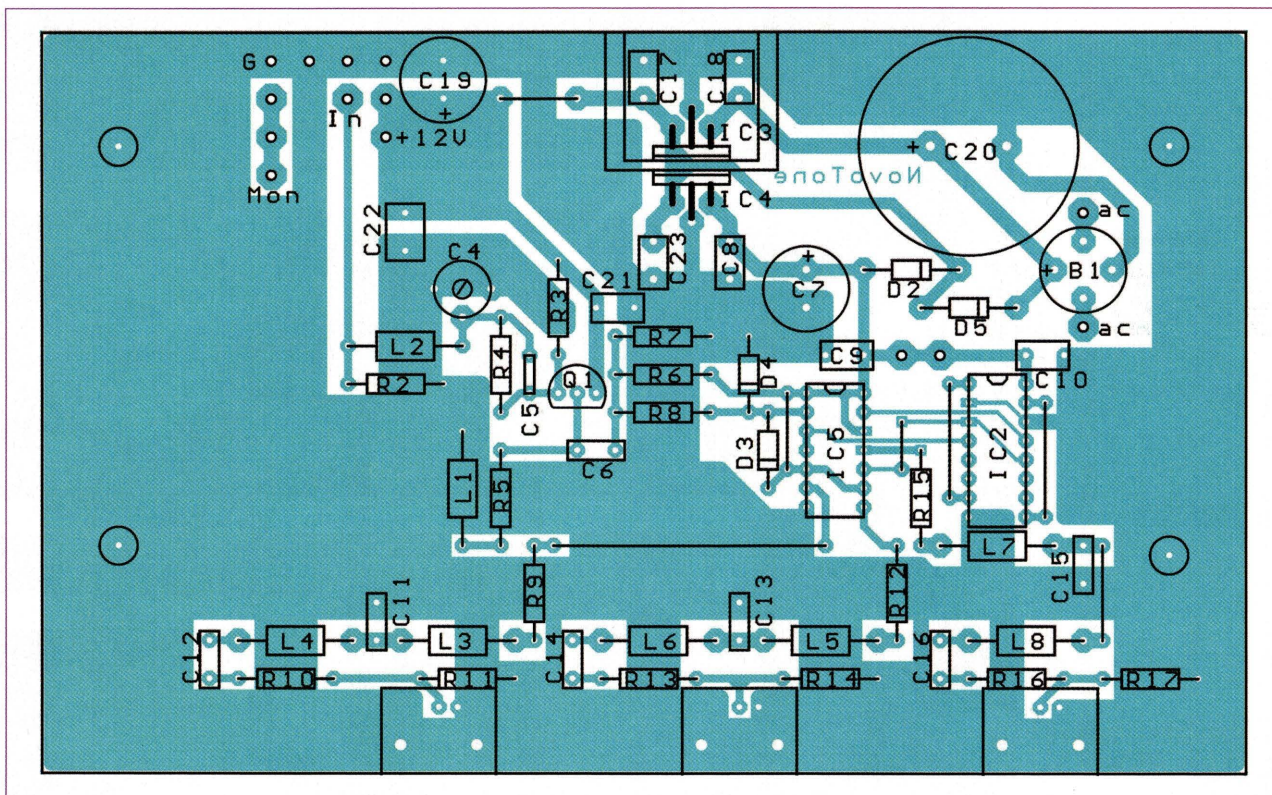


C

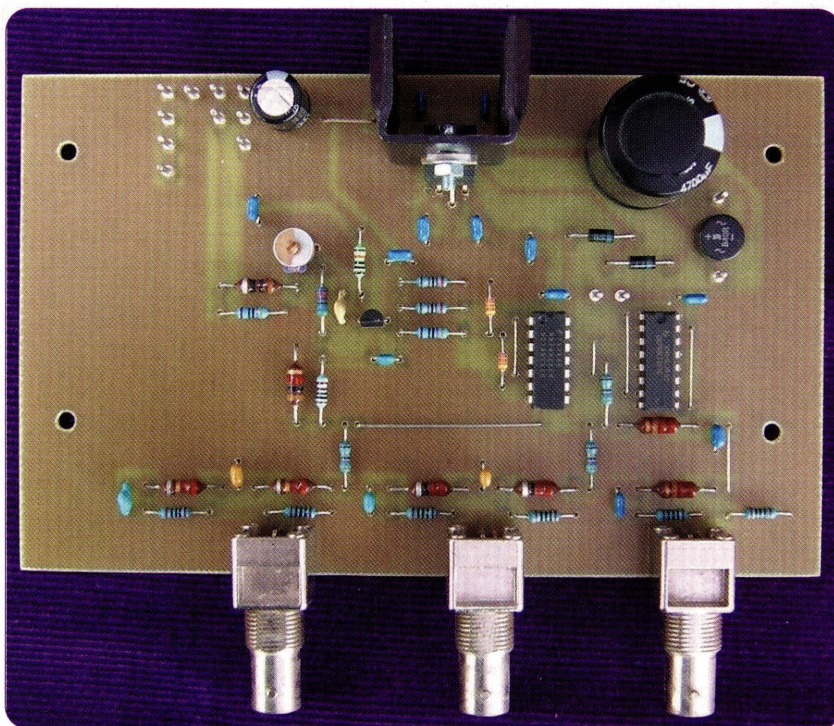
7



8



E



Le reste des composants sera soudé en terminant par les trois socles BNC (figure 8 et photo E).

La carte OCXO

La carte OCXO mesure 74 x 38 mm (figure 9).

Le régulateur, placé à l'horizontal, est

équipé d'un petit dissipateur (figure 10 et photo F).

A noter que le régulateur ne dissipe que pendant quelques minutes, le temps de chauffer l'OCXO pour que celui-ci atteigne sa température de fonctionnement.

Dans un premier temps, les deux

résistances R18 et R19, soudées sur les points «haut» et «bas» du potentiomètre, ne sont pas connectées.

Après le raccordement des divers éléments, mettre sous tension et ajuster C4 pour obtenir un «maximum» à la jonction des résistances R6-R7-R8.

Les trois fréquences doivent être présentes aux sorties et avoir une forme sinusoïdale.

Tourner le potentiomètre P1 à mi-course ($U_{cf} = +2$ Vdc).

Après une dizaine de minutes de fonctionnement, l'oscillateur est stabilisé.

Laisser fonctionner 24 h et faire une première comparaison avec le 10 MHz du récepteur.

Tourner le potentiomètre P1 pour obtenir la synchronisation, mesurer et noter la tension U_{cf} au curseur du potentiomètre.

Les deux résistances sont calculées pour obtenir 750 mVdc aux bornes du potentiomètre avec, à mi-course, la tension préalablement mesurée.

Dans le prototype, R18 fait 56 k Ω et R19 fait 39 k Ω .

Cependant, chaque module OCXO étant différent, il importe de refaire le calcul.

Nomenclature

CARTE DE BASE

• Semiconducteurs

D2 à D5 : 1N4148
 IC2 : 74HCT390
 IC3 : 7812
 IC4 : 7805
 IC5 : 74HC00
 Q1 : BF245C

• Résistances 1/2 W / 1%

R2, R8 : 470 Ω

R3 : 100 kΩ
 R4 : 56 kΩ
 R5 : 1 kΩ
 R6, R7 : 22 kΩ
 R9, R12, R15 : 47 Ω
 R10, R11, R13, R14, R16, R17 : 100 Ω

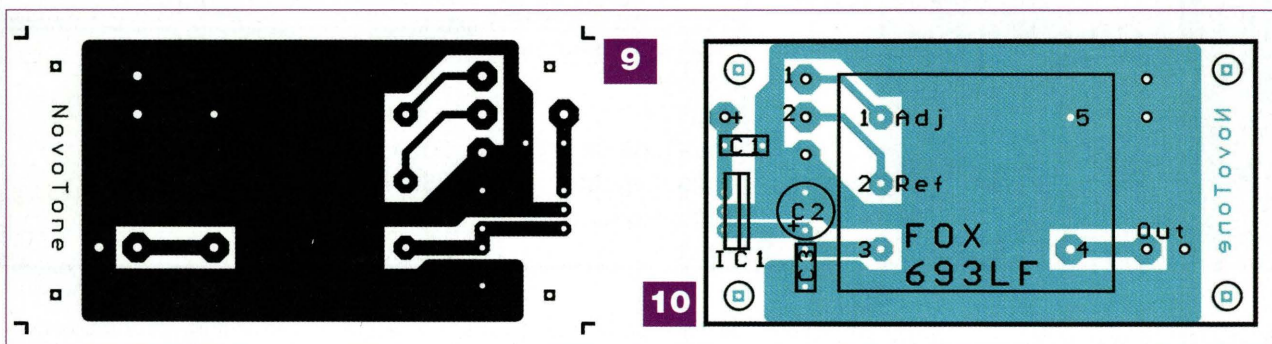
• Condensateurs

C4 : Trimmer 4-40 pF
 C5 : 10 pF / 100 V / 5 mm
 C6, C12 : 10 nF / 100 V / 5 mm
 C7 : 22 μF / 10 V / 5 mm / Tantale
 C8, C9, C10, C14, C17, C18, C21, C22,

C23 : 100 nF / 50 V / 5 mm
 C11 : 220 pF / 100 V / 5 mm
 C13 : 2,2 nF / 100 V / 5 mm
 C15 : 22 nF / 50 V / 5 mm
 C16 : 1 μF / 50 V / 5 mm
 C19 : 100 μF / 25 V / 5 mm
 C20 : 4 700 μF / 25 V / 10 mm

• Divers

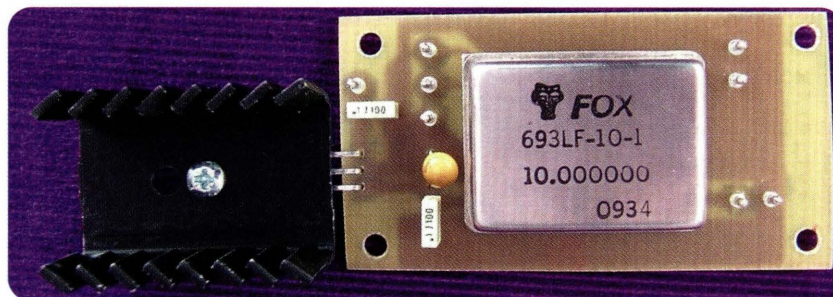
1 dissipateur pour IC3-IC4
 3 socles BNC pour CI
 4 entretoises M3 x 5 mm M-F
 14 picots de 1,3 mm



Nomenclature

CARTE DÉMODULATRICE

C1, C3 : 100 nF / 50 V / 5 mm
 C2 : 100 μF / 16 V / 5 mm / Tantale
 IC1 : 7805
 OCXO : 693LF-10 de FOX
 1 dissipateur pour IC1
 4 entretoises M3 x 5 mm M-F
 8 picots de 1,3 mm



Mode opératoire

Nous disposons à présent de deux références, l'une absolue calée sur le signal «radio» de DCF77 mais affectée des aléas de la transmission, l'autre issue du standard local.

Chacun des appareils propose trois sorties : 10 MHz, 1 MHz et 100 kHz. La synchronisation se fait en comparant une même fréquence des deux appareils, par exemple le 10 MHz, avec un oscilloscope à deux canaux (de préférence analogique).

La synchronisation est réalisée par le réglage du potentiomètre P1 du standard local.

Vous constaterez que, même synchrones, il existe un glissement aléatoire entre les deux sinusoïdes.

Ce glissement, tantôt en avance, tantôt en retard, n'est que la signature

des aléas de la propagation du signal «radio».

N'oublions pas que le 10 MHz du récepteur est «asservi» au signal «radio» et que les variations de la propagation sont multipliées par 129, soit le rapport 10 MHz / 77,5 kHz !

Il doit être bien clair, à ce niveau, que c'est le signal du récepteur qui est responsable du glissement et non le standard local qui est indépendant du signal «radio».

Il est, par conséquent, difficile de réaliser la synchronisation ou quantifier la stabilité avec la sortie 10 MHz.

Celle-ci se fait à 1 MHz, voire 100 kHz, dans de bonnes conditions.

La quantification se fait comme suit : un glissement d'une période complète par seconde du 1 MHz équivaut à 1×10^{-6} . Un glissement d'une période

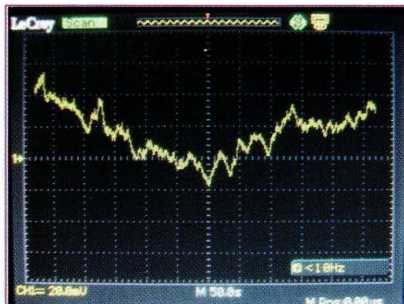
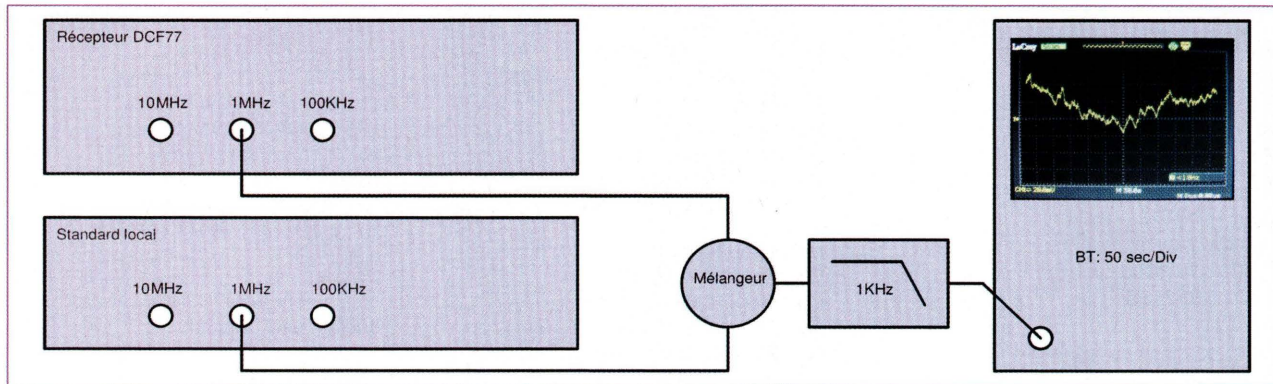
en 100 s équivaut à 1×10^{-8} , et ainsi de suite...

La **figure 11** présente le montage pour la mesure de la stabilité et la **figure 12** le graphe de comparaison entre les deux sorties 1 MHz, celle du récepteur DCF77 et celle du standard local. Remarquer les différentes irrégularités dans la progression du graphe qui ont, comme cause, la variation de la vitesse de propagation de l'onde «radio».

La période de la mesure s'étend sur 600 s. Nous pouvons estimer que la précision du standard local est largement inférieure à 1×10^{-9} ($\ll 1$ période / 1 MHz / 600 s). Le contrôle de la synchronisation se fait, au départ, tous les jours, la première semaine.

Ensuite, toutes les semaines, de préférence à la même heure.

11



12

Caractéristiques Techniques

Fréquence source	10 MHz
Sorties	100 kHz, 1 MHz & 10 MHz
Stabilité	$< 1 \times 10^{-9}$ / 24 h / après 30 jours
Amplitude en sorties	500 mVac - 250 mVac / 50 Ω
Consommation	230 Vac - 30 mA - 7 VA
Dimensions	300 x 280 x 65 mm
Poids	2,5 kg

13

Nomenclature

NOMENCLATURE HORS CARTES

- 1 boîtier de 300 x 280 x 65 mm
- D1 : led 2 mA
- P1 : 20 k Ω Lin / 10 tours
- R1 : 2,2 k Ω / 1/2 W / 1%
- R18, R19 : sur les broches de P1
- S1 : interrupteur DPDT
- TR1 : transformateur torique de 2 x 12V / 15 VA
- 1 bouton gradué, 10 T, avec blocage / axe 6 mm
- 1 socle pour led \varnothing 5 mm
- 15 souliers de 1,3 mm
- 4 pieds de 10 mm
- 1 socle pour fusible
- 1 fusible de 100 mA / lent
- 1 socle secteur 1A

Il n'est pas nécessaire que le récepteur soit constamment en fonctionnement. La mise sous tension et l'asservissement à la fréquence «radio» ne prennent que quelques minutes.

Vous constaterez, après un mois de fonctionnement, que l'ajustement du standard local devient infinitésimal. Après synchronisation du standard local, c'est ce dernier qui sera utilisé comme «référence pilote» pour les fréquencemètres, générateurs synthétisés et transceivers.

Conclusion

Le standard local et le récepteur DCF77 forment un ensemble bien utile pour le laboratoire de l'amateur. Il lève

le doute à la lecture d'un fréquencemètre et permet d'avoir la certitude que la fréquence issue d'un synthétiseur ou affichée sur un transceiver est bien exacte, proche de l'absolu.

Les caractéristiques techniques sont regroupées dans le tableau de la figure 13.

J. L. VANDERSLEYEN
ON4JLV

*Pour les données de fabrication, du circuit imprimé ou de quelque problème d'approvisionnement, n'hésitez pas à me contacter à l'adresse :
jl.vandersleyen@skynet.be ou via notre site www.novotone.com*



Découvrez

l'Ecole d'Enseignement Technique de l'Armée de l'Air

à Saintes lors de la journée rencontre
du 08 février 2014 de 09h00 à 17h00

ARMÉE DE L'AIR

Inscrivez-vous auprès de votre Centre d'Information et
de Recrutement des Forces Armées (CIRFA.air)
ou au : 05.46.95.85.28





N°365

- La DTMF. « Dual Tone Multi Frequency » TCMS089 et MT8870
- Chargeur pour accumulateurs au lithium-polymère
- Stroboscope de mesure
- Photographier des gouttes d'eau... et autres objets
- Mini laboratoire « tout en un »
- Amplificateur à saturation douce.
- Le classe AB
- Un standard téléphonique
- Comptabilisateur d'ensembles. Mensuel et annuel



N°367

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



N°369

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



N°371

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



N°373

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



N°374

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



N°375

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



N°376

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



N°377

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



N°380

- Thermomètre intérieur/extérieur
- Générateur de séquences numériques
- Calculatrice numérologique
- Pythagore disait : « tout est arrangé par le nombre »
- Encente 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 !... (1^{ère} partie)
- Utilisation des modules XBee
- Orgue programmable (1^{ère} partie)
- Répéteur 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 !... (2^{ème} 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 (2^{ème} 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

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

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

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

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

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

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

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

- par chèque joint à l'ordre de *Électronique Pratique* - *Le paiement par chèque est réservé à la France et aux DOM-TOM*
- par virement bancaire (IBAN : FR76 3006 6109 1100 0200 9580 176 - BIC : CMCIFRPP)

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

Nom Prénom

Adresse

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

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

321	322	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		

AUDIO PULSE 2200

Amplificateur en classe T

2 x 200 W RMS / 8 Ω



Électronique Pratique vous propose, régulièrement, de réaliser des amplificateurs «audio» de qualité, qu'ils soient à tubes, à transistors ou à circuits intégrés. Vous le savez probablement, il existe plusieurs «classes» de fonctionnement de ceux-ci. Nous le précisons, mais tous présentent des avantages et des inconvénients. En ce début d'année, nous vous présentons une réalisation peu commune : un amplificateur stéréophonique, de forte puissance, fonctionnant en classe T.

Ce type d'appareil se distingue par un rendement exceptionnel de 87% à 90%. Cette caractéristique permet de limiter les pertes par effet «joule» (chaleur) et, donc, de réduire considérablement les dimensions des dissipateurs thermiques. Nos fidèles lecteurs utilisent souvent des modules «prêts à l'emploi» dans le domaine de la robotique et celui des microcontrôleurs. Ceux-ci offrent plusieurs avantages : ils limitent les risques d'erreurs, évitent un travail de câblage parfois délicat et bénéficient généralement d'un prix de vente attractif. Nous avons donc décidé, et c'est une première, d'opter pour ce

type de conception avec cet amplificateur. Nous avons trouvé chez un revendeur, pour 25 €, un module capable de délivrer, en mode ponté, une puissance supérieure à 200 W sous 8 Ω ! Son taux de distorsion harmonique total (THD) est inférieur à 0,1% jusqu'à 150 W et il dispose de toutes les sécurités.

Au prix de quelques modifications minimes et d'une alimentation bien conçue, nous vous proposons un appareil de qualité, digne des grands noms de l'audio.

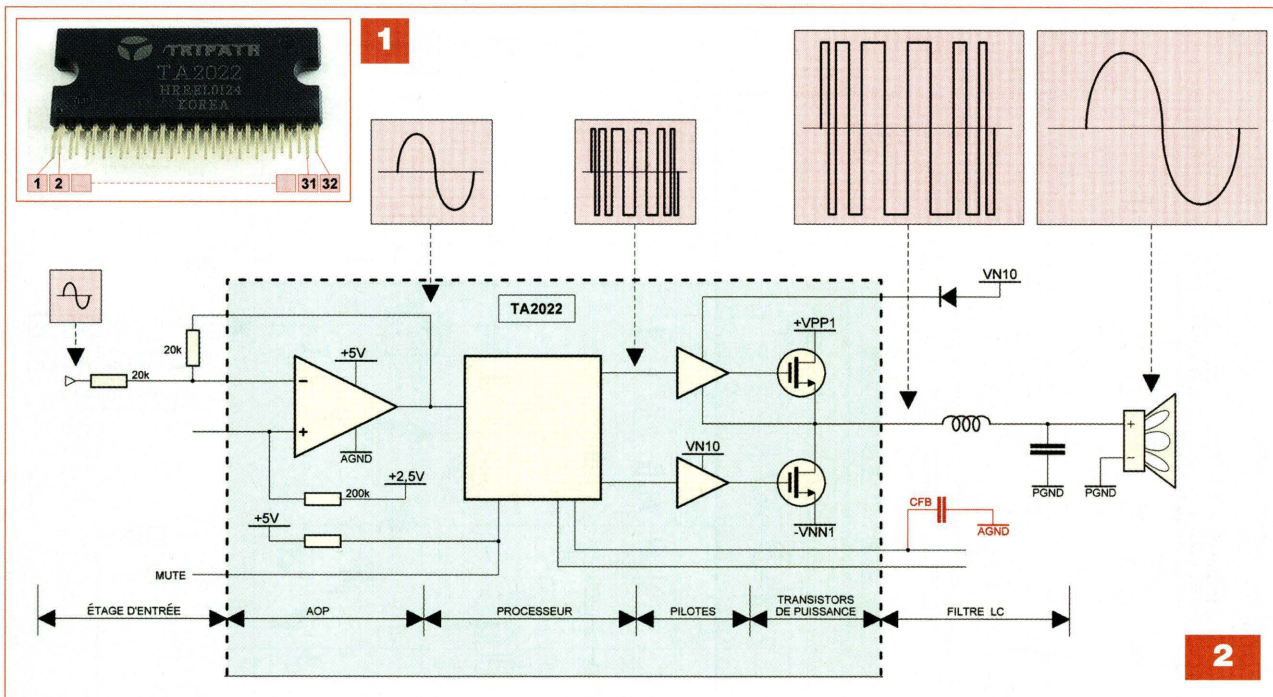
Il se présente dans un luxueux coffret, avec faces et côtés profilés en aluminium, mais sans dissipateurs thermiques latéraux, ni ventilation

mécanique forcée incompatible avec la haute fidélité «audio». Son coût reste très économique malgré ses performances alléchantes.

Chacun pourra entreprendre cette réalisation qui ne présente pas de difficultés majeures, à condition de travailler soigneusement tout en suivant nos conseils.

Caractéristiques et équipements

Voici les principales caractéristiques de l'«Audio -T- Pulse 2200». Notre amplificateur fonctionnant en mode «ponté» sous des tensions maximales, les mesures se sont sous 8 Ω .



Une charge de 4 Ω est déconseillée !

Le non respect de cette consigne peut entraîner le déclenchement de la limitation en courant et la mise en «silence» (Mute) de l'amplificateur durant les écoutes à forte puissance.

- Puissance RMS par canal à 1 kHz sinus, sous 8 Ω : 100 W avec un THD+N de 0,05%
- Puissance RMS par canal à 1 kHz sinus, sous 8 Ω : 150 W avec un THD+N de 0,1%
- Puissance RMS par canal à 1 kHz sinus, sous 8 Ω : 235 W avec un THD+N de 10%
- Rendement à 225 W sous 8 Ω : 87%
- Rapport signal/bruit (typique et en pondéré A) : 104 dB
- Bruit en sortie (en pondéré A, entrée à la masse) : 220 μV
- Distorsion d'intermodulation entre 19 Hz et 20 kHz, à 25 W : 0,1%
- Tension d'alimentation symétrique de ±31 V
- Réglage possible de la tension d'offset en sortie (préréglée en usine)
- Protection contre les tensions continues en sortie, avec visualisation
- Protection contre les bruits dans les enceintes, lors de la mise sous tension et de l'arrêt de l'amplificateur
- Mise en mode «silence» en cas de défaut

L'amplificateur en classe T

Pour rappel, les amplificateurs en classe A, B et AB travaillent linéairement de façon analogique.

Commençons par une petite précision : vous n'avez peut-être jamais entendu parler de la classe T.

Cette dénomination est apparue avec la firme Tripath, pour distinguer ses propres amplificateurs dont le fonctionnement est basé sur un signal découpé, modulé en largeur d'impulsion. Il s'agit en fait d'une classe D où le circuit intégré, développé par la société précitée, encapsule non seulement les étages de «commande» à base de processeurs digitaux, les «drivers», mais également les transistors de puissance, MOSFET en général. Ces amplificateurs offrent un rendement très supérieur aux autres (entre 85% et 95%), ce qui implique de très faibles pertes en chaleur (effet joule). Un dissipateur de faibles dimensions et une alimentation de taille réduite suffisent pour concevoir un appareil de forte puissance.

A l'origine, cette technologie était surtout employée pour la motorisation et les alimentations munies de «hacheurs» de courant.

Les perfectionnements aidant, les amplificateurs construits à partir de

«puces» Tripath offrent une excellente musicalité digne des équipements pour audiophiles.

Plus délicats à mettre au point, ils restent très économiques, compte tenu de leur haut rendement, d'où notre intérêt de faire appel à deux modules stéréophoniques «prêts à l'emploi» et montés en pont.

La **figure 1** montre un TA2022 constituant la pièce maîtresse de l'«Audio -T- Pulse 2200».

Il s'agit d'un circuit intégré à 32 broches, renfermant des composants de puissance. Il doit, de ce fait, être fixé contre un dissipateur thermique.

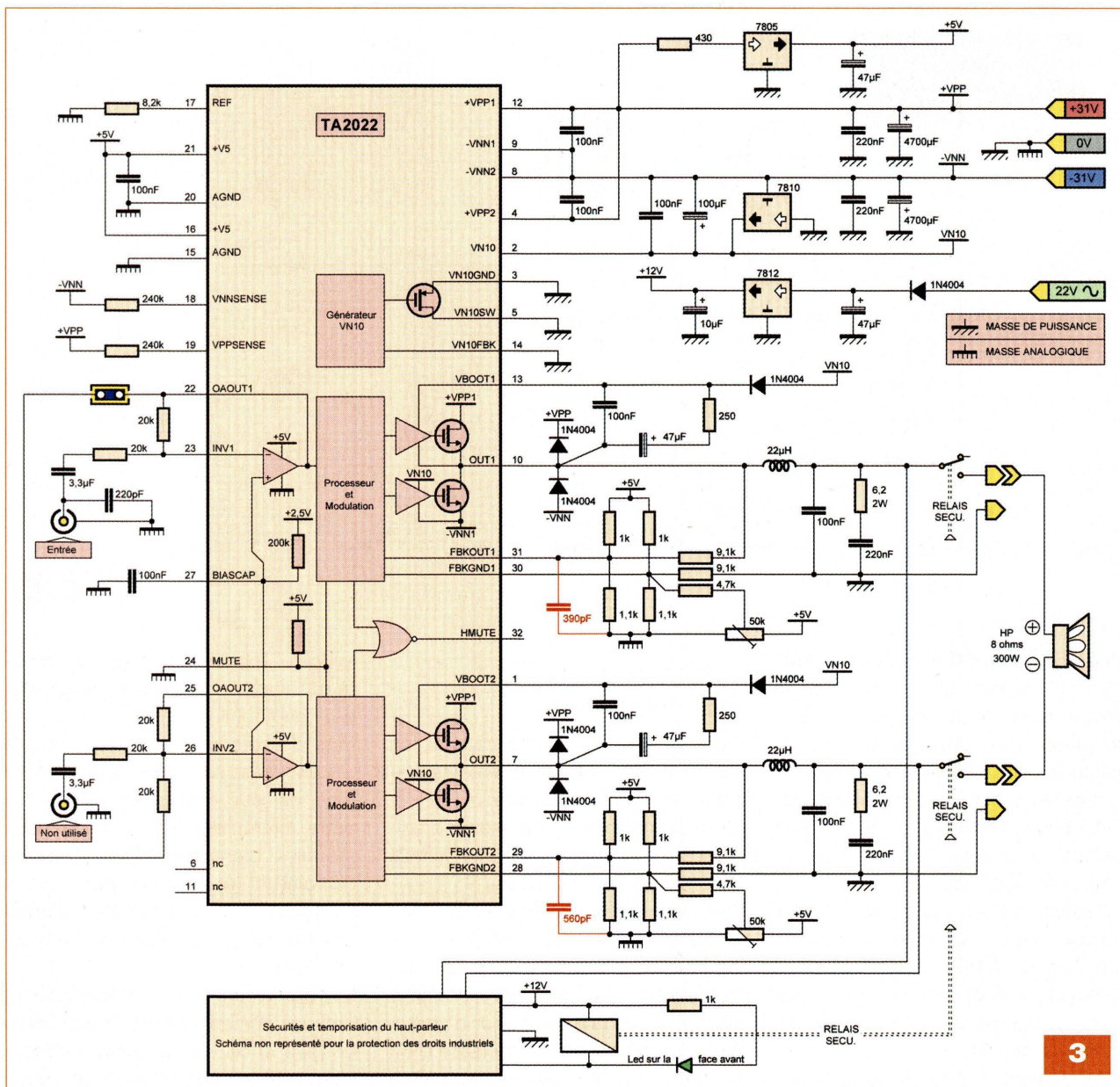
Voici, en quelques mots, le principe de fonctionnement du TA2022.

Comme l'illustre la **figure 2**, nous avons quatre étages principaux : l'AOP adaptateur, le processeur de signal, les drivers de l'étage de puissance et les transistors MOSFET de sortie.

- Les amplificateurs opérationnels (AOP) jouent plusieurs rôles.

Ils amplifient le signal «audio» d'entrée, le convertissent pour la phase de commutation par le processeur, déterminent partiellement le gain total en tension et servent de déphaseur pour la configuration en pont de l'«Audio -T- Pulse 2200».

- Le processeur de signal «digital» est un bloc CMOS en 5 V, il gère les fréquences de commutation.



3

Le modèle de commutation est à «spectre étalé», sous un cadencement typique d'environ 650 kHz. Les fréquences entre les deux canaux ne sont pas synchronisées et diffèrent d'au moins 40 kHz, afin de réduire le bruit de bande. Les condensateurs «CFB» gèrent ces périodes et présentent, de ce fait, une valeur différente : 390 pF pour l'un et 560 pF pour l'autre. Cette section se charge également du circuit de silence (Mute).

- Les drivers de l'étage de puissance commutent les tensions de «commande» des grilles des transistors de sortie. Ils disposent de leur propre tension (VN10), stabilisée en

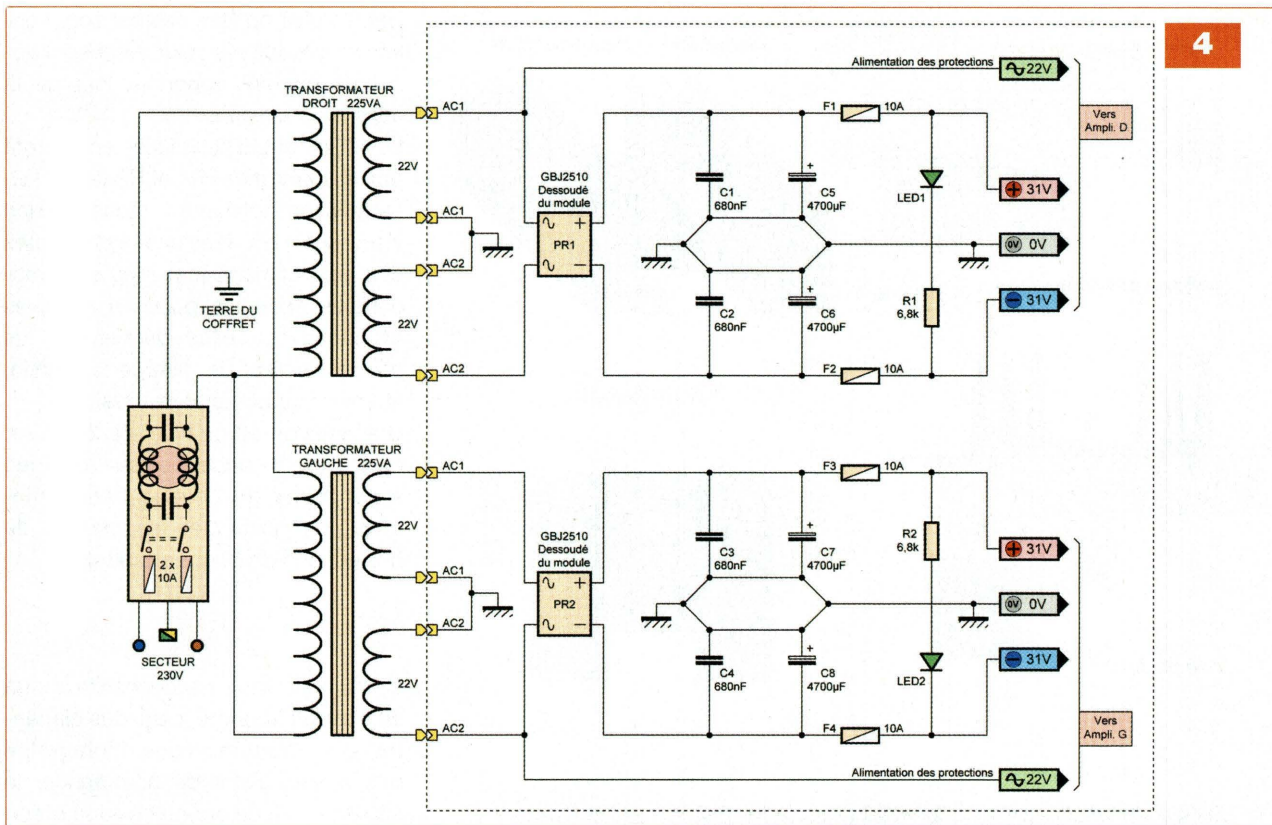
externe à 10 V, à partir de la masse et de la polarité négative de l'alimentation symétrique.

- Les transistors MOSFET de puissance, à canal N, sont configurés en demi-ponts et fournissent l'énergie à la charge de sortie. Les signaux de sortie des transistors MOSFET de puissance (OUT1 et OUT2) doivent impérativement être filtrés par une cellule passe-bas, pour supprimer les créneaux de commutation à haute fréquence. Une oscillation résiduelle de commutation peut persister sur les sorties des haut-parleurs, mais lorsque le filtre LC de sortie recommandé est utilisé, ce signal n'affecte pas

les performances, car situé très au delà de la bande de fréquences «audio».

Schéma de principe

Comme nous l'avons précédemment précisé, nous faisons appel à un module «prêt à l'emploi», câblé et réglé. Pour d'évidentes raisons de protection des droits industriels, sur la **figure 3**, nous ne pouvons vous montrer qu'une section du schéma de principe, celle donnée par Tripath, le fabricant du circuit TA2022, dans sa notice d'utilisation (datasheet). La partie masquée concerne la protection du haut-parleur et sa tempori-



sation de mise en service. Les plus curieux de nos lecteurs pourront analyser et étudier cette partie lorsqu'ils disposeront du module.

Nous n'allons pas détailler le schéma complet, il reprend, en majorité, la description du paragraphe ci-dessus. Par contre, nous avons apporté quelques modifications minimales et conçu une alimentation performante afin de tirer le meilleur parti de cet amplificateur. Chaque module étant équipé de son alimentation et des protections, nous avons dessoudé le pont de redressement afin d'en équiper notre alimentation.

La led bleue de mise sous tension n'atteste que de la présence du +12 V. Il convient donc de la supprimer et de la remplacer par une led verte en face avant, raccordée en parallèle sur la bobine du relais de protection. De cette manière, l'illumination de la led nous confirmera la mise sous tension des enceintes acoustiques.

Nous utilisons deux modules stéréophoniques montés en pont, pour bénéficier d'une puissance accrue, un par canal. Cette configuration est obtenue par la mise en place du

cavalier «**Pontage**» sur les étages d'entrées, ne l'oubliez pas !

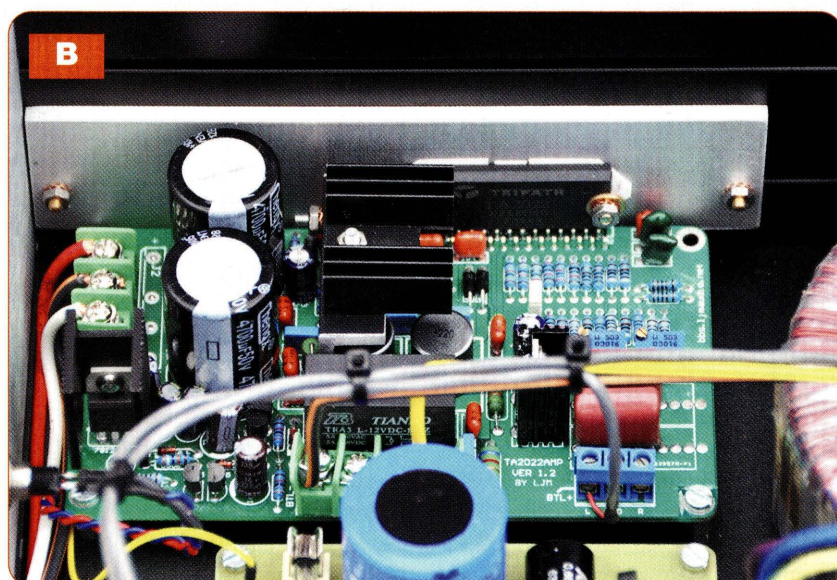
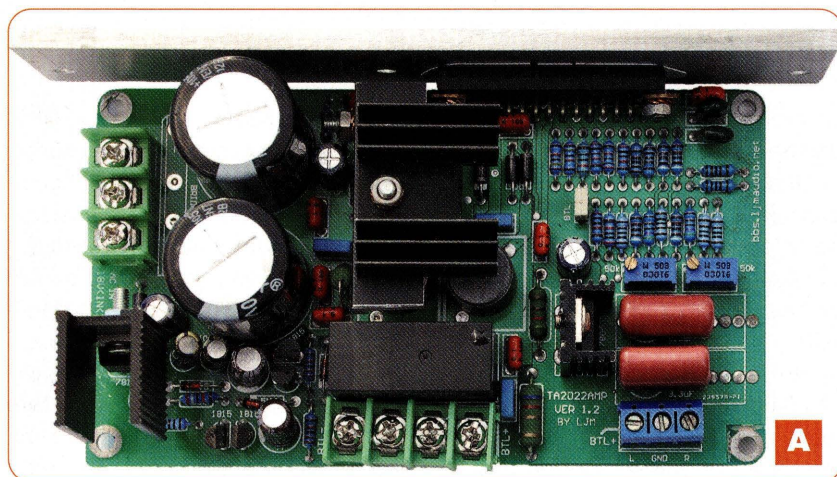
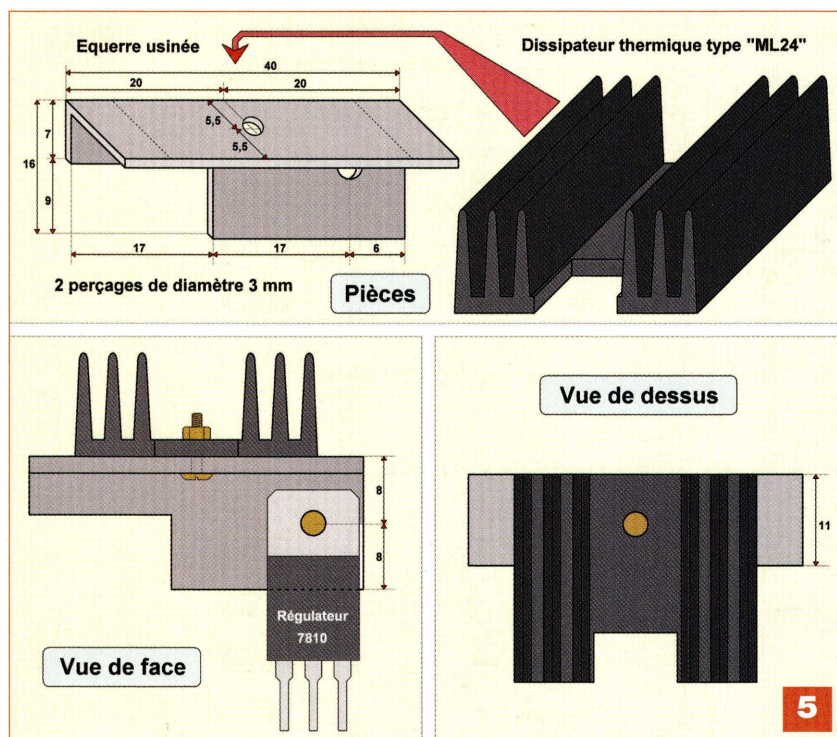
La **figure 4** précise le schéma de principe des alimentations. Notez, tout d'abord, deux points importants. L'intégralité du coffret doit être raccordée à la terre du secteur. Il faut veiller à la conduction électrique de toutes les parties (fond, côtés, etc.), afin d'obtenir un blindage et une protection optimale. Pour éviter tout bouclage, ne reliez surtout pas la masse (0 V) des alimentations à la terre du secteur. Enfin, Les deux alimentations symétriques de chaque canal de l'amplificateur sont totalement séparées, veillez à conserver cette caractéristique.

L'«Audio -T- Pulse 2200» est en fait constitué de deux blocs de puissance indépendants. La seule liaison commune des masses se fait à l'extérieur, par les cordons de la source. L'alimentation d'un amplificateur de qualité joue un rôle essentiel, il convient donc de soigner tout particulièrement sa conception. Les redresseurs précédemment dessoudés sur chaque module sont surdimensionnés, mais nous les employons sans dissipateurs thermiques.

La taille des pistes cuivrées et le filtrage garantissent la fourniture instantanée des demandes de courant sollicitées par l'amplificateur, surtout lors de la restitution des basses fréquences. Pour cette raison, nous avons doublé la capacité des condensateurs de filtrage, en laissant ceux existant sur le module, le plus près possible des circuits TA2022. L'incontournable filtre secteur, avant les transformateurs, fournit une tension primaire aussi «propre» que possible.

A partir des transformateurs, vous pouvez constater la parfaite symétrie. Chacun d'eux fournit deux tensions redressées par les ponts PR1 et PR2. La masse de chaque amplificateur est commune à partir du point commun des deux secondaires. Le filtrage est assuré par les condensateurs C1 à C8. Les quatre premiers (C1 à C4), de très haute qualité, suppriment les fréquences parasites élevées. Les quatre derniers lissent les fréquences résiduelles du secteur (100 Hz), afin d'éliminer le bruit de «ronflement».

Le surcalibrage des fusibles F1 à F4, à une valeur de 10 A, ne les empêchera de fondre, malgré tout, en cas de courts-circuits francs.



Les fusibles du filtre secteur sont également surcalibrés pour autoriser l'appel de courant important lors de la mise sous tension.

Les LED1 et LED2, limitées en courant par les résistances R1 et R2 de 6,8 k Ω , remplissent plusieurs tâches. Elles visualisent les tensions symétriques des alimentations (car elles sont raccordées entre les polarités positives et négatives), elles déchargent les condensateurs de filtrage et, enfin, attestent du bon état des fusibles.

Une tension alternative de 22 V est directement prélevée sur un des secondaires de chaque transformateur, pour alimenter les circuits de protections de chaque module.

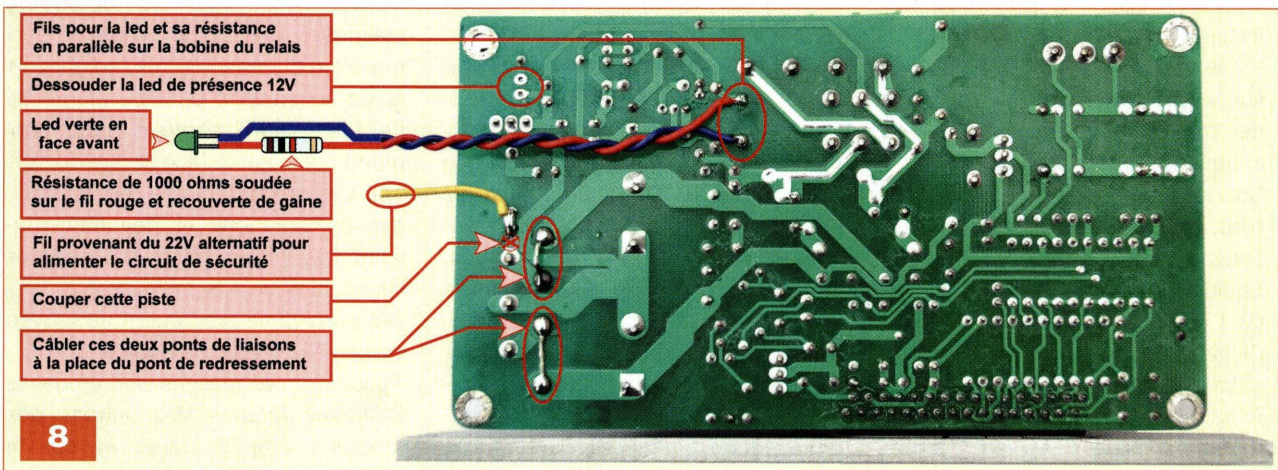
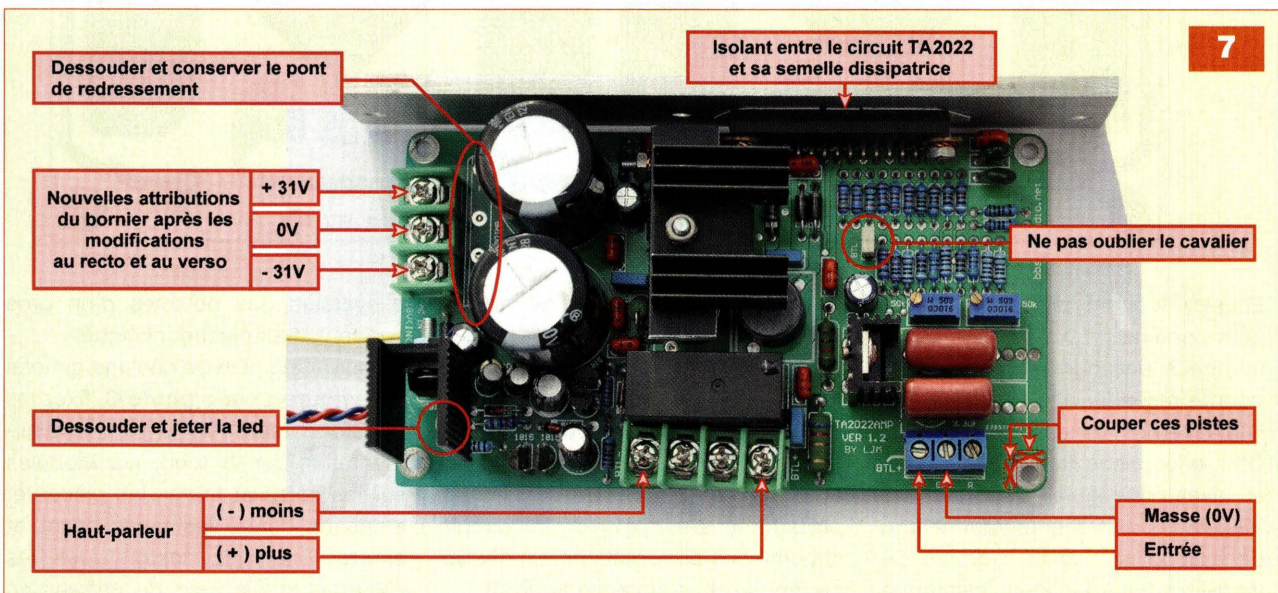
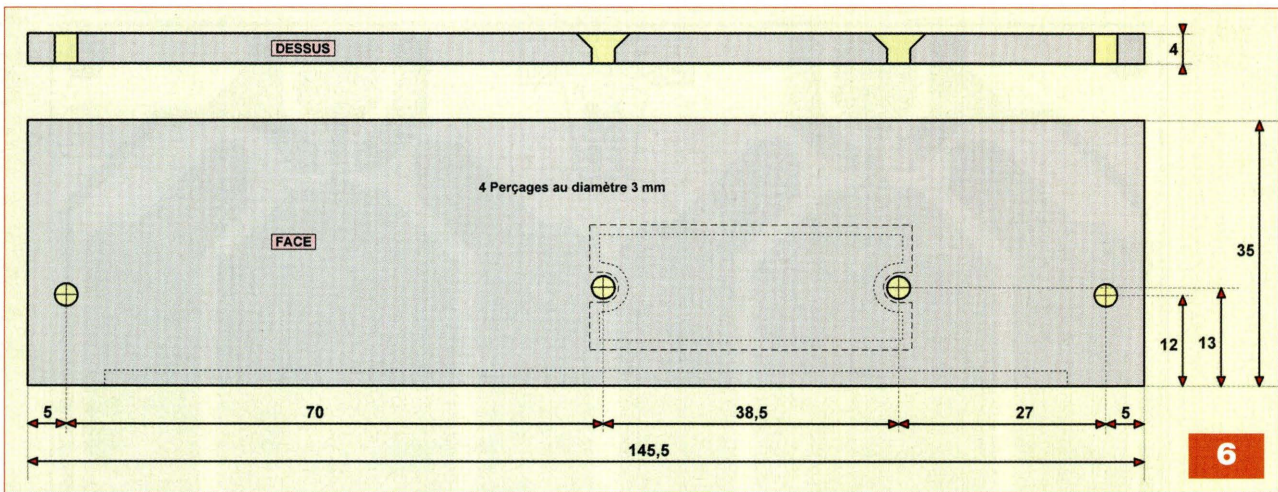
La réalisation

Cette réalisation ne nécessite qu'un seul circuit imprimé, celui des alimentations. Procurez-vous l'intégralité des pièces avant de commencer le câblage, afin de connaître avec précision leurs encombrements. La qualité des condensateurs joue un rôle important dans l'alimentation d'un amplificateur «audio». Ne modifiez pas les tracés des pistes du circuit imprimé, ceux-ci ont été optimisés pour véhiculer les pointes de courant. Respectez le câblage des masses en évitant les boucles, sources de perturbations. Reportez-vous fréquemment aux nombreuses figures et photos, plus parlantes que les textes.

Avant de s'occuper des alimentations, il convient d'effectuer certaines modifications sur les modules amplificateurs. Les régulateurs des tensions auxiliaires (7810 et 7812) chauffent de manière non négligeable.

Nous allons remédier à cela en les équipant de dissipateurs thermiques adéquats. Le cas du 7812 est assez simple à résoudre : il suffit de le munir d'un dissipateur de type ML26 pour TO220, comme sur la **photo A**.

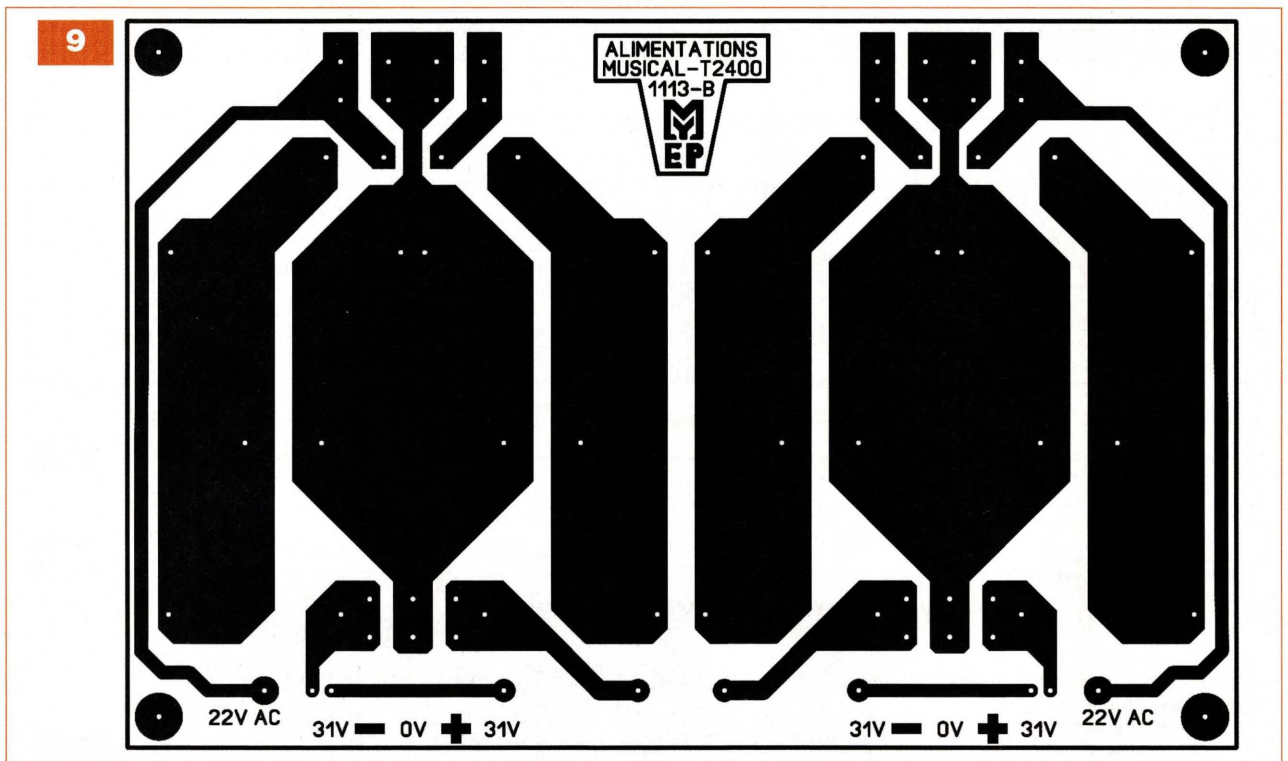
Pour le 7810, le travail est plus conséquent. En suivant les instructions de la **figure 5**, il faut usiner une petite équerre en aluminium et visser sur la face supérieure un dissipateur de type ML24, avant de fixer le tout à la place du dissipateur miniature d'origine. Pour obtenir une meilleure



répartition de la chaleur et afin de faciliter le montage des modules amplificateurs, il convient de préparer une plaque en aluminium de 4 mm d'épaisseur, selon la **figure 6**. Les deux trous fraisés permettent de visser le module, par le circuit

TA2022, en intercalant un isolant en silicone pour composants de puissance (**figure 7**). Cette dernière précaution, pratiquement indispensable, évite la liaison électrique entre les masses et la terre, source de perturbations.

La plaque, ainsi équipée, prend place sur le côté du coffret, à l'aide de vis de 3 mm à têtes H, prisonnières dans les rainures latérales (**photo B**). Les **figures 7 et 8** montrent les modifications à apporter au recto et au verso des modules. Détaillons-les.



- Enlevez le pont de redressement délicatement, en vous aidant d'une pompe à dessouder. Conservez-le pour le resouder ultérieurement sur la platine des alimentations.
- Ôtez la led bleue (présence tension), au niveau du régulateur 7812.
- Meulez les pistes entourant le trou de fixation en bas et à droite. Ce travail va éviter la liaison électrique entre les masses et la terre du coffret, par l'intermédiaire des vis.
- Placez un cavalier de configuration sur les broches marquées BTL, afin de ponter les deux canaux de chaque module amplificateur.
- Soudez deux fils souples, rouge et bleu, en parallèle sur la bobine du relais de sécurité.
- Équipez le fil rouge d'une résistance de 1 000 Ω, pour la future led verte de la face avant. Isolez-la dans une gaine thermo-rétractable.
- A gauche, meulez avec beaucoup de soin la piste provenant du bornier d'alimentation.
- Soudez un fil souple, jaune de préférence, afin d'alimenter les circuits de protection à partir de la tension alternative du secondaire du transformateur, au niveau de la platine d'alimentation.
- Soudez deux ponts de liaisons sur

les pastilles de l'ex pont de redressement. Ces deux conducteurs permettent d'alimenter, avec les tensions continues symétriques, le module amplificateur, par le bornier.

Vous ne devriez pas rencontrer de problèmes pour graver le circuit imprimé des alimentations. Le dessin du typon est proposé en **figure 9**.

Reproduisez-le impérativement selon la méthode photographique. Percez toutes les pastilles avec un foret de Ø 0,8 mm et alésez selon nécessité. Soudez les composants en respectant scrupuleusement l'implantation de la **figure 10**. Commencez par les cosses et poursuivez par les résistances surélevées de 5 mm, les leds, les porte-fusibles, les deux ponts de redressements récupérés sur les modules amplificateurs, les condensateurs au polyester (MKP) et terminez par les quatre gros condensateurs électrochimiques.

Avant de procéder au câblage général, vérifiez votre module au niveau des pistes, de la valeur et du sens des composants. Compte tenu des puissances mises en œuvre, les erreurs peuvent avoir des conséquences désastreuses et même présenter un danger d'explosion en cas

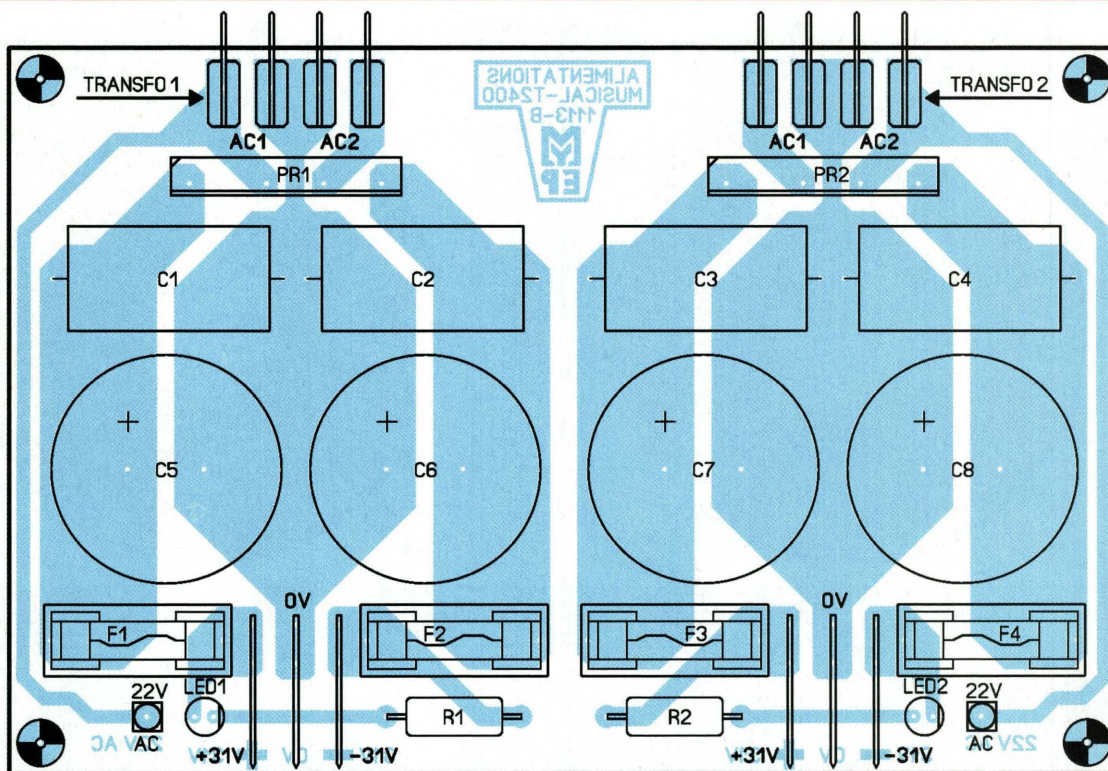
d'inversion des polarités d'un gros condensateur électrochimique.

En suivant le plan de câblage général de la **figure 11** et la **photo C**, fixez les transformateurs et la platine d'alimentation sur le fond, les modules sur les côtés et toutes les pièces et embases contre les faces avant et arrière. Effectuez ensuite tous les câblages sur le fond du châssis en maintenant les fils à l'aide de colliers plastiques (rilsan), en vous conformant toujours au plan de la figure 11 et au schéma de principe (figure 3). Le bloc «filtre secteur Schaffner» prend place sur la face arrière du coffret. Les raccordements des masses, des alimentations et des haut-parleurs doivent être effectués avec des fils souples de 1,5 mm².

Les entrées se raccordent au moyen de câbles blindés de qualité.

Raccordez les masses des embases RCA aux masses des entrées des modules amplificateurs et sur le potentiomètre. Sur celui-ci, ne reliez surtout pas les masses «gauche» et «droite» ensemble, afin d'éviter les risques de bouclage. Pour terminer, soudez les deux condensateurs de 220 pF au mica argenté ou Murata sur les embases RCA. Ceux-ci vont éviter les perturbations d'ordre HF.

10



Nomenclature

- **Résistances 5% (ou mieux, 1%) 1/2 W**
2 x 1 k Ω (marron, noir, rouge), résistances soudées aux fils rouges
- **Résistances 5% 3 W**
R1, R2 : 6,8 k Ω (bleu, gris, rouge)
- **Potentiomètre**
P1 : 2 x 10 k Ω , logarithmique, ALPS (Audiophonics)
- **Semiconducteurs**
PR1, PR2 : GBJ2510 (ponts de redressement, 25 A, dessoudés des modules)
LED1, LED2 : \varnothing 5 mm, verte
- **Condensateurs**
C1 à C4 : 680 nF / 5% / 630 V (MKP polyester, qualité audio, à sorties axiales)

- C5 à C8 : 4 700 μ F / 63 V (SNAP-IN)
2 x 220 pF, condensateurs soudés sur les embases RCA (Murata ou mica argenté)
- **Amplificateurs**
2 modules amplificateurs LT TA2022 (Audiophonics)
- **Divers**
2 transformateurs toriques de 2 x 20 V ou 2 x 22 V / 225 VA (St Quentin Radio - Audiophonics)
1 filtre secteur Schaffner FN 394-6-05-11 (Prise, interrupteur, fusible et filtre)
2 dissipateurs thermiques de type ML24
2 dissipateurs thermiques de type ML26
2 plaques d'aluminium 146 mm x 35 mm, épaisseur 4 mm, à usiner
2 embases RCA, dorées, pour châssis

- Isolants silicone ou mica et graisse pour boîtier
- 4 connecteurs châssis, bananes \varnothing 4 mm (pour enceintes : 2 rouges et 2 noires)
- 4 porte-fusibles pour circuit imprimé, pour fusibles en verre de 5 x 20
- 6 fusibles de 10 A, en verre, de 5 x 20
- 1 bouton en aluminium de couleur «argent» (\varnothing 44 mm)
- 2 clips de fixation, inox, pour led \varnothing 5 mm
- 1 coffret «HIFI 2000 Galaxy GX388 80 x 330 x 280» (St Quentin Radio - Audiophonics)
- Cosses «poignard» pour circuit imprimé
- Câble blindé stéréo
- Fils souples de faible et forte section
- Gaines thermo-rétractables de plusieurs diamètres
- Visserie métal \varnothing 3, 4 et 6 mm

La **figure 12** montre la face avant dessinée par nos soins, avec ses inscriptions artistiques bleues. 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. Enfin, les **figures 13 à 15** montrent les courbes de fonctionnement. Elles attestent de la puissance, du faible taux de distorsion (THD+N), de la bande passante et du très haut rendement de l'amplificateur.

ATTENTION !

Cet appareil, relié à la tension du secteur, peut absorber une puissance importante.

Agissez avec une grande prudence en respectant les règles de protection d'usage dans cette situation.

Mise en service

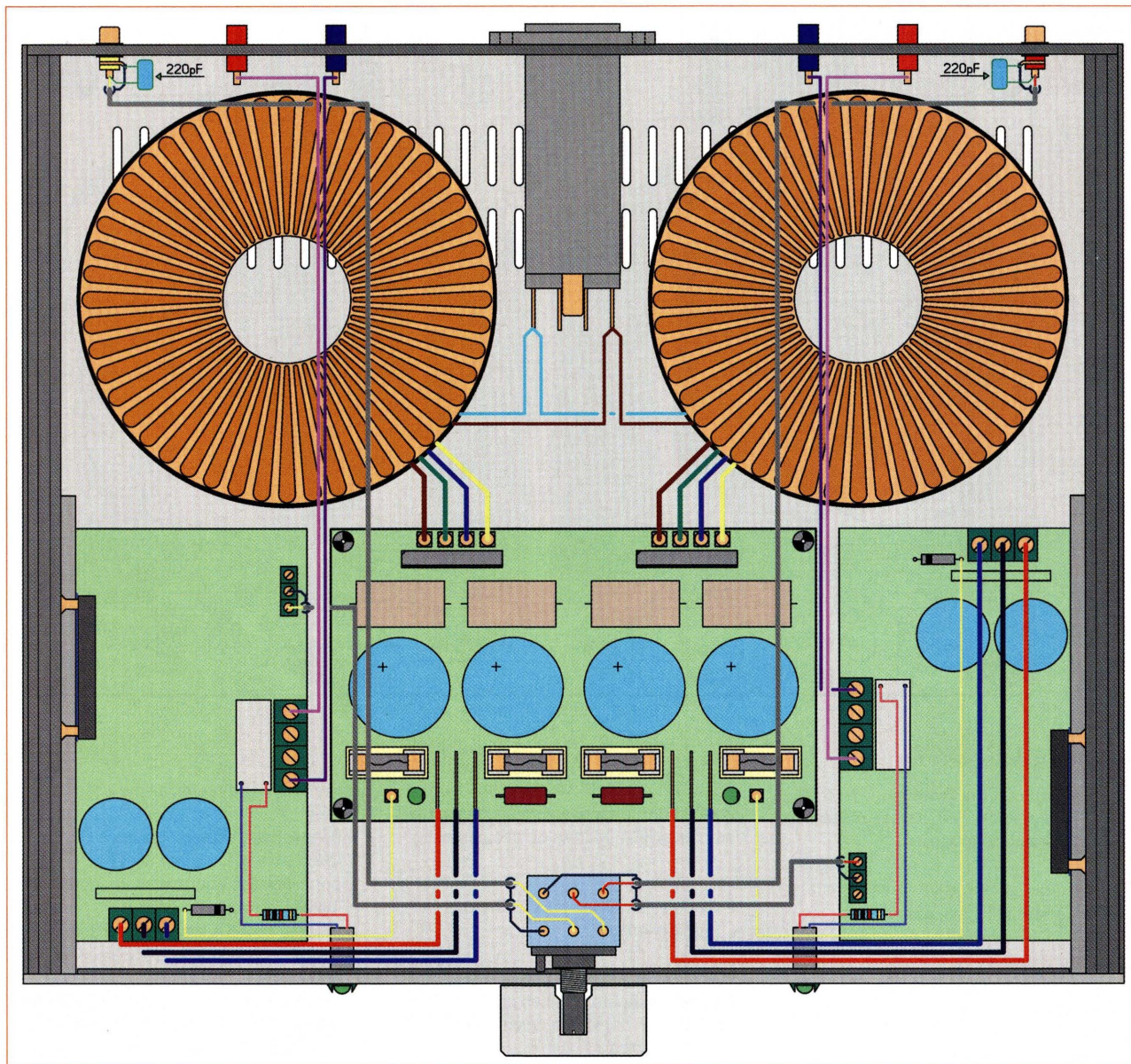
Votre amplificateur ne nécessite aucun réglage et doit fonctionner dès la mise sous tension, après l'activation de la

temporisation des enceintes acoustiques. Les réglages d'offset sur les modules ont été préréglés en usine.

Attention !

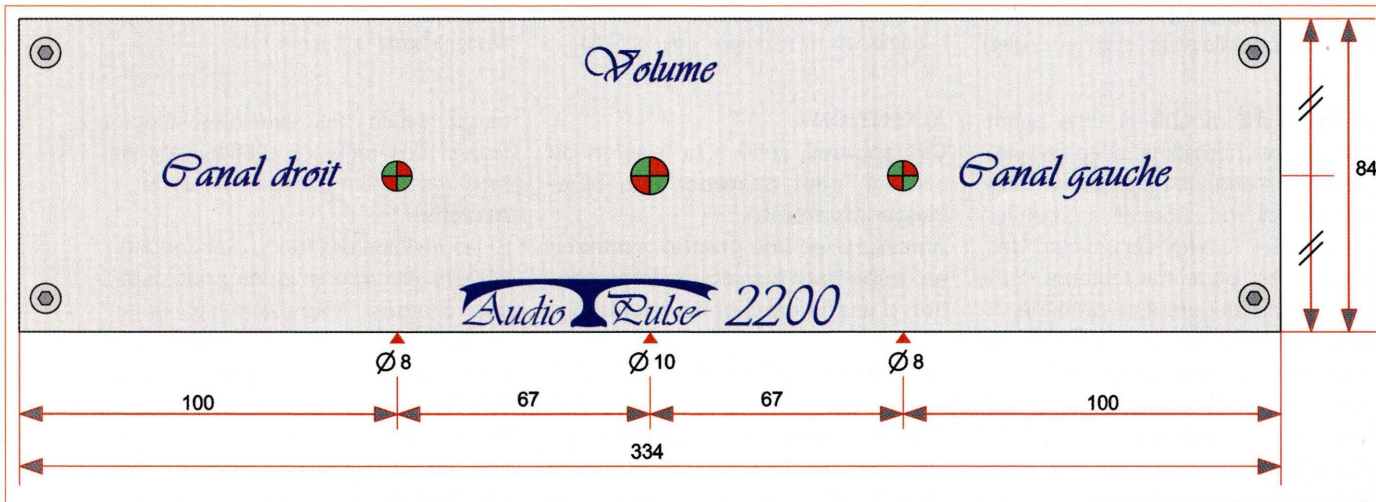
Si les fusibles ont fondu, les condensateurs électrochimiques sont peut-être chargés. Après la mise «hors» tension, déchargez-les prudemment avec une résistance de puissance de 220 Ω / 10 W, avant d'entreprendre le dépannage.

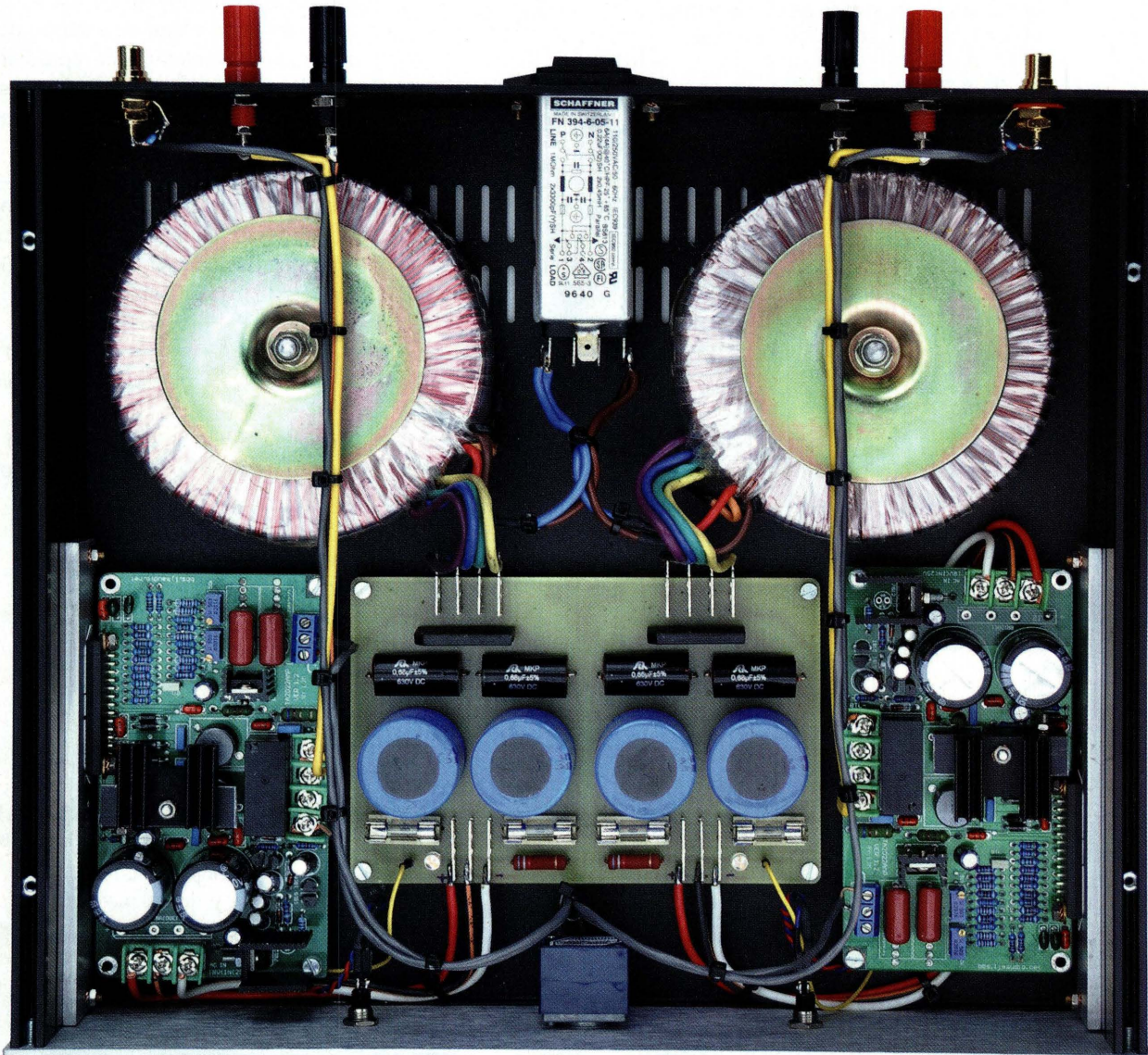
Ne court-circuitez jamais des condensateurs électrochimiques.



11

12

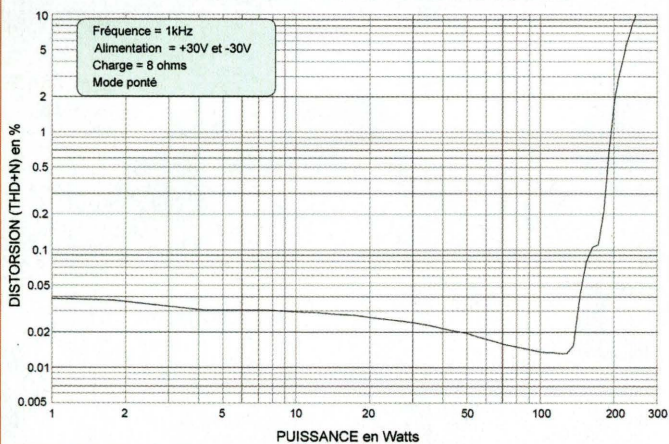




C

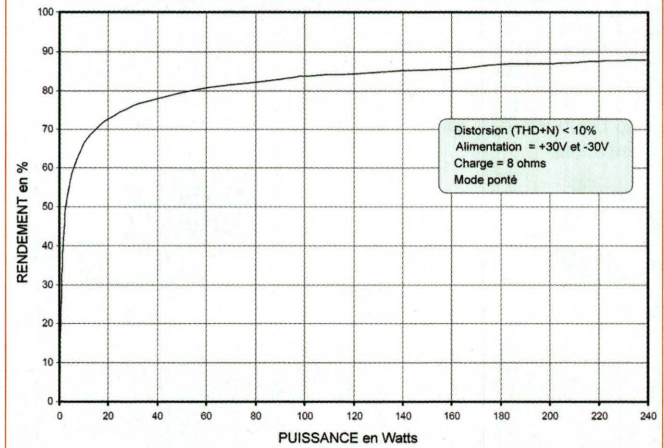
13

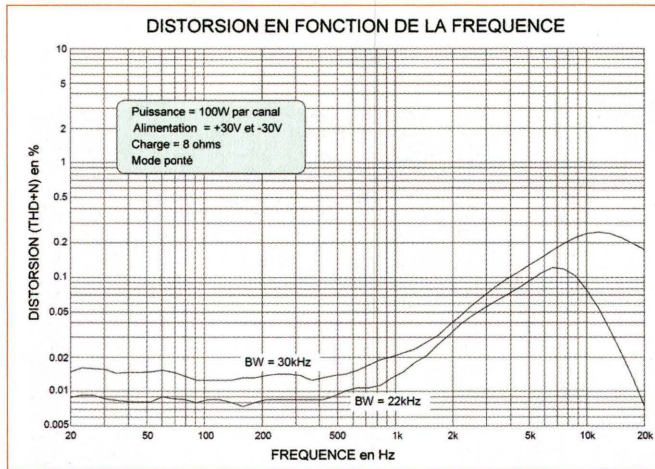
DISTORSION EN FONCTION DE LA PUISSANCE



14

RENDMENT EN FONCTION DE LA PUISSANCE





Votre «Audio -T- Pulse 2200» devrait ravir vos oreilles. Montez doucement le volume et appréciez à sa juste valeur sa qualité musicale. Le potentiomètre présentant une courbe logarithmique, le volume monte lentement sur la première moi-

tié de la course et très rapidement sur le dernier quart. Prenez soin de vos enceintes et surtout de vos oreilles. Cette réalisation présente un rapport coût/puissance/performance exceptionnel. La qualité d'écoute est au rendez-

vous et surprend ! Le grave est ferme et rapide, tandis que de l'autre côté du spectre, les aigus sont reproduits sans aucune agressivité. On ne ressent aucune fatigue auditive après une écoute prolongée.

En absence de modulation, les enceintes sont muettes et seules les diodes électroluminescentes, en face avant, témoignent de la mise sous tension de l'amplificateur.

Y. MERGY
myepled@gmail.com

Les liens Internet utiles pour ce sujet
Site Internet de la société Saint Question Radio :
<http://www.stquentin-radio.com>
Site Internet de la société Reichelt :
<http://www.reichelt.com>
Site Internet de la société Audiophonics :
<http://www.audiophonics.fr>

eSTORE
Beta LAYOUT

Développer, assembler, souder

**Raspberry Pi Modèle B
RAM 512 MO**

€ 38,95*

**Iteduino Leonardo
V1.0, compatible**

€ 18,60*

Reflow Controller

€ 129,00*

**Le grand
Beta-Reflow-Kit**

€ 129,00*

* TVA incluse, hors frais de port

Beta
LAYOUT
create : electronics

www.beta-eSTORE.com

AUDIOPHONICS.FR

Spécialiste français de la vente en ligne de produits Hi-Fi et composants électroniques

- ✓ Connectique, Electronique, Hi-Fi, DIY
- ✓ + de 6 000 produits, + de 150 marques
- ✓ Livraison à domicile en 24h-48h
- ✓ Paiement en ligne 100% sécurisé
- ✓ Une équipe à votre écoute

WWW.AUDIOPHONICS.FR

Composants électroniques

Potentiomètres commutés
Sélecteurs
Vu-mètre
Résistances
Condensateurs audio
Bobines et selfs
AOP
...

Appareils Hi-Fi

Amplificateurs à tubes
Amplificateurs casque
DAC
...

Boîtiers DIY et Accessoires

Une large sélection de boîtiers
Façades, Pièces détachées
Boutons
Interrupteurs
...

Modules et Kits DIY

Alimentations
DAC Amplificateurs
Lecteurs CD
...

Connectique

Câbles vidéo
Câbles audio
Connecteurs audio
...

Transformateur torique sur mesure

Choix du nombre d'enroulements
A partir d'une quantité d'une pièce
Puissance 5 à 5000 VA

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 (1^{ère} 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 (2^{ème} 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
- Gyrocode 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 heurtor 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 XPROTLAB
- Traceur de courbes pour voltmètre HF
- Testeur de diodes zénères
- 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'ensembles. Mensuel et annuel
- Mini laboratoire «tout en un»
- Stroboscope de mesure
- Ampli 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

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 Miliard

PETITES ANNONCES

• **VOUS ÊTES UN PARTICULIER.** Vous bénéficiez d'une petite annonce gratuite dans ces pages. Votre annonce est à nous faire parvenir par courrier postal (remplir la grille ci-dessous) ou électronique (<redacep@fr.oleane.com>, texte dans le corps du mail et non en pièce jointe). Elle ne doit pas dépasser cinq lignes (400 caractères, espaces compris). Elle doit être non commerciale et s'adresser à d'autres particuliers.

• **VOUS ÊTES UNE SOCIÉTÉ.** Cette rubrique vous est ouverte sous forme de modules encadrés, deux formats au choix (1 x L).

Module simple : 46 mm x 50 mm, **Module double** : 46 mm x 100 mm. Prix TTC respectifs : 65,00 € et 110,00 €.

Le règlement est à joindre obligatoirement à votre commande. Une facture vous sera adressée.

• **TOUTES LES ANNONCES** doivent nous parvenir avant le 15 de chaque mois (pour une parution le mois suivant). Le service publicité reste seul juge pour la publication des petites annonces en conformité avec la loi.

VENTE/ACHAT

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

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

VDS 140 tubes électroniques dans boîtes, 58 transfos, 18 bobines soudure étain, 500 supports Noval, 59 inverseurs leviers, 1 oscilloscope Centrad avec boîte et notice, HP (6, 13, 33 cm) Audax, 4 fers à souder, transfos micro Melodium (vert

et rouge), 224 et 228 avec notice, nombreuses résistances.
Tél. : 02 35 79 94 02

RECHERCHE circuit intégré NE505, pour récepteur 144 MHz, décrit dans la revue Ondes Magazine.
Tél. : 06 49 54 87 10

VDS ordinateurs 8 bits de collection, en parfait état de fonctionnement et présentation : Matra-Alice 90, Thomson T08D et T09+ avec périphériques au complet, nombreux programmes, applications et jeux, abondante documentation logicielle et technique.
Tél. : 02 31 92 14 80

RECHERCHE Datasheet ou tout renseignement concernant la pentode P17C SFR.
Tél. : 06 73 05 64 70 ou tetrode66@hotmail.fr

VDS 300 tubes testés, miniature, Noval, Octal, plus de 80 références différentes, 6AU6, 12AT7WA, 6189, 6E8, 6K7, etc... : 2,50 € + 6L6 : 4,50 € + PL519 Philips, neufs : 20 € + 6JB6 Sylvania, neufs : 25 € + supports Stéatite pour tube Noval et 807,

liste détaillée sur demande.
Tél. : 05 49 21 56 93

VDS revues radio constructeur, années 1965 à 1968 : 2,5 € le n° + télévision années 1960 à 1969 :

2 € le n° + Electronique Pratique années 1982, 85, 86, 2004, 2005 : 10 € par année + interface PC n°5 à 12 : 3 € le n° + frais de port.
milo.daba@orange.fr

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



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

PETITE ANNONCE GRATUITE RÉSERVÉE AUX PARTICULIERS

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

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

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville/Pays

Tél. ou e-mail :

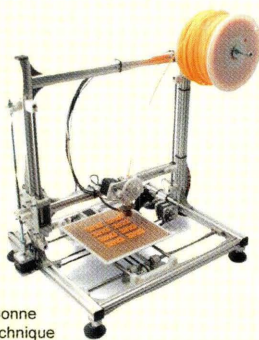
• TEXTE À ECRIRE TRÈS LISIBLEMENT •

GO TRONIC

ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

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.

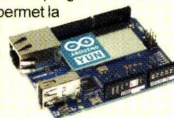
Type	Désignation	Code	Prix ttc
K8200	Imprimante 3D	01289	699,00 €

CARTE ARDUINO YUN

Basée sur un ATmega32u4 (comme la Leonardo) et sur un Atheros AR9331 qui supporte une distribution Linino (Linux basé sur Open WRT). Port ethernet, module Wifi et support pour carte SD. Accès direct au réseau Wifi et peut être configurée sans fil. Possibilité d'enfiler une série de modules complémentaires. Elle peut se programmer avec le logiciel Arduino. Le contrôleur ATmega32u4 permet la gestion du port, ce qui permet d'augmenter la flexibilité dans la communication avec l'ordinateur.

Dimensions: 72 x 53 x 17 mm.
Plus d'infos sur www.gotronic.fr.

Type	Désignation	Code	Prix ttc
YUN	Carte Arduino Yun	32268	67,70 €



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
Dimensions: 153 x 151 x 100 mm
Poids: 1,3 kg. Plus d'infos sur www.gotronic.fr.

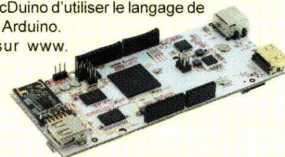


Type	Désignation	Code	Prix ttc
SL200	Station à air chaud	30295	88,90 €

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 (nouveau par rapport à la version V1). Une API a été développée et permet aux utilisateurs de 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

hifi vidéo home cinéma

Amplificateur audio-vidéo 7.2
Denon AVR-X4000
La clé de votre système audio-vidéo

Encaste amplifiée
Herman/Kardon Aura
Le son vient du futur

Caméscope
JVC GC-PX100
L'œil du coach

LES TV ULTRA HD/4K
Grandes diagonales
En très Haute Définition

AUDIO-HD ET VIDÉO ULTRA HD
La révolution est en marche!

Prix EISA 2013-2014
Les meilleurs produits Audio, Home Cinéma, Vidéo et Mobile

EISA
L'12939 - 414 - F. 4,50 € - RD

hifi vidéo home cinéma

Les **45** meilleurs produits testés par la rédaction

BEST OF hifi vidéo

La sélection High-Tech pour toute la famille

LE SHOPPING DES FÊTES

Bancs d'essais

- Ampil Hi-Fi stéréo Yamaha A-S201
- Système d'enceintes 2.1 Dali Fazon Mikro • Fazon Sub1
- Ampil pour casque Micromega MyZic
- Casque B&O Beoplay H6
- Vidéo-projecteur Bend W1400
- Enceinte sans fil • lecteur déporté Panasonic SC-NES
- Téléviseur Ultra HD Sony KD-55X9005
- Tablette Google Nexus 7
- Vidéo-projecteur Viewsonic PJ27820
- Smartphone Android LG G2

HD MAG
Star Trek : Into Darkness
et toutes les sorties en Blu-ray et DVD

L'12939 - 414 - F. 4,50 € - RD

Votre partenaire en ligne compétent pour

Eléments de construction
Alimentation électrique
Technique de mesure

Technique atelier & de brasage
Technique domotique & sécurité
Technique réseau

Technique PC
Technique Sat/TV
Communication

S'ABONNER MAINTENANT !

Newsletter en anglais

Recevez chaque semaine les
toutes dernières informations sur

- ✓ Nouveautés
- ✓ Les meilleures offres
- ✓ Réductions des prix



Technique de mesure – précise et pas chère !

Une qualité professionnelle à prix discount !

NOTRE BESTSELLER

UNI-T. Multimètre numérique avec interface USB



- Ecran LC, fond éclairé, 6000 counts
- Précision de fond : 0,5 %
- Sécurité : CAT II 600 V, CAT III 300 V
- Mesure de la résistance, de la fréquence, de la capacité, de la température ainsi que du courant AC/DC et de la tension

UT 61C **41,97**

Thermomètre infrarouge

- Amplitude de mesure : de -18 °C à 380 °C
- Rapport point de mesure / d'éloignement : 10:1
- Emission valeur fixe : 0,95
- Résolution : 0,1 °C
- Précision de répétition : ±0,5 °C ou ±0,5 %
- Précision de mesure : ±2 °C / ±2 %



UT 300B

29,37

Appareil de mesure numérique AC/DC à pinces

- Jusqu'à 400 A
- Pince : Ø 28 mm
- Ecran LC 3 1/2 chiffres, 3999 counts
- Sécurité : IEC 61010, CAT II 600 V, CAT III 300 V



UT 203

33,57

UNI-T.

Oscilloscope à mémoire numérique

avec excellentes données de puissance et interface USB !

- ✓ Ecran Full-Color ultra grand format
- ✓ Largeur de bande 25 MHz
- ✓ 2 canaux

- Taux d'échantillonnage : 250 MS/s
- Temps de montée : < 14 ns
- Profondeur mémoire : 25 kpts
- Interface USB pour l'exportation des résultats de mesure



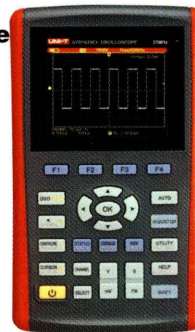
209,24

UTD 2025 CL

A main Oscilloscope à mémoire numérique

Associe la fonction d'un oscilloscope avec celle d'un multimètre numérique.

- DSO 1 canal avec largeur de bande analogique de 25 MHz
- Taux d'échantillonnage : 200 MS/s (temps réel)
- Ecran LC haute résolution, 8,89 cm / 3,5", 320 x 240 pixels
- Multimètre numérique : 4000 counts
- Interface USB, avec logiciel

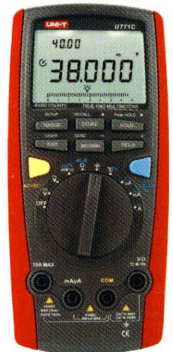


UTD 1025 CL

247,90

Multimètre numérique à valeur effective réelle

- Ecran LC à fond éclairé, 40.000 counts
- Précision de fond : 0,025 %
- Sécurité : CAT III 1000 V, CAT IV 600 V
- Interface USB, avec logiciel
- Fonction logger de données : 100 valeurs
- Mesure de la résistance, de la fréquence, de la capacité, de la température ainsi que du courant AC/DC et de la tension



UT 71C

113,45

Multimètre de table numérique à valeur effective réelle

Appareil de mesure universel doté d'un excellent équipement et d'un affichage multifonctions de 40.000 digits !

- Ecran Dual 4 1/2 chiffres, 40.000 counts
- Précision de fond : 0,025 %
- Mesure de la résistance, de la fréquence, de la capacité, de la température ainsi que du courant AC/DC et de la tension
- Vérification des diodes et du passage
- Mesure de la valeur relative
- Fonction logger de données
- Interface USB / RS232, avec logiciel
- Sécurité : CAT I 1000 V, CAT II 600 V

150,42

UT 804



Commander maintenant! www.reichelt.fr

Assistance téléphonique en anglais : +49 (0)4422 955-333

Prix du jour ! Prix à la date du : 12. 12. 2013

Pour les entreprises clientes : Tous les prix sont indiqués en € en plus de la TVA, de l'entrepôt de Sande/Allemagne, et en plus des frais d'envoi pour l'ensemble du panier de produits. Nos conditions générales de vente s'appliquent de manière exclusive (sur www.reichelt.com/aggb). Vente intermédiaire réservée. Tous les noms de produits et les logos sont la propriété des fabricants respectifs. Il en est de même pour les illustrations. Fautes d'impression, erreurs et modifications de prix réservées. reichelt elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande/Allemagne (HRA 200654 Oldenburg)

Modes de paiement internationaux:

