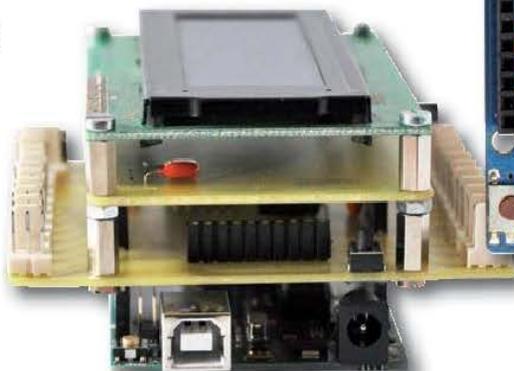
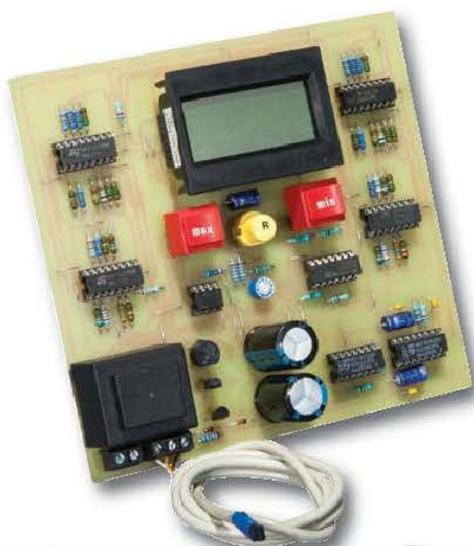


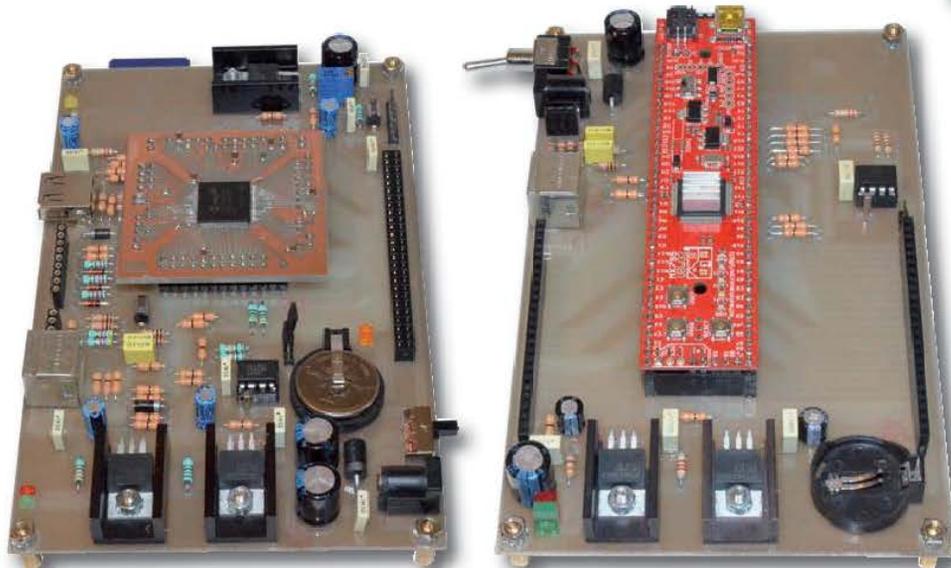
ARDUINO À TOUT FAIRE

Formation à l'ARDUINO-UNO
à base d'applications
pratiques



THERMOMÈTRE
maxi - mini

**POUR
VOTRE
AQUARIUM**
un programmeur
horaire sans fil



MINI-ORDINATEUR
à PIC32MX ou UBW32

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

L 14377 - 400 - F: 6,00 € - RD





NOUVEAU

Disponible sur
le kiosque numérique
PRESSREADER

A lire sur



tablette



smartphone



ordinateur



L'APPLICATION PRESSREADER EST EN TÉLÉCHARGEMENT GRATUIT

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 400 - JANVIER 2015

Initiation

- 8 Arduino à tout faire. Formation à l'ARDUINO-UNO à base d'applications pratiques

Micro/Robot

- 24 Mini-ordinateur avec PIC32MX ou UBW32

Domotique

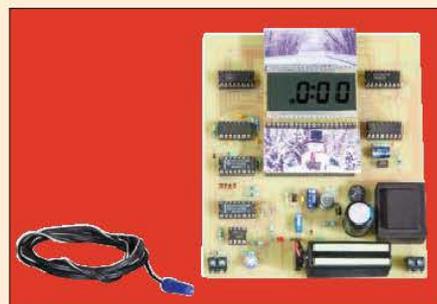
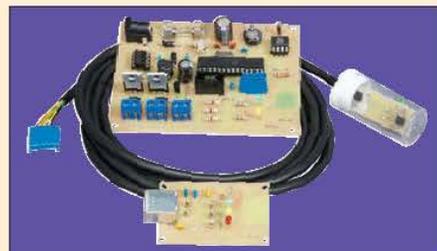
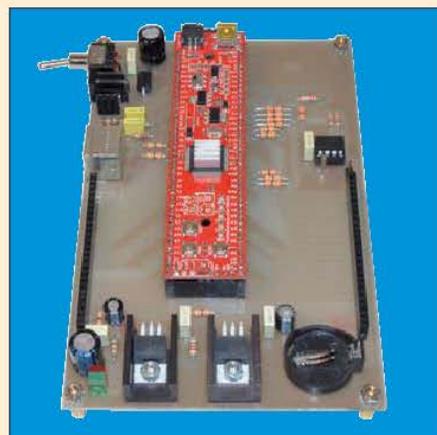
- 38 TELEPOST : le facteur est passé
54 Totalisateur d'heures de gel
60 Thermomètre maxi - mini

Loisirs

- 44 Pour votre aquarium un programmeur horaire sans fil

Divers

- 2 Electronique Pratique en numérique
6 Bulletin d'abonnement
7 Vente du CD «Et si on parlait tubes...»
7 CD «Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes...»
36 Vente du CD «14 robots accessibles à tous»
37 Vente du CD «Et si vous réalisiez votre ampli à tubes»
37 Vente du CD «Picaxe à tout faire»
43 Vente du CD «Année 2010»
52 Vente des anciens numéros
53 Vente du CD «Année 2011»
66 Petites annonces



**La rédaction vous présente
ses meilleurs vœux pour l'année 2015.**

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 - redaction@electroniquepratique.com - Internet : <http://www.electroniquepratique.com>

Président et Directeur de la publication : Eric Le Minor - Directeur de la rédaction : Eric Le Minor

Secrétaire de rédaction : Fernanda Martins - Couverture : Fernanda Martins - Photographe : Antonio Delfim - Avec la participation de : M. Hamon, R. Knoerr, B. Lebrun, Y. Mergy, P. Oguic

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

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

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

Imprimerie : AUBIN IMPRIMEUR, Chemin des Deux Croix, CS 70005, 86240 Ligugé - (F) - DEPOT LEGAL : à parution - Copyright © 2015 - **TRANSOCEANIC**

ABONNEMENTS : Abonnéscent - Electronique Pratique, 56 rue du Rocher, 75008 Paris - Tél. : 01 44 70 10 60 - electronique-pratique@abonnescent.fr

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

st Quentin radio

6 rue de st quentin 75010 PARIS

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

Prix TTC compris et sans minimum

Arduino

| | |
|--|-------|
| CHIP KIT uno 32 | 36€00 |
| ARDUINO proto shield | 9€00 |
| ARDUINO proto shield motor rev 3 | 35€00 |
| ARDUINO pro 328 3v3 - 8 MHZ | 25€00 |
| ARDUINO pro mini 328 - 5v - 16 MHZ | 25€00 |
| ARDUINO pro mini 328 - 3v3 - 8 MHZ | 25€00 |
| ARDUINO xbee shield | 25€00 |
| ARDUINO xbee antenne integree | 35€00 |
| ARDUINO mini light | 24€00 |
| ARDUINO nano | 43€00 |
| ARDUINO uno | 29€50 |
| ARDUINO lilypad | 27€00 |
| ARDUINO ethernet shield | 41€00 |
| ARDUINO mega | 58€00 |
| ARDUINO ethernet wo-poe | 75€00 |
| ARDUINO shield afficheur bleu | 27€00 |
| ARDUINO carte prototypage micro sd | 19€00 |
| Capteur de pression atmospherique (BMP180) V409 | 9€00 |
| Capteur de temperature (CTN+LM393) V408 | 4€50 |
| Capteur de temperature et d humidite relative V416 | 9€00 |
| Capteur magnetique a effet hall V410 | 12€00 |
| Capteur photo-electrique (LDR+LM393) V406 | 4€50 |
| Carte controleur moteur pas a pas (L298N) V402 | 10€00 |
| Detecteur d'obstacle infrarouge V414 | 8€00 |
| Detecteur de mouvement infrarouge passif V400 | 8€00 |
| Detecteur de passage a fenetre V407 | 4€50 |
| Detecteur de son (electret+lm393) V404 | 5€00 |
| Encodeur rotatif KY-040 V401 | 6€50 |
| Horloge temps reel (DS3231) V415 | 8€00 |
| Horloge temps reel I2C (DS1307+24C32) V403 | 6€00 |
| Micro cerveau moteur SG90 V405 | 8€00 |
| Regulateur de tension 3A max (LM2596S) V412 | 6€00 |
| Regulateur elevateur de tension 3A MAX V413 | 12€00 |
| Support de carte SD V411 | 6€00 |
| Générateur de fonction AD9850 V023 | 14€00 |
| KIT MATRICE A LEDS AVEC MAX7219 V418 | 10€00 |
| SONDE ETANCHE DS18B20 V419 | 8€00 |
| MODULE 1 RELAIS HIGH-LOW LEVEL TRIGGER V417 | 4€00 |

Câbles Audio Gotham

| | |
|----------------------------------|------|
| GAC 1 - 1 cond + blind, ø 5,3mm | 2€50 |
| GAC 2 - 2 cond. + blind, ø 5,4mm | 3€00 |
| GAC 3 - 2 cond. + blind, ø 5,4mm | 3€30 |
| GAC 4 - 4 + blind, ø 5,4mm | 3€50 |

Câbles Audio Mogami

| | |
|---|-------|
| 2524 - 1 cond + blindage | 4€50 |
| 2497 - 1 cond + blindage | 19€00 |
| 2549 - 2 cond 6mm | 4€30 |
| 2792 - 2 cond 8mm | 3€10 |
| 2944 - 2 cond 2,5mm | 2€00 |
| 2534 - 4 cond + blindage | 3€50 |
| 3106 - micro double stereo (sindex) | 4€90 |
| 2965 - audio/vidéo, sindex ø 4,6mm/canal | 4€50 |
| 2552 - Pour Bantam | 2€70 |
| 3103 - HP, 2 x 4mm², Ø 12,5mm | 16€00 |
| 2921 - HP, 4 x 2,5mm², Ø 11,8mm | 19€00 |
| 3104 - HP, 4 x 4mm², Ø 15mm | 24€00 |
| 3082 - HP, 2 x 2mm², Ø 6,5mm (type coaxial) | 5€80 |
| 2895 - Câble vidéo 75 ohms Ø 3 mm | 3€00 |

Tubes Electroniques

| | | | |
|------------------------|-------|--------------------------------|--------|
| 2A3 - Sovtek | 55€00 | ECC 83 - 12AX7 EH.gold | 19€50 |
| 12AX7LPS - Sovtek | 15€10 | ECF 82 - 6U8A | 17€00 |
| 12AX7 Tungsol | 17€00 | ECL 86 | 35€00 |
| 12AX7WA - Sovtek | 14€00 | EF 86 EH | 24€00 |
| 12AX7WB - Sovtek | 17€00 | EL 34 - JJ | 22€00 |
| 12AX7WC - Sovtek | 16€00 | EL 34 - EH | 19€00 |
| 12AX7 JJ TESLA | 15€00 | EL 84 - Sovtek | 11€00 |
| 12AX7 voir ECC83 | | EL 84 - JJ | 15€00 |
| 12AY7 - EH | 17€00 | EL 86 | 14€00 |
| 12BH7 - EH | 17€00 | EM 80 - 6EIP1 | 35€00 |
| 5AR4 - GZ34 - SOVTEK | 25€00 | GZ 32 - 5V4 | 19€10 |
| 5R4 WGB | 18€00 | GZ 34 voir 5AR4 Sovtek | |
| 5725 - CSF Thomson | 12€00 | OA2 Sovtek | 13€10 |
| 5881 WXT Sovtek | 19€00 | OB2 Sovtek | 14€10 |
| 6922 - EH | 18€00 | 6CA7 - EH | 23€50 |
| 6C45P1 - Sovtek | 26€00 | | |
| 6CA4 - EZ 81 - EH | 15€00 | lot de 2 tubes appairés | |
| 6H30 Pi EH gold | 34€00 | 300B - EH | 172€00 |
| 6L6GC - EH | 20€00 | 845 - Chine | 240€00 |
| 6L6WXT - Sovtek | 20€00 | 6550 - EH | 73€00 |
| 6SL7 - Sovtek | 15€00 | 6L6GC - EH | 44€00 |
| 6SN7 - EH | 25€50 | 6V6GT - EH | 40€00 |
| 6V6GT - EH | 18€00 | EL 34 - EH | 39€00 |
| ECC 81 - 12AT7-JJ | 15€00 | EL 34 - Tungsol | 51€00 |
| ECC 81 - 12AT7-EH | 15€00 | EL 84 - EH | 29€90 |
| ECC81 - 12AT7-EH.gold | 19€50 | EL 84M - Sovtek | 48€00 |
| ECC 82 - 12AU7-JJ | 15€00 | EL 84 - Gold lion | 56€00 |
| ECC 82 - 12AU7-EH | 13€00 | KT 66 - Genalex | 81€00 |
| ECC 82 - 12AU7-EH.gold | 19€00 | KT 88 EH | 74€00 |
| ECC 83 - 12AX7 - EH | 14€00 | KT 90 - EH | 99€00 |

Tresse

| | |
|---|-------|
| Soudure 500grs sn60pb40 | 18€60 |
| Tresse à dessouder 15 mètres larg.2,5mm | 15€00 |
| Tresse à dessouder 30 mètres larg.2,0mm | 23€00 |

Oscilloscope WFS210

212€00



Le WFS210 de Velleman est le premier oscilloscope à mémoire numérique WLAN au monde pour tablettes.

- plage d'entrée : de 5 mV à 20 V/div (12 pas)
- base de temps: de 1 µs à 1 s/div
- entrée: max. 30 Vpp
- bande passante: 2 x 10 MHz
- taux d'échantillonnage en temps réel : 2 x 10 MS/s
- impédance d'entrée: 1Mohm
- couplage d'entrée: CA, CC et GND
- affichage: CC, CA+CC, True RMS, dBm, Vpp, Vmin, Vmax.

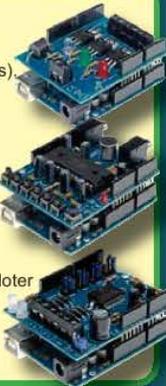
- batterie: Li-ion 3.7V 1800 mAh
- courant de charge USB: 5V/500 mA max.
- dimensions: 100 x 100 x 35 mm
- Android™ 4.0 (*), minimum 7
- tablette nécessaire
- Windows XP ou supérieur (*)
- Tablette ou PC

Arduino par VELLEMAN

RGB SHIELD
Pilotez 3 canaux de gradation avec Arduino UNO™
(1 x canal RVB ou 3 canaux séparés).
Version Kit : KA01 : **15€55**
Version Montee VMA01: **21€90**

AUDIO SHIELD
Enregistrement de voix avec le microphone intégré ou une ligne d'entrée.
Version Kit : KA02 : **20€60**
Version Montee VMA02: **27€90**

MOTOR & POWER SHIELD
Le bouclier power est capable de piloter des relais, des solénoïdes, des moteurs DC et pas à pas.
Version Kit : KA03 : **19€95**
Version Montee VMA03: **30€00**



Station Air Chaud VTSS200 Station Soudage VTSS50N

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

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

89€50

69€50



Testeurs De Composants

| | |
|---|--------|
| DCA 55 TESTEUR DE SEMICONDUCTEURS | 99€90 |
| ESR 70 CAPACIMETRE/ESR | 149€00 |
| LCR 40 COMPOSANTS PASSIFS | 139€00 |
| SCR 100 ANALYSEUR DE TRIAC ET THYRISTOR | 149€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



Led De Puissance

très haut flux lumineux et haute luminance
très longue durée de vie (jusqu'à 50 000 h)
basse résistance thermique
soudage SMT possible

| | 3W | 10W | 30W |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | neutre/chaud | neutre/chaud | neutre/chaud |
| température de couleur | 5500-6000 K 2900-3200 K | 5500-6000 K 2900-3200 K | 5500-6000 K 2900-3200 K |
| flux lumineux | 230/210 lm | 900/810 lm | 3150/3000 lm |
| angle de vue | 120° | 120 °C | 120 °C |
| courant direct | 750 mA | 1050 mA | 1050 mA |
| tension directe | 3.5 - 4.5 V | 9-11 V | 30-36 V |
| tarif | 3€50 | 15€00 | 34€00 |

attention: ne pas utiliser sans dissipateur de chaleur supplémentaire



Support Tube

| Octal | | Noval | |
|----------------------|-------|-----------------------|------|
| Circuit imprimé..... | 3€50 | CI Ø 22mm | 4€00 |
| chassis doré..... | 3€00 | CI Ø 25mm | 2€50 |
| 7br C imprimé..... | 3€00 | blindé chassis..... | 3€50 |
| 7br blindé..... | 3€50 | chassis doré..... | 4€60 |
| pour 300B..... | 12€00 | chassis bakelite..... | 4€00 |
| pour 845..... | 16€00 | | |



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

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

Fabrication Française

Pour utilisation matériel USA en france

ATNP350 - 350VA - 3.4Kg - 230V > 115V 79€50

ATNP630 - 630VA - 4.2Kg - 230V > 115V 112€50

ATNP1000 - 1000VA - 8Kg - 230V > 115V 148€50

ATNP1500 - 1500VA - 9Kg - 230V > 115V 186€00

ATNP2000 - 2000VA - 13,5Kg - 230V > 115V 235€00

Fabrication Française

Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V

ATUS350 - 350VA - 3,7Kg - 115V > 230V 88€00

ATUS630 - 63VA - 5,1Kg - 115V > 230V 133€00



importation

Pour utilisation matériel USA en france

40VA - 230V > 115V 11€00

85VA - 230V > 115V 26€10

250VA - 230V > 115V €20

Pour utilisation matériel 230V dans pays 115V

40VA - 115V > 230V 11€00

85VA - 115V > 230V 23€10

250VA - 115V > 230V 58€20

Chambre De Reverberation A Ressorts «belton*»



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

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

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

4AB3C1B - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec. 39€00

4BB3C1B - Zi=150Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec. 39€00

4DB2C1D - Zi=250Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec. 39€00

4EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec. 39€00

Type 8 € ttc

8AB2A1B - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec. 39€00

8AB2D1A - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec. 39€00

8BB2A1B - Zi=150Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec. 39€00

8DB2C1D - Zi=250Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec. 39€00

8EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec. 39€00

Type 9 € ttc

9AB3C1B - Zi=8Ω, Zo=2250Ω, 2,75 à 4 sec. 39€00

9EB2C1B - Zi=600Ω, Zo=2250Ω, 1,75 à 3 sec. 39€00

9FB2A1C - Zi=1475Ω, Zc= 2250Ω, 1,75 à 3 sec. 39€00

148 pages, tout en couleur.

2,50€ à la boutique.

Si vous désirez recevoir uniquement notre catalogue,

frais d'affranchissement compris

france métropolitaine : 5€, DOM : 8€, TOM : 11€.

chèque ou timbre accepté

CEE + suisse : 9,50€, reste du monde : 13€

Transformateurs Amplificateurs A Tubes HEXACOM

alimentation, pour amplis à lampe unique et push-pull

HT 2x250V / 2x300V + 5V et 6,3V

| Pour ampli de Puissance | Poids | capoté | en cuve* |
|-------------------------|-------|--------|----------|
| TU75 - 8/12W | 1.7Kg | 82€50 | 113€50 |
| TU100 - 12/15W | 2.2Kg | 95€50 | 126€50 |
| TU120 - 15/20W | 2.6Kg | 109€50 | 142€50 |
| TU150 - 20/30W | 3.3Kg | 130€50 | 164€00 |
| TU200 - 30/50W | 4.1Kg | 146€50 | 182€00 |
| TU300 - 50/80W | 5.4Kg | 171€00 | 207€00 |
| TU400 - 100/120W | 7.4Kg | 219€00 | 257€00 |

Transformateur de sortie, pour amplis à lampe unique

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

| Puissance | 8/10W | 12/15W |
|-----------|--------|--------|
| Série | EC8xx | EC12xx |
| Poids | 0,65Kg | 1,15Kg |
| Prix | 39€20 | 60€20 |

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

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

De sortie, pour amplis à lampe «push-pull»

Circuit magnétique : EI, qualité «M6X à grains orientés» recuit, en 35/100°, BP: 30Hz à 60KHz ±1dB, à encastrer capot noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire. enroulement sandwichés;

| Puissance | 35W | 65W | 75W | 100W |
|-----------|---------|---------|---------|----------|
| Série | EPP35xx | EPP65xx | EPP75xx | EPP100xx |
| Poids | 1,7Kg | 3,3Kg | 4,5Kg | 6,70Kg |
| Prix | 144€50 | 179€00 | 223€00 | 270€00 |

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.

Pack outillage



ce pack comprend :

1 STATION DE SOUDAGE 50W 175-480°C

puissance d'échauffement pour le fer à souder: 50W

température: 175-480°C

1 MULTIMETRE MAS 830

multimetre numerique avec indication automatique de

polarité et afficheur LCD 3 à 6 chiffres

mesures: courant CC jusqu'à 10A,

tension CA et CC jusqu'à 600V,

résistance jusqu'à 2Mohm

test de diodes, transistors et continué avec buzzer

1 PINCE COUPANTE VT057

1 PINCE PLATE VT054

1 EME MAIN

1 SOUDURE SNPB 40grs

validité 31/12/2014

~~53€90~~ **43€00** ttc



CONDENSATEUR HAUTE TENSION

DÉMARRAGE SCR MKP

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



Condensateurs Multiples

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



Mica Argenté 500v

| | | | |
|-------------|------|-------------|------|
| 10pF | 1€00 | 150pF | 1€20 |
| 15pF | 1€20 | 220pF | 1€20 |
| 22pF | 0€95 | 250pF | 1€20 |
| 33pF | 0€95 | 330pF | 2€90 |
| 47pF | 1€00 | 390pF | 1€20 |
| 68pF | 1€20 | 500pF | 1€50 |
| 100pF | 1€00 | 680pF | 1€50 |
| 120pF | 2€90 | 1nF | 1€20 |

Xicon Polypropylène 630v

| | | | |
|-------------|------|-------------|------|
| 1nF | 1€20 | 47nF | 1€20 |
| 2,2nF | 1€20 | 100nF | 1€20 |
| 4,7nF | 1€20 | 220nF | 1€20 |
| 10nF | 1€20 | 470nF | 2€20 |

716 Sprague

| | | | |
|------------------|------|------------------|------|
| 1nF 600V | 1€50 | 33nF 600V | 2€20 |
| 2,2nF 600V | 1€50 | 47nF 600V | 2€40 |
| 3,3nF 600V | 1€50 | 100nF 600V | 2€90 |
| 4,7nF 600V | 1€50 | 220nF 600V | 3€50 |
| 10nF 600V | 1€50 | 470nF 400V | 3€90 |
| 22nF 600V | 2€20 | | |

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€10 |
| 1,0µF/400V | 2€50 | 68µF/400V | 19€10 |
| 1,0µF/630V | 3€00 | 100µF/250V | 29€10 |

SIC SAFCO / SICAL

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

| | |
|------------------|------|
| 10µF 450V | 6€00 |
| 15µF 450V | 6€00 |
| 22µF 450V | 6€90 |
| 33µF 450V | 6€90 |
| 47µF 450V | 5€50 |
| 100µF 450V | 7€50 |

SPRAGUE ATOM

Qualité standard pour la restauration des amplificateurs à tubes

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



St Quentin radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS

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

Expédition mini 20€ de matériel +Expédition Poste : 7€50+ 2 € par objets lourds (coffrets métal, transfo etc..). CRBT +7€00.

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

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

samedi ouvert de 9h30 à 12h30 et de 14h à 17h30 dernier client a rentrer 17h15

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 :
Abonn'escient - Electronique Pratique, 56 rue du Rocher, 75008 Paris

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 1287 9000 0100 2210 3899 350 • BIC : DELUFR22XXX)
- Carte bancaire directement sur notre site sécurisé www.editions-transoceanic.fr



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



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

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

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

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

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

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 1287 9000 0100 2210 3899 350 / BIC : DELUFR22XXX)
 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 1287 9000 0100 2210 3899 350 / BIC : DELUFR22XXX)

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

Fabrication européenne de PCB

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

EURO
 CIRCUITS

Agrément UL
 2002/95/EC (RoHS)
 IPC 600 classe II
 ISO9001

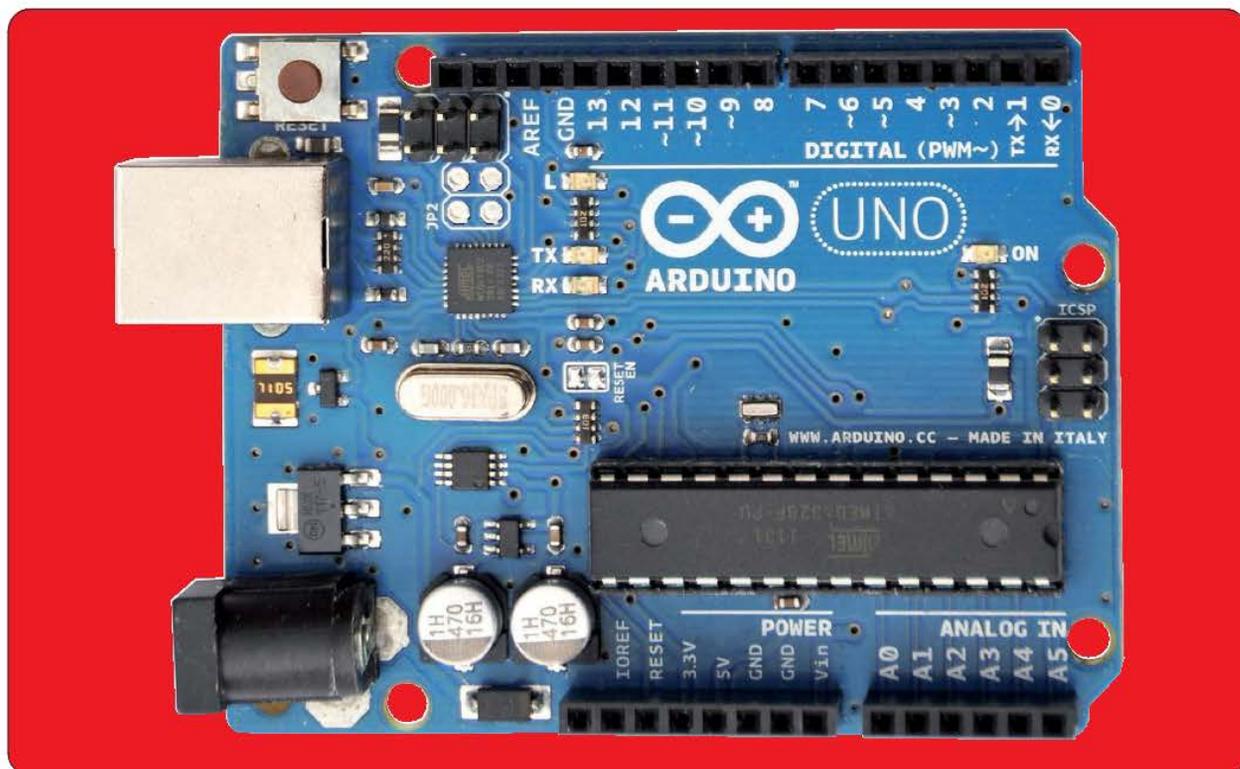
Egalement disponibles
 Tables à sérigraphies
 Fours à refusions
 Licences Eagle

**Sans minimum de commande !
 Sans frais d'outillages !**

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

ARDUINO TOUT FAIRE

Formation à l'ARDUINO-UNO à base d'applications pratiques



Nos lecteurs assidus reconnaîtront les termes de ce titre !
Voici quelques années, *Électronique Pratique* vous proposait une série d'articles visant à vous initier à la mise en œuvre des microcontrôleurs PICAXE.
Devant son très vif succès, nous commençons avec ce numéro une formation sur un autre microcontrôleur, ou plutôt module : l'Arduino-UNO.

Le concept est différent. Nous ne travaillerons plus sur une plaque d'essais sans soudages (bread-board), qui limitait malgré tout les possibilités, mais avec des petites platines se raccordant à la plaque de base et les unes aux autres au moyen de connecteurs. Bien sûr, il va falloir mettre la main à la pâte, ou plutôt le

fer à souder à la main, pour réaliser ces petits modules, très simples pour la plupart. Voilà bien le rôle de votre magazine *Électronique Pratique*. Cette approche présente une bien meilleure fiabilité, limite les risques d'erreurs et offre une infinité de possibilités. S'il vous manque une fonction ou un circuit spécifique, vous pourrez le câbler provisoirement sur

la platine d'expérimentations munie d'une plaque sans soudages et de connecteurs, puis la réaliser concrètement lorsqu'elle vous donnera entière satisfaction.

Présentation

Chaque partie de cette formation vous proposera la réalisation complè-

te des modules nécessaires. Puis, des projets bien détaillés, de difficulté graduelle, vous permettront d'accroître vos connaissances dans le domaine de l'Arduino.

Les projets mettent à profit divers composants, mais également des principes et des fonctions différentes de la programmation dédiée à l'Arduino-Uno, le plus populaire et le plus célèbre de la gamme.

Une brève description, ainsi qu'une figure montrant l'interconnexion des platines et une étude du programme librement téléchargeable sur notre site Internet, permettent de mener à bien chaque expérimentation.

Cette formation s'adresse à tous nos lecteurs et ne fait référence qu'à des composants courants et faciles à trouver. Les novices découvriront, sans se ruiner et simplement, l'intérêt de la programmation du formidable Arduino.

Les lecteurs chevronnés, mais non initiés à l'électronique numérique, migreront aisément vers le travail sur les microcontrôleurs. Enfin, nos lecteurs avertis trouveront probablement certaines techniques intéressantes pour leurs propres développements (encodeurs numériques, afficheurs LCD, etc.).

Vous apprendrez à traiter de multiples techniques et périphériques : entrées numériques et analogiques, sorties faibles et fortes puissances, afficheur LCD alphanumérique, afficheur graphique couleur TFT, encodeur numérique, sonde de température, gestion des servomoteurs, télécommande par infrarouge, etc. La programmation s'effectue en langage Arduino (C). Plus tard, nous vous parlerons également de la programmation simplifiée par graphiques, pour débiter.

Nous avons sélectionné l'Arduino-Uno pour son aspect économique, sa popularité et sa puissance de traitement.

Commençons cette formation par une description de ce module. Nos plus fidèles lecteurs le connaissent probablement, mais nous ne pouvons pas la passer sous silence en pensant à tous ceux qui viennent de nous rejoindre.

L'ARDUINO-UNO et sa programmation

Caractéristiques

Les modules Arduino sont pratiquement tous articulés autour de microcontrôleurs ATmel. Celui qui nous intéresse, l'Arduino-Uno R3, utilise un Atmega 328P au format DIL, étroit, à 28 broches pour l'unité centrale et un autre en composant de surface (CMS) pour le convertisseur USB. Vous l'avez certainement compris, l'interface de programmation USB est intégrée au module. Aucun frais supplémentaire à envisager de ce côté, un simple câble suffit. Du côté technique, il est possible de l'alimenter directement par le port USB, ou par une source externe comprise entre 7 V et 12 V. Les modules Arduino présentent le grand intérêt d'être développés en «open-source». Pour rester simple, sachez que les schémas, les programmes et tout ce qui les concerne est en libre téléchargement sous licence «**Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0**».

Lorsque vous achetez un Arduino, vous ne payez que les composants et le travail, tout le développement est offert. Chacun peut ainsi réaliser son propre module, en reprenant le schéma. Il peut même, s'il en a les compétences, l'améliorer auprès de cette communauté participative.

Pour se repérer, la **figure 1** montre les différents composants et l'organisation du module Arduino-Uno, avec la fonction de chaque broche.

Ce module comporte trois types de mémoires (Flash, RAM et EEPROM) et une vitesse d'horloge de 16 MHz. Nous disposons de vingt lignes d'entrées/sorties, dont six dédiées au convertisseur analogique/numérique sur 10 bits. Six des vingt lignes peuvent sortir un signal PWM (ou MLI en français) à destination de servomoteurs, par exemple. L'Arduino gère plusieurs protocoles de communication : Sériel, SPI et I²C. Le langage de programmation, proche du (C), est relativement facile à utiliser du fait de bibliothèques, ou librairies, additionnelles pour chaque composant spécifique. Celles-ci sont fournies gratuitement, lorsqu'elles ne sont pas déjà

intégrées au logiciel de programmation Arduino.

Le programme chargé en mémoire n'est pas interprété mais compilé, ce qui explique sa vitesse d'exécution. Un mini programme, le «bootloader», préprogrammé dans l'ATmega permet la communication entre l'Arduino et le logiciel de l'ordinateur auquel il est relié pour charger la mémoire «flash».

Le langage de l'ARDUINO

Ne soyez pas déroutés, Les concepteurs de l'Arduino ont décidé d'employer des termes particuliers pour certaines dénominations.

En exemple, un programme se nomme un «sketch» ou croquis en français.

Un croquis n'est pas téléchargé ou chargé en mémoire, mais «téléversé». Il faut accepter ces bizarreries !

L'Arduino se programme en (C) ou un langage très proche avec des conventions d'écriture inhérentes à celui-ci. Le fichier d'un croquis se termine par l'extension «.ino» et doit se trouver dans un répertoire (dossier) portant le même nom. La communauté française s'intéressant à ces modules est très active, certains se sont chargés de traduire toutes les documentations et références se rapportant à ce module. Voyez les liens Internet à la fin de cet article. Nous ne pouvons pas décrire l'intégralité des instructions et fonctions de ce langage, notre magazine ressemblerait à un volumineux dictionnaire. Vous trouverez des ouvrages et des sites Internet consacrés à ce sujet. Voyons simplement certaines particularités et conventions d'écriture différenciant le langage (C) du basic des PICAXE, CUBLOC, etc. La migration ne devrait pas poser de difficultés après quelques expérimentations.

- Les lignes de code doivent obligatoirement se terminer par un point virgule (;). Plusieurs instructions peuvent prendre place sur une seule ligne, elles doivent être séparées par le point virgule (;). Les espaces n'ont aucune incidence, vous pouvez en utiliser pour une meilleure lisibilité.
- Le signe égal (=) est employé uniquement pour attribuer une valeur à une variable ou à une constante.



3

(avant-dernière icône). Lorsque l'opération s'est correctement déroulée, l'Arduino devient autonome, n'a plus besoin de l'ordinateur, hormis pour son alimentation. Le projet fonctionne directement.

Avant de programmer votre premier projet, il faut réaliser les platines, base de la pratique de l'électronique.

Schéma de principe

Comme précisé ci-dessus, cette formation «Arduino A Tout Faire» s'articule autour d'une carte principale, ou carte «mère», supportant le module Arduino-Uno. Des cartes périphériques, ou «filles», s'y raccordent. Commençons par étudier le principe de la carte principale.

2

La carte principale

Référez-vous à la **figure 4** pour suivre cette étude. Le principe électronique est simple, car le module Arduino se charge pratiquement de tout. Le but premier de notre carte est d'effectuer la distribution des lignes d'entrées/sorties vers le monde extérieur, au moyen de connecteurs fiables, sécurisés par un détrompeur et un brochage astucieux. Les connecteurs, pour les entrées et les sorties numériques et analogiques, comportent trois broches, sur lesquelles sont distribués l'alimentation (+5 V et 0 V) et le signal. Malgré le détrompeur, s'il se produit une inversion accidentelle, le fait de positionner l'alimentation positive au centre évite la destruction du périphérique raccordé. Notez que nous reprenons le brochage des servomoteurs, de la même façon, l'inversion se produisant uniquement entre le signal et la masse. Nous limitons ainsi les dégâts et les évitons même dans la plupart des cas. De cette manière, sont raccordées aux connecteurs les vingt lignes de l'Arduino.

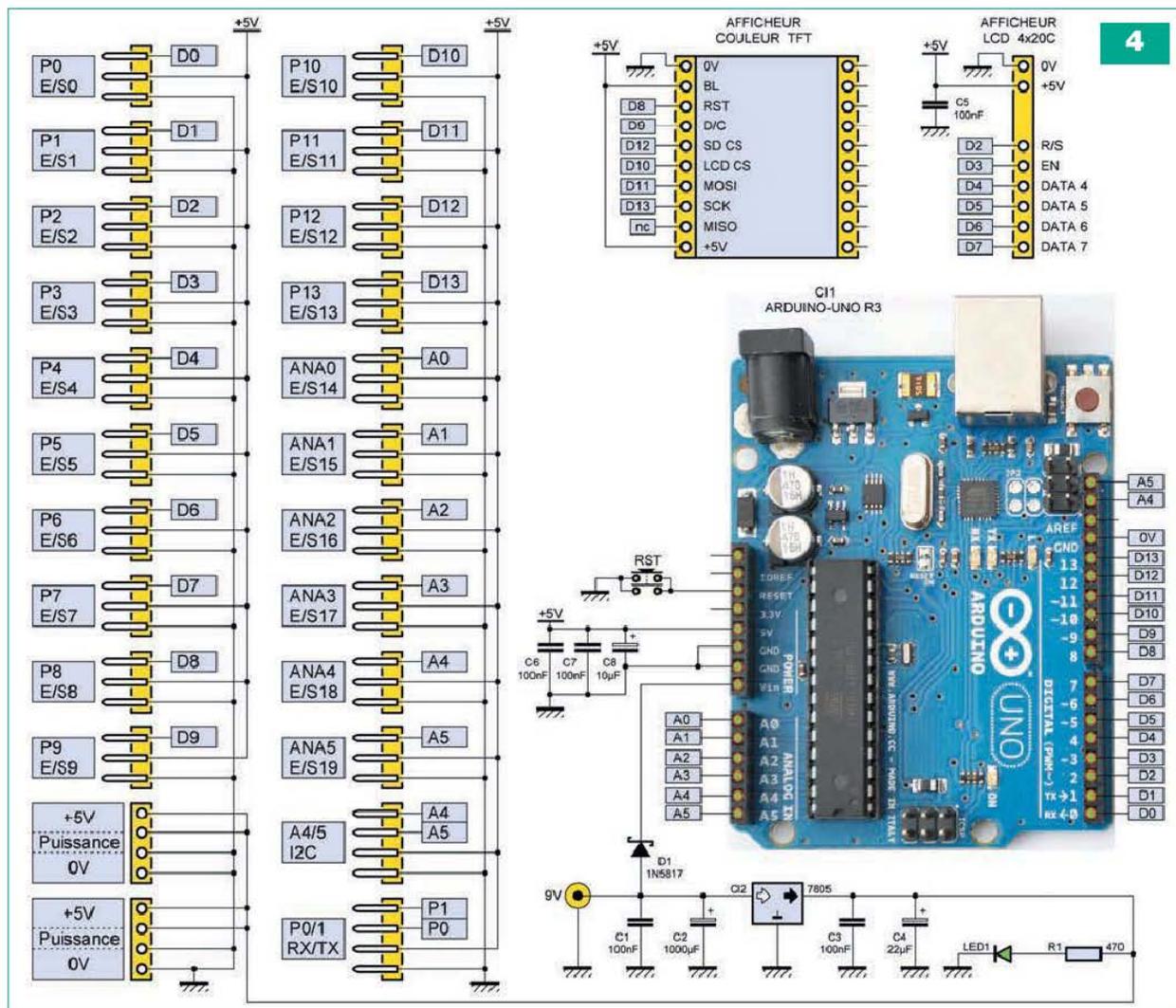
Notez sa sobriété, pourtant toutes les fonctionnalités nécessaires sont présentes. Du haut vers le bas, vous distinguez nettement les sept zones plus ou moins grandes.

- La barre des cinq menus, donnant chacun accès à plusieurs sous-menus (choix du module, du port «sériel», ajout de bibliothèques, options d'impression, etc.), conférant ainsi à ce logiciel toute sa puissance.
- La barre des boutons, très pratique pour lancer immédiatement les cinq fonctions principales. La **figure 3** donne le détail de chacun d'eux.
- La barre des onglets permet de basculer, instantanément, d'un fichier à un autre au sein d'un même croquis (chaque croquis pouvant comporter plusieurs fichiers). Chaque croquis s'ouvre séparément dans sa propre fenêtre.
- La section suivante est la fenêtre d'édition, c'est ici que vous saisissez votre programme. Notez les différentes couleurs permettant de se repérer : les instructions sont en orange, les paramètres en bleu, les

commentaires en gris et le reste en noir.

- La barre de statut indique l'opération en cours.
- La zone de messages est très utile. C'est ici que sont signalées, en rouge, les éventuelles erreurs de syntaxe lors de la compilation. A la fin de celle-ci vous aurez, en blanc, l'indication de l'espace mémoire occupé par votre programme.
- Enfin, la dernière barre donne le numéro de ligne où se situe le curseur d'édition.

Sur le site Internet du magazine, téléchargez les croquis (programmes) spécialement développés pour les projets de cette formation. Les codes source «croquis», même les plus simples, sont très largement commentés afin de faciliter le travail de chacun d'entre vous. Il suffit maintenant de relier le cordon USB de votre module Arduino-Uno à votre ordinateur, d'ouvrir un des croquis sous le logiciel «Arduino» et de lancer la compilation suivie du chargement



Nous avons également des connecteurs à quatre broches, pour la distribution des ports de communication I²C et «sériel». Le port I²C (ou TWI en langage Arduino pour «Two Wires Interface»), outre les alimentations, fournit le signal des données (SDA sur la broche ANA4) et le signal d'horloge (SCL sur la broche ANA5). Sur le connecteur du port «sériel», nous trouvons également les alimentations, puis le signal de réception (RX sur D0) et le signal d'émission (TX sur D1).

La carte «mère», toujours aussi astucieusement, à l'aide de connecteurs, peut supporter un écran couleur TFT de 1,77" et un afficheur LCD alphanumérique de 4 lignes de 20 caractères. Pour des raisons de disposition, ces deux périphériques ne peuvent prendre place, en même temps, sur la carte «mère». Ce sera l'un ou l'autre. Le premier utilise le port SPI de

l'Arduino, offre une résolution de 160 x 128 pixels et permet de traiter des graphiques et des images en couleurs. De plus, il est muni d'un support de carte «mémoire» au standard «MicroSD», permettant de stocker des fichiers d'images, de données, etc. Le second, plus habituel et plus simple, sert à visualiser toute information alphanumérique.

Son fonctionnement requiert moins de capacités que le précédent écran et se gère en mode «parallèle» sur 4 bits. Les condensateurs C5 à C8 filtrent et découplent la tension d'alimentation, au plus près des circuits. La touche RST permet d'effectuer une initialisation manuelle du module Arduino. Parmi les vingt lignes d'entrées / sorties, certaines ont des tâches dédiées lors de l'utilisation d'un afficheur ou d'un protocole de communication. Dans ces cas précis, vous ne pourrez

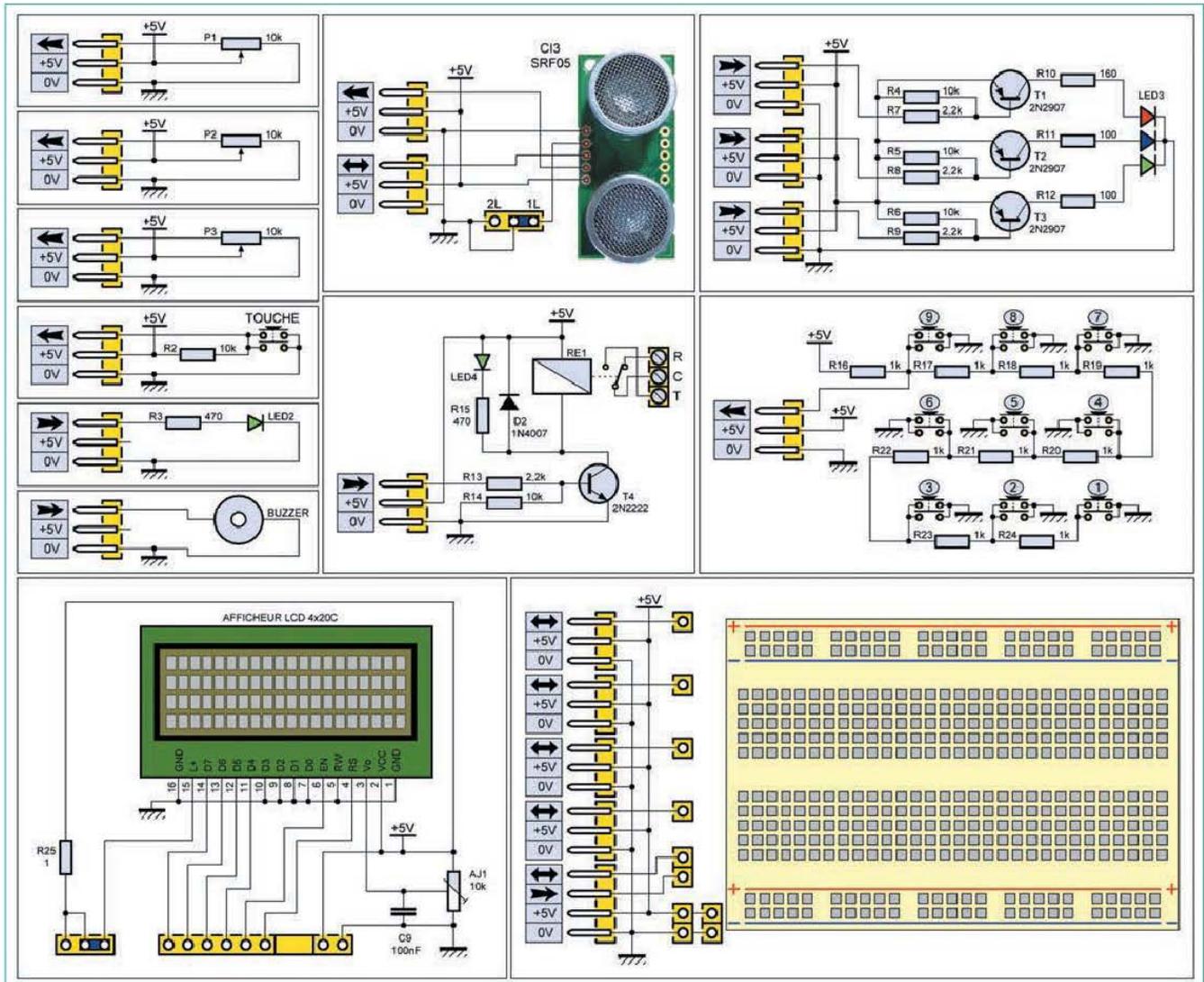
pas les employer à d'autres fonctions. La **figure 5** montre un tableau récapitulatif toutes les broches, leurs fonctions et leurs réservations.

Afin de pouvoir commander des périphériques plus gourmands en énergie, nous avons conçu notre carte «mère» avec une alimentation secondaire de +5 V, permettant également de fournir la tension nécessaire au module Arduino. Si son courant maximal ne peut excéder 0,8 A à 1 A, elle offre la possibilité de faire quelques expérimentations intéressantes. La tension continue d'entrée est fournie par un bloc secteur de 9 V, puis filtrée par les condensateurs C1 et C2. La diode D1, de type Schottky, alimente l'Arduino par sa broche «Vin». Le régulateur C12 stabilise la tension à +5 V.

Les condensateurs C3 et C4 filtrent et découplent cette tension. La LED1, limitée en courant par la résistance R1,

| | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 SDA | A5 SCL | D0 RX | D1 TX | D2 Int0 | D3 Int1 | D4 T0 | D5 T1 | D6 PWM | D7 PWM | D8 PWM | D9 CLK0 | D10 OC1A | D11 OC1B | D12 OC2A | D13 | 5 |
|---------------|----|----|----|----|-----------|-----------|----------|----------|------------|------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-----|---|
| AFFICHEUR LCD | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| AFFICHEUR TFT | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| I2C | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

6



visualise sa présence, disponible sur deux connecteurs femelles à quatre broches.

les périphériques de la série n°1

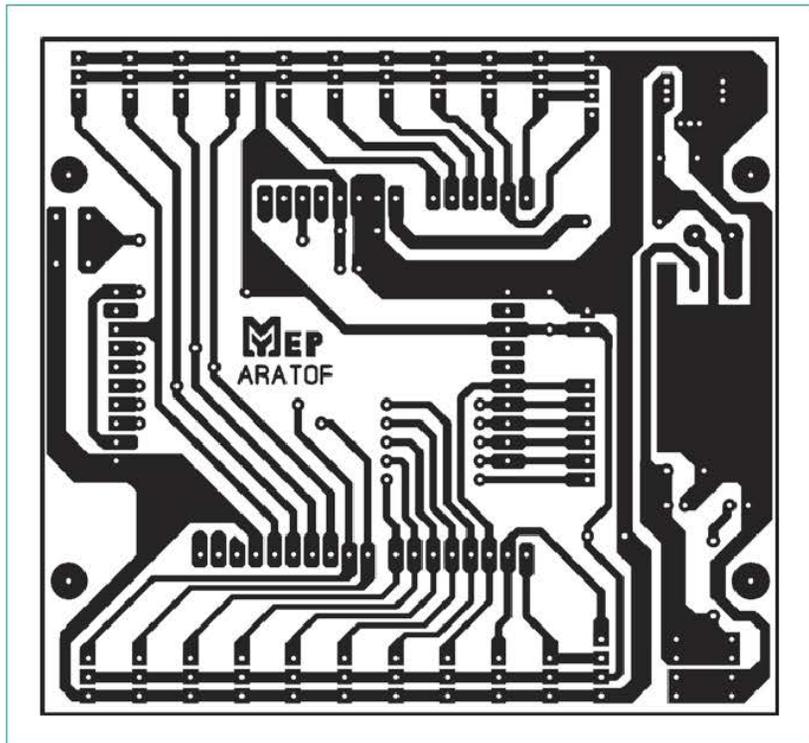
La **figure 6** présente le schéma des périphériques utilisés pour nos cinq premiers projets. Cette série étant la première de la formation, nous commencerons par des applications simples présentant un intérêt pour la programmation, mais ne nécessitant

pas des circuits électroniques complexes. L'attrait de cette formation est de pouvoir connecter des périphériques, sans avoir à faire aucun soudage. Ce concept se révèle idéal pour l'éducation, l'apprentissage personnel et les développements futurs très sophistiqués. Il est évident que les autres séries proposeront des circuits plus complexes, mais à la portée de tous.

- Les trois premières cartes ne comportent chacune qu'un potenti-

mètre, dont les trois broches sont reliées à leur connecteur respectif. Ils servent à envoyer un signal, correspondant à une fraction de la tension (entre +5 V et 0 V). Une entrée analogique est nécessaire pour lire cette grandeur.

- La carte suivante ne comporte qu'une simple touche. Au repos, la résistance R2 porte le signal au niveau logique «haut» (+5 V). Lors de l'appui, l'état logique du signal passe à 0 (masse).



Une entrée numérique analyse l'état de cette touche.

- La LED2 s'alimente, simplement, entre une sortie numérique ou analogique (PWM) et la masse, via la résistance de limitation R3.
- Le buzzer piézo est, probablement, le plus simple de nos périphériques. Une sortie numérique fournit le signal sonore, constitué d'une succession d'impulsions hautes et basses.
- Le capteur ultrasonique, SRF05, tire son alimentation en +5 V des connecteurs. Un cavalier de configuration offre la possibilité de le gérer en mode 2 lignes numériques (1 en entrée et 1 en sortie) ou en mode 1 ligne passant alternativement en entrée et en sortie, selon nécessité. Ce capteur mesure des distances comprises entre 2 à 3 cm et plusieurs mètres, avec une très bonne précision.
- L'interface à relais ne présente aucune originalité. La sortie numérique attaque la base du transistor T4, via la résistance R13. Au repos, ce dernier est bloqué par la résistance R14 reliée à la masse. Le collecteur de T4 commande le relais, dont les contacts «secs» sont disponibles sur un bornier à trois vis. La diode D2 évite les courants de

retour et la LED4, limitée en courant par la résistance R15, visualise l'activation du relais.

- La LED3 intègre trois leds de trois couleurs (RVB), permettant d'obtenir toutes les nuances de teintes en fonction des niveaux de rouge, de vert et de bleu. Trois sorties numériques commandent trois étages à transistors T1 à T3, afin de fournir le courant nécessaire à chaque led, via les résistances de limitation R10 à R12. Les résistances R4 à R9 polarisent les bases des trois transistors. Un signal logique commande la led en mode «tout ou rien», un signal modulé (PWM) offre l'avantage de faire varier le niveau d'éclairage de chaque led.
- Le nombre d'entrées et de sorties étant limité sur un module Arduino-Uno, nous n'avons pu utiliser neuf lignes pour un clavier à neuf touches. Une astuce, toute simple, permet de contourner le problème. Les neuf résistances R16 à R24, connectées en «série» entre la masse et l'alimentation +5 V, forment un diviseur de tension. Chaque touche, reliée à un nœud de cette série, permet de court-circuiter une partie de ce pont diviseur. L'entrée analogique, raccordée

après la première résistance du pont, analyse la tension présente en ce point. Celle-ci varie, bien sûr, en fonction de la touche actionnée. Le programme se charge, ensuite, de savoir laquelle entre 1 et 9, ou aucune.

- L'afficheur LCD étant utilisé en mode 4 bits, nous avons réduit son connecteur au strict nécessaire. La résistance AJ1 sert à régler le contraste et le cavalier de configuration autorise, ou non, le rétroéclairage. La résistance R25, que nous avons fixée à 1 Ω , est optionnelle avec beaucoup de modèles d'afficheurs. Reportez vous à la notice de l'afficheur. En cas de doute, choisissez une valeur de 100 Ω , par prudence.

Le condensateur C9 découple la tension, au plus près du circuit.

- Vous pourrez posséder tous les périphériques souhaités, un beau jour il vous en manquera un !... Nous avons également envisagé cette situation. Raison pour laquelle nous vous proposons une carte supportant une plaque de câblage sans soudages (breadboard) à 400 contacts. Sur un côté, vous disposez de trois connecteurs à trois points et d'un à quatre points. Les signaux et les alimentations sont reportés sur des broches femelles, en bordure de la plaque. Vous pouvez ainsi concevoir, au brouillon, le périphérique manquant, le tester et éventuellement le réaliser sur une carte conforme aux autres.

Réalisation

Nous avons besoin de confectionner plusieurs circuits imprimés, dont le plus grand mesure 101 mm x 92 mm. Les autres, plus petits, peuvent être gravés sur des chutes de plaques d'époxy, cuivrées et présensibilisées. Nos lecteurs n'ayant pas encore une grande expérience de la gravure chimique des circuits imprimés, peuvent se reporter à la lecture d'un article traitant de ce sujet, paru dans le N°389 de janvier 2014. Nous avons placé tous les périphériques sur une même figure, pour d'évidentes raisons de mise en page. Vous pouvez les séparer pour

les graver individuellement, bien que cette solution se révèle beaucoup plus fastidieuse.

Les dessins des typons, de type simple face, sont visibles sur les **figures 7 et 8**. Gravez les circuits imprimés en optant pour la méthode photographique, la seule permettant d'obtenir un travail parfait.

Ébavurez les platines avec soin pour obtenir une meilleure finition.

Percez toutes les pastilles à l'aide d'un foret de $\varnothing 0,8$ mm puis alésez certains trous selon nécessité.

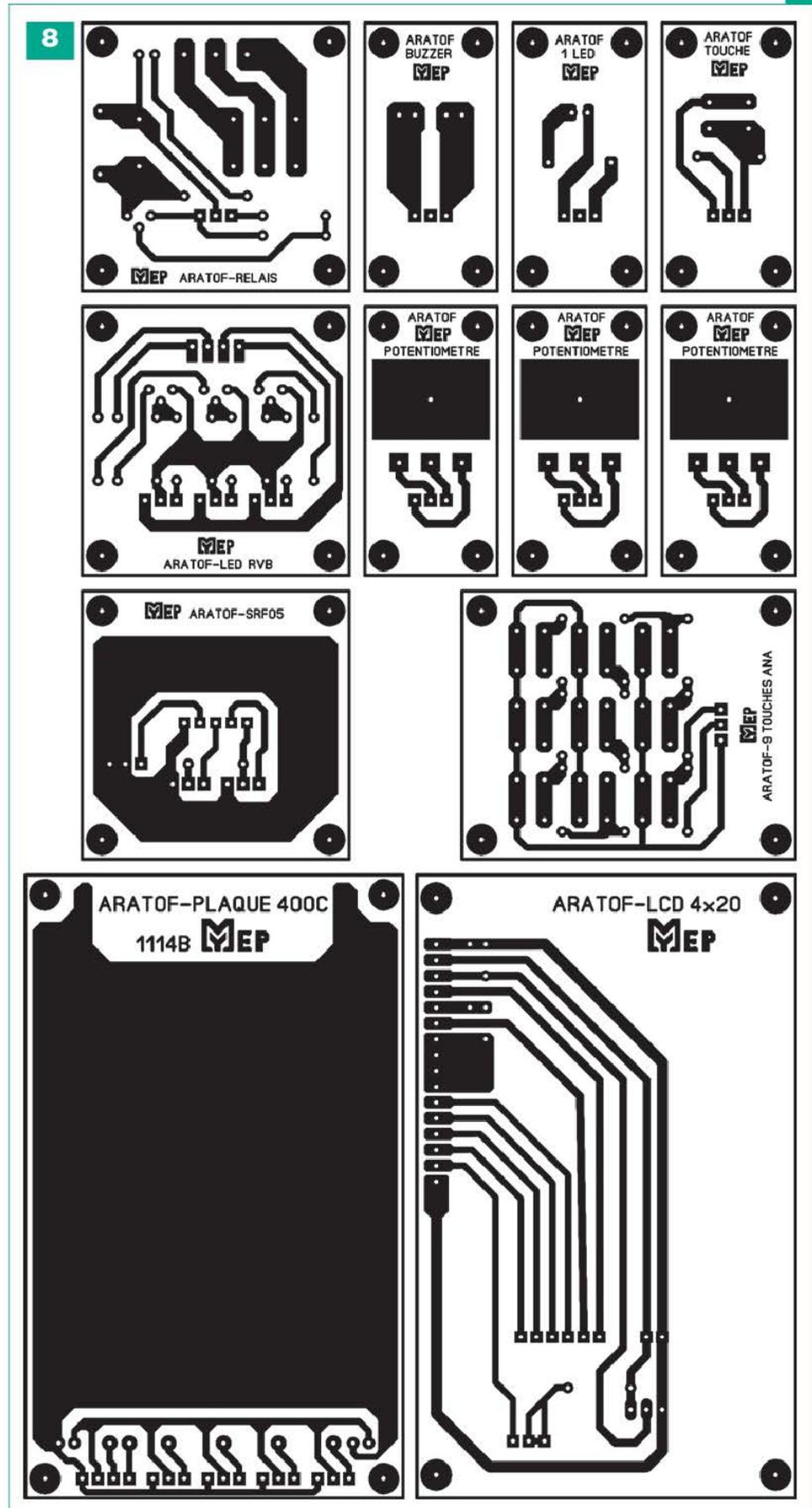
Suivez les implantations des composants sur les **figures 9 et 10**.

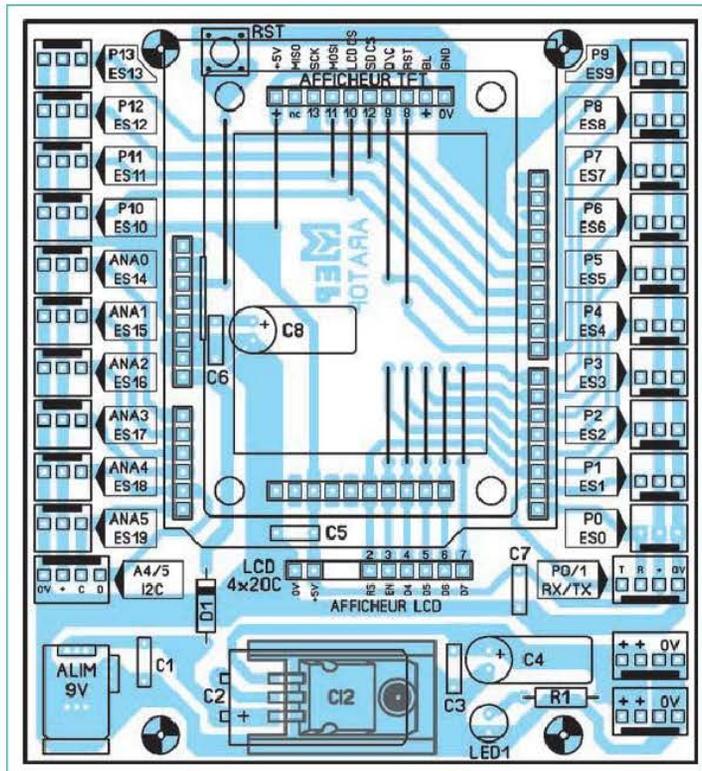
Effectuez le câblage en fonction de la taille et de la fragilité des composants. Commencez par souder tous les ponts de liaisons (straps) afin de ne pas en oublier. Poursuivez par les résistances, les diodes, la résistance ajustable placée horizontalement, les touches miniatures, les nombreux connecteurs constitués de broches de barrettes sécables de type «SIL» mâles et femelles, les condensateurs au mylar, les leds, les transistors, les condensateurs chimiques positionnés couchés, le buzzer piézo, les connecteurs à 3 et 4 broches droits et coudés, les borniers à vis et, enfin, le relais.

Le régulateur de tension CI2, vissé contre son dissipateur thermique, prend place sous le circuit imprimé, du côté des pistes cuivrées. Les connecteurs spéciaux à 6, 8 et 10 broches, pour le module Arduino-Uno, se soudent en dernier, afin de ne pas gêner la suite du travail car leurs broches mâles sont très longues. L'afficheur LCD s'embroche sur des connecteurs de type «tulipe», femelle, sur la platine et mâle/mâle à souder sur l'afficheur. Il se fixe au moyen d'entretoises filetées M3, de 10 mm de longueur.

Une astuce : vissez d'abord l'afficheur sur la platine avec ses connecteurs et effectuez les soudages ensuite. Le module ultrasonique SRF05 se monte verticalement sur un connecteur de type «SIL». La plaque d'essais sans soudage, autocollante, à 400 contacts, ne permet pas un repositionnement, soyez attentifs lors de sa pose.

Le module Arduino-UNO s'embroche sous la platine, quand tout est terminé (**photo A**).





9

Il est temps de passer aux contrôles de qualité de votre travail. Ne négligez pas cette étape. Vérifiez les platines au niveau des pistes, de la valeur et du sens des composants. Des erreurs peuvent avoir des conséquences désastreuses et engendrer des destructions. Lors de la première utilisation de l'afficheur LCD, vous devrez régler le contraste au moyen de la résistance ajustable multitours AJ1. Vous venez de terminer la réalisation de vos platines. Vous devez cependant posséder quelques cordons à 3 et 4 broches, pour les relier entre elles (photo B). Il en existe dans le commerce, sinon il vous faudra les préparer vous mêmes. Les connecteurs femelles se vendent vides, avec les broches séparées. Soudez une broche, à chaque extrémité des fils de même longueur, puis insérez-les dans les boîtiers femelles vides. Prenez garde au sens. Quand vous raccorderez deux platines, la masse devra se relier à la masse et non au signal.

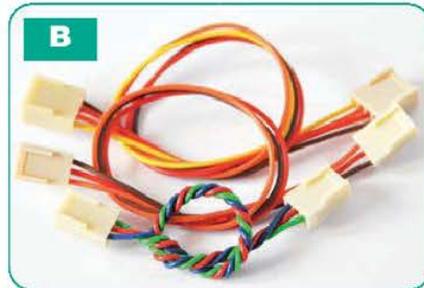
Généralités sur les projets

Nous entrons maintenant dans le vif du sujet, avec les projets expérimentaux.

D'autres préféreront les ateliers pratiques, expérimentations, travaux pratiques, etc. L'intérêt porte sur les programmes et leurs contenus pour faire fonctionner un assemblage de platines, afin d'exécuter des tâches précises ou obtenir le fonctionnement équivalent à un appareil commercial. Plus de soudures à faire, il suffit de raccorder les cartes «filles» à la carte «mère».

Nous considérons que vous avez installé le logiciel «Arduino», que vous savez saisir et éditer un croquis (programme sous Arduino), vérifier sa syntaxe, l'enregistrer sur le disque dur, l'ouvrir et le «téléverser» (charger en mémoire) dans le module Arduino-UNO après le paramétrage du port de communication et le choix du module utilisé. Si certaines de ces opérations vous paraissent encore obscures, reportez-vous au paragraphe dédié à la programmation, ci-dessus. Bien qu'il soit possible d'expérimenter nos projets de manière tout à fait ludique, il est malgré tout recommandé et plus sérieux de posséder les notions élémentaires dans le domaine de l'électronique, dans le cas où l'utilisateur n'a pas lui-même réalisé les platines.

B



Pour d'évidentes raisons de sécurité, les montages sont alimentés par un bloc secteur moulé ou par le port USB de l'ordinateur.

Chaque projet se déroule de façon identique. La présentation explique le but de l'expérimentation et les principes mis en œuvre.

Le schéma de câblage montre les raccordements à effectuer et les platines à utiliser. Nous décrivons ensuite le croquis portant l'extension «.ino» à téléverser dans l'Arduino et nous vous proposerons parfois un exercice de programmation visant à perfectionner le projet et vous assurer de l'acquisition des connaissances, avant de passer au projet suivant. Les codes «source» (croquis) sont très largement commentés afin que chacun puisse les comprendre, étudiez-les en détails.

Nomenclature

• Résistances 5% / 1/2 W

R1, R3, R15 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R2, R4, R5, R6 ; R14 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R7, R8, R9, R13 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)

R10 : 160 Ω (marron, bleu, marron)

R11, R12 : 100 Ω (marron, noir, marron)

R16 à R24 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

R25 : 1 Ω (voir texte)

AJ1 : 10 k Ω (multitours)

P1, P2, P3 : 10 k Ω / A (linéaire) Cermet simple, avec axe de 4 mm

• Condensateurs

C1, C3, C5, C6, C7, C9 : 100 nF (LCC pas 5,08 mm)

C2 : 1 000 μ F / 25 V (sorties radiales)

C4 : 22 μ F / 35 V (sorties radiales)

C8 : 10 μ F / 35 V (sorties radiales)

• Semiconducteurs

CI1 : Arduino-UNO (Gotronic, St-Quentin Radio, etc.)

CI2 : 7805

CI3 : capteur à ultrasons SRF05 (Gotronic, St-Quentin Radio, etc.)

D1 : 1N5817

D2 : 1N4007

T1, T2, T3 : 2N2907 (ou équivalent)

T4 : 2N2222 (ou équivalent)

LED1, LED2, LED 4 : \varnothing 5 mm verte

LED3 : \varnothing 5 mm, RVB, à 4 broches à cathode commune

• Divers

Afficheur LCD 4 x 20 caractères, à commande «parallèle» (St-Quentin Radio)

1 dissipateur thermique ML26

Connecteurs à 3 broches, droits et coudés, 2,54 mm, pour circuits imprimés (Gotronic)

Connecteurs à 4 broches, droits et coudés, 2,54 mm, pour circuits imprimés (Gotronic)

Cordons et connecteurs femelles à 3 et 4 broches, 2,54 mm (Gotronic)

1 relais Finder, type 40-52, avec bobine en 6 V

1 embase d'alimentation, \varnothing 2,1 mm

1 buzzer piézo, sans oscillateur, \varnothing 17 mm

3 boutons \varnothing 12 à 15 mm, pour axe \varnothing 4 mm

11 touches miniatures

1 bornier à 3 vis, pour circuit imprimé, au pas de 5,08 mm

1 plaque d'essais, sans soudages (breadboard) à 400 contacts

Cavaliers de configuration

Barrettes sécables, type «SIL», mâles et femelles

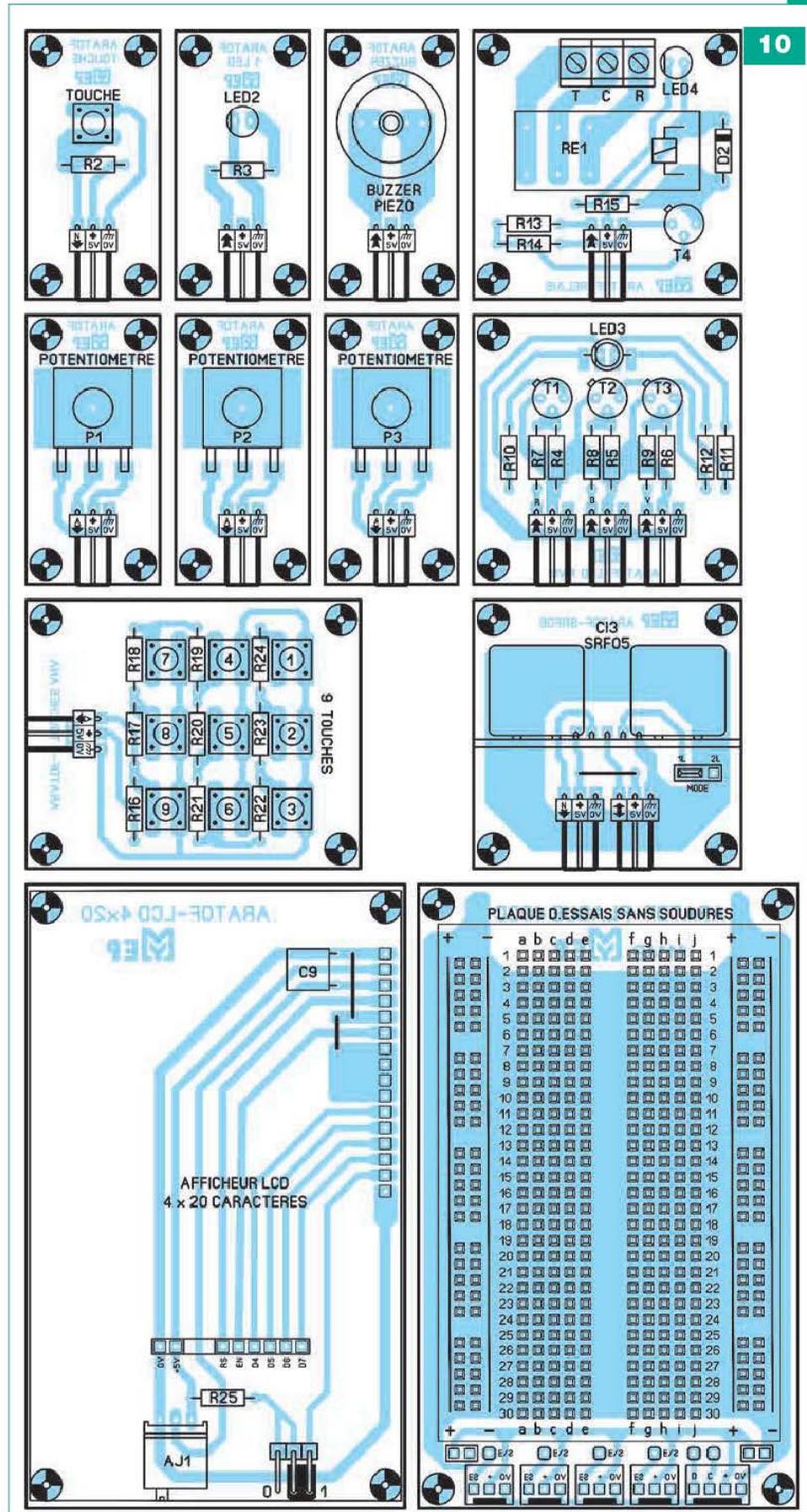
Barrettes sécables, type «tulipe», mâles et femelles

Barrettes à 6, 8 et 10 broches

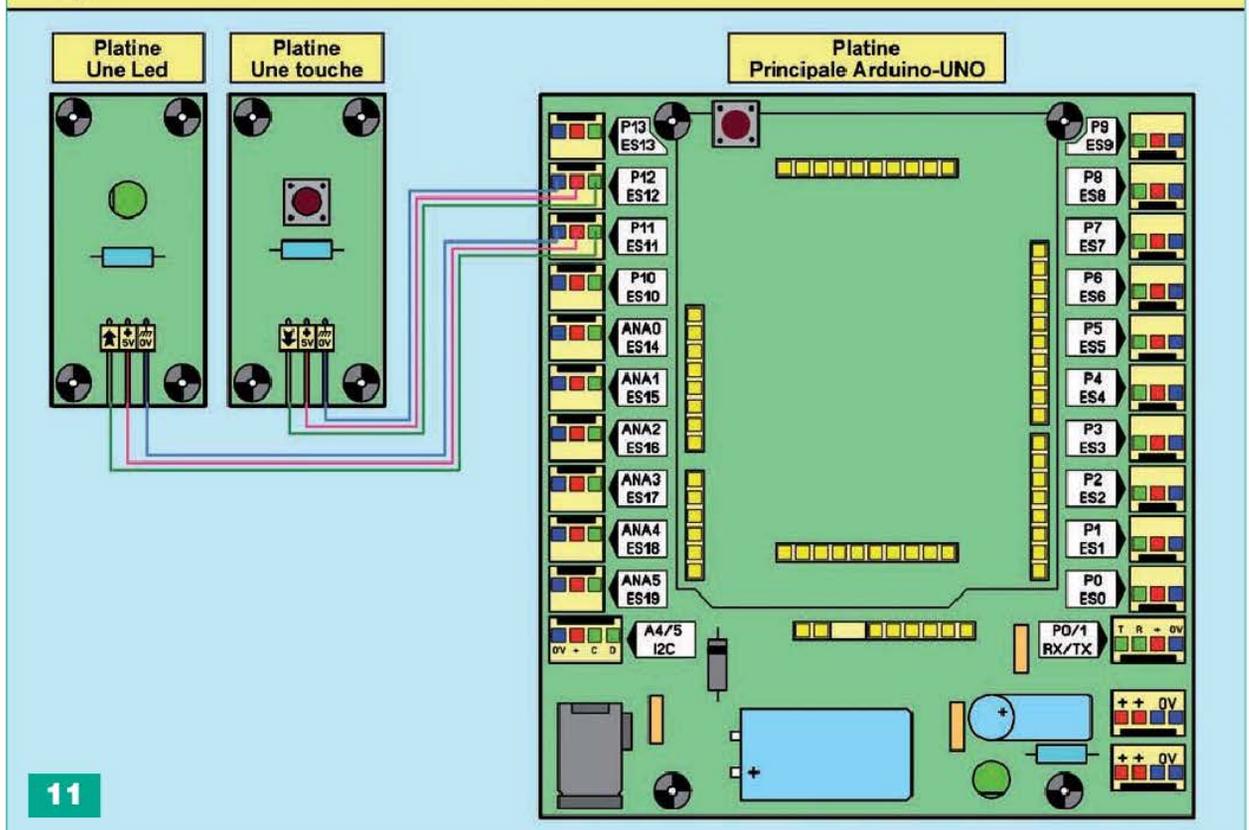
mâles/femelles pour boucliers Arduino (Gotronic)

Visserie métal \varnothing 3 mm

Entretroises filetées M3 mm



Projet N°1 : Une touche commande une led



11

Projet n°1

Commençons en douceur : une touche commande une led !

Le premier projet produit une action très basique, pour ne pas dire banale : l'action sur une touche éteint une led illuminée en permanence. Ce fonctionnement, rudimentaire, nous permet d'entrer de plain-pied dans le langage Arduino. Nous allons voir comment lire l'état d'une entrée numérique, comment mettre sous tension un actionneur raccordé à une sortie numérique (ici, une simple led) et, enfin, comment effectuer des tests. Vaste programme pour un début !

Raccordements

Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à 3 broches (**figure 11**).

- La platine de la led sur le port numérique P11 ou E/S11 (**photo C**)
- La platine de la touche sur le port numérique P12 ou E/S12 (**photo D**)

Programmation

Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_01.ino» dans le logiciel

Arduino, avant de lancer son téléversement.

- Tous les textes, en gris, sont des commentaires et n'ont aucune influence sur le déroulement du programme (lignes 1 à 10 par exemple).
- Lignes 11 et 12. Déclaration des constantes. Leur valeur ne change jamais dans le programme. Elles servent souvent à remplacer un numéro de port de l'Arduino par un nom plus évocateur (Touche est bien plus parlant que 12).
- Ligne 14. Déclaration de la variable. Sa valeur varie tout au long du programme. Placée à cet endroit, il s'agit d'une variable globale, utilisable n'importe où dans le programme. Nous verrons qu'il existe, également, des variables locales, visibles uniquement dans la procédure ou fonction dans laquelle elles sont déclarées.
- Lignes 16 à 19. Procédure d'initialisation, obligatoire dans tout programme Arduino, même si elle ne comporte aucune instruction. Ici, nous déclarons le sens des broches de la led (sortie pour le port P11) et



C

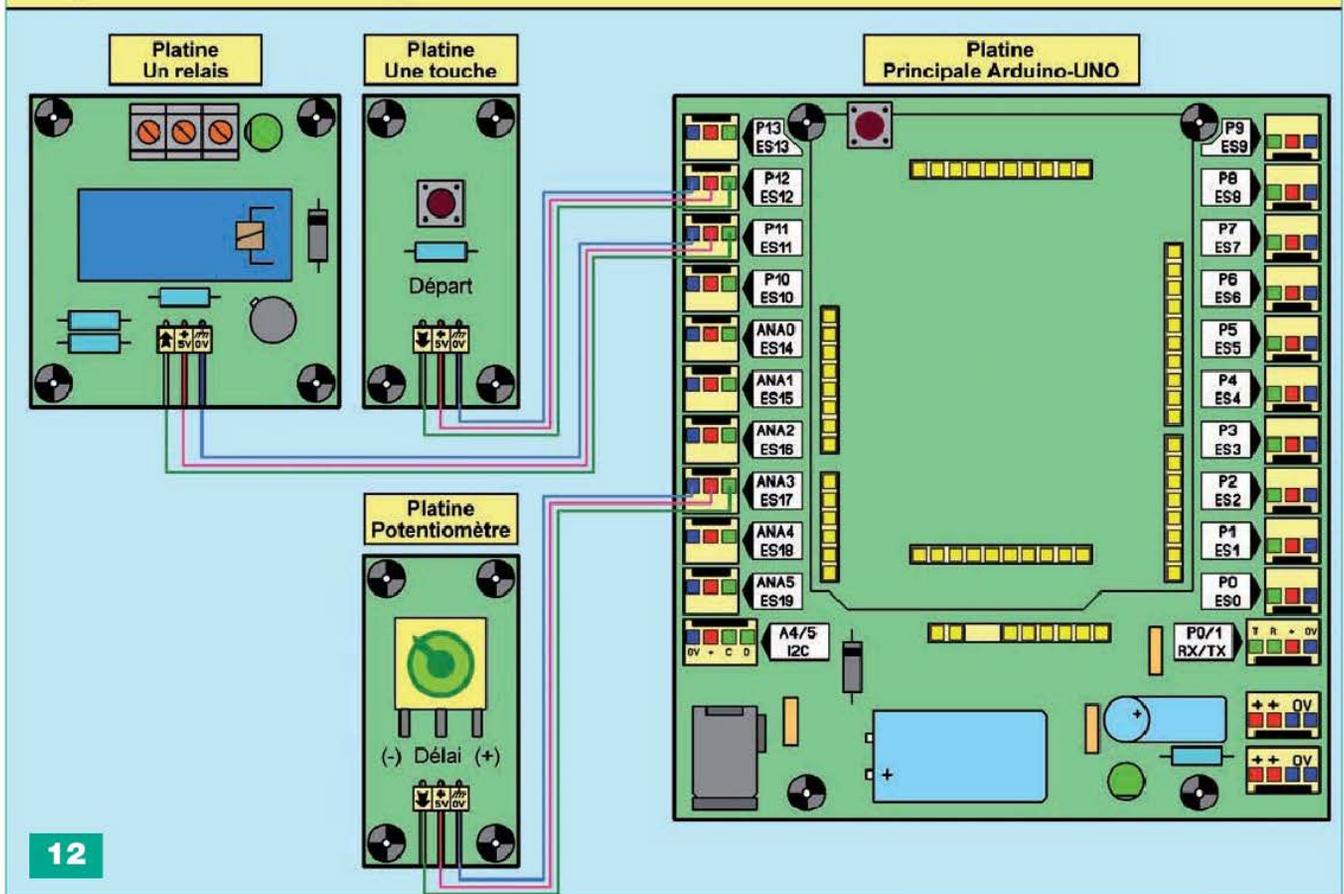


D

de la Touche (entrée pour le port P12).

- Lignes 21 à 29. Boucle principale, obligatoire dans tout programme Arduino, même si elle ne comporte aucune instruction. Nous analysons et mémorisons l'état de la touche (ligne 22). Nous effectuons ensuite un test. Si la touche est au repos (ligne 23), la led reste illuminée (ligne 24), sinon (ligne 26), la led s'éteint (ligne 27). Notez les conventions d'écriture avec l'emploi des accolades ouvrantes et fermantes pour les procédures et les tests.

Projet N°2 : Minuterie réglable avec sortie sur relais



La simplicité de ce premier croquis permet de commencer notre formation en douceur et connaître les rudiments indispensables afin de passer progressivement à des applications plus complexes, donc plus intéressantes ! Assimilez bien ces bases avant de poursuivre. Il est évident que nous détaillerons de moins en moins les croquis au fur et à mesure de la progression.

Projet n°2

Une minuterie réglable, avec sortie sur relais

Avec ce projet, nous abordons les applications plus attrayantes, offrant une utilisation réelle dans la vie quotidienne.

Nous allons programmer une minuterie, munie d'un potentiomètre pour le réglage de la durée. L'action sur la touche lance la temporisation, donc l'activation du relais, en fonction de la position du curseur du potentiomètre. Une fois le temps écoulé, le relais

décolle et un nouveau cycle peut alors redémarrer.

Raccordements

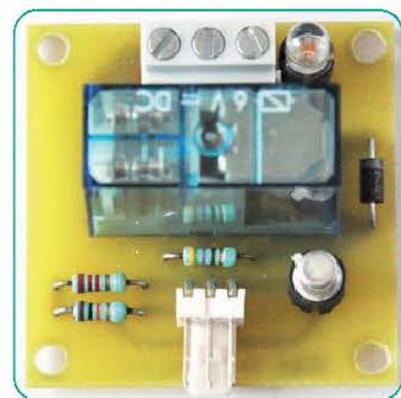
Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à 3 broches (figure 12).

- La platine du relais sur le port numérique P11 ou E/S11 (photo E).
- La platine de la touche sur le port numérique P12 ou E/S12.
- La platine du potentiomètre sur l'entrée analogique ANA3 ou E/S17 (photo F).

Programmation

Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_02.ino» dans le logiciel Arduino, avant de lancer son téléversement. Comme dans le croquis précédent, nous retrouvons les déclarations de constantes et de variables, ainsi que la procédure d'initialisation et l'ouverture de la boucle principale. Ceci représente l'ossature d'un croquis type.

- Ligne 23. Nous lisons et mémori-



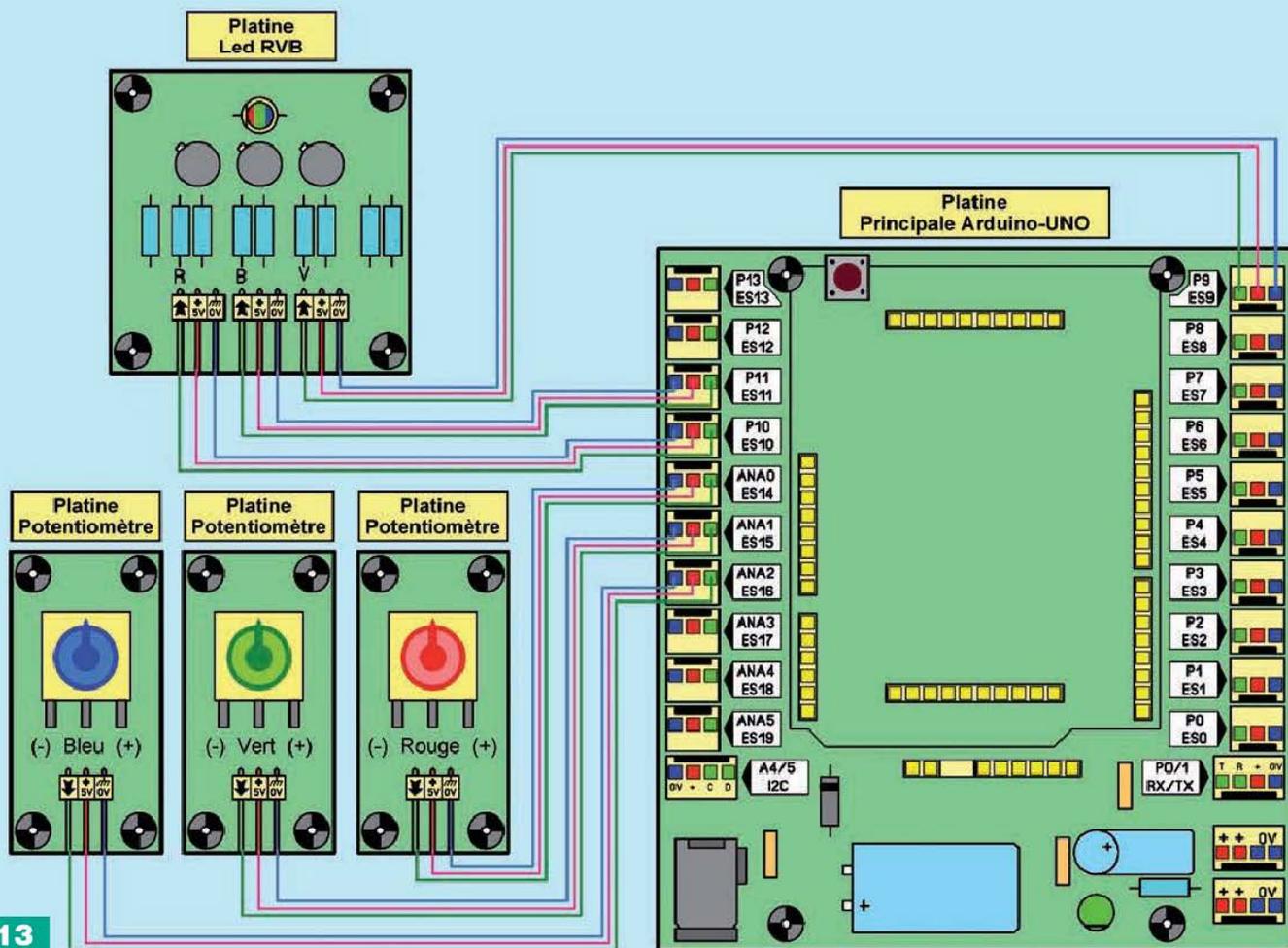
E



F

sons la valeur de la tension présente sur l'entrée analogique ANA3. Celle-ci est fonction de la position du curseur du potentiomètre. Cette valeur s'échelonne de 0, pour la

Projet N°3 : Commande des nuances d'une led RVB par 3 potentiomètres



13

position minimale, à 1 023 pour la maximale.

- **Ligne 24.** La valeur mémorisée dans la variable «Pot» est convertie sur une nouvelle échelle de 0 à 3 000.
- **Lignes 25, 26, 27 et 29.** Un test est effectué pour savoir si la touche est actionnée (activation du relais), ou si elle est au repos (relais décollé après la temporisation).
- **Ligne 28.** La durée de la temporisation est fixée à la valeur de la variable «Pot», convertie précédemment.

Vous commencez probablement à vous sentir à l'aise et vous vous dites que la programmation de l'Arduino ne semble pas si compliquée. En guise de premier exercice, modifiez la durée maximale de la temporisation pour atteindre 20 s.

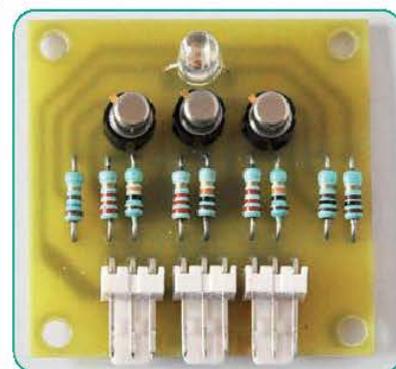
Projet n°3

Gestion des nuances d'une led RVB, à l'aide de trois potentiomètres

Une led RVB, par définition, se compose de trois leds de couleurs différentes : rouge, verte et bleue.

L'intérêt serait plutôt restreint, s'il s'agissait d'allumer uniquement ces trois couleurs. En faisant varier la tension de chacune d'elles et par combinaison des trois teintes de base, il est possible d'obtenir plus de seize millions de nuances (16 777 216 très précisément).

Il va de soi que beaucoup d'entre-elles se ressemblent tellement, qu'il est pratiquement impossible de les différencier. Notre projet emploie trois potentiomètres, un par couleur, pour obtenir ce résultat.



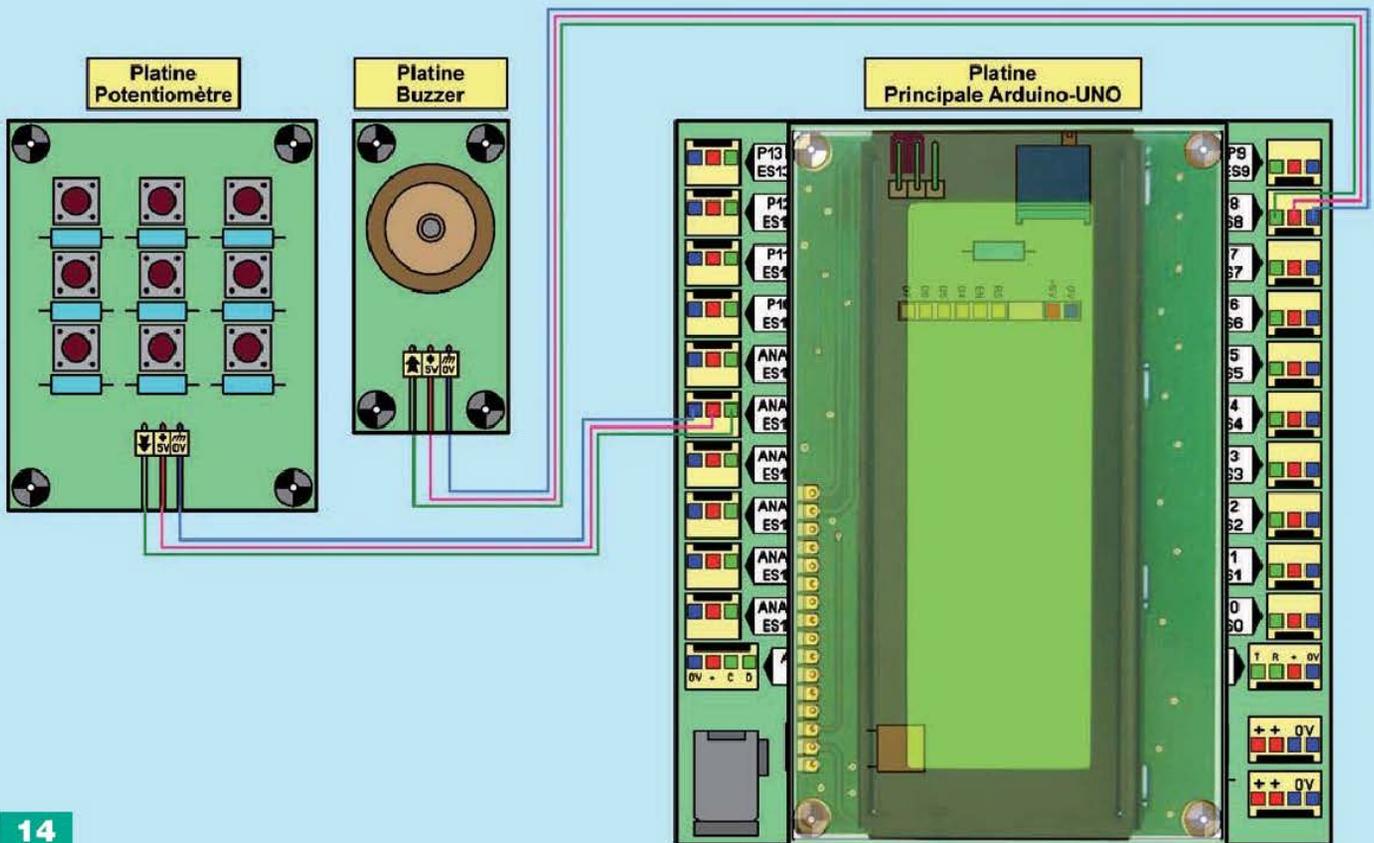
G

Raccordements

Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à 3 broches (**figure 13**).

- La couleur rouge de la led RVB sur le port numérique P10 ou E/S10 (**photo G**).

Projet N°4 : Neuf touches sur une entrée analogique avec affichage LCD et bip sonore



14

- La couleur bleue de la led RVB sur le port numérique P11 ou E/S11.
- La couleur verte de la led RVB sur le port numérique P9 ou E/S9.
- La platine du potentiomètre pour la led rouge sur l'entrée analogique ANA0 ou E/S14.
- La platine du potentiomètre pour la led verte sur l'entrée analogique ANA1 ou E/S15.
- La platine du potentiomètre pour la led bleue sur l'entrée analogique ANA2 ou E/S16.

Programmation

Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_03.ino» dans le logiciel Arduino, avant de lancer son téléversement.

Nous ne parlerons plus de l'ossature principale du croquis, vous devez maintenant maîtriser ces bases. Voyons les lignes particulières.

- Lignes 24, 27 et 30. Nous lisons et mémorisons la valeur de la tension présente sur chacune des entrées

analogiques ANA0, ANA1 et ANA2. Elles sont déterminées par la position des curseurs des trois potentiomètres. Ces valeurs varient entre 0 et 1 023, comme vu précédemment.

- Lignes 25, 28 et 31. Les valeurs mémorisées dans les variables «PotR», «PotV» et «PotB» sont converties sur une nouvelle échelle de 0 à 255.

Cette valeur maximale est dictée par l'instruction «analogWrite».

- Lignes 26, 29 et 32. Sur ces lignes, l'instruction «analogWrite» commande les trois couleurs primaires de la led RVB, selon le principe de la largeur d'impulsion modulée (PWM ou MLI). Le rapport cyclique du signal de sortie correspond à la valeur envoyée.

La valeur 0 donne un rapport de 0 %, la led est donc éteinte, 127 fournit un signal de 50 %, soit un éclairage moyen et 255 produit un signal à 100 %, la led s'illumine à pleine puissance.

Projet n°4

Neuf touches sur une entrée analogique, avec affichage LCD et bip sonore

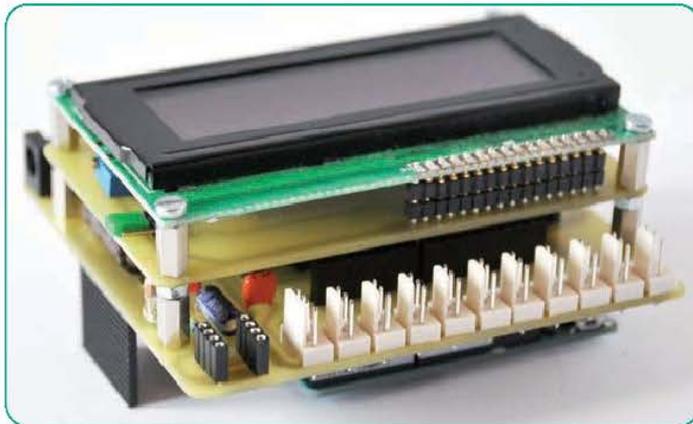
Lors de l'étude du schéma de principe, nous avons soulevé le problème du manque de lignes d'entrées / sorties du module Arduino-UNO et nous avons vu la manière de le contourner en gérant neuf touches sur une seule entrée analogique. Ce projet montre comment interpréter la valeur lue pour savoir, avec précision, si une touche a été actionnée et laquelle.

Le résultat s'affiche sur l'écran LCD alphanumérique et un bref bip sonore signale l'action sur une touche.

Raccordements

Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à 3 broches (**figure 14**).

- Embrocher la platine de l'afficheur LCD de 4 lignes de 20 caractères et régler le contraste avec AJ1 dès la



mise sous tension, si cette tâche n'a pas encore été réalisée (**photo H**).

- La platine du clavier à neuf touches sur l'entrée analogique ANA1 ou E/S15 (**photo I**).
- La platine du buzzer piézo sur le port numérique P8 ou E/S8 (**photo J**).

Programmation

Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_04.ino» dans le logiciel Arduino, avant de lancer son téléversement. Le programme est assez long, mais répétitif avec des valeurs différentes. Nous ne pouvons pas passer en revue toutes les lignes de code.

- **Ligne 12.** Nous abordons la déclaration d'une librairie additionnelle. Certaines fonctions n'étant pas utilisées dans tous les programmes, il serait inutile de les incorporer systématiquement. Nous allons employer un afficheur à cristaux liquides (LCD). De ce fait, la directive : `#include <LiquidCrystal.h>` déclare son utilisation. Cette librairie faisant partie du logiciel Arduino, vous n'avez rien à télécharger ni à installer.
- **Ligne 14.** En constantes, nous définissons à quels ports de l'Arduino sont raccordés les six broches de l'afficheur, dans l'ordre suivant : «RS», «EN», Données 4 à 7.
- **Ligne 18.** Nous attribuons une valeur arbitraire impossible à cette variable, pour obliger le programme à afficher la valeur de départ.
- **Lignes 21 à 36.** La procédure de «setup» comporte l'initialisation de l'afficheur à 20 caractères sur 4 lignes, l'effacement, l'affichage du message de présentation, puis des textes invariables sur l'écran.
- **Ligne 41.** Lecture et mémorisation de

la valeur lue pour l'ensemble des touches sur l'entrée analogique ANA1 (entre 0 et 1 023).

- **Ligne 42.** Test si une touche a été actionnée (Valeur différente de la valeur précédente).
- **Ligne 43.** Émission d'un bip sonore d'une fréquence de 1 000 Hz et d'une durée de 30 ms.
- **Lignes 44 à 47.** Test si la valeur lue est inférieure à 2 (autrement dit, égale à 0). Dans ce cas : appel de la procédure nommée «EFFACE» chargée d'effacer l'ancienne valeur lue et de la remplacer par la nouvelle, puis de retour, la valeur 1 s'affiche pour signifier que la touche 1 a été actionnée.
- **Lignes 48 à 79.** Tests similaires d'échelles de valeurs pour les huit autres touches.
- **Ligne 80.** Mémorisation de la valeur nouvelle à la place de l'ancienne.
- **Ligne 82.** Pause de $1/10^{\text{ème}}$ de seconde entre deux lectures.

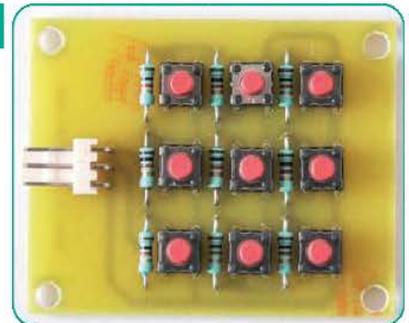
Au cours de ce projet, vous avez appris plusieurs nouvelles techniques. En guise d'exercice, tentez de produire un son d'une fréquence différente, en fonction de la touche actionnée. Plus délicat, modifiez l'affichage à votre convenance.

Projet n°5

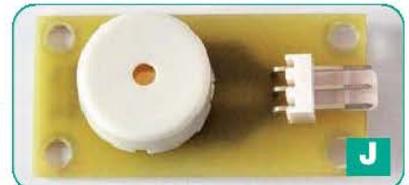
Un télémètre avec affichage LCD et sonorités en fonction de la distance

Voici le dernier projet de la première série. Il s'agit d'utiliser un capteur ultrasonique pour mesurer une distance précise en centimètres, de l'afficher sur un écran LCD et d'émettre une

I



H



sonorité dont la fréquence varie en fonction de la distance mesurée, uniquement lors de l'appui sur une touche, afin de préserver notre système nerveux en bon état !

Raccordements

Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à 3 broches (**figure 15**).

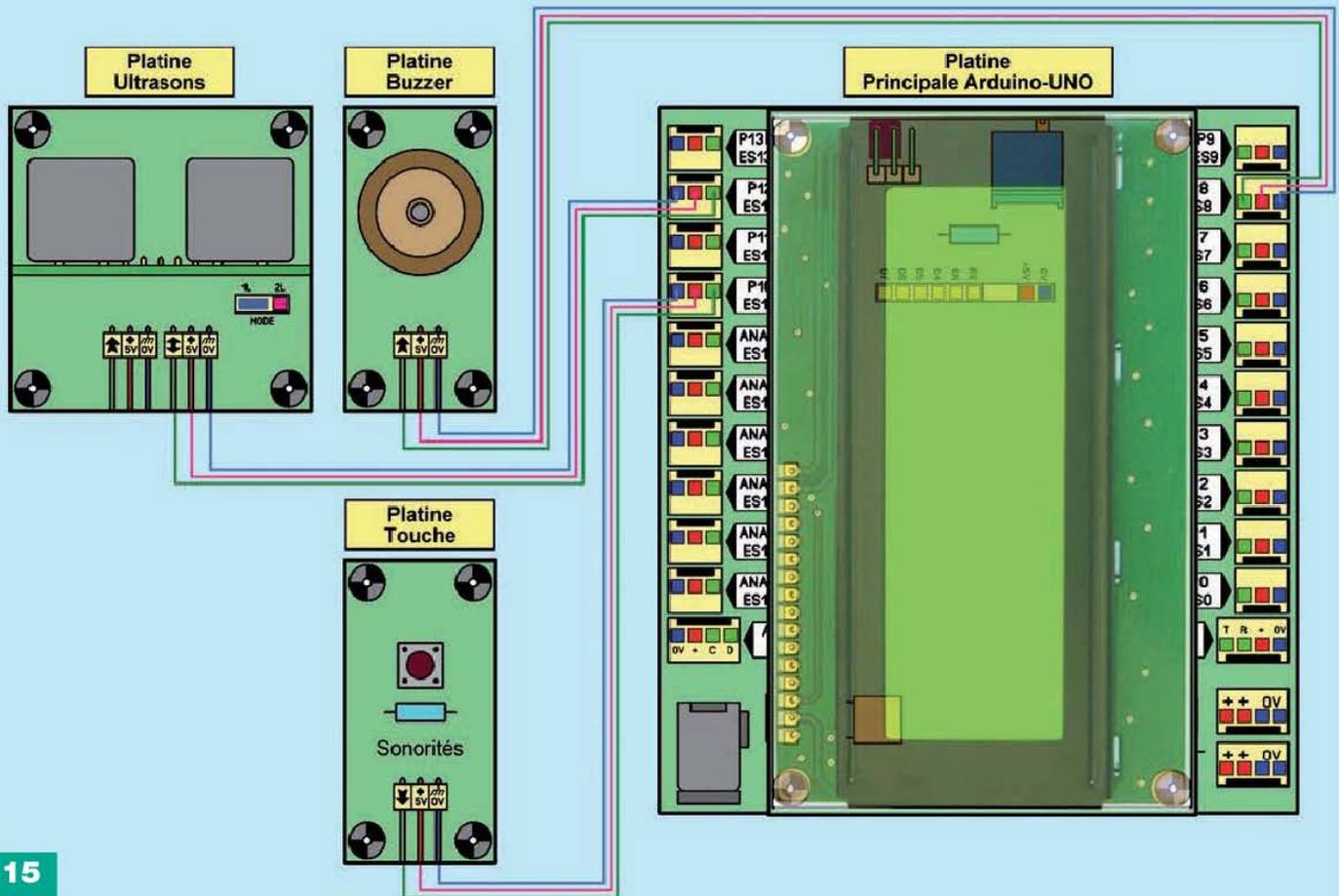
- La platine de la touche sur le port numérique P10 ou E/S10.
- La platine du capteur SRF05 configurée en mode 1 ligne sur le port numérique P12 ou E/S12 (**photo K**).
- La platine du buzzer piézo sur le port numérique P8 ou E/S8.

Programmation

Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_05.ino» dans le logiciel Arduino, avant de lancer son téléversement. Nous employons un afficheur à cristaux liquides comme lors du précédent projet. Nous utilisons donc les mêmes méthodes le concernant.

- **Ligne 45.** Appel de la fonction «Mesure» pour lire la distance par rapport au premier obstacle.

Projet N°5 : Gestion d'un capteur ultrasonique avec affichage LCD et émission sonore



15

- Lignes 46 à 53. Si la nouvelle distance est différente de l'ancienne, elle s'affiche sur l'écran et le son n'est émis que si le test de l'état logique de la touche prouve qu'elle est actionnée.
- Lignes 57 à 69. Fonction «Mesure». En langage Arduino, il est possible et recommandé de faire appel à des fonctions définies par le programmeur. Celles-ci renvoient une valeur après traitement et calculs (ligne 68). Notre fonction gère le protocole de fonctionnement du capteur SRF05 sur une seule ligne. Elle doit donc passer alternativement en sortie (ligne 58) pour envoyer les signaux d'horloge (lignes 59 à 63) et en entrée (ligne 64) pour recevoir la valeur lue (ligne 65). Une pause de 50 ms est imposée entre deux lectures (ligne 66). Les calculs convertissent la valeur lue, par une réelle distance en centimètres (ligne 67).

Conclusion

Avec cette première série de projets, vous devez déjà être familiarisés à la mise en œuvre du module Arduino-UNO.

Nous espérons avoir suscité votre curiosité et votre créativité en entrant, pour la première fois, pour certains d'entre vous, dans le monde fascinant de l'électronique numérique appliquée aux microcontrôleurs.

La première série de cette formation vous donne les bases nécessaires. N'hésitez pas à expérimenter, par vous-mêmes, en attendant de découvrir les séries suivantes.

En avant première, voici certains sujets traités prochainement : télécommande infrarouge, température, servomoteurs, affichage couleur TFT, etc.

Maîtrisez votre impatience !

Y. MERGY

Bibliographie

Électronique Pratique n°398 - 399

Adresse Internet de l'auteur

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

Les liens Internet utiles pour ce sujet

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

<http://www.electroniquepratique.com>

Site Internet de la société Saint-Quentin Radio :

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

Site Internet de la société Gotronic :

<http://www.gotronic.fr>

Le site de référence de l'Arduino en anglais : <http://arduino.cc/>

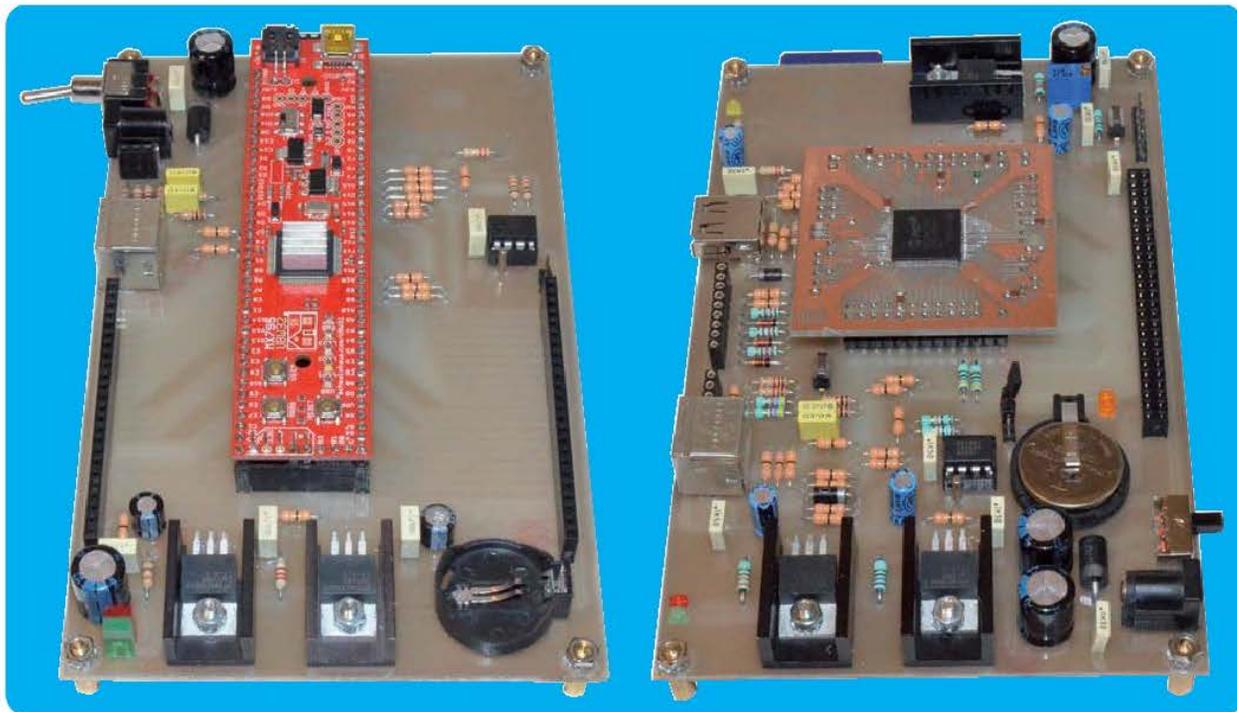
La page de téléchargement du logiciel Arduino :

<http://arduino.cc/en/Main/Software>

Le site de référence de l'Arduino en français :

<http://arduino.cc/fr/Main/HomePage>

Mini-ordinateur à PIC32MX ou UBW32



Nous avons publié, ces derniers mois, différents articles traitant du langage Basic, permettant de programmer différents microcontrôleurs de la famille des PIC32MX. L'un de ces langages est le MMBasic, logiciel libre très performant et «Open Source», élaboré par Geoff Graham. Le firmware qu'il a développé permet d'utiliser le PIC32MX comme un véritable mini-ordinateur. C'est ce que nous vous présentons.

Ayant reçu plusieurs demandes de lecteurs intéressés par ce mini-ordinateur, nous avons décidé de consacrer un article traitant de sa réalisation.

Nous vous proposons deux versions : l'une utilise le module UBW32, tandis que l'autre nécessite l'utilisation d'une puce PIC32MX795F512L.

La différence est le prix : le module est quatre fois plus onéreux que le circuit intégré, mais il ne nécessite pas le soudage de cent broches d'un circuit CMS.

Nos lecteurs décideront.

Le microcontrôleur PIC32MX795F512L dispose de 512 koctets de mémoire «flash» (+12 koctets de boot) et de 128 koctets de mémoire RAM.

Il est cadencé par une horloge fonc-

tionnant à 80 MHz (105 DMIPS) et est équipé de :

- 8 canaux DMA dédiés USB OTG, Ethernet et CAN
- périphérique USB 2.0 «On-The-Go»
- Ethernet 10/100
- 2 modules CAN, avec buffers de 1 024 octets
- 16 canaux ADC 10 bits (maximum 1 méga échantillons par seconde à ± 1 LSB)
- modes RUN, IDLE et SLEEP
- plusieurs modes d'horloge, commutables pour chaque mode
- 2 oscillateurs internes : 8 MHz et 31 kHz
- horloge «temps réel» et calendrier avec alarme
- «Timer Watchdog» avec oscillateur RC
- interface «série» (UART, SPI, I²C)

- brochage compatible avec les microcontrôleurs PIC 16 bits

Caractéristiques du mini-ordinateur

Le mini-ordinateur dispose de caractéristiques fort intéressantes, caractéristiques que nous vous résumons ci-dessous :

- Affichage VGA et composite :

Affichage standard VGA, 31,5 kHz horizontal et 60 Hz vertical

8 couleurs, 480 x 216 pixels (**vue d'écran 1**)

80 caractères par ligne et 36 lignes par écran ou 240 x 216 pixels (haute vitesse en mode jeux)

Compatible composite PAL monochrome, 15,625 kHz horizontal et 50 Hz vertical, non entrelacé

340 x 216 pixels en écran graphique, 50 caractères par ligne et 18 lignes par écran

Compatible composite NTSC, 15,73426 kHz horizontal et 60 Hz vertical, non entrelacé

604 x 180 pixels en écran graphique, 50 caractères par ligne et 15 lignes par écran

- Connecteur USB 2.0 :

Le mini-ordinateur dispose d'une interface USB série en communication avec l'interpréteur Basic. Elle permet, au moyen d'un émulateur de terminal, l'entrée d'un programme, son édition et son exécution. L'interface USB nécessite l'installation d'un driver sur le PC

- Clavier PS2 :

Un clavier compatible PS2 avec connecteur mini-DIN peut être connecté au mini-ordinateur

- Interface carte SD :

Un lecteur de carte SD, MMC ou SDHC équipe la platine. La carte mémoire utilisée doit être formattée en FAT16 ou FAT32 et peut posséder une capacité allant jusqu'à 32 GB. Elle est utilisée comme lecteur B : pour le stockage des programmes

- 40 lignes d'entrées/sorties :

Quarante lignes d'entrées/sorties sont disponibles. Les fonctions des broches sont les suivantes :

PIN 2 à PIN 10, A0 à A5 (PIN 35 à PIN 40) → entrées analogiques, entrées et sorties numériques

PIN 11 à PIN 20, D0 à D13 (PIN 21 à PIN 34) → entrées et sorties numériques. Ces broches peuvent accepter une tension de 5 V en entrée et en mode «collecteur» ouvert. Toutes les autres sont limitées à 3,3 V.

La commande **SETPIN <pin>, <cfg>** permet le paramétrage de 40 lignes d'entrées/sorties. Les PINs 39 et 40 sont également utilisées par les signaux PGD et PGC du connecteur ICSP.

Les différentes valeurs que peut prendre le paramètre <cfg> sont :

OFF, 0 → non configurée ou inactive
AIN, 1 → entrée analogique
DIN, 2 → entrée numérique
FIN, 3 → lecture de fréquence
PIN, 4 → entrée de période
CIN, 5 → entrée de comptage

DOUT, 8 → sortie numérique

OOUT, 9 → sortie numérique à «collecteur» ouvert

- Ports «série» :

Deux ports de communication «série» sont présents :

- COM1 utilise la PIN15 pour sa ligne RX et la PIN16 pour sa ligne TX. Si vous souhaitez utiliser le contrôle du débit, les lignes PIN17 et PIN18 peuvent être utilisées respectivement comme lignes RTS et CTS

- COM2 utilise les lignes D0 et D1 comme lignes RX et TX

L'ouverture du port «série» utilise la commande suivante :

OPEN «COM<x>,< baud>,< buf>,<int>,<intlevel>,<FC>,<DE>,<OC>,<S2>» AS #x

où :

<x> est le numéro du port (COM1 ou COM2)

<baud> est la vitesse (300, 600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200)
<buf> est la taille des buffers, réception et émission. La taille par défaut est 256 octets

<int> est le numéro de ligne, l'étiquette ou la sous-routine où la routine d'interruption dirigera le programme lors de la réception de données

<intlevel> est le nombre de caractères qui devront être reçus avant que la routine d'interruption n'intervienne
<FC> valide le contrôle du flux. Cette fonction ne peut être spécifiée que pour le port COM1

<DE> valide le signal «Data Output Enable» (DE) pour l'interface RS485. Cette fonction ne peut être spécifiée que pour le port COM1

<OC> positionne la broche TX et éventuellement RTS ou DE, en «collecteur» ouvert

<S2> spécifie que deux bits de stop sont envoyés après chaque caractère émis

Exemples :

Ouverture d'un port «série» en utilisant les paramètres par défaut :

OPEN "COM2:" AS #2

Ouverture d'un port «série» en configurant uniquement le débit :

OPEN "COM2:4800" AS #1

Ouverture d'un port «série» en configurant le débit et la taille du buffer :

OPEN "COM1:9600, 1024" AS #8

Ouverture d'un port «série» en confi-



Vue d'écran 1

urant le débit, la taille des buffers et le contrôle de flux (RTS et CTS)

OPEN "COM1:9600, 1024, FC" AS #8

- Horloge en «temps réel» sauvegardée par batterie :

Si la batterie de sauvegarde est présente, le firmware reconnaît la présence de l'horloge et affiche un message avertissant que l'horloge n'est pas réglée. Pour réaliser ce réglage, utiliser les fonctions TIME\$ et DATE\$ du MMBasic. Lorsque l'horloge sera réglée, elle sera affichée à chaque mise sous tension

- Sortie «son» stéréophonique :

La sortie «son» permet de jouer de la musique en stéréophonie, de générer des effets sonores et des ondes sinusoïdales

- Les communications I²C

Les communications I²C supportent le mode «maître» et le mode «esclave». Dans le «master mode» (maître), deux choix sont possibles :

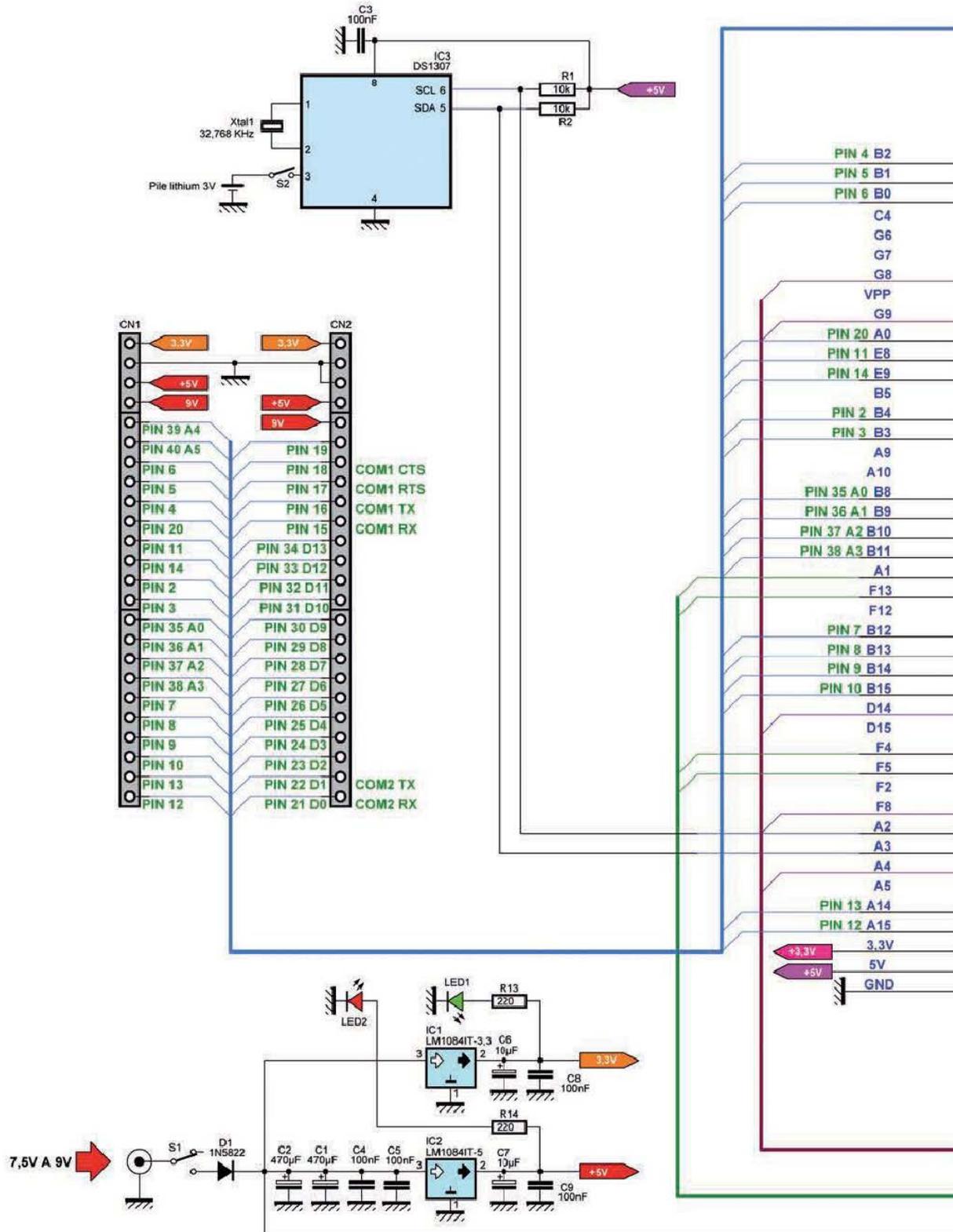
- fonctionnement normal dans lequel le I²C envoie et reçoit, puis attend que la commande soit complétée

- fonctionnement par interruption dans lequel le I²C envoie et reçoit, puis revient immédiatement, pour que d'autres instructions soient exécutées. Lorsque la transmission et la réception sont achevées, une interruption est générée.

Il existe quatre instructions dans le «master mode» (maître) :

I2CEN → valide le module
I2CDIS → désactive le module I²C «esclave»
I2CSEND → envoie des données au module I²C «esclave»
I2CRCV → reçoit des données du module I²C «esclave»

1



Et quatre instructions dans le «slave mode» (esclave) :

- I2CSEN → valide le module I2C en mode «esclave»
- I2CSDIS → désactive le module I2C «esclave»

I2CSEND → envoie des données au module I2C «maître»

I2CSRVCV → reçoit des données du module I2C «maître»

- La fonction SPI

La fonction SPI de MM-BASIC agit

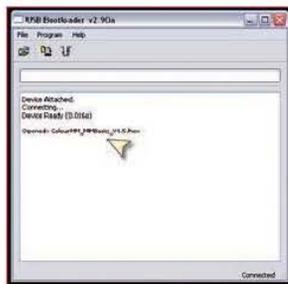
comme «maître». C'est lui qui génère le signal d'horloge.

La syntaxe de la fonction SPI est la suivante :

```
received_data = SPI(Rx,Tx, Clock[, data[,speed]])
```




Vue d'écran 2



Vue d'écran 3



Vue d'écran 4



Vue d'écran 5

- Le bus CAN (Controller Area Network) :

Il existe également une version spéciale du MMBasic qui supporte la programmation du bus CAN. Les signaux du CAN sont disponibles sur la ligne D4 et la ligne D5, respectivement pour les signaux RX et TX

- Stockage des données et des programmes :

Deux lecteurs de disques sont présents :

le disque A qui est un disque virtuel utilisant la mémoire «flash» interne du PIC32 et d'une taille d'un peu moins de 180 koctets
le disque B utilisant la carte mémoire SD et qui est le disque par défaut

Le MMBasic

Pour les lecteurs découvrant ce langage, nous rappelons les caractéristiques principales du MMBasic, caractéristiques que nous énumérons ci-dessous. Le MMBasic est très proche des autres langages Basic connus, en particulier le GWBasic (ou Quick Basic) :

- depuis la version 3.0, les numéros de ligne sont optionnels et on peut utiliser des étiquettes (Label), ce qui permet d'obtenir un fonctionnement plus rapide, un temps plus long étant nécessaire à MMBasic pour trouver un numéro de ligne
- la longueur maximale d'une ligne de commande est de 255 caractères
- la longueur maximale d'un nom de variable est de 32 caractères
- le nombre maximum de dimensions pour un tableau est de 8
- le nombre maximum d'arguments de commandes, qui acceptent un nombre variable d'arguments, est de 50

- le nombre maximum de boucles FOR...NEXT imbriquées est de 20
- le nombre maximum de commandes DO...LOOP imbriquées est de 20
- le nombre maximum de GOSUBs imbriqués est de 100
- le nombre maximum de commandes IF...THEN...ELSE imbriquées est de 20
- le nombre maximum de fonctions et de sous-routines, créées par l'utilisateur, est de 64
- les nombres sont stockés et manipulés en simple précision à virgule flottante. La valeur maximale est 3.40282347⁺³⁸ et la valeur minimale est 1.17549435⁻³⁸
- la gamme des nombres entiers qui peuvent être manipulés, sans perte de précision, est de ±16 777 100
- une chaîne ne peut pas dépasser 255 caractères
- les numéros des lignes de programme s'arrêtent à 65 000
- le nombre maximum de bibliothèques pouvant être chargées est de 8
- le nombre maximum d'impulsions générées en tâche de fond par la commande PULSE est de 5

Opérations arithmétiques :

- ^ → Puissance
- * / \ MOD → Multiplication, division, modulus
- + - → Addition et soustraction

Opérateurs logiques :

- NOT → inverse logique
- AND OR XOR → ET logique, OU logique, OU exclusif logique
- <> → différent de ...
- < → plus petit que ...
- > → plus grand que ...

- <=, =< → plus petit que ... ou égal à ...
- >=, => → plus grand que ... ou égal à ...

Sous-routines et fonctions

La création de sous-routines et de fonctions permet d'alléger et de mieux organiser les programmes. La création d'une sous-routine est équivalente à l'addition d'une commande dans le langage Basic :

Sub FLASH

Pin(0) = 1

Pause 100

Pin(0) = 0

End Sub

Il suffit ensuite d'utiliser la commande FLASH de la façon suivante :

IF A <= B THEN FLASH

Les sous-routines peuvent contenir des arguments :

Sub MYSUB (arg1, arg2\$, arg3)

<statements>

<statements>

End Sub

Lorsque la sous-routine est appelée, on peut alors assigner des valeurs aux arguments :

MYSUB 23, «Cat», 55

L'argument arg1 aura la valeur 23, arg2\$ prendra la valeur «Cat» et ainsi de suite.

Les arguments agissent comme des variables ordinaires, mais ils n'existent que dans la sous-routine et disparaîtront lorsqu'elle se terminera. On peut avoir des variables avec le même nom dans le programme principal.

La fonction définie par l'utilisateur est utilisée pour retourner des valeurs dans une expression :

Function Max(a, b)

If a > b

Max = a

Else

Max = b
EndIf
End Function

On peut alors l'utiliser de la manière suivante :

```
SetPin 1, 1 : SetPin 2, 1
Print «The highest voltage is»
Max(Pin(1), Pin(2))
```

Nous n'avons abordé là que les grandes lignes du MMBasic. Il est essentiel de se procurer par téléchargement et de lire le manuel «MMBasic Language manual Ver 4.5».

La platine à module UBW32

Le schéma théorique de cette platine est présenté en **figure 1**.

Le module UBW32 est livré programmé avec un firmware qui ne nous est d'aucune utilité, si ce n'est le bootloader qu'il contient.

Le schéma de principe est simple et ne comporte que peu de composants, la plupart d'entre eux se trouvant sur le module UBW32.

Les quarante lignes d'entrées/sorties sont accessibles sur deux rangées de connecteurs, de même que les signaux de l'interface «vidéo» VGA et ceux de l'interface «audio».

Cette dernière nécessite l'utilisation d'un filtre passe-bas, car les signaux PWM sont mélangés à une porteuse de 100 kHz qui peut engendrer un dysfonctionnement de l'amplificateur de puissance.

La platine est alimentée par une tension maximale de 9 V. Elle est appliquée directement au module UBW32 qui possède ses propres régulateurs de tensions.

Deux autres régulateurs génèrent les tensions de 3,3 V et 5 V que nous retrouvons sur les connecteurs des lignes d'entrées/sorties.

Il sera nécessaire, lorsque la platine sera câblée, de programmer l'UBW32 avec le firmware MMBasic 4.5. Cette programmation peut être réalisée de deux manières :

Pour utiliser le bootloader interne, effectuer les opérations suivantes :

- Positionner le commutateur d'alimentation du module vers USB

- Connecter l'UBW32 à l'aide d'un cordon USB

- Lancer le logiciel «HIDBootLoader.exe»

- Appuyer sur le bouton-poussoir RESET, puis sur le bouton-poussoir PROG. Il faut ensuite relâcher le bouton RESET. Les leds bleue, jaune et rouge s'illuminent et les leds verte et blanche clignotent alternativement.

La platine est reconnue par le logiciel de programmation (**vue d'écran 2**)

- Charger le fichier «CoulourMM_MMBasic_V4.5.hex» (**vue d'écran 3**)

- Lancer la programmation qui se termine par l'affichage de notre **vue d'écran 4**

- Déconnecter la prise USB de l'UBW32

- Installer le driver de gestion de la connexion USB (Silicon_Chip_USB_Serial_Port_Driver)

- Reconnecter le module et lancer le logiciel d'émulation de terminal «Tera Term»

- Choisir le port de la liaison «série». La **vue d'écran 5** apparaît, signalant que nous sommes passés sous MMBasic

La seconde manière est d'utiliser un programmeur pour PIC32.

Le PicKit3 est la meilleure solution, aussi bien pour la qualité du matériel que pour le prix de revient.

Le PicKit2 ne peut pas programmer les PIC32.

Afin de programmer le composant, respecter les points suivants :

- Télécharger MPLAB IDE v8.92 ou version ultérieure

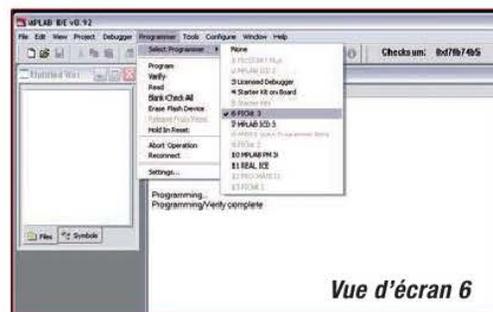
- Lancer le logiciel, puis sélectionner le programmeur PicKit3 (voir la **vue d'écran 6**)

- Sélectionner le composant, ici PIC32MX795F512L (**vue d'écran 7**)

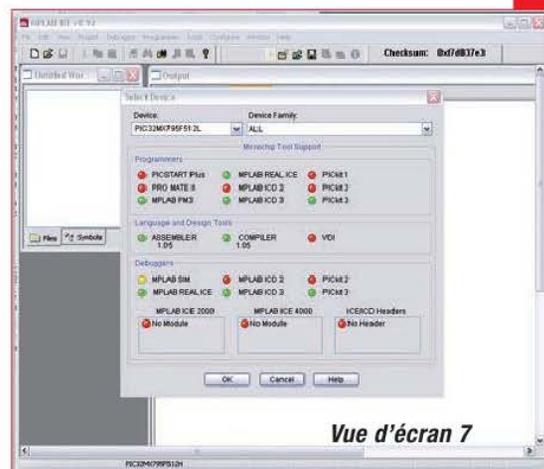
- Charger le firmware «CoulourMM_MMBasic_V4.5.hex» (voir la **vue d'écran 8**)

- Lancer la programmation du composant. La **vue d'écran 9** doit apparaître à la fin de l'opération

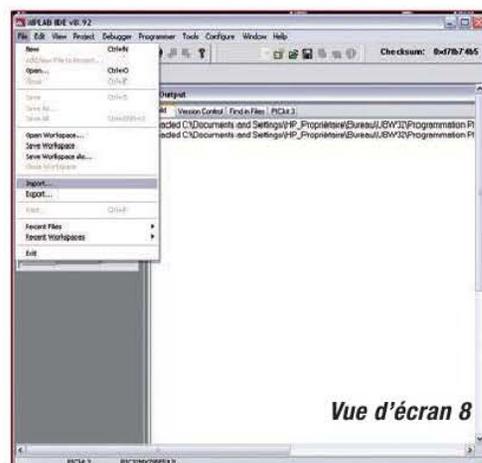
Lorsque des «updates» seront disponibles, il ne sera pas nécessaire d'utiliser le programmeur PicKit3 à nouveau. On pourra utiliser le bootloader que l'on vient de programmer avec le firmware.



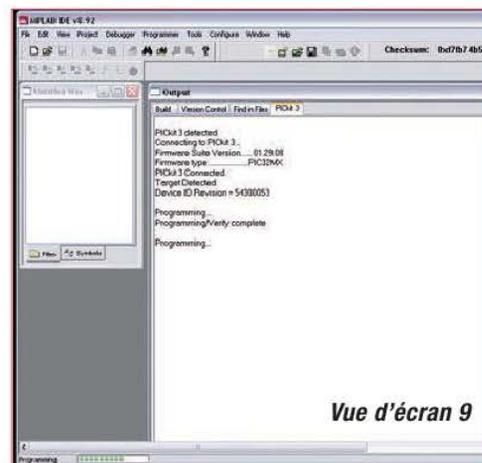
Vue d'écran 6



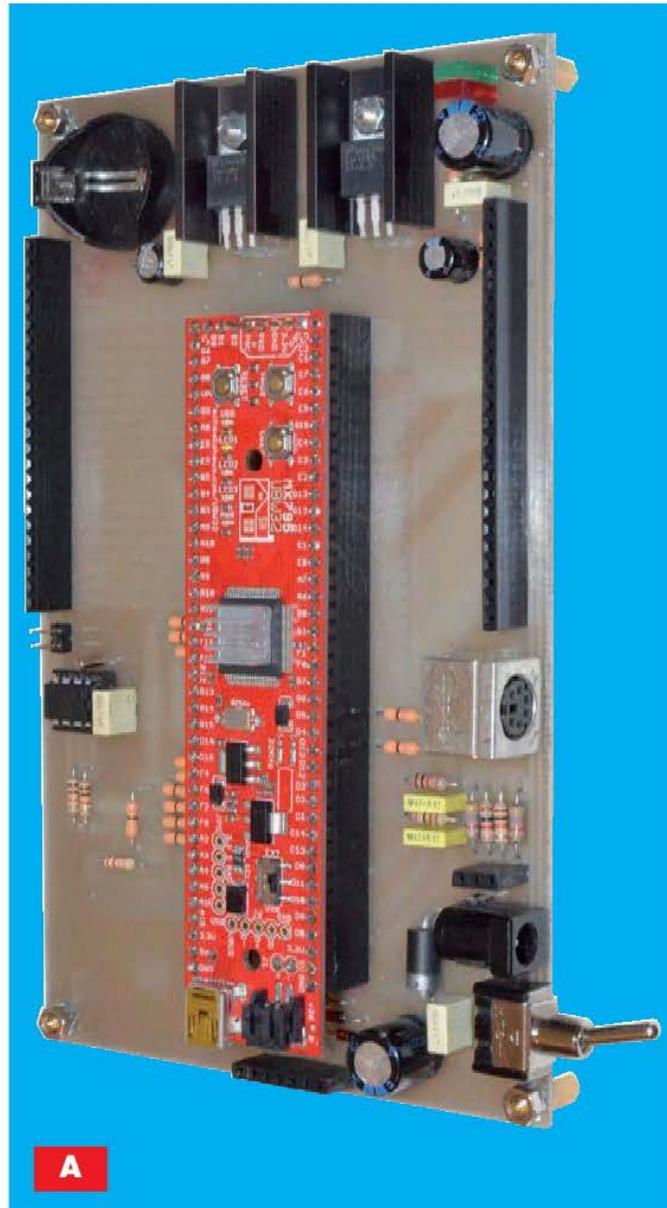
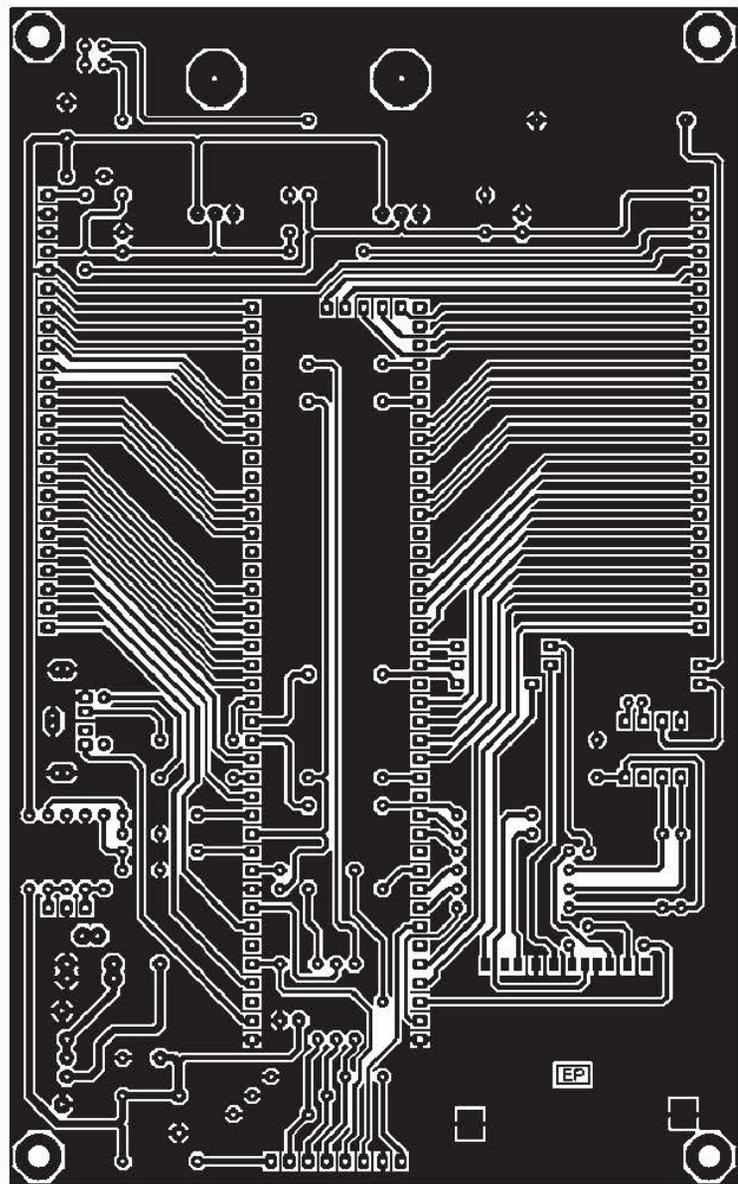
Vue d'écran 7



Vue d'écran 8



Vue d'écran 9



2

La réalisation

Le dessin des pistes cuivrées du circuit imprimé de la platine à UBW32 est représenté en **figure 2**, tandis que la **figure 3** et la **photo A** précisent l'implantation des composants.

Avant toute chose, il convient de munir le module UBW32 de broches, qui permettront son implantation sur la platine.

Pour cela, utiliser des barrettes de broches carrées soudées sur le circuit imprimé de l'UBW32.

Les broches soudées aux emplacements PGC et PGD devront être plus longues, car elles devront également

dépasser du côté composants du module. Du même côté et dans le prolongement des deux broches précédentes, souder également trois autres broches qui permettront la programmation du module avec le PicKit3.

Souder ensuite tous les straps puis les différents connecteurs. Ceux-ci sont des morceaux de barrette sécable, de supports, pour broches carrées. Utiliser les mêmes connecteurs pour constituer le support du module UBW32.

Le circuit intégré de l'horloge DS1307 est implanté dans un support.

Les deux régulateurs de tensions sont

fixés contre des petits dissipateurs thermiques.

Le support de la carte mémoire SD est soudé du côté cuivré de la platine.

Le câblage achevé, enlever l'excédent de la résine de la soudure au moyen d'un chiffon imbibé d'acétone.

Avant d'insérer les composants dans leur support, il est impératif de vérifier le bon fonctionnement de l'alimentation de la platine.

Il suffit de l'alimenter sous 9 V et de vérifier la tension de sortie des régulateurs. Si tout est correct, implanter les composants restants et procéder aux essais.

Nomenclature

CARTE À UBW32

• Résistances

R1, R2 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R3, R4, R11, R12 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R5, R6, R7 : 120 Ω (marron, rouge, marron)
 R8, R9 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R10 : 2,2 Ω (rouge, rouge, or)
 R13, R14 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

• Condensateurs

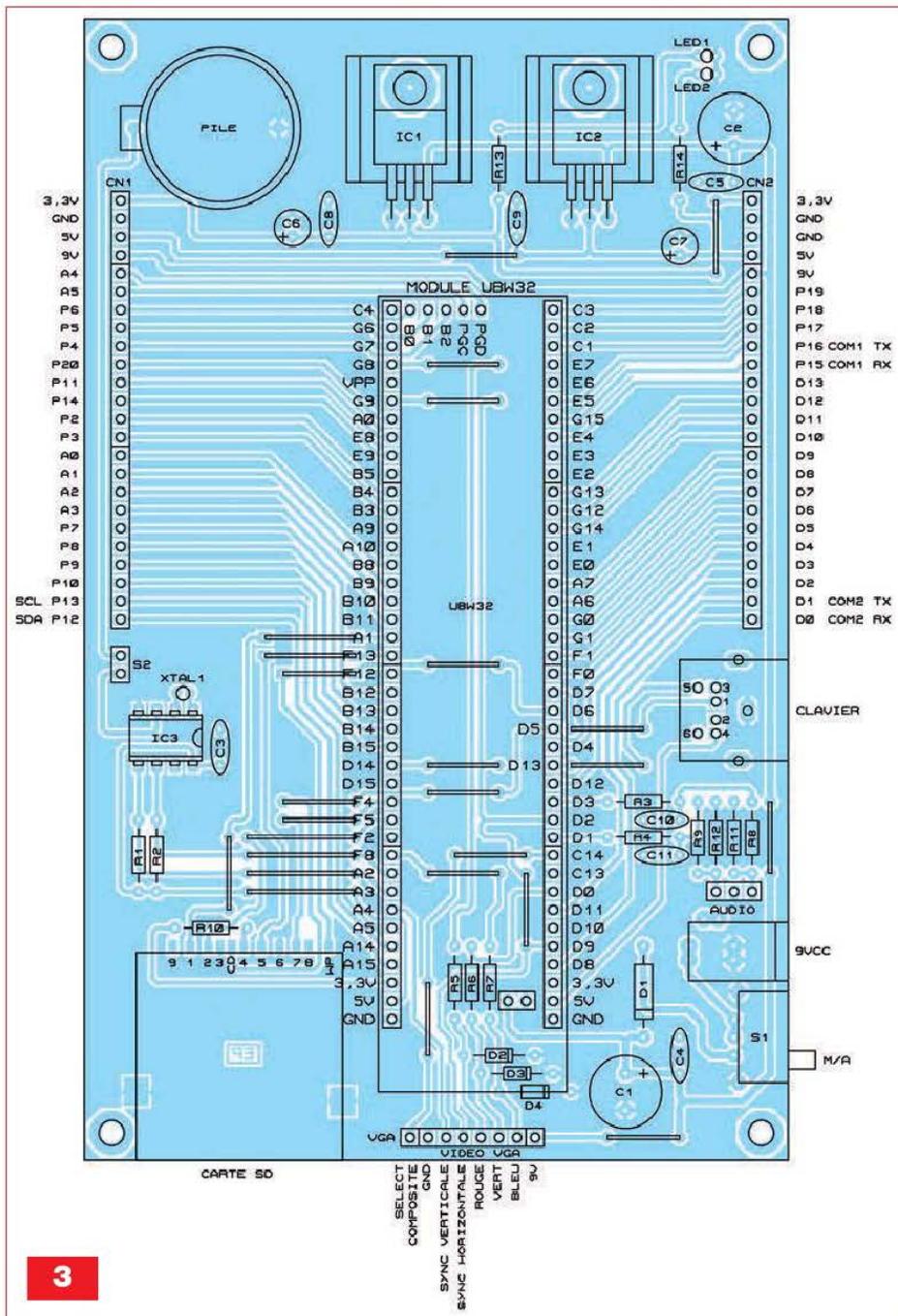
C1, C2 : 470 μF / 25 V
 C3, C4, C5, C8 à C11 : 100 nF
 C6, C7 : 10 μF / 25 V

• Semiconducteurs

IC1 : LM1084IT-3,3
 IC2 : LM1084IT-5
 IC3 : DS1307
 D1 : 1N5822
 D2, D3, D4 : 1N4148
 LED1, LED2 : diode électroluminescente

• Divers

- 1 module UBW32 (SparkFun Electronics, <https://www.sparkfun.com/products/9713>)
- 1 quartz 32,768 kHz
- 1 support pour circuit intégré à 8 broches
- 2 dissipateurs thermiques pour TO220
- Barrette sécable, de supports femelles, pour broches carrées
- Barrette sécable, de broches carrées
- 1 support pour carte mémoire SD (Gotronic)
- 1 connecteur mini-DIN pour clavier PS2 (Gotronic)
- 1 connecteur alimentation
- 1 interrupteur pour circuit imprimé
- 1 support pour pile CR2032
- 1 pile CR2032
- 1 cavalier pour broches carrées



3

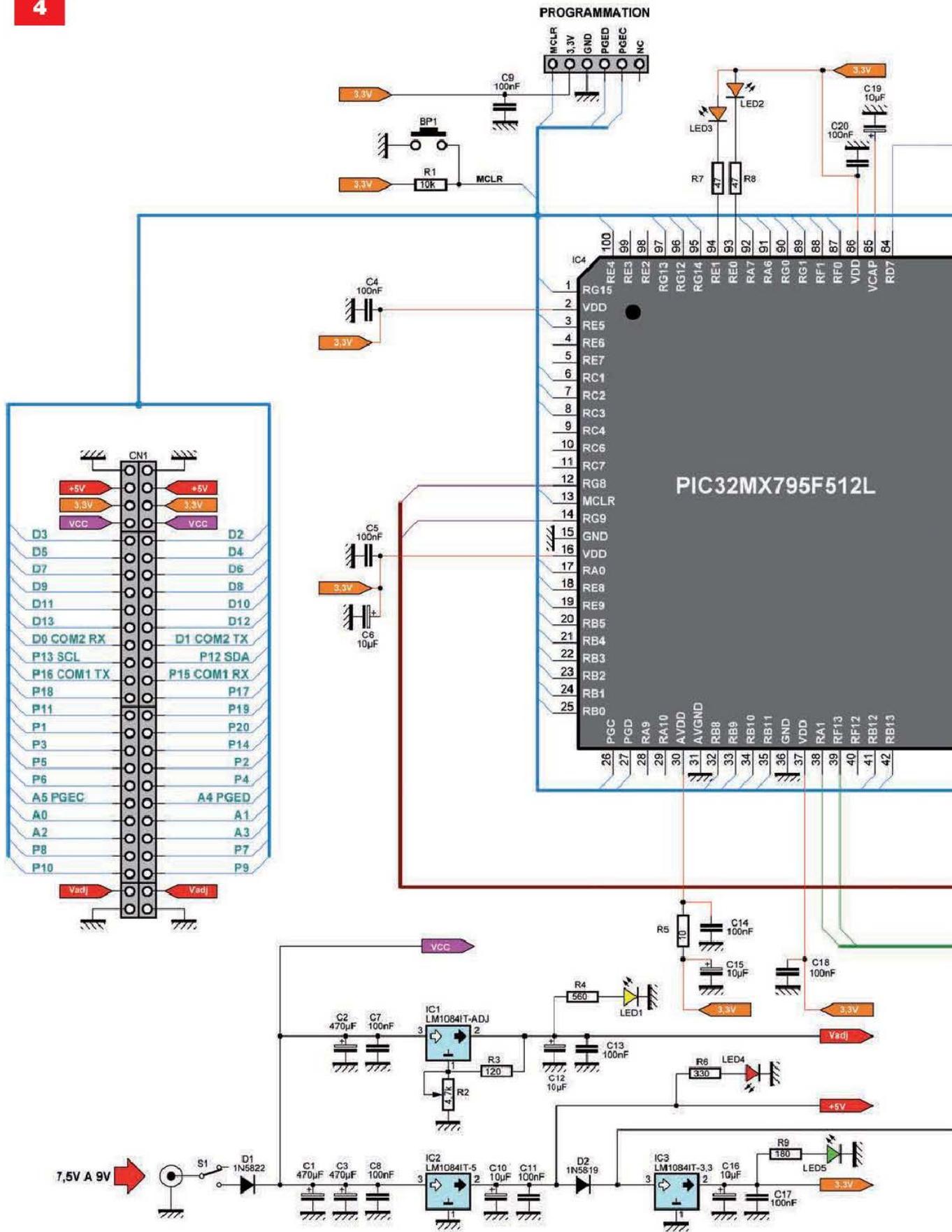
La platine à puce PIC32MX795F512L

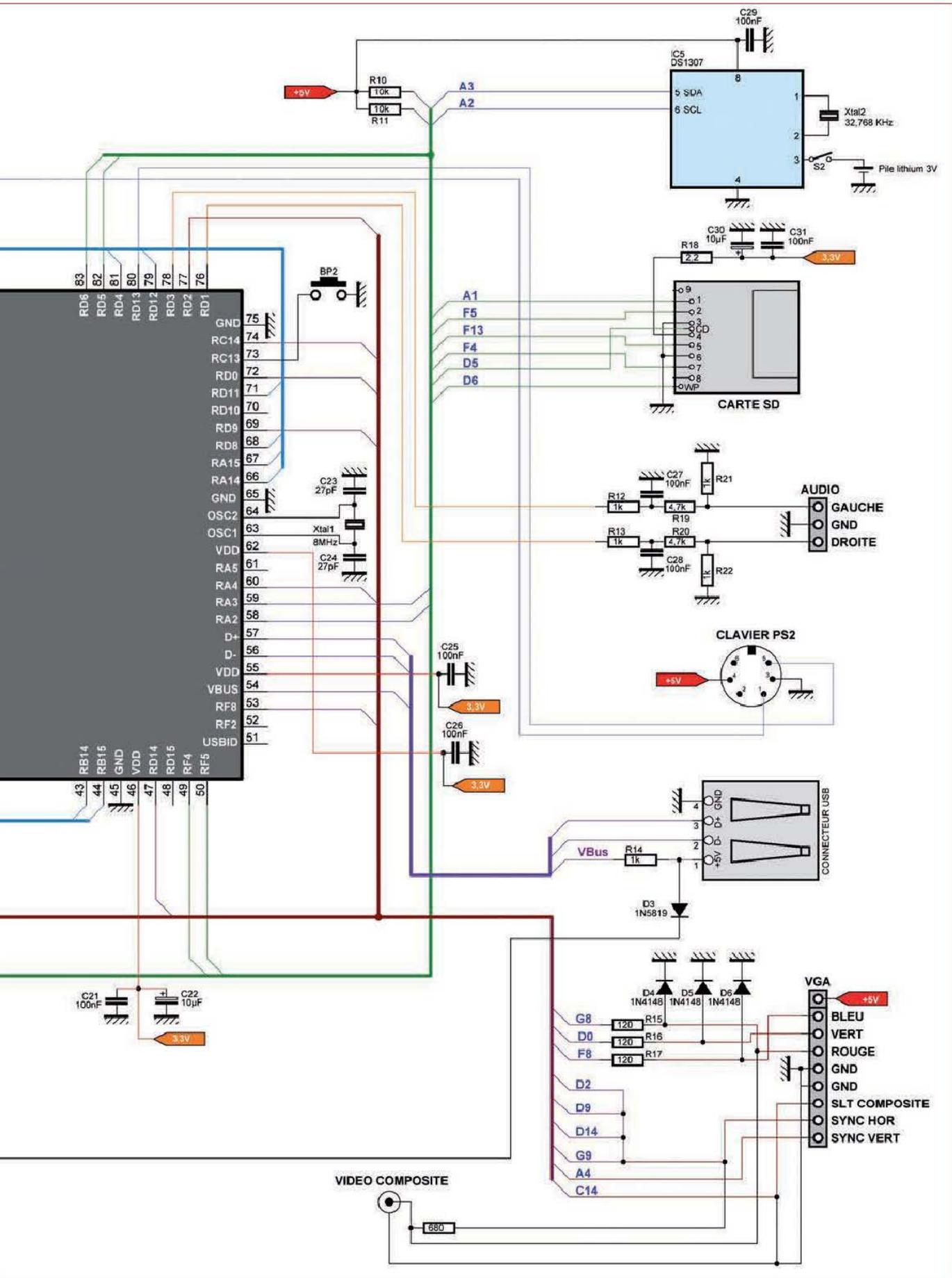
Le schéma théorique de cette seconde platine est présenté en **figure 4**. Quoiqu'un peu plus complexe, il ressemble cependant au premier. Les composants supplémentaires, tels que les connecteurs USB et ICSP ainsi que les condensateurs de découplages, ont été ajoutés. On retrouve le connecteur permettant d'accéder aux quarante lignes d'en-

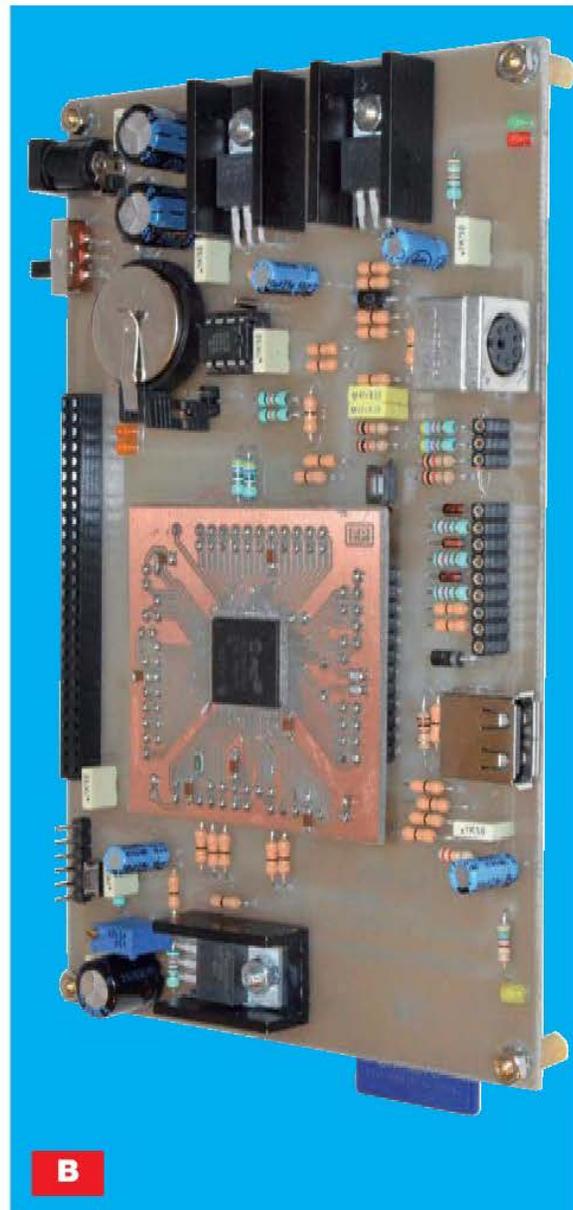
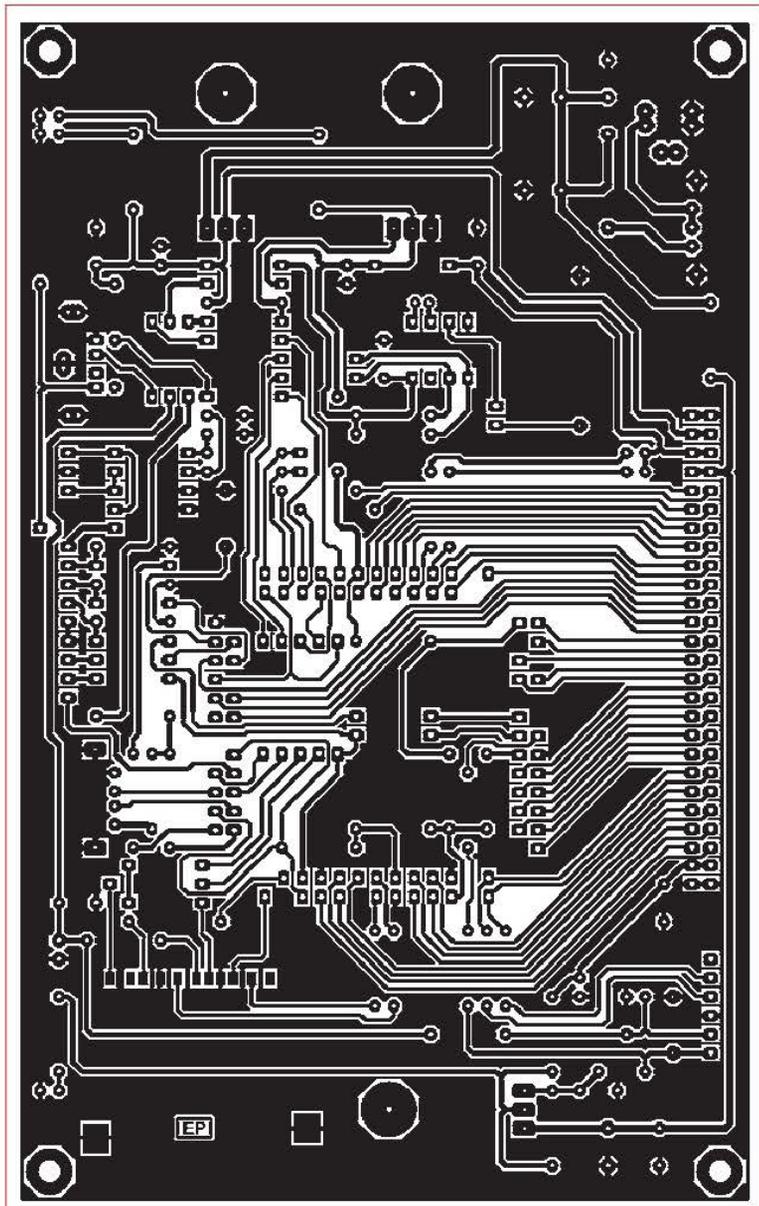
trées/sorties, le connecteur «vidéo» VGA, le support de la carte mémoire SD et les connecteurs du clavier et de la sortie «audio». Nous avons indiqué, sur le schéma de principe, la façon de procéder pour disposer d'une sortie en «vidéo» composite. Ce câblage n'est pas réalisé sur la platine. Un bouton-poussoir BP1 de RESET et un bouton-poussoir BP2 de BOOT LOAD ont été câblés sur la platine. Le bouton-poussoir BP2 permet de

positionner le microcontrôleur en mode de «bootload», lorsque l'on appuie dessus, alors que la platine est mise sous tension. Cela permet de charger un nouveau firmware en mémoire. Trois régulateurs de tensions sont présents : deux d'entre eux génèrent les 3,3 V et 5 V nécessaires au fonctionnement de la platine, tandis que le troisième permet de disposer d'une tension ajustable en fonction des périphériques externes qui seront connectés au mini-ordinateur.

4







5

Nomenclature

CARTE À PIC32MX795F512L

• Résistances

R1, R10, R11 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R19, R20 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R3, R15, R16, R17 : 120 Ω (marron, rouge, marron)
 R4 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R5 : 10 Ω CMS 1206
 R6 : 330 Ω (orange, orange, marron)
 R7, R8 : 47 Ω (jaune, violet, noir)
 R9 : 180 Ω (marron, gris, marron)
 R12, R13, R14, R21, R22 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R18 : 2,2 Ω (rouge, rouge, or)
 R2 : ajustable 4,7 k Ω

• Condensateurs

C1, C2, C3 : 470 μ F / 25V
 C4, C5, C14, C18, C20, C21, C25, C26 : 100 nF / CMS 1206

C6, C15, C19, C22 : 10 μ F (tantale goutte)
 C7, C8, C9, C11, C13, C17, C27, C28, C29, C31 : 100 nF
 C10, C12, C16, C30 : 10 μ F / 25 V
 C23, C24 : 27 pF / CMS 0805

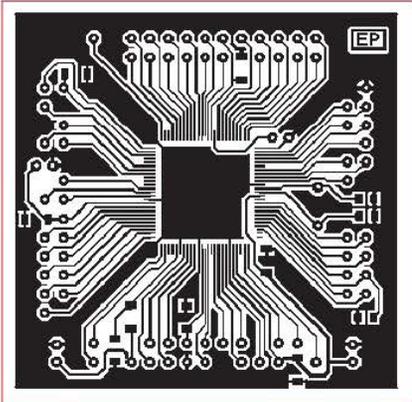
• Semiconducteurs

IC1 : LM1084IT-ADJ
 IC2 : LM1084IT-5
 IC3 : LM1084IT-3,3
 IC4 : PIC32MX795F512L-PF (Farnell, Radiospares)
 IC5 : DS1307
 D1 : 1N5822
 D2, D3 : 1N5819
 D4, D5, D6 : 1N4148
 LED1 à LED5 : diode électroluminescente

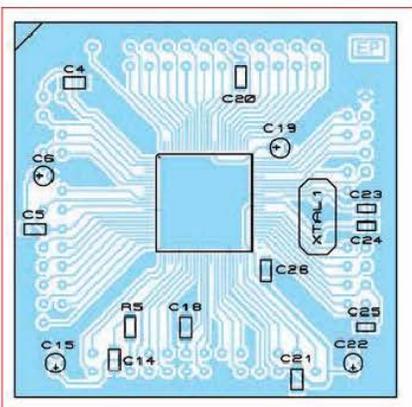
• Divers

1 circuit imprimé adaptateur
 1 support pour circuit intégré à 8 broches

3 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220
 Barrette sécable, de supports femelles, pour broches carrées
 Barrette sécable, de supports femelles, double rangée, pour broches carrées
 Barrette sécable de broches carrées
 Barrette sécable de supports femelles «tulipe»
 Barrette sécable de broches «tulipe»
 1 support pour carte mémoire SD (Gotronic)
 1 connecteur mini-DIN pour clavier PS2 (Gotronic)
 1 connecteur alimentation
 1 interrupteur pour circuit imprimé
 1 connecteur USB pour circuit imprimé
 2 boutons-poussoirs miniatures pour CI
 1 support pour pile CR2032
 1 pile CR2032 - 3 V
 1 cavalier pour broches carrées
 1 quartz 32,768 kHz (XTAL2)
 1 quartz 8 MHz (XTAL1)

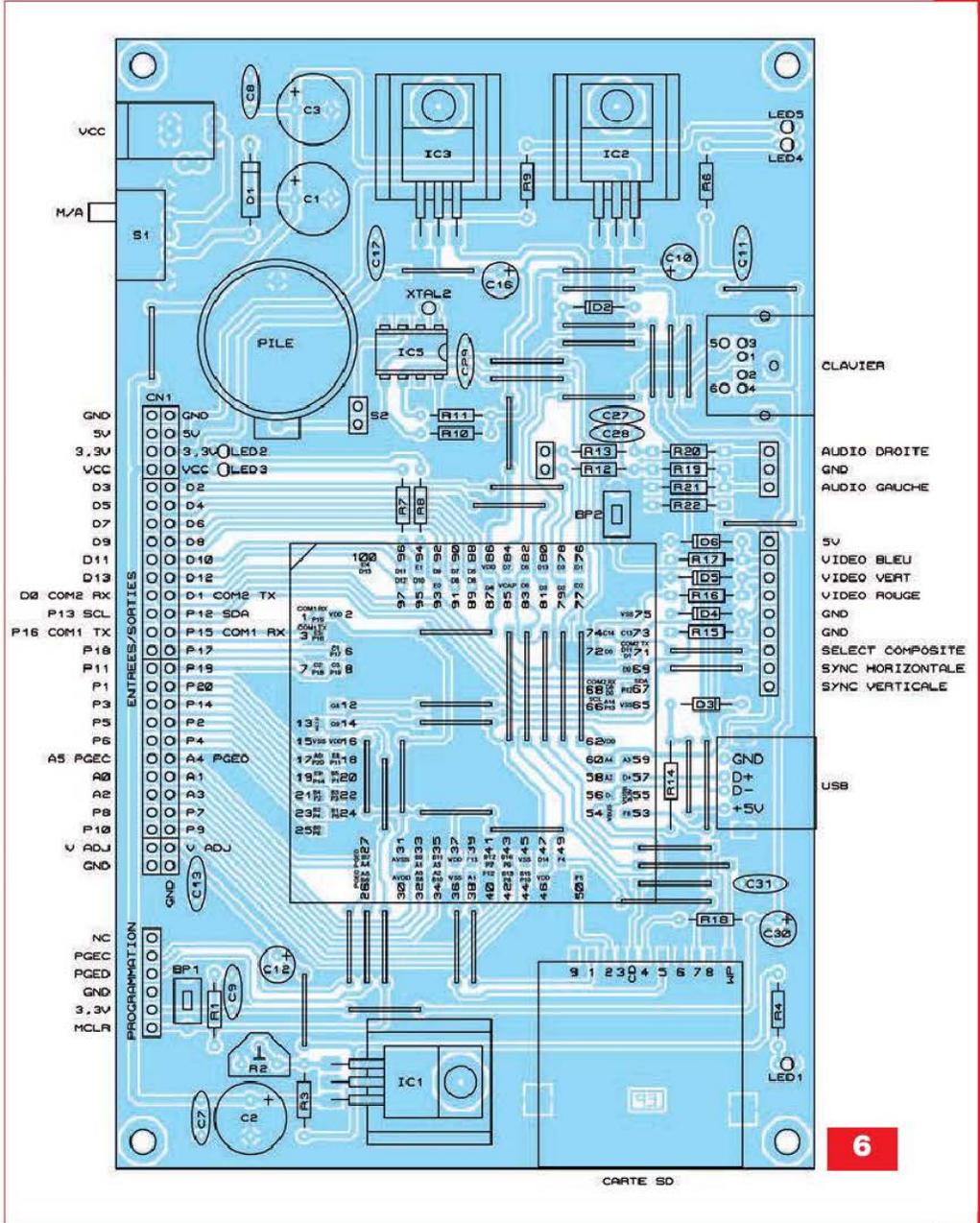


7



8

Copyright (Firmware, MMBasic, Maximite) Video and keyboard routines from Lucio Di Jasio's book «Programming 32-bit Microcontrollers in C». Colour technique developed by Dr Kilian Singer. Colour Maximite logo designed by Nick Marentes. MOD Player Copyright 2012 Pascal Piazzalunga. I2C & 1-Wire Support Copyright 2011 Gerard Sexton. USB VID and PIDs are sublicensed by Microchip. USB/CDC and SD/FAT Support Copyright 2010, 2011 Microchip Technology Incorporated. This is free software and comes with absolutely no warranty implied or otherwise.



6

La réalisation

Le dessin du circuit imprimé est représenté en **figure 5**. L'implantation des composants est précisée en **figure 6** et **photo B**.

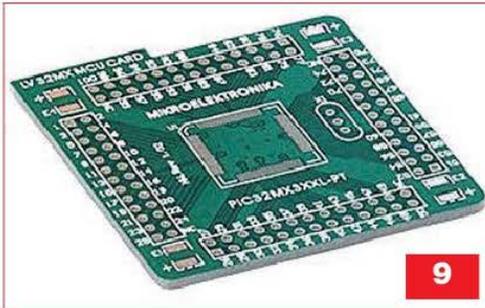
Le microcontrôleur étant un modèle CMS, il est nécessaire de le souder sur une platine d'adaptation. Celle-ci peut être réalisée en utilisant le tracé du circuit imprimé de la **figure 7** et l'implantation représentée en **figure 8**. Si vous ne souhaitez pas réaliser ce circuit imprimé vous-mêmes, vous pouvez vous le procurer auprès de la société MikroElektronika, sous la référence

PIC32MCUcard4. C'est un adaptateur prévu pour les PIC32MX3XXL-PT qui présentent le même brochage que les PIC32MX795F512L. La **figure 9** représente l'un de ces adaptateurs. Vous pouvez donc l'utiliser. Dans ce cas, un condensateur de 10 µF doit être soudé à chaque coin de la platine. Le condensateur au tantale de 10 µF, ainsi que les capacités de 100 nF, les deux capacités de 27 pF de l'oscillateur et la résistance de 10 Ω sont soudés sous le microcontrôleur (côté composants). Nous commencerons par le câblage

de la platine supportant le microcontrôleur.

La soudure des composants CMS reste délicate, mais cette opération n'est pas d'une difficulté insurmontable, pour peu que les conseils suivants soient respectés :

- 1/ Maintenir le composant sur 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 de diamètre 0,5 mm



- 3/ Souder une des 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, tout en respectant un délai de quelques secondes entre chaque opération. L'utilisation de flux de soudure liquide facilite les opérations. Il n'est pas grave que plusieurs broches aient été soudées ensemble
- 5/ Lorsque l'opération est terminée, il suffit d'enlever l'excédent de soudure, au moyen d'une tresse à dessouder, toujours en respectant un délai entre chaque opération, afin de ne pas trop chauffer le composant CMS
- 6/ Il suffit ensuite de souder des morceaux de barrette sécable, de picots, pour support «tulipe», dans

les trous de connexion du circuit imprimé adaptateur. Le tout sera ensuite enfiché dans des rangées de supports «tulipe» soudées sur la platine

Les condensateurs au tantale «goutte» de 10 μ F et le quartz de 8 MHz sont soudés sur la face non cuivrée. Les condensateurs de 100 nF et la résistance de 10 Ω , choisis en format CMS 1206, sont bien évidemment soudés du côté cuivré.

Passer ensuite au câblage de la platine principale :

- implanter tout d'abord les nombreux straps, en utilisant de préférence des résistances de 0 Ω , bien plus faciles à souder
- Les trois régulateurs de tensions sont fixés contre des petits dissipateurs thermiques
- Le connecteur des lignes d'entrées/sorties est une barrette sécable, double rangée de connecteurs femelles, pour broches carrées
- Les autres connecteurs sont des modèles simples (barrette sécable, une rangée de connecteur femelle) sauf le connecteur ICSP de programmation qui est un morceau de six points de broches carrées

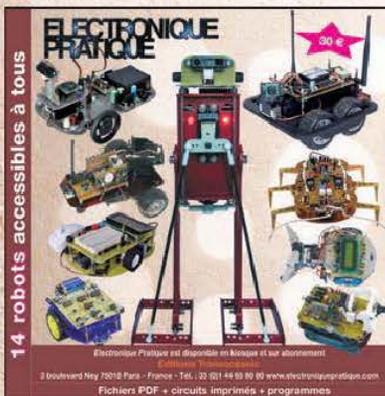
- Le circuit intégré de l'horloge en «temps réel» est inséré dans un support
- Souder le support de la carte mémoire côté cuivré

Le câblage achevé, ôter l'excédent de la résine de la soudure. Procéder aux essais des alimentations de la platine en la mettant sous tension et en mesurant les tensions en sortie des trois régulateurs.

En obtenant un fonctionnement correct, passer à la programmation du microcontrôleur en vous reportant au paragraphe traitant de la programmation de l'UBW32. Il est nécessaire de disposer d'un programmeur de type PicKit3 (ou autre). Mettre la platine sous tension, puis insérer le programmeur dans le connecteur ICSP en respectant les points décrits plus haut. Cela effectué, la platine mise sous tension, la connecter au PC au moyen d'un câble USB et après avoir chargé le driver «Silicon Chip USB» lancer le logiciel «Tera Term». Vous pouvez également connecter, cela est préférable, un moniteur VGA et un clavier PS2.

P. OGUIC
p.oguic@gmail.com

14 robots accessibles à tous



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

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « 14 robots accessibles à tous »
 France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

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

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : •FR76 1287 9000 0100 2210 3899 350/BIC : DELUFR22XXX)
 A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80



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

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

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

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

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

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

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

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 1287 9000 0100 2210 3899 350 / BIC : DELUFR22XXX)
 A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80



Et si vous réalisiez
votre ampli à tubes...

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

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

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

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

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

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 1287 9000 0100 2210 3899 350 / BIC : DELUFR22XXX)
 A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

TELEPOST : le facteur est passé



A la question, parfois impatiente, «le facteur a-t'il déposé du courrier ?», nous vous proposons une réalisation apte à vous fournir la réponse.

Cette réalisation est étudiée pour les boîtes aux lettres disposant d'une porte et d'un volet destinés au facteur. Sur l'autre face, une autre porte est utilisable par le destinataire. Si votre boîte aux lettres ne dispose que de la porte de dépôt, ce système fonctionnera également.

Description générale

Le facteur dépose le courrier en ouvrant le volet ou la porte. Cet événement, que nous désignerons plus tard par DEPOT, est transmis, via un module «radio», à un module récepteur situé au domicile du destinataire.

A la réception de ce signal, un signal «audio» de quelques secondes, du genre sonnette, est diffusé et un voyant rouge se met à clignoter.

En conséquence, si personne n'est sur place pour entendre le signal «audio», il sera possible de voir la led clignoter. Si un nouveau dépôt de courrier a lieu, le signal «audio» sera de nouveau généré et le voyant rouge continuera simplement à clignoter.

Averti du dépôt du courrier, le propriétaire de la boîte aux lettres se dirige

vers elle, ouvre la porte qui lui est dédiée, prend possession de son courrier et referme sa porte.

Cet événement, que nous désignerons plus tard par RETRAIT, est transmis lui aussi via le module «radio» vers le domicile.

A réception de l'événement RETRAIT, la led rouge s'éteint définitivement et une led verte, non clignotante, s'allume. Le circuit de détection est alors prêt pour entreprendre un nouveau cycle. Il n'y a donc aucune intervention à effectuer sur le module situé à l'intérieur du domicile.

Cette réalisation est centrée sur une paire de circuits destinés aux télécommandes.

Notre choix s'est porté sur le codeur HT12E et le décodeur HT12D.

Dans la mesure où ces deux circuits déterminent le reste de l'électronique, nous allons commencer par en décrire le fonctionnement.

Le codeur HT12E

Prévu pour des télécommandes alimentées par une pile, il supporte une tension comprise entre 2,4 V et 12 V. Il a, pour fonction, de créer un train

d'onde de niveau 0 ou 1 (information «série») déterminé par l'état de ses entrées (information «parallèle»).

Pour ce faire, le HT12E dispose de douze entrées, dont huit sont destinées à définir une adresse. Les quatre dernières peuvent servir d'adresse ou de donnée.

Le codage maximum possible est donc sur 12 bits, soit 4 096 possibilités.

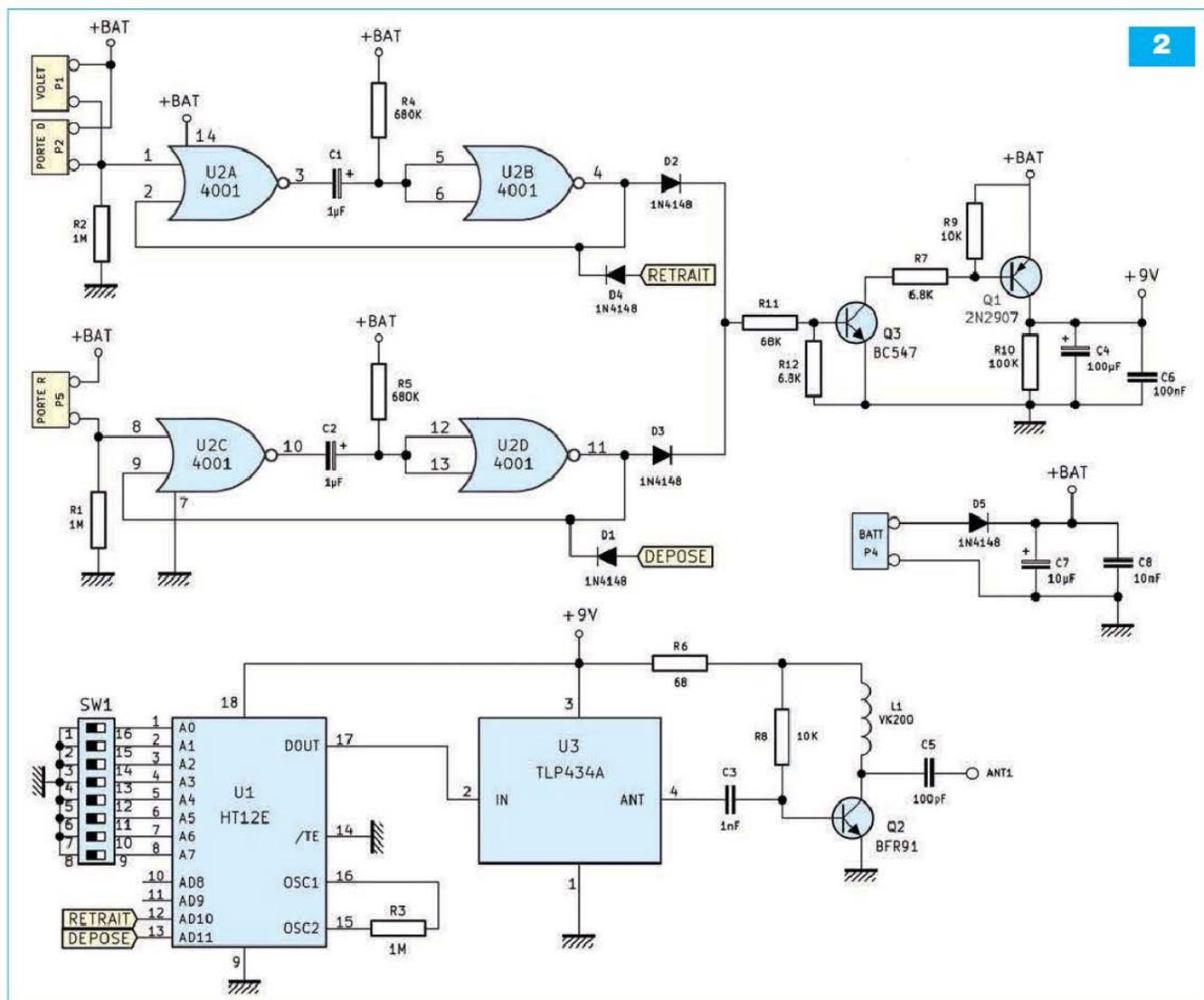
Notre réalisation nécessite l'utilisation de deux données (DEPOT et RETRAIT). En conséquence et pour être compatible avec le décodeur HT12D, nous n'utiliserons que huit entrées d'adresse, deux entrées de donnée, les deux dernières n'étant pas utilisées.

Dans ce cas, il nous reste encore 256 possibilités de codage.

Le HT12E essaye toujours de transmettre un ensemble de quatre mots (constitués d'adresses et de données). Ceci est justifié par le fait que le décodeur ne validera une réception que si le même message est reçu trois fois de suite.

La fréquence choisie pour le HT12E est sensiblement de 3 kHz.

Comme l'illustre le diagramme de la figure 1, chaque bit (0 ou 1) utilise trois périodes et dure donc 1 ms.

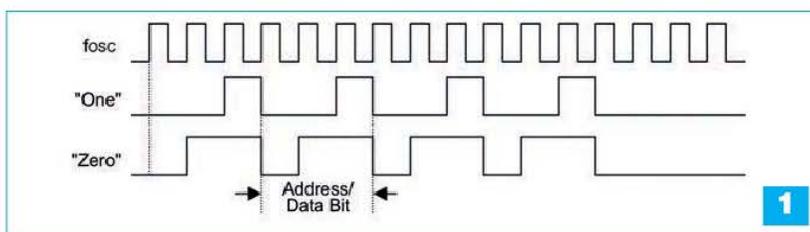


Un mot de 12 bits va donc durer 12 ms et 4 mots 48 ms. Pour assurer plus de fiabilité dans la communication, il nous a semblé nécessaire de transmettre une dizaine de fois l'ensemble, soit une durée de l'ordre de 480 ms.

De même, nous notons que les signaux appliqués aux entrées ne doivent en aucun cas dépasser la tension d'alimentation, +0,3 V. Ces entrées ont d'ailleurs des résistances internes de tirage au (+) de l'alimentation «Pull Up», qui font que les entrées laissées en l'air sont considérées comme étant à l'état «haut». Il est bien sûr impératif que les entrées présentent un état stable pendant toute l'opération de codage.

Le décodeur HT12D

Il supporte, lui aussi, une alimentation pouvant atteindre 13 V. Il est prévu



pour être utilisé avec le codeur HT12E, en mode 8 bits d'adresse et 4 bits de donnée. Le point essentiel est de déterminer la fréquence de son oscillateur, compatible avec celle du codeur. Il est demandé d'avoir sensiblement : $\text{Fréq Osc décodeur} = 50 \times \text{Fréq Osc codeur}$. En conséquence, la fréquence de l'oscillateur du décodeur sera de 150 kHz.

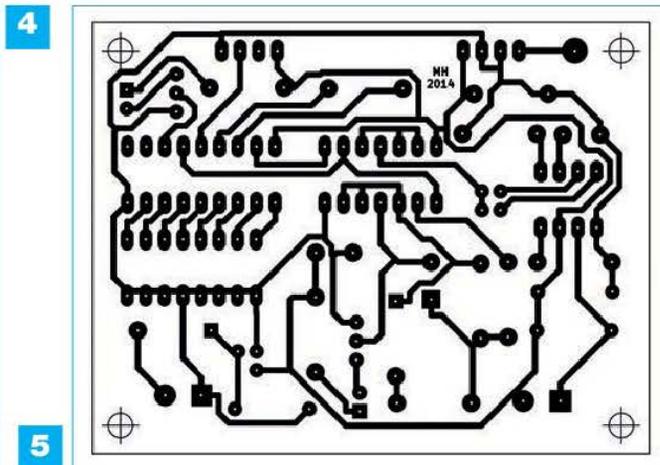
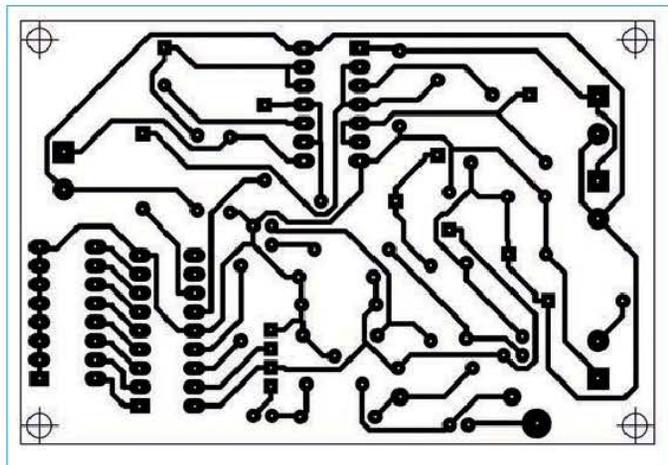
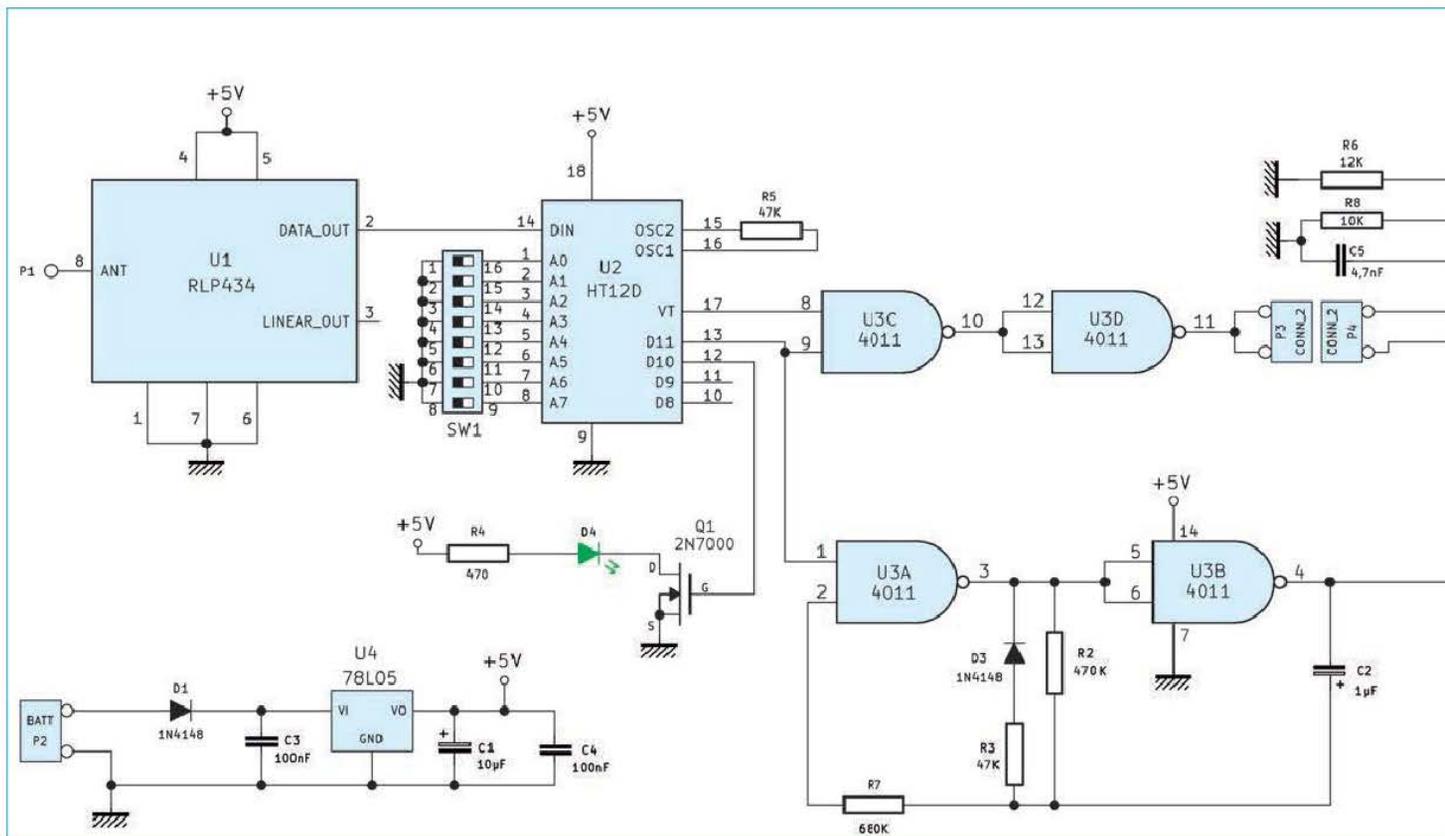
Si le décodeur reçoit trois fois le même mot, il validera alors la réception, affichera les quatre données

reçues et générera une impulsion sur la sortie VT.

Le module émetteur

L'alimentation est réduite à sa plus simple expression, la source étant une pile de 9 V (figure 2). La diode D5 permet de prévenir tout risque lié à une inversion de polarité.

La capacité d'une pile standard étant de 500 mAh, l'accent est mis sur une consommation minimale.



Seul un CMOS, présentant une consommation de sensiblement $1 \mu\text{A}$, est en permanence alimenté (U2 / 4001). Le reste du circuit est laissé hors tension.

La fermeture des contacts de DEPOT (porte et volet) et de RETRAIT (porte) est mise en forme pour, d'une part présenter un état stable, d'autre part déclencher une période d'émission de sensiblement 500 ms.

Pour ce faire, les signaux DEPOT et RETRAIT arment des monostables constitués des portes NOR (A et B) pour DEPOT, (C et D) pour le RETRAIT.

Le monostable génère une impulsion positive, d'une durée de :

- $0,7 \times R4 \times C1$ pour le DEPOT
- $0,7 \times R5 \times C2$ pour le RETRAIT

Dès que l'un des monostables passe au niveau «haut», le reste du module est mis sous tension.

Pour ce faire, les diodes D2 et D3 constituent une fonction OU qui sature le transistor NPN / Q3 qui, à son tour, sature le transistor PNP / Q1.

Une fois Q1 saturé, la tension batterie -Vce sat de Q1, est disponible sur son collecteur, permettant ainsi d'alimenter

le reste du circuit (codeur HT12E, émetteur 433 MHz et ampli VHF).

Dès que le codeur HT12E est mis sous tension et, dans la mesure où la broche TE est mise à la masse, il commence à encoder ses douze entrées, dont les deux signaux DEPOT et RETRAIT qui arrivent sur les entrées AD10 et AD11, via les diodes D1 et D4. La sortie du codeur HT12E est dirigée vers l'émetteur 433 MHz / TLP434A.

Soulignons que celui-ci est compatible avec le module TX433N.

Cet émetteur consomme au maximum 20 mA, pour produire jusqu'à 16 dBm.

Nomenclature

ÉMETTEUR

• Condensateurs

- C1, C2 : 1 μ F / 25 V
- C3 : 1 nF
- C4 : 100 μ F / 25 V
- C5 : 100 pF
- C6 : 100 nF
- C7 : 10 μ F / 25 V
- C8 : 10 nF

• Résistances

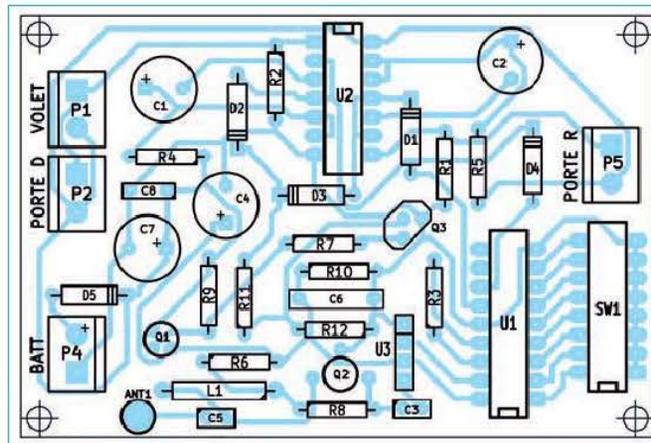
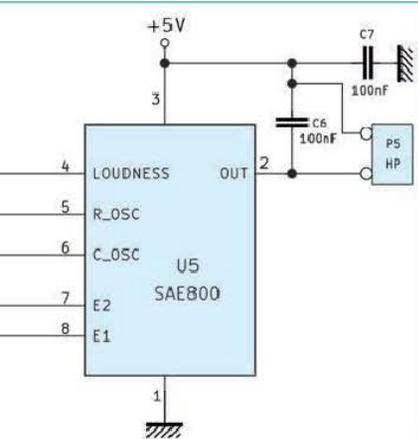
- R1, R2, R3 : 1 M Ω
- R4, R5 : 680 k Ω
- R6 : 68 Ω
- R7, R12 : 6,8 k Ω
- R8, R9 : 10 k Ω
- R10 : 100 k Ω
- R11 : 68 k Ω

• Semiconducteurs

- D1 à D5 : 1N4148
- U1 : HT12E (Radiospares, ebay)
- U2 : CD 4001
- U3 : TLP434A (St-Quentin Radio, Gotronic)
- Q1 : 2N2907
- Q2 : BFR91 (St-Quentin Radio, Lextronic)
- Q3 : BC547

• Divers

- L1 : VK200
- P1, P2, P4, P5 : bornier de 2 plots
- SW1 : DIP Switch 08



3

6

La modulation (ASK) est réduite à «présence» ou «absence» de la porteuse. Pour assurer une émission fiable, sur une distance importante avec des obstacles, nous avons ajouté un étage amplificateur constitué du transistor Q2. Il s'agit d'un transistor HF, que le circuit de polarisation amène à travailler avec un courant collecteur de 30 mA. La sortie de l'amplificateur est reliée à une antenne, constituée d'un fil conducteur de 17 cm, soit sensiblement un quart de la longueur d'onde.

Le module récepteur

Un bloc secteur délivre une tension continue de l'ordre de 9 V / 200 mA. Cette alimentation traverse une diode de protection D1 et entre dans un régulateur 78L05. Il délivre une tension stable de 5 V / 100 mA (figure 3). Pour toujours être à l'écoute du module émetteur, le module récepteur est constamment alimenté, mais consomme peu, sauf le circuit «audio», ce qui ne dure que quelques secondes.

Le RLP434, compatible avec le module RX433N, constitue le récepteur radio. Pour des conditions difficiles de réception (distance, obstacles...) il est envisageable d'utiliser le récepteur RLP434A, plus onéreux, mais dont la sensibilité est supérieure.

A la sortie du RLP434, nous retrouvons les trains de signaux, comparables à ceux émis et définis par le HT12E. Ces signaux sont dirigés vers le HT12D, qui effectue l'opération inverse de celle du codeur. Ils sont, par la suite, soumis à son algorithme interne. Si, comme expliqué précédemment, l'adresse est reconnue au moins trois fois, alors les données (DEPOT et RETRAIT) sont envoyées sur leurs sorties respectives D11 et D10.

Grâce à la fonction «latch» du HT12D, une fois reçu, le signal DEPOT reste au niveau «haut».

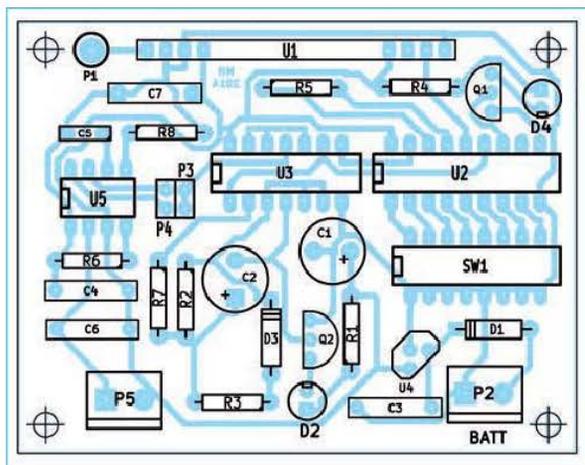
En faisant passer au niveau «haut» l'entrée 1 de la porte NAND / U3A, l'astable constitué des portes U3A et U3B oscille, en générant une impulsion de 100 ms, toutes les secondes.

C'est la diode D3 qui permet d'obtenir ce rapport cyclique. Dans un sens, le circuit de charge du condensateur C2 est constitué de R3 en parallèle avec R2 (diode D3 passante).

Dans l'autre sens (diode D3 bloquée), seule la résistance R2 permet une charge lente du condensateur.

En sortie de l'oscillateur, le transistor Q2 permet de disposer du courant nécessaire à l'illumination de la led D2. Le signal DEPOT est également utilisé, en association avec la broche 17 du HT12D, pour déclencher une impulsion de commande du circuit SAE800. Le SAE800 est un générateur programmable (simple, double ou triple) de gong sonore. La programmation se limite à choisir, où envoyer l'impulsion de départ. Ce choix s'effectue via les deux cavaliers P3, P4.

Le SAE800 peut générer un courant haut-parleur de 750 mA, ce qui n'est pas possible avec notre alimentation. Le niveau sonore est ajusté avec la résistance R6 et devient ainsi compatible avec notre alimentation.



7



B



C

Pour produire le son, un petit haut-parleur de 8 Ω est connecté entre la Pin 2 et le +5 V. Si vous souhaitez disposer d'un niveau sonore beaucoup plus élevé, il vous faudra remplacer le régulateur 78L05 par un 7805 et diminuer la valeur de R6.

Dès l'apparition du signal RETRAIT sur la broche D10 du HT12D, le transistor Q1 devient passant et la led verte s'illumine.

Réalisation

Les circuits imprimés sont proposés en **figure 4** pour l'émetteur et **figure 5** pour le récepteur. Tous les perçages se font d'abord avec un foret de Ø 0,8 mm. Pour les connecteurs, ils sont agrandis à Ø 1,2 mm. Implantez les composants dans l'ordre croissant de leur hauteur.

Les circuits intégrés sont pourvus de supports DIL adaptés ou confectionnés à partir de barrettes «tulipe».

Une attention particulière est à porter au BFR91, dont la patte la plus longue (à son achat) détermine le collecteur. La **figure 6** permet l'insertion des

composants du module émetteur. La **photo A** montre le module câblé et permet un contrôle du travail effectué. La **figure 7** précise le positionnement des composants du module récepteur, avec leur orientation. La **photo B** montre le module câblé prêt à l'emploi. La mise sous tension s'effectue progressivement, d'abord sans les circuits intégrés.

Veiller à afficher le même code sur les DIP switches des deux modules.

Il reste alors à connecter les capteurs d'ouverture de portes sur le module émetteur et le haut-parleur sur le module récepteur.

Nous rappelons que les capteurs de portes doivent fermer un contact, lors de l'ouverture (**photo C**). Fixée (éventuellement collée) sur la caisse de la boîte aux lettres, la lamelle doit être en pression lorsque la porte est fermée. L'utilisation du contact NC (Normally Closed) fournira alors le signal désiré.

Essais et conclusion

Les essais sur table permettent de confirmer le bon fonctionnement de

Nomenclature

RÉCEPTEUR

• Condensateurs

C1 : 10 µF/16 V
C2 : 1 µF/16 V
C3, C4, C6, C7 : 100 nF
C5 : 4,7 nF

• Semiconducteurs

U1 : RLP434A (Gotronic, St-Quentin Radio)
U2 : HT12D (Radiospares, Futurlec, ebay)
U3 : CD4011
U4 : 78L05
U5 : SAE800 (Radiospares, E44)
D1, D3 : 1N4148
D2 : led rouge Ø 3 mm
D4 : led verte Ø 3 mm
Q1, Q2 : 2N7000

• Résistances

R1, R4 : 470 Ω
R2 : 470 kΩ
R3, R5 : 47 kΩ
R6 : 12 kΩ
R7 : 680 kΩ
R8 : 10 kΩ

• Divers

P2 à P5 : bornier de 2 plots
SW1 : DIP Switch 08

l'ensemble. Par la suite, le récepteur, à l'intérieur du domicile, nous a démontré une portée supérieure à 100 m. Comme évoqué dans l'introduction, cette réalisation est aussi utilisable si votre boîte aux lettres ne dispose pas de la porte arrière nécessaire au RETRAIT.

Il suffit de placer un bouton-poussoir que vous presserez lors du retrait du courrier.

M. HAMON

Toute l'année 2010 en un seul CD

N°345 de Janvier

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

N°346 de Février

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

N°347 de Mars

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

N°348 d'Avril

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

N°349 de Mai

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

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

N°350 de Juin

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

N°351 de Juillet-Août

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

N°352 de Septembre

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

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

N°353 de Octobre

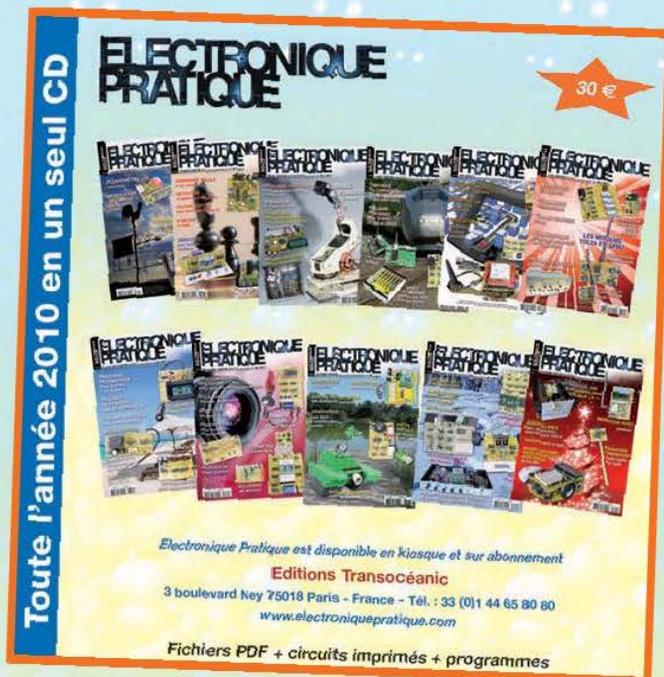
- S'initier à l'USB (partie 8 : le périphérique fonctionnel)
- Aide à l'installation des panneaux solaires
- Graduateur à thyristor
- Mini serveur Interfaçable
- Bateau amorceur (1^{ère} partie)
- Boîte vocale de porte d'entrée
- Générateur pour tests d'amplificateurs «audio»

N°354 de Novembre

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

N°355 de Décembre

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



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

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

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 1287 9000 0100 2210 3899 350/BIC : DELUFR22XXX)

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

Pour votre aquarium un programmateur horaire sans fil



La réalisation proposée permet de programmer les horaires de fonctionnement de l'éclairage et de la pompe à air d'un aquarium depuis un ordinateur PC, sans connexion filaire. De plus, il surveille la température de l'eau et actionne un buzzer en cas de dépassement des seuils programmés.

La bonne gestion d'un aquarium de poissons exotiques nécessite certaines contraintes. La puissance et la durée d'éclairage, par jour, sont déterminantes, en particulier sur la santé des plantes aquatiques.

Une durée d'éclairage excessive, en revanche, risque de favoriser la prolifération des algues.

La pompe à air, qui génère des cortèges de bulles, n'a pas qu'un rôle esthétique. Elle provoque des remous de l'eau, favorables à son oxygénation, en particulier s'il n'y a pas ou peu de plantes aquatiques.

Elle contribue également à baisser légèrement la température de l'eau en cas de fortes chaleurs.

Par contre, il n'est pas conseillé de laisser fonctionner la pompe à air en permanence, car son action s'oppose au CO₂, nécessaire aux plantes aquatiques.

Il est donc utile de pouvoir régler la durée de fonctionnement de ces

accessoires, afin d'obtenir un écosystème équilibré.

Les amateurs aquariophiles, dans leur grande majorité, utilisent des programmeurs électromécaniques, qui se trouvent aisément en grande surface. Si ceux-ci ont l'avantage d'être d'un faible coût, ils ont l'inconvénient de se «décaler» en cas de coupure du secteur. Ils nécessitent l'opération, fastidieuse, de remise à l'heure à chaque changement été-hiver.

De ce point de vue, l'utilisation de notre programmateur est beaucoup plus souple et son horloge sauvegardée évite toute incidence lors des coupures éventuelles du secteur.

En outre, à condition de réaliser la sonde thermométrique décrite dans cet article, il permet d'afficher la température de l'eau et de fixer des seuils d'alarme.

Ce programmateur est piloté, à distance, au moyen d'un logiciel sur PC pourvu d'une version de Windows XP ou postérieure.

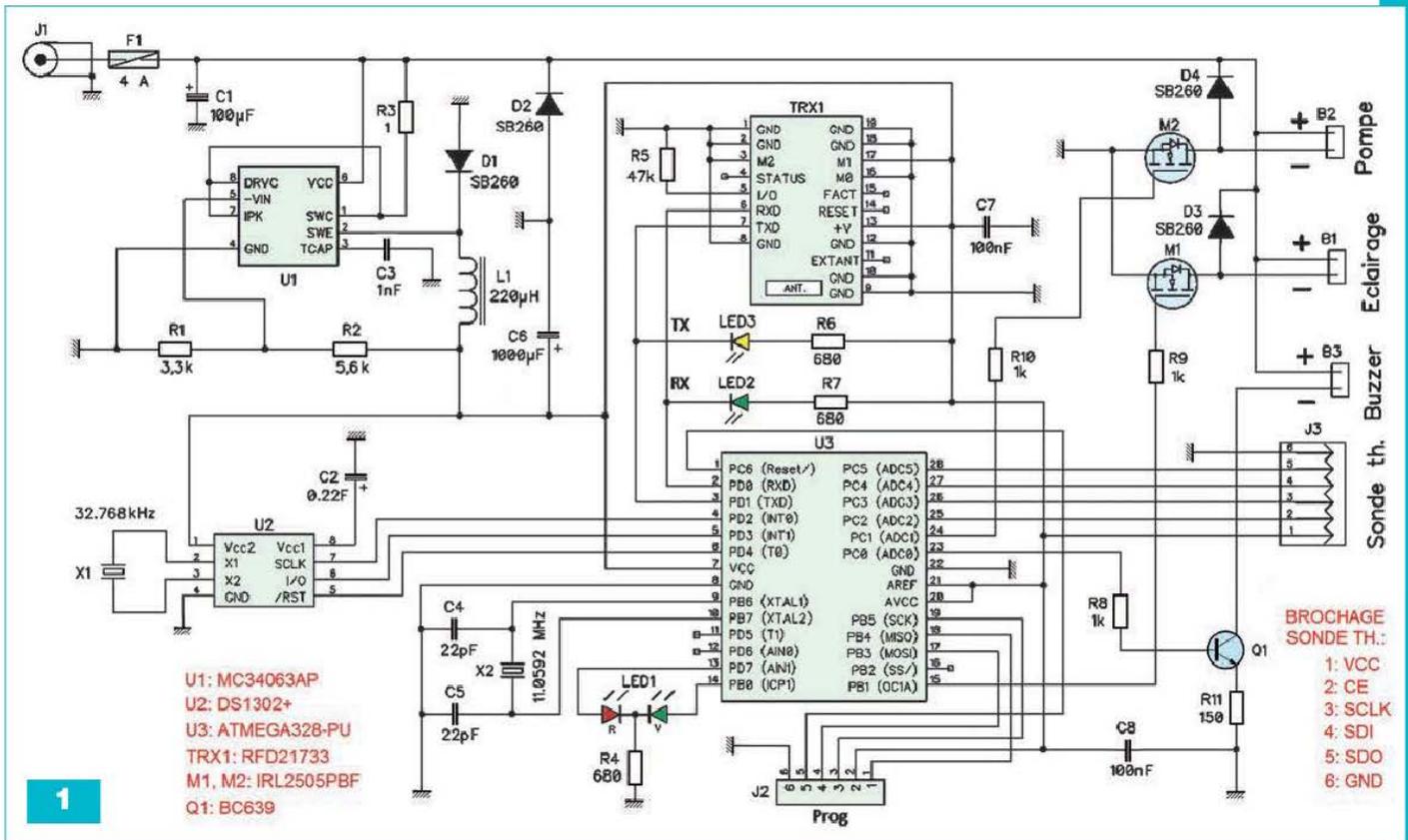
Remarque préliminaire

Cette réalisation permet l'allumage et l'extinction progressifs du dispositif d'éclairage, ainsi que le réglage des puissances (minimale et maximale).

La source d'éclairage est donc faite de créneaux de largeur variable (PWM), à basse tension, qui ne peut convenir qu'aux systèmes à leds (ou éventuellement à lampes à incandescence).

Les éclairages d'aquariums à leds sont à la mode et nombreux sont les sites Internet qui en proposent différents modèles. Ne vous lancez donc pas dans cette réalisation si votre aquarium est équipé de tubes fluorescents et si vous ne désirez pas changer ce type d'éclairage. Notre système est constitué de trois modules indépendants :

- La carte principale, qui sera placée près de l'aquarium
- Le module «transmetteur», connecté sur une prise USB du PC
- La sonde thermométrique, connectée à la carte principale



La sonde thermométrique est optionnelle et son absence n'a évidemment pas d'incidence sur le fonctionnement de la programmation des horaires.

L'alimentation de l'ensemble devra fournir une puissance qui dépendra, bien entendu, du système d'éclairage. Sa tension de sortie, stabilisée ou au moins dûment filtrée, pourra être comprise entre 6 V et 40 V.

Compte tenu de la largeur des pistes du circuit imprimé, il sera souhaitable de ne pas excéder une intensité permanente de 3 A.

La puissance ainsi disponible reste toutefois fort généreuse concernant un éclairage d'aquarium et permet de s'adapter à la plupart des situations, y compris celles pour lesquelles ce montage est destiné à d'autres récepteurs qu'un système d'éclairage.

La possibilité d'alimenter la carte, jusqu'à 40 V, permet de satisfaire des montages d'éclairage composés d'un grand nombre de leds, ou groupes de leds, câblées en «série».

Une telle disposition permet, en effet, de limiter le nombre des résistances de limitation de courant et d'en réduire ainsi la puissance dissipée.

La carte principale

Le schéma de principe est reproduit en **figure 1**. Un fusible rapide limite les dégâts en cas de court-circuit accidentel sur l'une des sorties de la carte. La diode D2 assure le même service, en cas d'inversion des polarités. Cette diode aurait pu être placée en «série» dans le dispositif de l'alimentation, mais elle aurait eu à supporter en permanence l'intensité utile, tout en provoquant une chute de sa tension de seuil. L'électronique interne de la carte est alimentée sous une tension de 3,4 V.

Un convertisseur DC/DC se charge de fournir cette tension, un régulateur classique ne pouvant s'acquitter de cette fonction, compte tenu de la large plage de tensions possible à l'entrée de la carte et de la puissance à dissiper en pure perte. Celle-ci est donc assurée par U1, un MC34063AP, très courant et peu coûteux. La tension de sortie est déterminée par le pont diviseur constitué de R1 et R2, tandis que R3 assure la limitation du courant.

Le microcontrôleur U3 est un Atmel ATmega328P, en boîtier DIP, bien distribué par la plupart des revendeurs

de composants. Sa fréquence d'horloge est fixée par X2, un quartz de 11,0592 MHz. Ce quartz est très répandu, puisqu'il convient au générateur de bauds des microcontrôleurs, en permettant les débits standards de communication de l'USART, en l'occurrence de 9 600 b/s dans notre application.

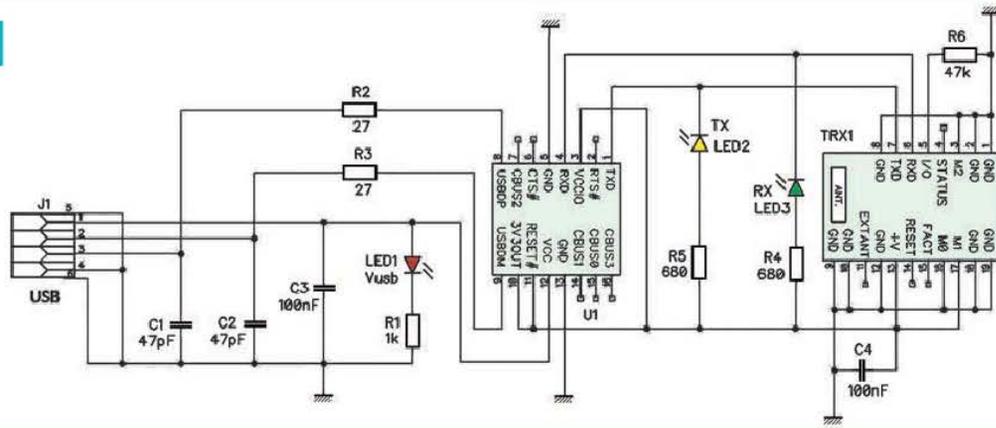
La connaissance de l'heure courante étant évidemment indispensable à la programmation des horaires d'éclairage, cette fonction est confiée à U2, un DS1302. Le fonctionnement de ce circuit intégré est assuré, même en cas de coupure d'alimentation, grâce au «super condensateur» C6 de 0,22 F (Farad). Le comptage du temps peut ainsi être maintenu durant plusieurs jours, sans alimentation extérieure.

Les sorties de la carte sont au nombre de trois.

La première sortie, disponible sur le bornier B1, est à connecter au dispositif d'éclairage de l'aquarium.

Cette sortie délivre des créneaux de tension, à une fréquence d'environ 200 Hz. La durée de ces créneaux est variable, selon la puissance d'éclairage demandée.

2



La deuxième sortie, disponible sur le bornier B2, est à connecter à la pompe à air. Cette sortie délivre, directement, la source d'alimentation durant le temps de fonctionnement programmé. Si les pompes à air pour aquariums sont courantes en 230 V, elles existent également en basse tension, bien qu'elles soient moins répandues.

Le choix d'un modèle fonctionnant sous basse tension est motivé pour des raisons de sécurité, compte tenu d'un milieu aquatique. Là encore, une recherche sur Internet apportera de nombreuses réponses.

Si vous possédez déjà un modèle en 230 V, il vous faudra alimenter la carte en 12 V et y ajouter un convertisseur 12 V / 230 V du type de ceux qui se connectent sur un allume-cigare. Une autre solution consiste à confectionner une interface à relais.

Ces deux sorties sont contrôlées par les MOSFET M1 et M2, tous deux de type IRL2505.

Ces composants ont été choisis pour leur faible R_{DSon} , mais surtout pour leur faible seuil de conduction, car le microcontrôleur n'est alimenté qu'en 3,4 V. Toute autre référence aux caractéristiques équivalentes peut, bien entendu, convenir. La diode de «roue libre» D3 ajoute une protection en cas de connexion d'une charge selfique, volontairement ou par erreur, sur la sortie destinée à l'éclairage.

La troisième sortie, disponible sur le bornier B3, est utilisée comme alarme en cas de température anormale de l'eau du bac. Lorsqu'elle est activée par le logiciel de commande, elle délivre la source d'alimentation de

façon intermittente, avec une période d'environ une seconde. Elle est destinée exclusivement à un «buzzer» piézoélectrique, donc à faible consommation. Il faudra choisir un modèle à oscillateur intégré. Ces composants couvrent généralement une grande plage de tensions, typiquement de 3 V à 30 V et sont faciles à trouver chez la plupart des distributeurs.

La surveillance de la température de l'eau, souvent située entre 26°C et 28°C, peut s'avérer fort utile en cas de défaillance du système de chauffage ou, à l'inverse, en cas d'une canicule prolongée.

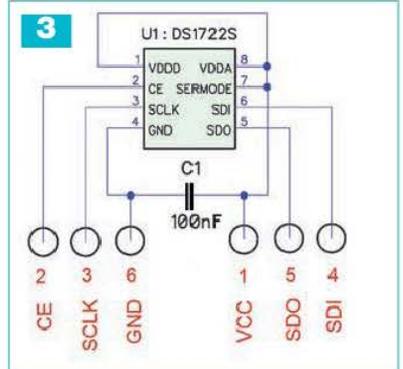
Le connecteur J2 sert à la programmation du microcontrôleur.

Le connecteur J3 est destiné à la sonde thermométrique, si elle est utilisée.

Une option dite de «progressivité» permet de simuler, de façon très accélérée, le lever du jour ou la tombée de la nuit. Cette fonction, qui n'a qu'un rôle esthétique, permet donc l'allumage ou l'extinction de l'éclairage «en douceur». La diode bicolore LED1 atteste du bon fonctionnement de l'éclairage. Elle clignote en rouge pendant la phase d'allumage, puis passe au vert permanent durant toute la durée de l'éclairage. Enfin, elle clignote en vert pendant la phase d'extinction pour s'éteindre à la fin de la période d'éclairage. A la fin de la phase d'allumage, l'éclairage est à son niveau maximum, paramétré depuis le logiciel de commande. A la fin de la phase d'extinction, l'éclairage est à son niveau minimum. Il peut être nul, ou faible, pour assurer une petite lueur de veille.

Les diodes LED2 et LED3 attestent

3



le fonctionnement du dialogue avec le PC.

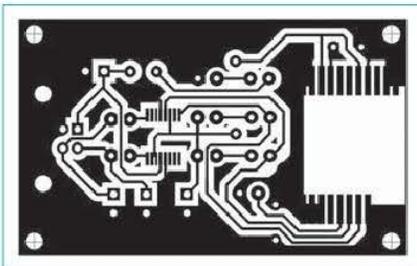
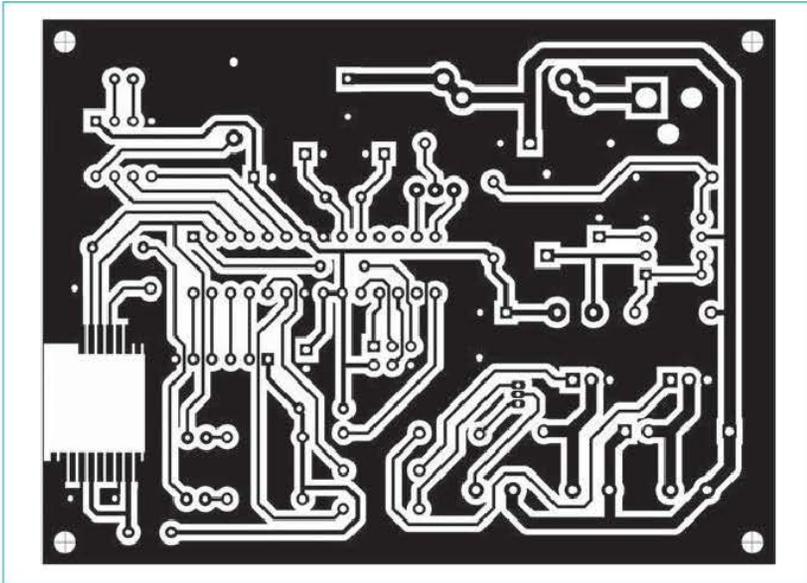
Pour terminer la description de cette carte, venons-en au composant d'émission-réception TRX1.

Il s'agit d'un RFD21733, de la société californienne RF Digital. Il émet et reçoit les données d'une communication «série» classique «half duplex», l'émission étant déclenchée par la présence des signaux sur sa broche TX. Les trames émises commencent par l'adresse du destinataire, PC ou programmeur horaire selon le sens des échanges, suivie du message utile et se terminent par une somme de contrôle de l'adresse et du corps du message. Cette version comporte une antenne intégrée, bien suffisante pour un usage à courte distance, alors que le modèle RFD21735 est prévu pour une antenne extérieure.

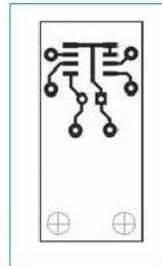
Il opère dans la bande 2,4 GHz. Il est tolérant aux interférences dues au Wifi et intègre un contrôle de redondance cyclique (CRC) sur 16 bits.

Sa tension d'alimentation doit être comprise entre 2 V et 3,6 V, d'où notre choix de fixer à 3,4 V l'alimentation interne de la carte.

4



5



6

Le module transmetteur USB

Le schéma de cette carte est reproduit en **figure 2**. Il comporte un convertisseur USB-UART FT230XS, de la très connue firme FTDI.

Les lignes RX et TX sont directement reliées à l'émetteur-récepteur TRX1, du même type que celui qui équipe la carte principale.

L'alimentation de celui-ci est fournie par la sortie 3,3 V du FT230XS.

La diode LED1 atteste la présence du 5 V USB, tandis que les diodes LED2 et LED3 permettent de vérifier le fonctionnement du dialogue avec la carte principale.

La sonde thermométrique

Le schéma de cette sonde est reproduit en **figure 3**.

Il se résume à deux composants, un DS1722S et son condensateur de découplage d'alimentation C1.

La résolution de ce thermomètre est

programmable en 9, 10, 11, 12 bits. Il peut mesurer des températures comprises entre -55°C et $+120^{\circ}\text{C}$.

Il peut communiquer en mode SPI ou en mode «3 fils», selon l'état de sa broche SERMODE. Celle-ci est connectée en permanence au +3,4 V, puisque c'est le mode SPI qui est utilisé ici. Un câble souple à six conducteurs relie la sonde à la carte principale. En plus des signaux nécessaires à la communication SPI, ce câble véhicule l'alimentation en 3,4 V nécessaire au DS1722S.

La longueur devra toutefois être raisonnable (≤ 5 m).

Réalisation pratique

Les composants CMS

Il ne vous a pas échappé que les composants à «piquer» et les circuits intégrés en boîtier DIP se font de plus en plus rares, du moins pour ce qui concerne les matériels récents.

Il n'est pas douteux de penser qu'ils ne seront plus qu'un lointain souvenir d'ici quelques années.

Notre application met en œuvre trois composants de type CMS.

Il est relativement aisé de souder proprement ces composants, à condition de disposer :

- d'un fer à souder thermostaté de bonne qualité, à panne fine et parfaitement propre
- d'une pince précelle à pointes fines
- d'une loupe éclairante d'établi, afin d'avoir les mains libres
- et, surtout, d'un rouleau de tresse à dessouder de faible largeur (0,8 mm)

Vous pouvez alors procéder comme suit :

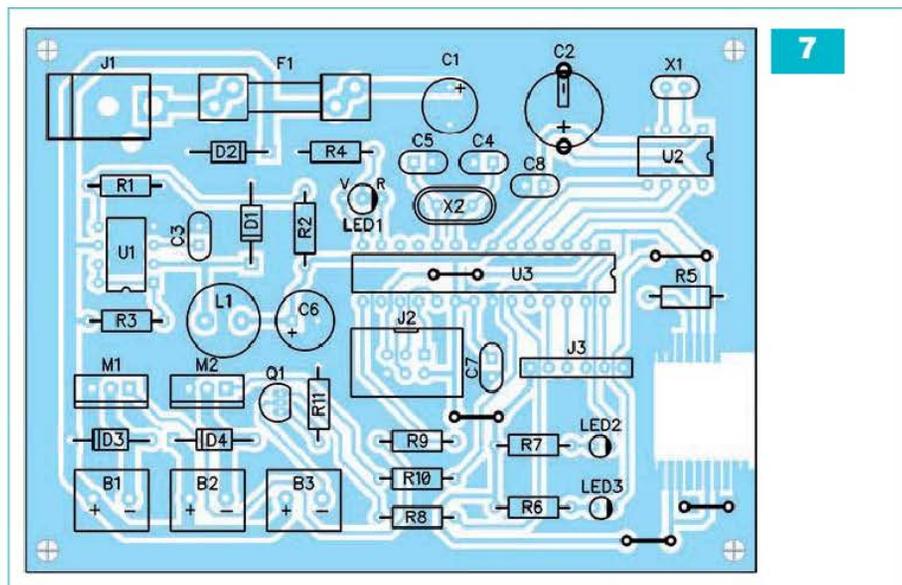
- étamer, modérément, l'une des plages cuivrée d'accueil du composant, sur le circuit imprimé.
- tenir le composant à l'aide de la pince précelle, en exerçant une pression limitée, afin que celui-ci ne «s'éjecte» pas.
- placer délicatement le composant sur le circuit imprimé, de façon que ses broches soient exactement positionnées au centre des plages d'accueil, en veillant qu'il soit dans le bon sens !.
- chauffer la plage d'accueil préalablement étamée, ainsi que la broche correspondante du composant, afin de le fixer.
- souder les autres broches du composant.
- il est inévitable que deux ou plusieurs broches du composant se soudent entre elles par capillarité, ou de par la largeur de la panne du fer, c'est tout à fait normal.
- ôter les ponts de soudure excédentaire entre les broches à l'aide de la tresse à dessouder.
- vérifier scrupuleusement, à la loupe, qu'aucun court-circuit ne subsiste entre les broches. Pour évacuer le moindre doute, s'aider d'un ohmmètre placé entre les différentes pistes qui mènent au composant fraîchement soudé.

Les circuits imprimés

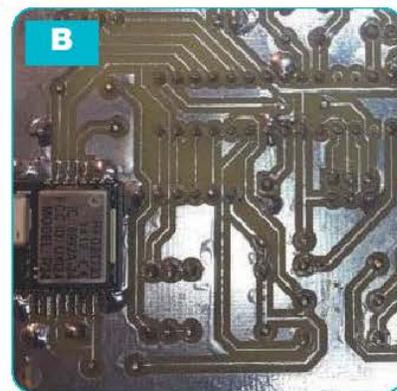
Au nombre de trois, nous avons :

- **figure 4** la carte principale
- **figure 5** le circuit transmetteur
- **figure 6** le circuit de la sonde

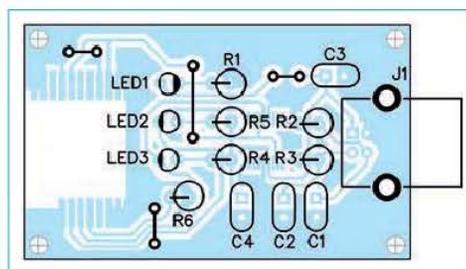
Ces circuits ne présentent aucune difficulté pour leur gravure.



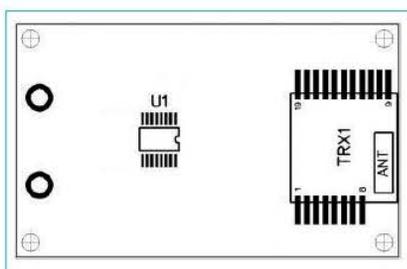
7



B



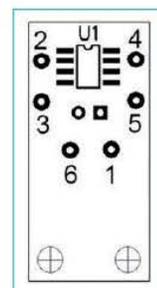
8



9



C



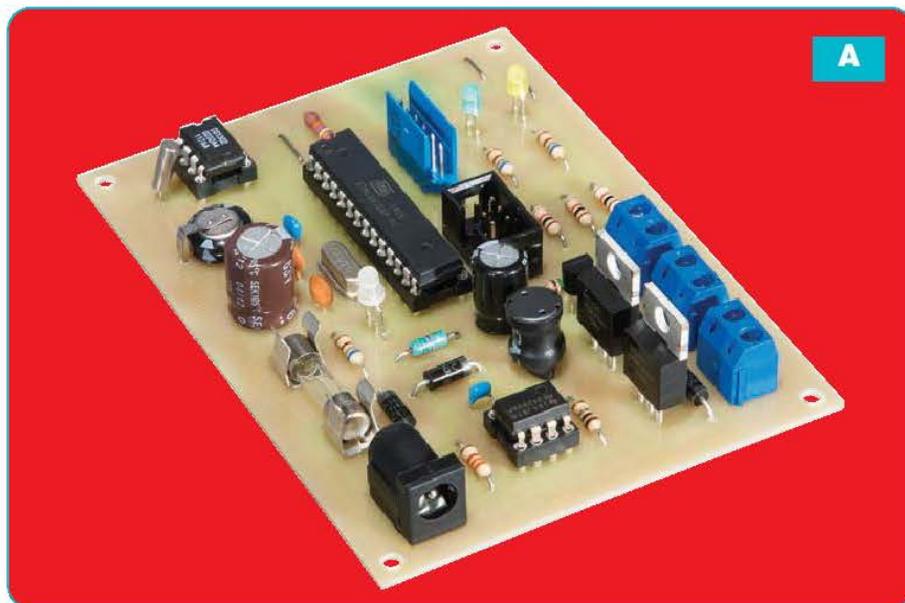
10



D



E



A

Les modules

Lors du montage de la carte principale (figure 7 et photo A), il est préférable de commencer par les composants qui concernent l'alimentation 3,4 V, en l'occurrence U1 et ses composants associés, c'est-à-dire de J1 à C6. Avant de poursuivre le câblage de la

carte, vérifier au multimètre qu'il n'existe pas de court-circuit aux bornes de J1, le fusible F1 étant en place. Connecter ensuite, sur J1, une alimentation DC d'une tension quelconque comprise entre 6 V et 40 V. Mesurer au multimètre la tension présente entre le point commun R2-C6 et la masse.

Cette tension doit s'établir entre 3,3 V et 3,5 V. Si elle se trouve un peu en-deçà ou au-dessus de ces valeurs, modifier légèrement les valeurs de R1 ou R2, la limite maximale imposée par le RFD21733 étant de 3,6 V. Si elle se trouve différente de plusieurs centaines de millivolts, il existe alors probablement une erreur de composants ou un défaut dans le circuit imprimé. Continuer ensuite l'insertion des autres composants, sans oublier le

Nomenclature

CARTE PRINCIPALE

• Condensateurs

C1 : 100 μ F / 63 V
 C2 : 0,22 F / 5,5 V (Farad)
 C3 : 1 nF
 C4, C5 : 22 pF
 C6 : 1 000 μ F / 6,3 V
 C7, C8 : 100 nF

• Résistances

R1 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R2 : 5,6 k Ω (vert, bleu, rouge)
 R3 : 1 Ω (marron, noir, or)
 R4, R6, R7 : 680 Ω (bleu, gris, marron)
 R5 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R8, R9, R10 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R11 : 150 Ω (marron, vert, marron)

• Semiconducteurs

D1 à D4 : SB250 (Conrad réf. 155391)
 LED1 : diode bicolore faible consommation
 LED2 : diode verte faible consommation
 LED3 : diode jaune faible consommation
 U1 : MC34063AP (Conrad réf. 1014424)

U2 : DS1302 (Mouser réf. 700-DS1302)
 U3 : ATmega328-PU (Mouser réf. 556-ATMEGA328-PU)
 M1, M2 : IRL2505PBF (Mouser réf. 942-IRL2505PBF)
 Q1 : BC639 (Conrad : réf. 154814)
 TRX1 : RFD21733 (Mouser réf. 975-RFD21733)

• Divers

X1 : quartz 32,768 kHz (Conrad réf. 168467)
 X2 : quartz 11,0592 MHz (Conrad réf. 445155)
 L1 : inductance 220 μ H (Conrad réf. 440420)
 B1, B2, B3 : bornier à vis à 2 plots
 J1 : embase DC10A (Conrad réf. 735742)
 J2 : embase HE-10 mâle 2 x 3 contacts (Conrad réf. 741435)
 J3 : embase HE-14 6 contacts (Conrad réf. 1173313)
 F1 : fusible 4 A, 5 x 20, avec support pour CI
 2 supports DIP-8 pour CI
 1 support DIP-28 pour CI
 Buzzer piézoélectrique à oscillateur intégré (Conrad réf. 717609)

CARTE SONDE

U1 : DS1722S (Mouser réf. 700-DS1722S)
 Connecteur HE-14 femelle (Conrad réf. 1173301)
 C1 : 100 nF

CARTE TRANSMETTEUR

• Condensateurs

C1, C2 : 47 pF céramique
 C3, C4 : 100 nF

• Résistances

R1 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R2, R3 : 27 Ω (rouge, violet, noir)
 R4, R5 : 680 Ω (bleu, gris, marron)
 R6 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)

• Semiconducteurs

U1 : FT230XS (Mouser réf. 895-FT230XS-R)
 TRX1 : RFD21733 (Mouser réf. 975-RFD21733)
 LED1 : diode rouge faible consommation
 LED2 : diode jaune faible consommation
 LED3 : diode verte faible consommation

• Divers

Embase USB type B (Mouser réf. 534-924)

transmetteur TRX1, celui-ci étant soudé du côté cuivré du circuit imprimé (**photo B**).

Ne pas oublier de souder les straps, en particulier celui qui se trouve sous le support du microcontrôleur.

La réalisation du module de communication USB (**figure 8 et photo C**) n'appelle pas de commentaire. Il faudra s'armer de patience pour souder le FT230XS, dont les broches sont espacées de seulement 0,64 mm.

Le recours à la tresse à dessouder sera probablement incontournable !

Commencer par souder de préférence les deux composants CMS, du côté cuivré (**figure 9**), de manière à pouvoir poser le circuit imprimé à plat, sans être gêné par les composants sur l'autre face. Ce détail est d'autant plus pertinent que, afin de réduire la taille du circuit imprimé, les résistances sont soudées verticalement.

Ne pas oublier de souder les straps, du côté composants non CMS.

Cela peut paraître évident, mais il faut éviter d'introduire ce circuit dans un boîtier métallique, ou comportant une partie métallique.

Vous noterez, d'ailleurs, qu'aucun plan de masse sur le circuit imprimé ne fait



face au transmetteur à 2,4 GHz, comme préconisé par le fabricant de ce composant.

Cette remarque vaut également pour la carte principale.

La réalisation de la petite plaquette de la sonde de température ne pose pas de problème particulier (**figure 10 et photo D**). Utiliser un câble souple à six conducteurs pour la relier à la carte principale (**photo E**). Bien repérer les fils, en respectant la numérotation indiquée sur les schémas, afin d'éviter d'éventuels croisements. Le câble est fixé par un collier en plastique, passé dans les deux trous du circuit imprimé, prévus à cet effet. Il ne reste plus qu'à insérer le circuit dans un petit boîtier tubulaire en plastique, tels ceux qui sont utilisés comme conditionnement de certains médicaments (**photo F**).

Pratiquer un trou dans le bouchon pour le passage du câble. L'intérieur

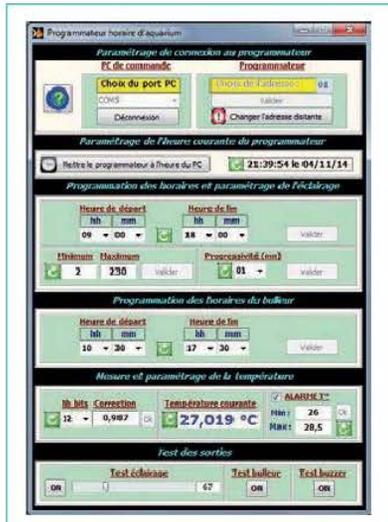


est rempli de colle à chaud, pour en assurer l'étanchéité (exemple avec la **photo G**).

Une sage précaution consiste à immerger la sonde durant quelques heures, dans un récipient rempli d'eau, pour s'assurer de son étanchéité, avant de la placer définitivement dans l'aquarium. La lenteur des variations de la température de l'eau d'un aquarium est telle, que l'inertie thermique de la sonde n'a pas d'incidence sur la mesure. Il est quand même préférable de choisir un boîtier le plus petit possible pour y abriter le circuit imprimé, afin de limiter le volume d'air entre le DS1722S et l'eau.

Remarque

En cas de difficulté d'approvisionnement du connecteur J3, vous pouvez, bien sûr, souder les fils directement en lieu et place de ce connecteur.



11

Cependant, pour faciliter la pose ou le retrait de la carte principale sans avoir à retirer la sonde de l'aquarium, intercalez dans le câble de la sonde un jeu de fiches DIN mâle/femelle à six contacts, plus faciles à trouver dans la plupart des magasins de composants électroniques.

Mise en service

Après les dernières vérifications d'usage à la loupe et à l'ohmmètre, afin de confirmer l'absence de court-circuit du type pontage de cuivre ou d'étain entre deux pistes du circuit imprimé, relier sur J1 une alimentation de laboratoire réglée à 12 V.

La première étape consiste évidemment à programmer le microcontrôleur ATMEGA328-PU.

Le fichier binaire à charger dans le microcontrôleur porte le nom de «*progaquarium.hex*».

Il est téléchargeable sur notre site.

Le connecteur J2, à six broches, est destiné à la programmation ISP du microcontrôleur, dont il utilise les lignes RESET, MISO, MOSI et SCK, ainsi que le +3,4 V et la masse.

Le brochage est, bien sûr, conforme au standard des programmeurs AVR disponibles sur le marché.

Beaucoup de programmeurs AVR sont pourvus d'un connecteur à dix broches, nécessitant alors un adaptateur dix broches vers six broches.

Vous pouvez trouver cet adaptateur

sous différentes formes, avec ou sans nappe, sur plusieurs sites Internet.

Certains modèles de programmeurs AVR sont parfois fournis avec les deux types de connecteurs.

Des programmeurs AVR sont disponibles, comme l'astucieux USBASP, qu'il est possible d'acheter en kit ou monté, pour moins de 5 € et l'utiliser avec des logiciels gratuits sous Linux ou Windows, comme eXtreme Burner, ou AVRDUDE et son interface graphique pour Windows AVRDUDESS. Si vous possédez une carte Arduino, sachez qu'il existe aussi une procédure pour l'utiliser comme programmeur AVR (voir Internet).

Attention : certains programmeurs pour AVR peuvent être configurés pour fournir à la cible l'alimentation issue du port USB. Si cette option est judicieuse, car elle permet de ne pas avoir à alimenter la cible extérieurement, elle peut être dangereuse si vous oubliez d'en fixer la bonne tension, généralement par le positionnement d'un cavalier. Dans le cas présent, si la cible se trouve, par erreur, alimentée en 5 V au lieu des 3,3 V, le transmetteur RFD21733 risque fortement de trépasser ! Sur ces types de programmeurs, il est donc préférable d'ôter le cavalier d'alimentation et alimenter la carte extérieurement.

Si le microcontrôleur est neuf, donc vierge, les fusibles CKDIV8 et SUT0 sont par défaut activés et c'est l'oscillateur RC interne qui est configuré.

Comme la division de la fréquence d'horloge par 8 n'est pas souhaitée, il faut commencer par désactiver le fusible CKDIV8, et configurer l'oscillateur en mode externe sur «*crystal 8-16 MHz*» dans les options du logiciel de programmation.

Noter que, pour les microcontrôleurs Atmel, un fusible est à l'état 0 quand il est activé et à l'état 1 quand il est désactivé.

Les logiciels des programmeurs tiennent compte de cette particularité et une case cochée indique que le fusible correspondant est activé.

Dès que le microcontrôleur est programmé, la diode LED1 doit s'illuminer en vert quelques secondes, comme elle le fera à chaque mise sous ten-

sion, pour attester le démarrage du programme.

Connecter ensuite le module transmetteur sur une prise USB du PC.

Sous Windows 7 (à jour) ou supérieur, il vous sera probablement demandé de patienter durant la recherche et l'installation du driver FTDI, ce qui pourra prendre une bonne minute.

Sous Windows XP, il faudra sans doute télécharger le driver adéquat à l'adresse <http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm>. La page du site propose de télécharger l'ensemble des fichiers du driver, ou bien l'exécutable portant le nom de «*CDM v2.10.00 WHQL Certified.exe*», qui se chargera de l'installation automatique du driver.

Ceci terminé, un numéro de port COM sera attribué à ce nouvel hôte. Notez ce numéro, car il sera nécessaire au fonctionnement du logiciel de programmation des horaires. En cas d'oubli, vous pouvez le retrouver en cliquant «*droit*» sur l'icône du bureau «*Poste de travail*» ou «*Ordinateur*», puis «*Propriétés*», puis «*Gestionnaire de périphériques*», puis enfin «*Ports (Com et LPT)*». En enlevant/remettant le connecteur USB du module transmetteur, le port COM concerné doit alors disparaître/réapparaître.

Dans un premier temps, il est préférable de tester la carte principale sur table, à proximité du transmetteur et de connecter une lampe de 5 W de voiture sur le bornier B1, pour simuler l'éclairage de l'aquarium, la carte étant toujours alimentée en 12 V.

Sur le site de la revue, téléchargez et décompressez le fichier «*Install_progaquarium.zip*».

Ensuite, lancez l'exécutable «*Install_progaquarium.exe*».

Un raccourci sera créé sur le bureau de Windows.

Au lancement du programme, aucune commande n'est accessible tant que la communication entre la carte principale et le transmetteur n'est pas établie. Pour ce faire, il faut choisir le port COM correspondant au transmetteur connecté précédemment sur une prise USB du PC, puis cliquer enfin sur «*Connecter*».

La **figure 11** présente la fenêtre principale du programme. Le choix du port COM se situe à gauche en haut de

cette fenêtre, tandis que la partie droite sert à définir l'adresse de la carte principale. Cette dernière option est inutile dans le cas présent, car l'adresse par défaut, 01, correspond à celle du programmeur horaire et il n'y a pas lieu de la changer. Ce paramétrage d'adresses a été mis en place, au cas où plusieurs dispositifs, aquariums ou autres, seraient installés dans le domicile et communiqueraient avec le PC par le même module transmetteur USB. Ainsi, seul répondra le dispositif correspondant à l'adresse sélectionnée. Cette configuration permet également de connecter les dits dispositifs à un serveur web, équipé du même transmetteur à 2,4 GHz, mais il s'agit là d'un autre sujet. Un fichier d'aide au format HTML peut apporter des précisions complémentaires sur le fonctionnement du programme. Il peut être consulté directement en cliquant sur le point d'interrogation situé en haut à gauche de la fenêtre principale.

La communication étant établie, vous pouvez vérifier le fonctionnement de la carte.

La première opération à effectuer consiste à mettre la carte à l'heure courante du PC, en cliquant sur le bouton de mise à l'heure.

Pour en confirmer la bonne prise en compte par la cible, cliquer sur le bouton de rafraîchissement pour afficher l'heure et la date actuelles. Dès que la carte est mise à l'heure courante, il est possible que la diode LED1 clignote en rouge durant une minute et que la lampe de test s'allume progressivement. Ceci est normal si vous mettez en service la carte durant les horaires programmés par défaut, soit entre 9H et 18H. Notez qu'un message pourra vous avertir que certaines commandes ne sont pas accessibles pendant la phase d'allumage, soit une minute par défaut. Pour la suite du test, fixez à 0 la consigne «Minimum» et à 1 la consigne «Maximum» dans la zone du paramétrage de l'éclairage.

Si la sonde de température est connectée, la température ambiante doit être affichée dans la zone correspondante. Si elle n'est pas connectée, la mesure de la température peut être n'importe quelle valeur aléatoire.

Ensuite, cliquer sur le bouton «ON»

situé dans zone «Test d'éclairage», tout en bas de la fenêtre principale.

En déplaçant le curseur du «potentiomètre» de cette zone, la lampe doit s'allumer plus ou moins fortement selon la position du curseur.

Terminer en cliquant ensuite sur «OFF» pour éteindre la lampe.

Relier maintenant la lampe sur la sortie B2 destinée à la pompe à air.

Vérifier qu'elle s'allume et s'éteint en cliquant sur le bouton «ON» ou «OFF» dans la zone «Test buleur».

Si la sonde de température est prévue, procéder ensuite au test de l'alarme, après avoir connecté le buzzer sur la sortie B3.

Mise en place définitive

Les tests précédents ayant été concluants, procéder à la mise en place du programmeur horaire aux côtés de l'aquarium.

Connecter sur les borniers correspondants le câble de l'éclairage et ceux de la pompe à air et du buzzer, si ces accessoires sont prévus.

Attention de bien respecter les polarités, en particulier celles qui sont relatives à l'éclairage, car une erreur de raccordement pourrait provoquer la destruction des leds, leur tolérance à une tension inverse étant généralement très limitée.

Les fabricants de rubans à leds en indiquent, en principe, soit le courant nominal, soit la tension d'alimentation. Dans ce dernier cas, il faudra, évidemment, choisir une alimentation de la tension correspondante, qui sera très probablement de 12 V ou 24 V.

Dans le cas où le courant nominal est spécifié, il est judicieux d'insérer provisoirement un ampèremètre en «série» sur la sortie d'éclairage. Cliquer alors sur le bouton de test d'éclairage sur le logiciel de commande et monter progressivement le curseur jusqu'à obtenir le courant moyen spécifié, diminué d'une marge de sécurité. L'expérience montre que la puissance d'éclairage produite par les leds est peu différente entre le courant maximum spécifié et ce courant diminué jusqu'à -20 %.

Par contre, cette marge est favorable à la durée de vie des leds.

Une fois ce réglage effectué, reporter la valeur numérique de la position du curseur dans le champ de saisie de la consigne «Maximum» et la valider.

Dans le cas où la tension d'alimentation du ruban de leds est précisée et que l'alimentation du programmeur d'éclairage est de même tension, on peut bien sûr fixer la consigne à son maximum, soit 254.

Il ne reste plus qu'à placer la sonde de température dans l'aquarium, en fixant son câble contre une paroi avec des ventouses adaptées à ces usages.

Dans la mesure du possible, il faut éviter de disposer le programmeur horaire à même le sol et limiter les obstacles métalliques dans son environnement immédiat, afin d'assurer la qualité de la communication avec le PC distant.

Vous pouvez maintenant régler les horaires de fonctionnement souhaités et les valeurs d'éclairage minimale et maximale, ainsi que les seuils d'alarme. Noter que la modification d'un seuil d'alarme peut ne pas prendre effet immédiatement, le programme ne mesurant la température qu'une fois par minute. Le choix de la résolution de la mesure de la température est de 12 bits par défaut. Cette résolution est celle qui nécessite évidemment le temps d'acquisition le plus long, ce qui, dans le contexte de cette application, ne présente aucun inconvénient. Un facteur de correction de la mesure de température est prévu dans le logiciel. Il est, par défaut, fixé à 1 et peut être modifié, en s'appuyant sur un thermomètre de référence, si vous constatez, dans la durée, des mesures systématiquement pessimistes ou optimistes.

Il n'y a, en principe, aucune raison de changer ce paramètre, le DS1722S ayant été étalonné à sa fabrication en usine.

Nous ne doutons pas que cette application apportera un confort indéniable à l'amateur aquariophile.

Si cette réalisation nécessite une certaine dépense en composants, on pourra la relativiser en consultant les tarifs de produits commerciaux aux fonctions équivalentes, dans les magasins spécialisés.

B. LEBRUN

Complétez votre collection de

ELECTRONIQUE PRATIQUE



N°380

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



N°381

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



N°382

- Réalisation d'antennes
- Platine FI - AM et FM large bande-stéréo
- Barrière lumineuse à 384 leds
- Système de surveillance RF longue portée
- MEMSOCCO. 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
- Etude comparative de quelques étages de sortie pour préamplificateurs
- Amplificateur avec pentodes EL86 sans transformateur de sortie



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 bicolors avec PICAXE-40X2
- Interface pour Raspberry Pi
- Le convertisseur LM 331
- Hygrostat comparatif
- Les amplificateurs opérationnels de puissance OPAS41 et OPAS49
- Carillon pour clocheton



N°388

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



N°390

- Robot piloté par ordinateur
- Interface pour Raspberry Pi (2^{ème} partie)
- Le Bus I2C avec le PICAXE-20X2 et les capteurs LEGO NXT
- Maisonnette météo. Pluie ou beau temps ?
- La sécurité... en modélisme ferroviaire
- AUDIOPRÉCIS. Amplificateur pour casque



N°391

- Télécommande Wifi. Transmission et réception de données
- Pano mural expérimental sans touches
- Télécommande à 5 canaux pour maquette de bateau ou véhicule terrestre
- Télécommande par sons
- Indicateur de pollution de l'air
- NomadAmp. Enceinte amplifiée autonome 2 x 24 W RMS avec batterie de 12 V



N°392

- Télécommande par module GSM
- Alarme téléphonique vers 4 numéros mémorisés
- Boîtier d'alarme pour personne isolée
- Application des signaux aléatoires. Une bougie électronique
- Préamplificateur / correcteur hifi avec télécommande IR
- Chargeurs pour accumulateurs au plomb



N°393

- Centrale d'alarme
- Commutateur sensitif multifonctions. 8 voies à base du PICAXE-28X2
- Station météorologique. Température - Pression - Humidité
- Robot (très) mobile à roues omnidirectionnelles
- Convertisseur à entrée S/PDIF avec sortie ligne et casque



N°394

- Générateur TBF programmable
- Un simulateur de présence. Le complément à l'alarme
- Contrôle et surveillance
- Télémètre ultrasonique
- Indicateur de consommation
- Thermomètre à affichage stroboscopique
- Voltmètre à mémoire analogique
- Pluviomètre



N°395

- Commande des moteurs pas-à-pas
- Codeur/Décodeur Morse avec liaison USB
- Télécommande vocale
- Indicateur de dénivellé
- HEIVA 240. Amplificateur 2 x 120 W RMS



N°396

- Centrale programmable pour fils pilotes
- Langage MMBASIC et microcontrôleur PIC32
- Un réveil en douceur
- Compteur/décompteur de personnes
- Plante intelligente animée par un PICAXE-18M2



N°397

- CALRESAO. CALCuls de RESistances Assistés par Ordinateur
- En application de CALRESAO. Une alimentation de 1,25 V à 16 V / 1 A
- Mini fraiseuse CNC (1^{ère} partie)
- Interface USB pour commander deux moteurs pas à pas
- Contrôle de la présence du secteur 230 V
- Alarme téléphonique
- Girouette électronique
- Haute sécurité. Cadenas électronique universel



N°398

- Physique expérimentale. La gravité
- Mini fraiseuse CNC (2^{ème} partie)
- Étoile pour les fêtes
- Indicateur de vent dominant
- Baromètre avec liaison Bluetooth
- GÉNÉ-DUINO. Générateur de fréquences de précision sinus et carrés de 1 Hz à 5 MHz
- Pluviomètre de précision
- Télécommandes RF sécurisées



N°399

- Commande des moteurs pour la robotique
- Surveillance d'une chambre d'enfant
- ARDUINO - ESPLORA. Une carte Arduino interactive
- Mini fraiseuse CNC (3^{ème} partie)
- Automatisation de l'aller-retour d'une motrice
- La vitesse transmise par ondes radio
- Thermostat de précision

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 1287 9000 0100 2210 3899 350 - BIC : DELUFR22XXX)

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

Nom Prénom

Adresse

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

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

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 330 | 332 | 333 | 335 | 336 |
| 337 | 338 | 339 | 340 | 344 |
| 365 | 371 | 373 | 374 | 375 |
| 376 | 377 | 380 | 381 | 382 |
| 383 | 385 | 386 | 387 | 388 |
| 390 | 391 | 392 | 393 | 394 |
| 395 | 396 | 397 | 398 | 399 |

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
- Pluviómetre 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
- Gyropode ZZAAG3 véhicule expérimental à auto-balancement
- Préamplificateur RIAA, cellules MC & MM

N°360 de Mai

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

N°361 de Juin

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

N°362 de Juillet-Août

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

N°363 de Septembre

- Picaxe à tout faire. Ateliers pratiques N°7, N°8 et N°9 - Servomoteur - Moteur à courant continu - Afficheur LCD
- Robot évolutif (partie 2)
- Les modules Bluetooth de Firmtech
- Un simulateur de présence
- Arrêts et démarrages progressifs automatisés

- Un 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 XPROTOLAB
- Traceur de courbes pour voltmètre HF
- Testeur de diodes zéners
- Amplificateur Hifi Push-Pull de pentodes EL95

N°365 de Novembre

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

N°366 de Décembre

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



Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Toute l'année 2011 en un seul CD »

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

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : chèque virement bancaire (IBAN : FR76 1287 9000 0100 2210 3899 350/BIC : DELUFR22XXX)

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

Totalisateur d'heures de gel

L'hiver a déjà fait son apparition, avec son cortège de neige et de froid. Dans certaines régions, ce dernier facteur est plus important que dans d'autres. C'est notamment le cas en montagne.

Aussi, avons-nous imaginé ce montage, dont le but est de mesurer pendant une période donnée, ou encore pour l'ensemble de l'hiver, l'importance du froid, par la totalisation en heures, des durées pendant lesquelles la température est restée inférieure à 0°C.

Le principe

Une CTN, résistance à coefficient de température négatif, reliée au module, est disposée à l'extérieur de l'habitation. Dès que la température égale ou devient inférieure à 0°C, un circuit de chronométrage devient actif. Le résultat, exprimé en heures, apparaît en permanence sur un afficheur à cristaux liquides, dont la capacité maximale est limitée à 999 h.

En cas de coupure du secteur, l'alimentation est secourue par une batterie de 8,4 V/200 mAh.

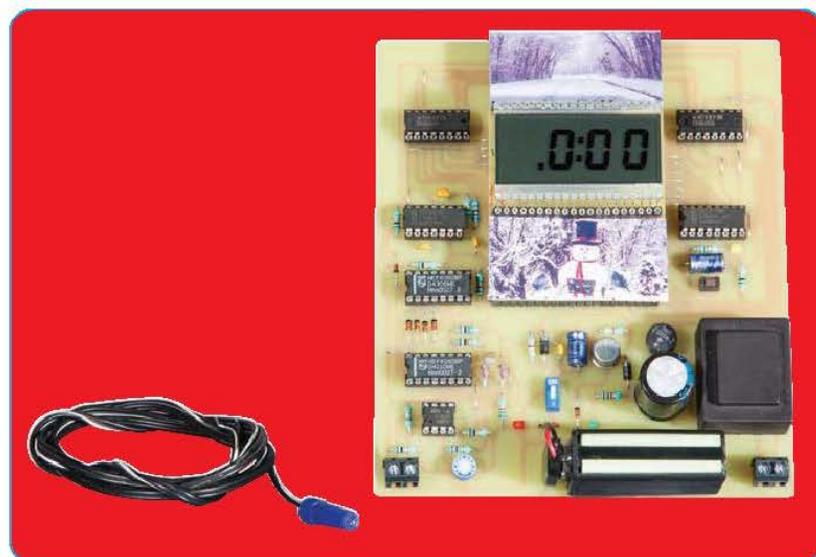
Le fonctionnement

Alimentation

Un transformateur délivre, sur son enroulement secondaire, une tension alternative de 12 V.

Un pont redresse les deux alternances. Le condensateur C1 réalise un premier lissage de ce potentiel continu. La led verte L1, dont le courant est limité par R1, signale la présence du secteur (**figure 1**).

Par l'intermédiaire de D1, cette tension est appliquée sur le collecteur du transistor T1, dont la base est maintenue à



un potentiel fixe de 6,8 V, par la diode zéner DZ1. Sur l'émetteur de T1 apparaît alors un potentiel continu, stabilisé à 6,2 V. Le condensateur C2 assure un complément de filtrage, tandis que C4 fait office de capacité de découplage, entre alimentation et circuit aval.

La batterie, de 8,4 V de tension nominale, est constamment en charge par le biais de la résistance de limitation R2. Le courant de charge est relativement modeste : environ 3 mA. Cette valeur suffit amplement, étant donné que la batterie n'est sollicitée qu'en cas de défaillance du secteur. Dans ce cas, par l'intermédiaire de D2 shuntant R2, le transistor T1 voit son collecteur maintenu à une tension d'environ 7,8 V. Elle lui permet de continuer à assurer, sur son émetteur, le potentiel d'alimentation du montage qui est de 6,2 V.

La batterie de 200 mAh de capacité assure une autonomie de près de 40 h, étant donné que la consommation du montage, en état de veille, reste inférieure à 5 mA.

Détection de la température de 0°C

La résistance ohmique de la CTN dépend, essentiellement, de la température ambiante à laquelle elle est soumise. Elle varie, en raison inverse de la température, comme le montre

la courbe de réponse de la **figure 2**. Cette variation n'est pas linéaire, mais cela n'a aucune importance dans le cadre de la présente application. Il s'agit simplement de détecter la température de 0°C et celles en-dessous.

L'amplificateur opérationnel IC1 est monté en «comparateur». Son entrée (e-) est soumise au potentiel du point commun entre la CTN et R4. Il est d'environ 3 V pour une température de 0°C. Quant à son entrée (e+), elle dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A1.

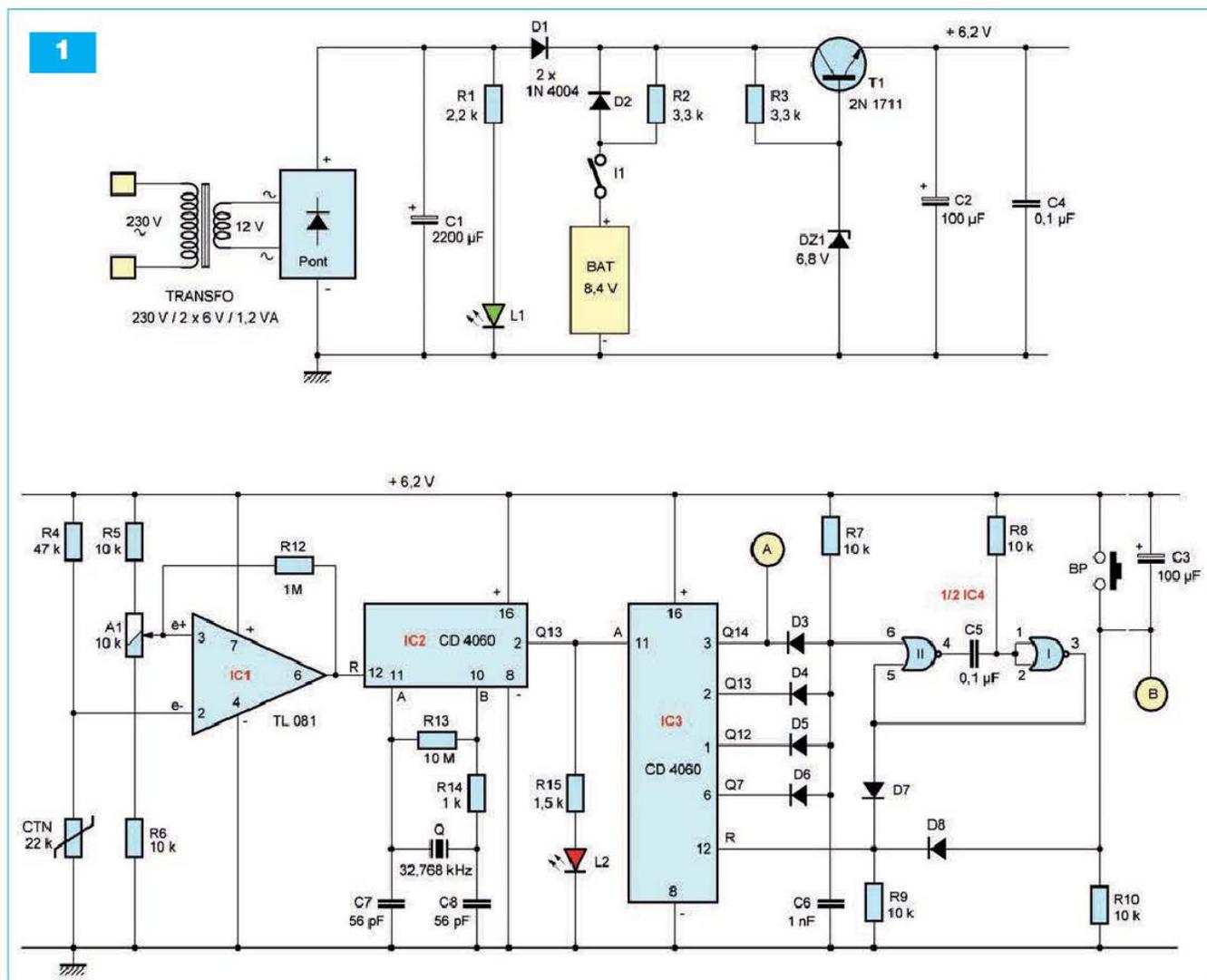
Nous verrons, ultérieurement, comment régler ce potentiel qui est également voisin de 3 V.

Deux cas peuvent se présenter :

- la température est égale ou inférieure à 0°C : nous obtenons l'inégalité $U(e-) > U(e+)$. La sortie du «comparateur» présente un état «bas», à la tension de déchet près.
- la température est supérieure à 0°C : nous obtenons, cette fois, l'inégalité $U(e-) < U(e+)$. La sortie du comparateur passe à l'état «haut» (**figure 2**).

La résistance R12 introduit une légère réaction positive lors du basculement du «comparateur», dans un sens ou dans l'autre.

Cet effet d'hystérésis est à la base



des basculements plus francs d'une situation à l'autre.

Base de temps

Le circuit IC2 / CD 4060 est un compteur. Il intègre quatorze étages binaires, montés en cascade, précédés d'un oscillateur interne.

Ce dernier est piloté par un quartz, caractérisé par une fréquence de 32,768 kHz. Cette fréquence peut être observée avec un oscilloscope, sur la broche 9 du CD 4060. Sur la sortie Q13, un créneau de forme carrée est présent. Sa fréquence est égale à $32\,768\text{ Hz} / 2^{13}$, soit :

$$32\,768\text{ Hz} / 8\,192 = 4\text{ Hz}$$

Cela correspond à une période de 0,25 s.

A noter que ce compteur n'est actif que si son entrée R de remise à 0 est soumise à un état «bas».

| Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | Q11 | Q12 | Q13 | Q14 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 2 ⁰ | 2 ¹ | 2 ² | 2 ³ | 2 ⁴ | 2 ⁵ | 2 ⁶ | 2 ⁷ | 2 ⁸ | 2 ⁹ | 2 ¹⁰ | 2 ¹¹ | 2 ¹² | 2 ¹³ |
| 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 | 256 | 512 | 1 024 | 2 048 | 4 096 | 8 192 |

Tableau 1

Rappelons que cela se produit si la température dans laquelle est placée la CTN est égale ou inférieure à 0°C. Si elle est supérieure, cette entrée est le siège d'un état «haut».

Le compteur est bloqué et toutes ses sorties Q restent à l'état «bas». Lorsqu'il est actif, le led rouge L2 clignote à cette fréquence de 4 Hz, en signalisant, par la même occasion, que le chronométrage est opérationnel.

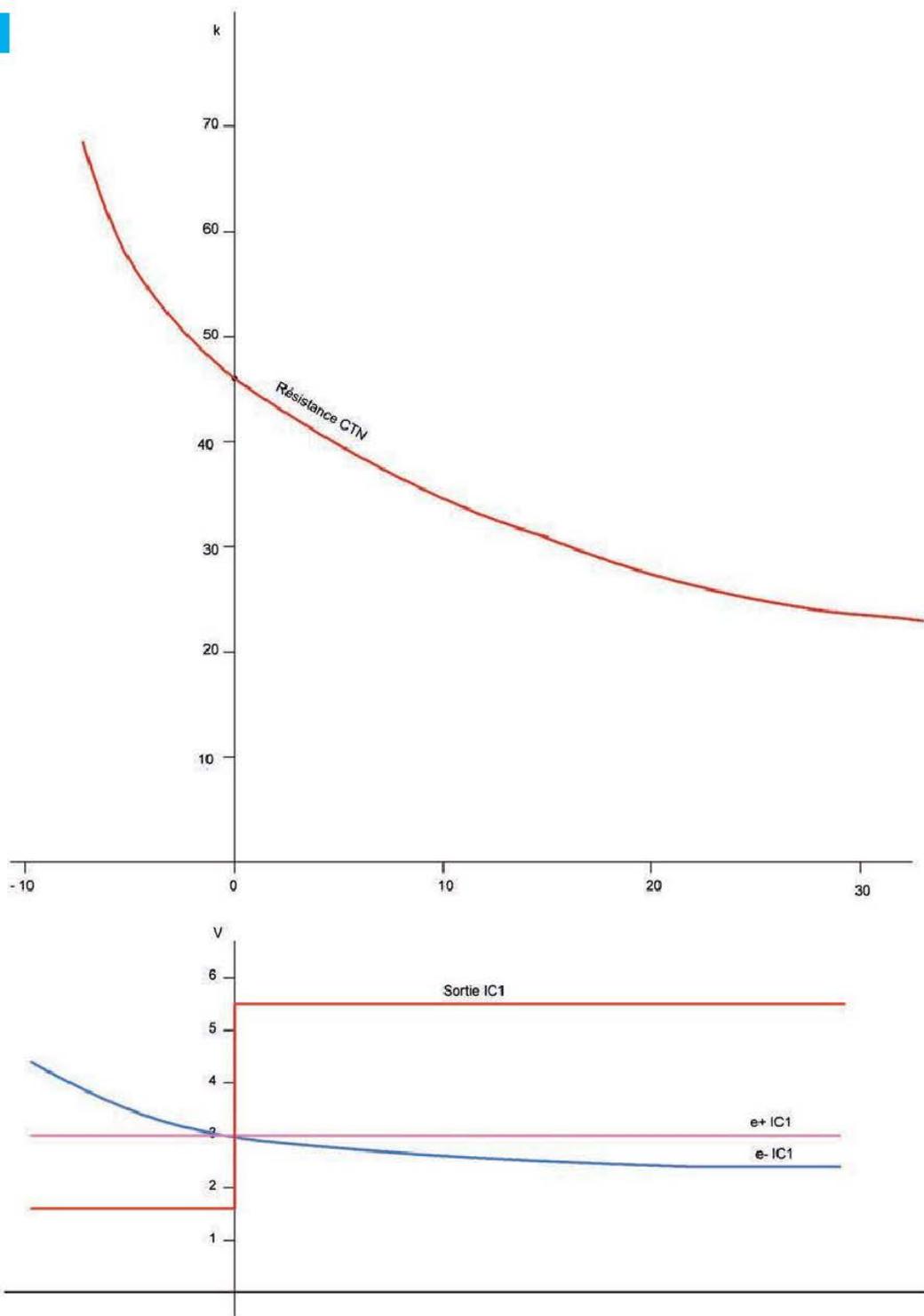
Détermination des heures

IC3 est également un CD 4060, mais ici son oscillateur interne n'est pas utilisé. Les créneaux issus de la sortie

Q13 de IC2 sont directement appliqués sur son entrée A. Les niveaux logiques de ses sorties évoluent suivant les principes du comptage binaire. Les «poids» binaires de chaque sortie sont repris dans le **tableau 1**.

En prenant comme point de départ le moment où toutes les sorties Q présentent un état «bas», il est possible de déterminer le nombre d'impulsions nécessaires pour totaliser une durée de 1 h, soit 3 600 s. Comme la période élémentaire se caractérise par une valeur de 0,25 s, le nombre de créneaux nécessaires est égal à $3\,600 / 0,25$, soit 14 400.

2



Il est possible de décomposer ce nombre en une somme de puissances entières de 2.

$$- 14\ 400 = 8\ 192 + 4\ 096 + 2\ 048 + 64$$

$$- 14\ 400 = 2^{13} + 2^{12} + 2^{11} + 2^6$$

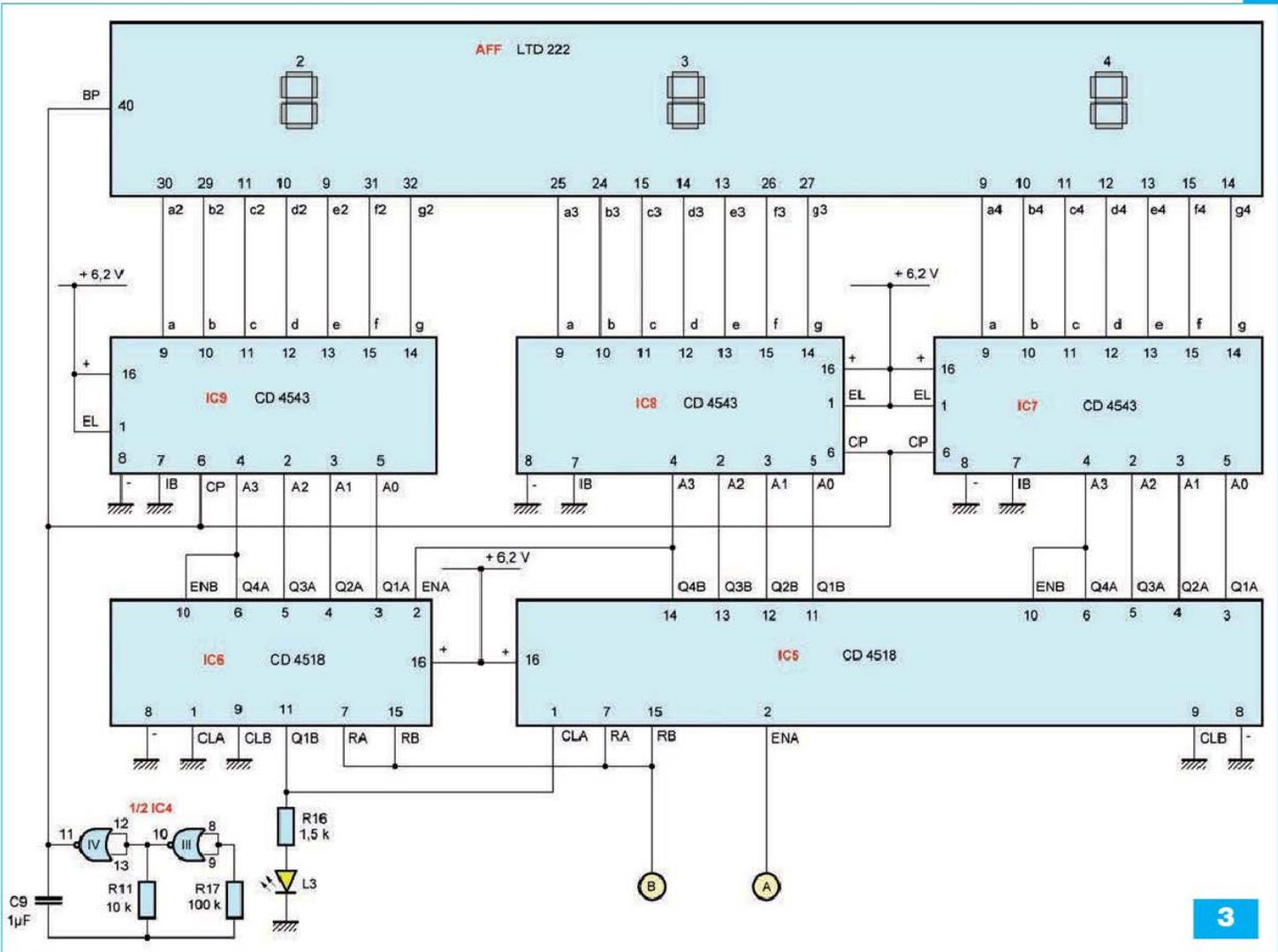
Ainsi, comme l'indique le tableau 1, lorsque les sorties Q14, Q13, Q12 et Q7 présenteront pour la première fois

et simultanément un état «haut», ce nombre de 14 400 impulsions de comptage sera atteint.

A ce moment précis, le point commun des anodes des diodes D3, D4, D5 et D6 sera à l'état «haut». Ce point commun présentait un état «bas» pour les positions antérieures, étant donné que l'une au moins des cathodes des

diodes était soumise à un état «bas» sur les sorties contrôlées.

Cet état «haut» commande le déclenchement de la bascule monostable formée des portes NOR (I) et (II) de IC4. Celle-ci présente alors, sur sa sortie, un bref état «haut» d'une durée déterminée par le produit : $0,7 \times R8 \times C5$, soit environ 0,7 ms.



3

Par l'intermédiaire de D7, cet état «haut» assure la remise à 0 du compteur IC3, qui redémarre ainsi un nouveau cycle de comptage d'une heure.

Comptage des heures

Chaque fin de cycle horaire est donc matérialisée par un front «descendant» sur la sortie Q14 de IC3.

Les circuits IC5 et IC6 sont des compteurs BCD, doubles (**figure 3**). Ils avancent au rythme des transitions négatives des créneaux appliqués sur leurs entrées ENA ou ENB.

La transition horaire issue de IC3 est transmise sur l'entrée ENA du compteur A de IC5. Ce dernier est affecté au comptage des unités. Il comporte quatre sorties BCD, repérées Q1A à Q4A. Cette dernière sortie est reliée à l'entrée ENB du compteur B, chargé de la totalisation des dizaines. La sortie Q4B est en liaison avec

l'entrée ENA de IC6, dont le compteur A est affecté au dénombrement des centaines.

La capacité de comptage de cet ensemble est ainsi de 999 h, ce qui représente tout de même plus de quarante journées de 24 h de gel. Espérons qu'aucun hiver ne dépassera cette limite ...

L'appui sur le bouton-poussoir BP a pour effet la remise à 0 de tous les compteurs (figure 1), y compris du compteur IC3, par l'intermédiaire de la diode D8. A noter, qu'au moment de la première mise sous tension de l'ensemble, le condensateur C3 se charge à travers R10, ce qui a pour conséquence la remise à 0 et, donc, l'initialisation de l'ensemble de comptage. Une fois la position [999] atteinte, lors de l'impulsion de comptage suivante, la sortie Q4A de IC6 est le siège d'un front «descendant». Il en résulte, grâce

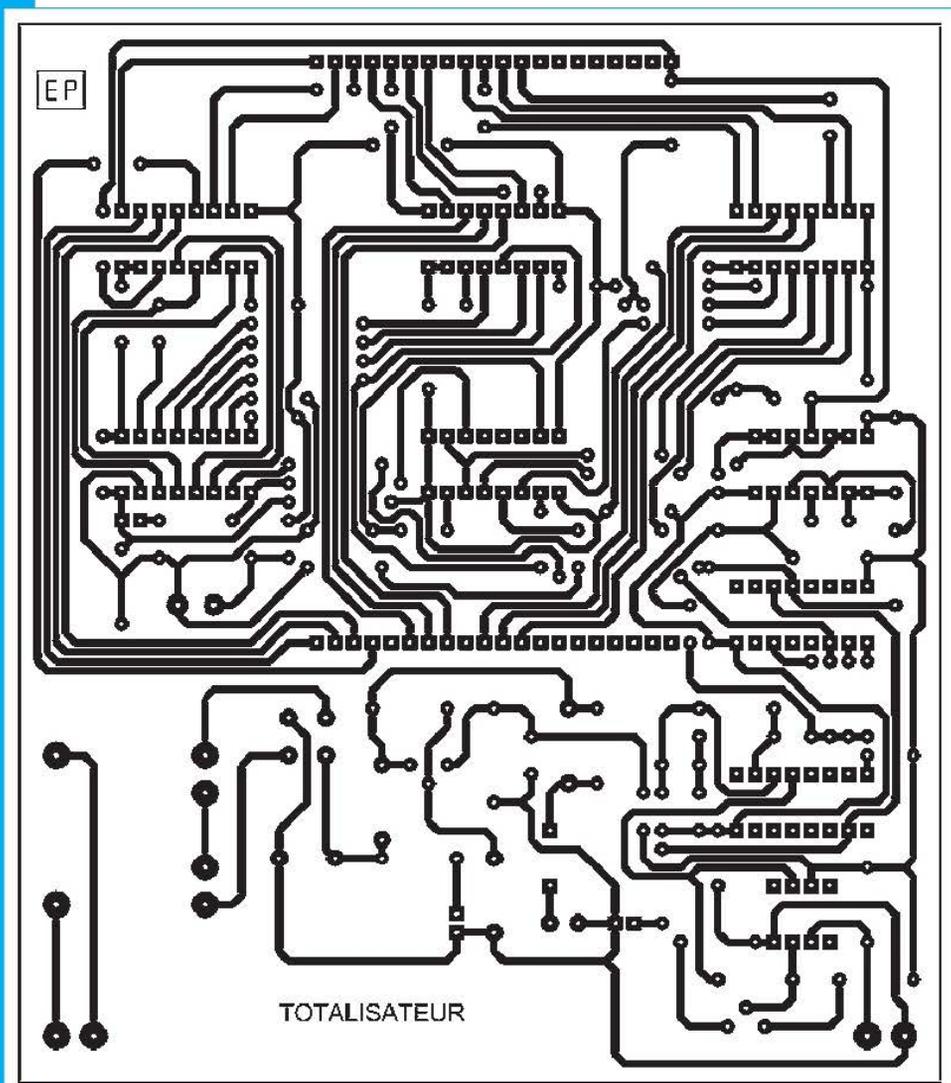
à la liaison avec l'entrée ENB du second compteur, l'apparition d'un état «haut» sur la sortie Q1B, tandis que toutes les sorties Q des compteurs affectés aux unités, dizaines et centaines passent à l'état «bas».

L'entrée CLA de IC5 est alors soumise à un état «haut», ce qui se traduit par la neutralisation du comptage. Cette position extrême est signalisée par l'illumination de la led jaune L3, dont le courant est limité par R16.

Décodage et affichage

Les trois circuits IC7, IC8 et IC9 / CD4543, sont des décodeurs BCD → 7 segments. Ils sont plus particulièrement adaptés à l'alimentation des digits à cristaux liquides.

Ces derniers ont, en effet, la particularité notoire de ne fonctionner qu'en alternant sans cesse les polarités de leur alimentation.



4

C'est la raison d'être de l'oscillateur formé des portes NOR (III) et (IV) de IC4. Ce dernier génère des créneaux de forme carrée, caractérisés par une période (t) telle que :

$$t = 2,2 \times R11 \times C9$$

Le lecteur pourra vérifier que cela correspond à une période de 22 ms, c'est-à-dire environ 45 Hz. La sortie de l'oscillateur est reliée, d'une part aux entrées CP des décodeurs et, d'autre part, au point commun BP de l'afficheur à 4 digits. Le fonctionnement de ce dispositif est relativement simple. Lorsque le signal issu de l'oscillateur accuse un état «bas», les décodeurs fonctionnent en logique positive, c'est-à-dire la même qui serait mise à contribution en utilisant des digits à cathode commune. Au contraire, lors des états «haut» du créneau, la logique de déco-

dage devient négative, comme celle qui mettrait en jeu des digits à anode commune. Avec ce dispositif, les segments concernés par le décodage sont alternativement soumis à des polarités opposées, ce qui leur permet un fonctionnement normal.

La réalisation pratique

Les modules

Les circuits imprimés correspondant aux deux modules de ce montage sont repris aux figures 4 et 5. Leur réalisation n'amène aucune remarque particulière. Quant aux plans de câblage des composants, ils font l'objet des figures 6 et 7. Respecter l'orientation des différents composants polarisés. La même remarque s'impose pour la mise en place de l'afficheur AF. Le figure 8 rappelle son brochage.

Nomenclature

MODULE PRINCIPAL

• Résistances

R1 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
 R2, R3 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
 R4 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R5 à R11 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R12 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
 R13 : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
 R14 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R15, R16 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
 R17 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 A1 : ajustable 10 kΩ
 CTN : 22 kΩ (hors module)

• Condensateurs

C1 : 2 200 μF / 25 V (sorties radiales)
 C2, C3 : 100 μF / 25 V
 C4, C5 : 0,1 μF
 C6 : 1 nF
 C7, C8 : 56 pF
 C9 : 1 μF

• Semiconducteurs

D1, D2 : 1N 4004
 D3 à D8 : 1N 4148
 DZ1 : zéner 6,8 V / 0,4 W
 Pont de diodes
 L1 : led verte Ø 3 mm
 L2 : led rouge Ø 3 mm
 L3 : led jaune Ø 3 mm
 T1 : 2N 1711
 IC1 : TL 081
 IC2, IC3 : CD 4060
 IC4 : CD 4001
 IC5, IC6 : CD 4518
 IC7, IC8, IC9 : CD 4543

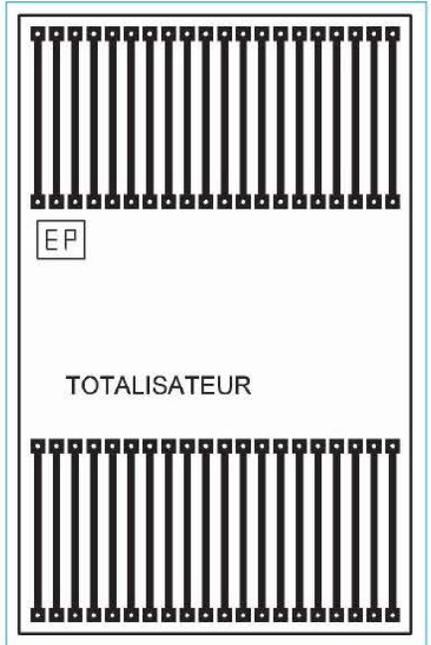
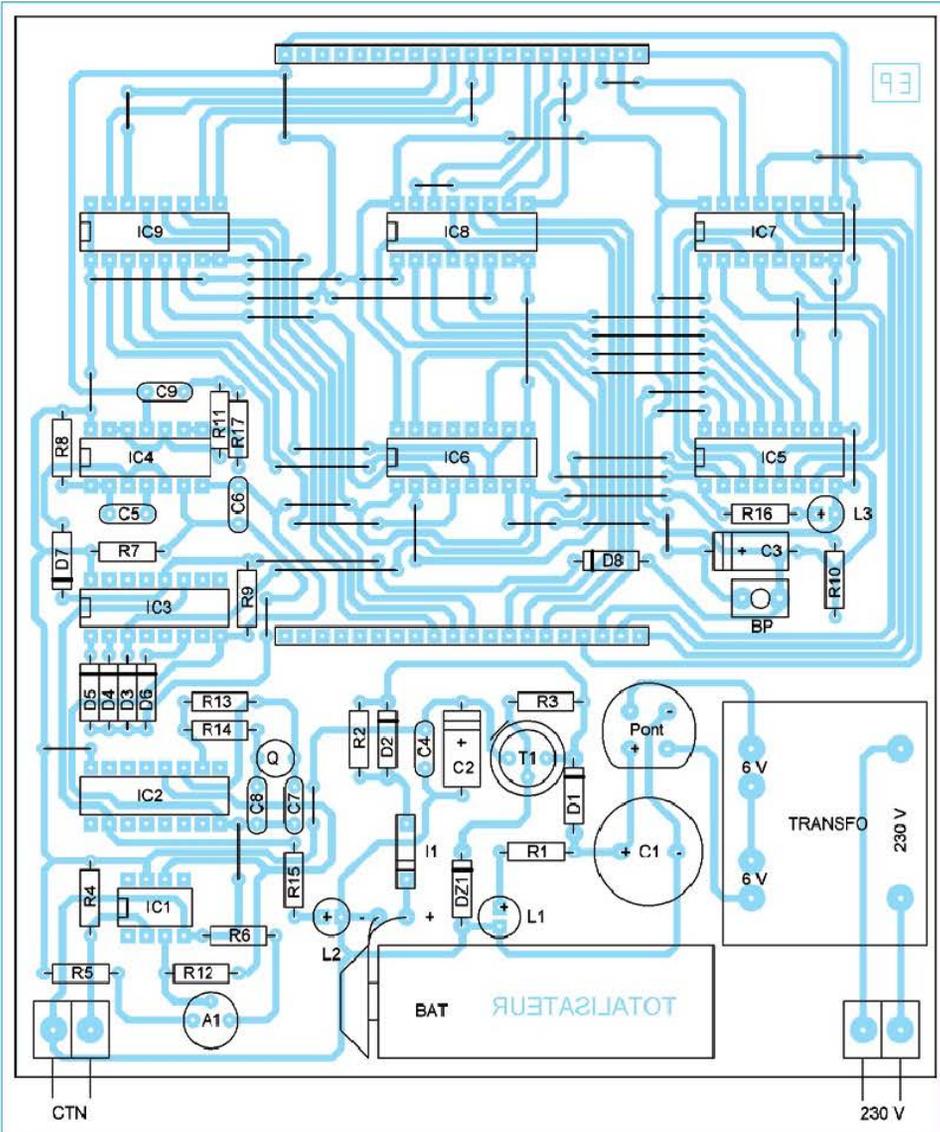
• Divers

45 straps (30 horizontaux, 15 verticaux)
 Q : quartz 32,768 kHz
 1 support à 8 broches
 1 support à 14 broches
 7 supports à 16 broches
 2 connecteurs femelles de 20 broches
 2 borniers soudables de 2 plots
 BP : bouton-poussoir miniature pour circuit imprimé
 I1 : interrupteur unipolaire «dual in line»
 BAT : batterie 8,4 V / 200 mAh
 Coupleur pression
 Transformateur 230 V / 2 x 6 V / 1,2 VA

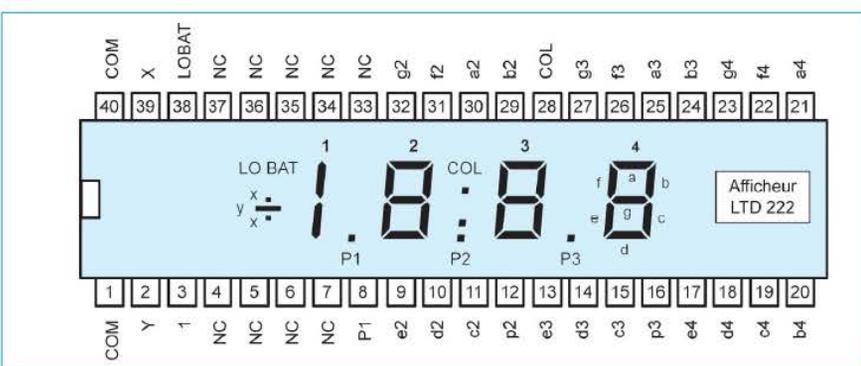
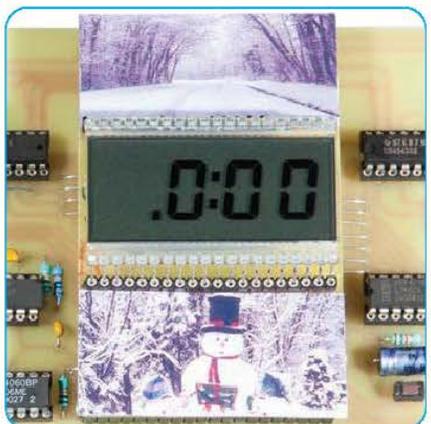
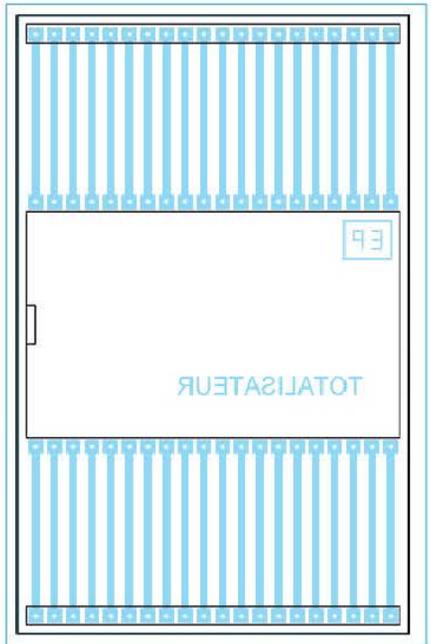
MODULE «AFFICHAGE»

2 connecteurs mâles de 20 broches
 2 barrettes de 20 broches
 AF : afficheur LTD 222 / 3 digits ½ / cristaux liquides

La CTN est à introduire dans une capsule étanche, genre capuchon de stylo à bille. Une fois insérée, l'espace restant sera rempli de colle du type époxy, entourant le câble de liai-



5 7



6

8

son pour une parfaite étanchéité vis-à-vis de l'humidité.

Le réglage

Pour obtenir une référence thermique de 0°C, il suffit de plonger, pendant une dizaine de minutes, la sonde dans de l'eau mélangée à de la glace

fondante. Ensuite, le curseur de l'ajustable A1 est à tourner dans un sens ou dans l'autre, pour obtenir le point de basculement du comparateur IC1. Le basculement est matérialisé par le clignotement de la led rouge L2.

R. KNOERR

Thermomètre maxi - mini

Pour disposer de plus de recul sur l'évolution des températures, il peut s'avérer intéressant de connaître, sur une période donnée, les valeurs maximales et minimales de celles-ci.

Pour les températures extérieures, par exemple, l'enregistrement du minimum permet de se situer par rapport à l'arrivée du gel et donc de prendre les précautions qui s'imposent en matière de jardinage. La connaissance du maximum et du minimum donne également une idée plus précise du fonctionnement du système de régulation d'un chauffage.

Le principe retenu

Le thermomètre indique, en permanence, la température régnant à l'endroit où est placée la sonde de détection. En appuyant sur l'un ou l'autre des deux boutons-poussoirs repérés «max» et «min», l'afficheur indique les températures (maximale ou minimale) mémorisées depuis la dernière initialisation. Cette initialisation se réalise très simplement en appuyant sur le bouton-poussoir R.

Le fonctionnement

Alimentation

L'énergie provient du secteur 230 V, par l'intermédiaire d'un transformateur, dont les deux enroulements secondaires fournissent, chacun, une tension alternative de 6 V.

Un pont de diodes redresse les deux alternances. Le montage comportant des amplificateurs opérationnels, il est nécessaire de disposer d'une alimentation symétrique, dont la masse de référence est située au point commun des enroulements secondaires du transformateur (figure 1).



Les condensateurs C1 et C2 réalisent un premier lissage des tensions redressées par le pont. Sur les sorties respectives des régulateurs REG1 et REG2, apparaissent des tensions continues, stabilisées à ± 5 V par rapport à la masse. Les condensateurs C3 et C4 effectuent un filtrage complémentaire, tandis que C6 et C7 font office de capacités de découplages.

Les circuits intégrés référencés IC1 et IC2 (amplificateurs opérationnels), ainsi que le voltmètre afficheur, sont alimentés sous 10 V, entre les polarités +5 V et -5 V. Les autres circuits, IC3 à IC8, fonctionnent sous 5 V, entre la polarité +5 V et la masse.

La sonde de température

La sonde thermique «SOND» est un LM 35. Ce composant peut accepter une tension d'alimentation pouvant atteindre une trentaine de volts. Dans le cas présent, elle n'est alimentée que sous un potentiel de 5 V, auquel il convient de soustraire 1,2 V, potentiels des jonctions des diodes D1 et D2 (figure 2). Ces dernières ont été insé-

rées dans le montage, afin de pouvoir mesurer les tensions négatives.

La résistance R1 participe également à cette possibilité.

Par rapport à sa polarité négative, repère «A», la sonde présente sur sa sortie un potentiel dépendant directement de la température ambiante régnant autour d'elle, quelle que soit la valeur de son potentiel d'alimentation. En présence d'une température de 0°C, le potentiel délivré est de 0 V.

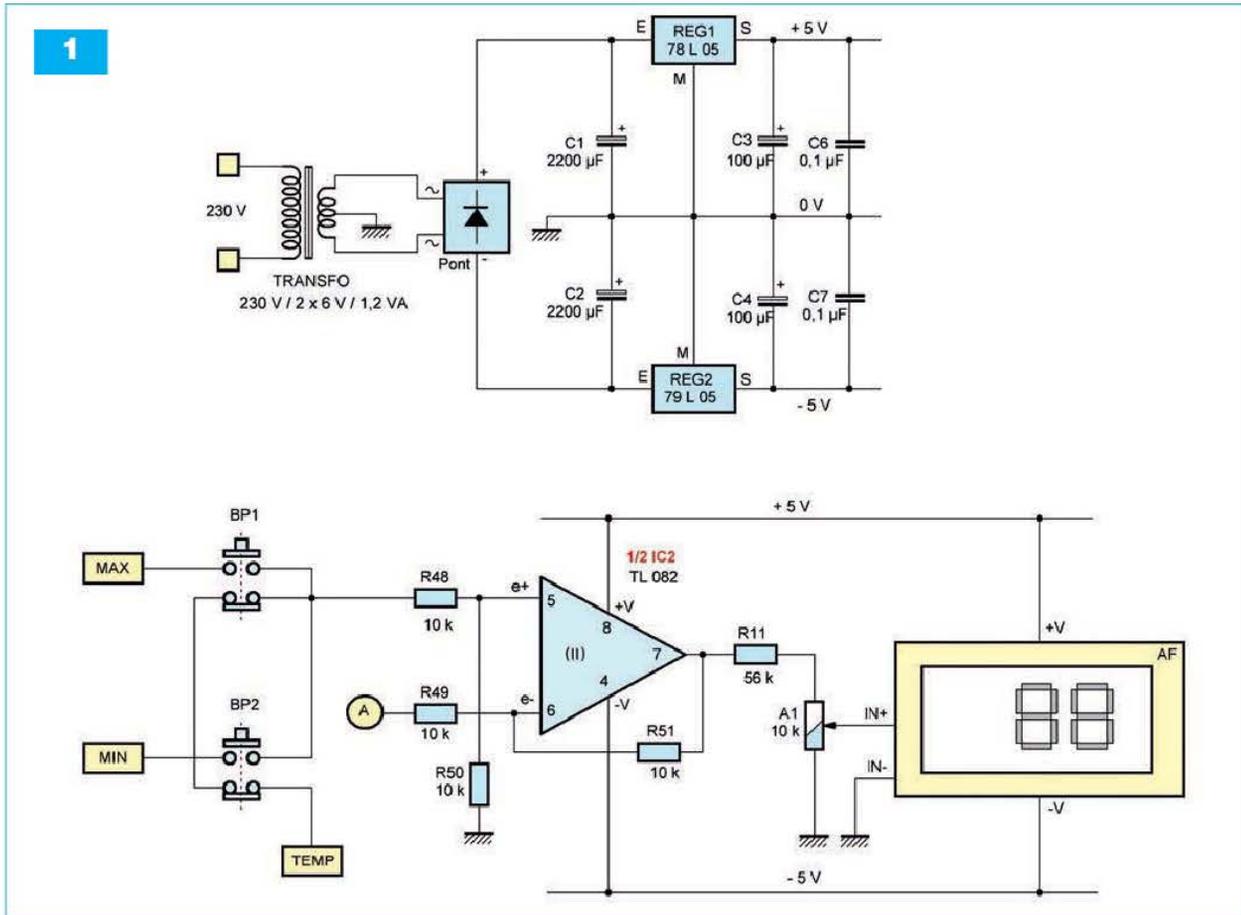
Pour toute autre température (t), supérieure ou inférieure à 0°C, la valeur (u) du potentiel de sortie répond à la règle :

$$u(V) = 0,010 (V) \times t (^{\circ}C)$$

Par exemple, pour une température ambiante de 20°C, la valeur du potentiel de sortie est de +0,2 V. Pour une température négative de -15°C, ce potentiel devient égal à -0,15 V.

Amplification différentielle

L'amplificateur (III) de IC1 / TL084 est monté en «suiveur» de potentiel. Sa sortie restitue donc le même



potentiel que celui délivré par la sortie de la sonde.

Lorsque les boutons-poussoirs BP1 et BP2 sont au repos, la sortie TEMP de l'amplificateur (III) de IC1 est directement en liaison avec l'entrée (e+) de l'amplificateur (II) de IC2 / TL082, par l'intermédiaire de R48 (figure 1). Ce dernier réalise une amplification « différentielle », dont le potentiel de sortie présente les deux caractéristiques suivantes :

- il se rapporte au potentiel de référence du montage
- il réalise une amplification, dont le gain est égal à 1

Rappelons la relation fondamentale qui régit le fonctionnement de tout amplificateur opérationnel monté en mode « différentiel » :

$$V_s = \frac{R_{50} \times (R_{49} + R_{51})}{R_{49} \times (R_{50} + R_{48})} \times V_{E2} - \frac{R_{51}}{R_{49}} \times V_{E1}$$

V_s : Tension de sortie (broche 7 de IC2)

V_{E2} : Tension sur la sortie TEMP (broche 8 de IC1)

V_{E1} : Tension sur la broche (-) du LM 35

Ces trois tensions sont mesurées par rapport à la masse du montage.

Il est à remarquer que :
 $R_{48} = R_{49} = R_{50} = R_{51}$

En conséquence, la relation de base se simplifie et devient :
 $V_s = V_{E2} - V_{E1}$

En reprenant l'exemple d'une température ambiante de 20°C, la valeur de V_s est telle que :
 $V_s = (0,2 \text{ V} + 1,2 \text{ V}) - 1,2 \text{ V}$
 $V_s = 0,2 \text{ V}$

Pour une température négative de -15°C :
 $V_s = (-0,15 \text{ V} + 1,2 \text{ V}) - 1,2 \text{ V}$
 $V_s = -0,15 \text{ V}$

Affichage de la température

Le voltmètre se caractérise par une sensibilité de 200 mV. Sa capacité maximale d'affichage, limitée à 3 digits 1/2, correspond donc à la configura-

tion 1999. Le point décimal est positionné, lors de sa fabrication, sur l'affichage de la valeur maximale [199.9]. Il est possible de le déplacer, en reliant par un strap, les pastilles prévues à cet effet, au dos de l'appareil.

Nous le laisserons dans sa configuration d'origine. Il affichera ainsi les dixièmes de degrés. En restant dans l'exemple évoqué précédemment, pour une température de 20°C, pour obtenir l'affichage [20.0], le potentiel auquel sera soumise l'entrée de mesure IN+ du voltmètre sera de 20 mV.

Le réseau R11 / A1 constitue un pont diviseur. Avec l'ajustable A1, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante du potentiel disponible à ses bornes.

Dans le cas de l'exemple de 20°C évoqué précédemment, ce potentiel (u) est tel que :

$$u = \frac{A1}{R11 + A1} \times 200 \text{ mV}$$

$$u = \frac{10}{66} \times 200 \text{ mV, soit } 30 \text{ mV}$$

En agissant sur le curseur de l'ajustable A1, il est facile d'obtenir 20 mV pour afficher la température requise. Pour que le voltmètre puisse fonctionner dans de bonnes conditions, il est indispensable que le niveau correspondant à la tension mesurée se trouve éloigné des bornes positive et négative de son alimentation. Cette condition est, ici, largement respectée avec les potentiels +5 V et -5 V.

Base de temps

Le circuit référencé IC3 / CD 4060 est un compteur comportant quatorze étages binaires montés en cascade et précédés d'un oscillateur interne. Il «tourne» en permanence. Au niveau de sa sortie C, broche 9, un créneau de forme carrée apparaît. La valeur (t) de sa période est déterminée par la relation :

$$t = 2,2 \times R7 \times C8$$

Le lecteur vérifiera que cette période est de l'ordre de 2,2 ms.

Sur la sortie Q4, la période (T) du créneau se caractérise par la relation :
 $T = t \times 2^4 = 16 \times t$, soit environ 35 ms.

Ensemble de comptage

Considérons les circuits IC5 et IC6 / CD 4029. Il s'agit de compteurs-décompteurs. Du fait que leurs entrées UD soient reliées à l'état «haut», ils fonctionnent suivant le mode «comptage». Par ailleurs, leurs entrées BD étant également en liaison avec un état «haut», leur système de comptage est binaire et non BCD. La sortie CO de IC5 est en liaison avec l'entrée CI de IC6. De ce fait, les deux compteurs fonctionnent en «série». Plus exactement, le comptage est incrémenté d'un pas lors de chaque front «ascendant» appliqué sur les entrées CL.

Les huit sorties Q de ces deux compteurs évoluent suivant les règles propres au comptage binaire.

L'ensemble de comptage peut ainsi occuper 256 positions différentes (positions 0 à 255). Du fait que les huit entrées J soient reliées à un état «bas», tout état «haut» appliqué sur les entrées PE aura pour conséquence le passage à 0 des compteurs. C'est ce qui se produit lorsque le

bouton-poussoir BP3 est sollicité. A noter, qu'au moment de la mise sous tension, suite à une coupure du secteur par exemple, le condensateur C5 se charge à travers R6. Ceci a pour conséquence d'appliquer un bref état «haut» sur les entrées PE et, donc, de remettre à 0 automatiquement les compteurs.

Les huit sorties Q des compteurs sont reliées à des résistances de tolérance 1 %. Elles ont toutes un point commun de regroupement.

Par rapport à ce dernier, pour le passage d'une sortie Q_n à la sortie Q_{n+1} , les valeurs des résistances sont chaque fois divisées par 2.

De plus, les résistances R44 et R46, dont la valeur totale est la moitié de celle de la somme des résistances reliées à la sortie Q4 de IC6, sont reliées en permanence à la référence 0 V.

Avec ces dispositions, pour un nombre (n) de fronts «ascendants» appliqués sur les entrées CL, le potentiel (u) disponible au point commun des résistances est tel que :

$$u = \frac{n}{2^9 - 1} \times 5 \text{ V} = \frac{n}{511} \times 5 \text{ V}$$

Le potentiel (u) est donc rigoureusement proportionnel au nombre de fronts «ascendants» appliqués aux entrées CL. Le potentiel (u) peut ainsi varier de 0 V à $(255 / 511) \times 5 \text{ V}$, soit 2,495 V.

Position d'équilibre

Prenons, à titre d'exemple, le cas d'une température ambiante de 20°C. Le potentiel relevé sur la sortie de l'amplificateur (III) de IC1 est alors égal à $(20 \times 0,01 \text{ V}) + 1,2 \text{ V}$, soit 1,4 V. Ce potentiel est appliqué à l'entrée (e+) de l'amplificateur (IV) de IC1.

Quant à l'entrée (e-) de cet amplificateur, elle est soumise au potentiel présent au point de regroupement des résistances. L'amplificateur fonctionne ici suivant le mode «comparateur». Les règles en sont fort simples :
 - si le potentiel (e+) est supérieur au potentiel (e-), la sortie du comparateur présente un potentiel de +5 V
 - si le potentiel (e+) est inférieur au potentiel (e-), la sortie du comparateur présente un potentiel de -5 V

Dans le second cas (e+ < e-), l'entrée 1 de la porte NAND (I) de IC4 est soumise à un état «bas».

La sortie présente alors un état «haut» permanent et le comptage de l'ensemble IC5 et IC6 est neutralisé. Dans ce second cas, le potentiel sur l'entrée (e-) doit être légèrement supérieur à celui de (e+).

Le potentiel (u) doit donc être légèrement plus grand que 1,4 V. Pour ce potentiel, la position (n) de comptage est telle que :

$$n = \frac{511 \times 1,4}{5} = 143,08$$

La position de comptage est alors égale à 144.

En effet, pour cette position, la valeur de (u) est égale à $(144 / 511) \times 5 \text{ V}$, soit 1,409 V.

Augmentation de la température

Prenons maintenant le cas d'une température ambiante qui grimpe de 20°C à 21°C. Le potentiel sur la sortie de l'amplificateur (III) de IC1 passe à $(21 \times 0,01 \text{ V}) + 1,2 \text{ V}$, soit 1,41 V.

L'entrée (e+) du comparateur se caractérise alors par un potentiel supérieur à celui de l'entrée (e-).

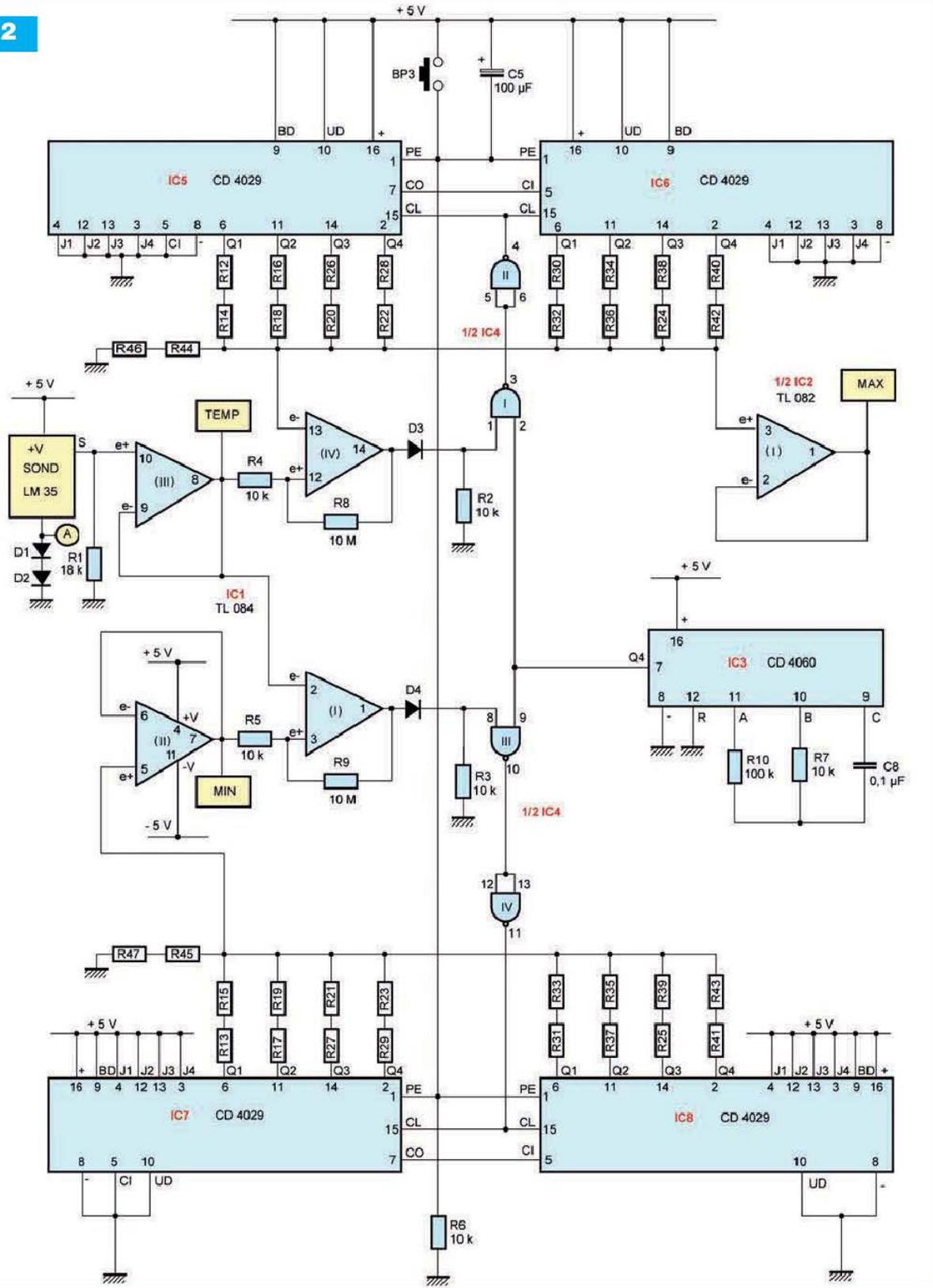
La sortie du comparateur passe à l'état «haut». Il en est de même en ce qui concerne l'entrée 1 de la porte NAND (I) de IC4. Les impulsions de comptage, issues de la sortie Q4 de IC3, peuvent alors être transmises aux entrées CL de IC5 et IC6. Ces derniers sont incrémentés.

Plus exactement, ce sera d'un seul pas que le comptage avancera. En effet, en passant de la position 144 à la 145^{ème}, la valeur (u) au point de regroupement des résistances à 1 % atteint $(145 / 511) \times 5 \text{ V}$, soit 1,419 V. La sortie du comparateur repasse à -5 V. C'est le retour à la position d'équilibre évoquée au paragraphe précédent.

En définitive, pour chaque augmentation de la température ambiante, le système de comptage s'adapte et «suit» le nouveau potentiel en le mémorisant.

En revanche, si la température se mettait à descendre, la supériorité du potentiel sur l'entrée (e-) par rapport à

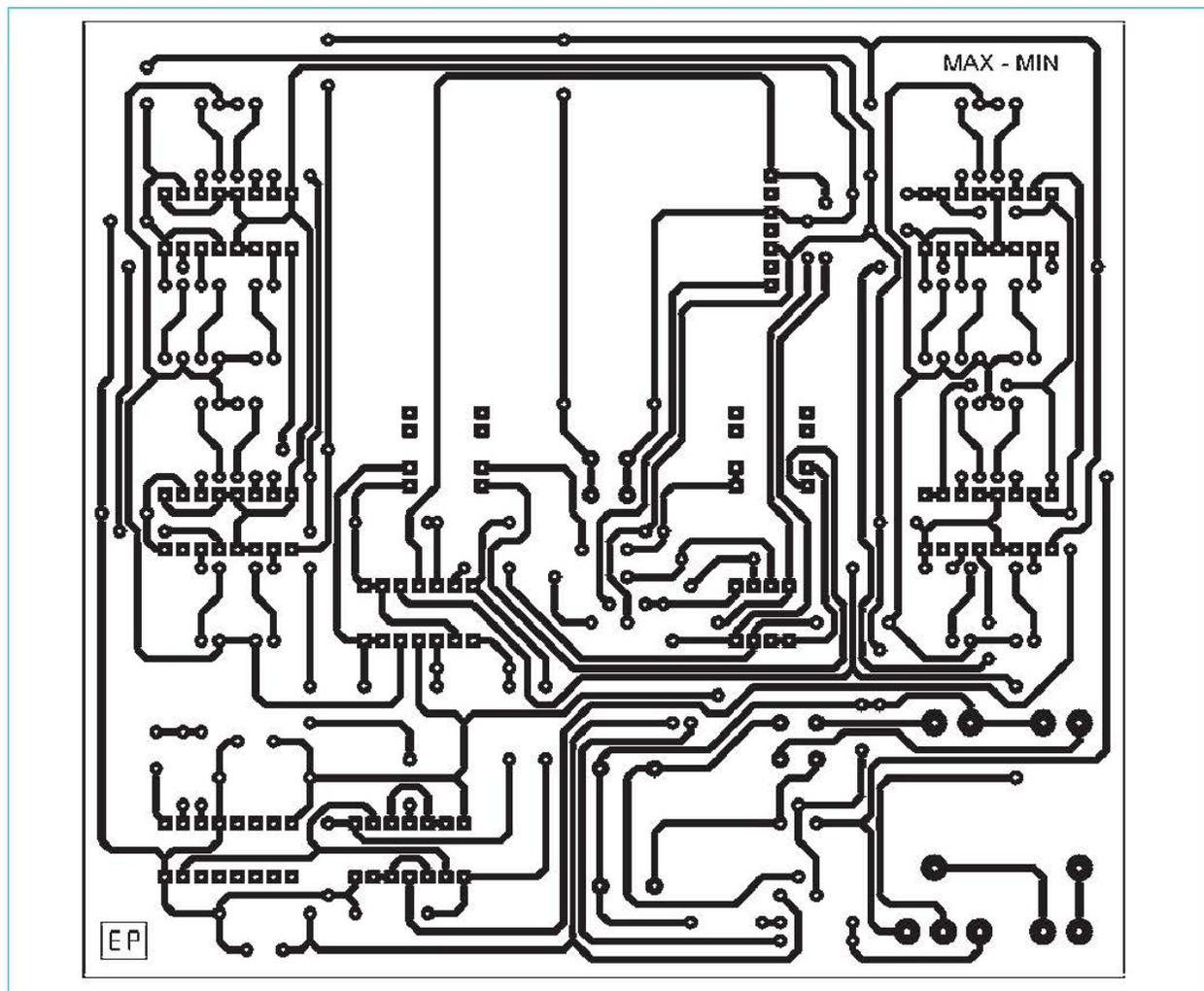
2



celui de l'entrée (e+) ne serait que renforcée et la mémorisation maintenue. Le comptage assuré par IC5 / IC6 ne peut donc évoluer qu'au fil des augmentations de la température.

Il est possible d'appuyer à tout moment sur le bouton-poussoir BP1, pour faire ainsi apparaître sur l'afficheur la température maximale enregistrée.

En appuyant sur le bouton-poussoir BP3, le compteur est remis à 0. Dès son relâchement, le comptage reprend son cycle. Dans le cas de l'exemple de 21°C



évoqué ci-dessus, le comptage avec IC5 / IC6 évoluera pour s'immobiliser à nouveau sur la position $n = 145$.

La température maximale «mémorable» est celle qui correspond à $n = 255$. Dans ce cas, le potentiel $u = 2,495 \text{ V}$ et la température équivaut à $(2,495 \text{ V} - 1,2 \text{ V}) / 0,01 \text{ V}$, soit 129°C .

Températures minimales

Un second dispositif de comptage est matérialisé par les compteurs IC7 et IC8. Par rapport au comptage concernant la mémorisation des maxima, une différence importante apparaît. Les entrées UD des CD4029 sont reliées à l'état «bas». Les compteurs «décomptent» au rythme des fronts «ascendants» appliqués sur leurs entrées CL. Les entrées J sont soumises à un état «haut» permanent. En conséquence, un appui sur le bouton-poussoir BP3 a pour conséquence de faire passer à

l'état «haut» toutes les sorties Q, ce qui équivaut à la position de comptage $n = 255$.

Le fonctionnement de la mémorisation des températures minimales est similaire à celui des températures maximales. C'est le comparateur (I) de IC1 qui gère la décroissance des positions de comptage, en cas de baisse de la température.

La lecture de la température minimale enregistrée peut se réaliser à tout moment, par un simple appui sur le bouton-poussoir BP2.

La température minimale «mémorable» correspond à la position $n = 0$. Dans ce cas, la température est égale à $-1,2 \text{ V} / 0,01 \text{ V}$, soit -120°C .

La réalisation pratique

Le module

Le dessin des pistes cuivrées du circuit imprimé est représenté en **figure 3**.

Rappelons qu'il est toujours préférable de se procurer les composants nécessaires au montage avant la gravure de celui-ci au perchlore.

Cette sage précaution permet, éventuellement, de rectifier le tracé des pistes pour l'adapter à des composants qui se caractériseraient par des brochages ou des dimensionnements différents.

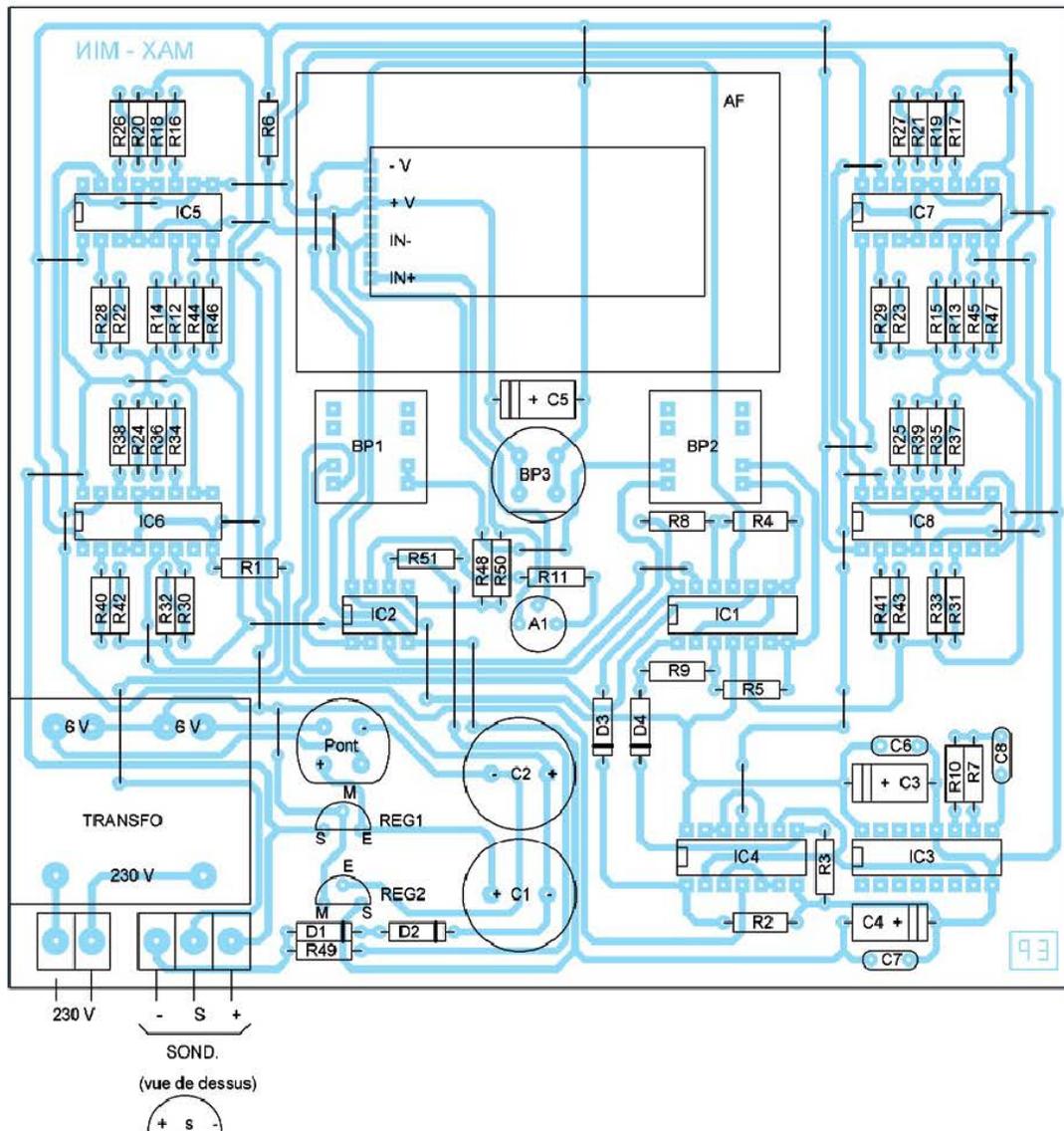
La **figure 4** précise l'insertion des composants.

Veiller à respect l'orientation des composants polarisés.

Réglage

Le réglage est fort simple. En se basant sur les indications d'un thermomètre de référence, il convient d'agir, dans un sens ou dans l'autre, sur le curseur de l'ajustable A1, pour obtenir l'affichage de la température relevée.

R. KNOERR



Nomenclature

• Résistances

R1 : 18 k Ω (marron, gris, orange)
 R2 à R7 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R8, R9 : 10 M Ω (marron, noir, bleu)
 R10 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R11 : 56 k Ω (vert, bleu, orange)
 R12, R13 : 909 k Ω / 1 % (blanc, noir, blanc, orange)
 R14, R15 : 115 k Ω / 1 % (marron, marron, vert, orange)
 R16, R17 : 511 k Ω / 1 % (vert, marron, marron, orange)
 R18 à R25 : 1 k Ω / 1 % (marron, noir, noir, marron)
 R26, R27 : 255 k Ω / 1 % (rouge, vert, vert, orange)
 R28, R29 : 127 k Ω / 1 % (marron, rouge, violet, orange)
 R30, R31 : 32,4 k Ω / 1 % (orange, rouge, jaune, rouge)
 R32, R33 : 31,6 k Ω / 1 % (orange, marron, bleu, rouge)
 R34, R35 : 19,6 k Ω / 1 % (marron, blanc, bleu, rouge)

R36, R37 : 12,4 k Ω / 1 % (marron, rouge, jaune, rouge)
 R38, R39 : 15 k Ω / 1 % (marron, vert, noir, rouge)
 R40, R41 : 6,98 k Ω / 1 % (bleu, blanc, gris, marron)
 R42, R43 : 1,02 k Ω / 1 % (marron, noir, rouge, marron)
 R44 à R47 : 2 k Ω / 1 % (rouge, noir, noir, marron)
 R48 à R51 : 10 k Ω / 1 % (marron, noir, noir, rouge)
 A1 : ajustable 10 k Ω

• Condensateurs

C1, C2 : 2 200 μ F / 25 V (sorties radiales)
 C3, C4, C5 : 100 μ F / 25 V
 C6, C7, C8 : 0,1 μ F

• Semiconducteurs

D1 à D4 : 1N 4148
 Pont de diodes
 REG1 : 78 L 05
 REG2 : 79 L 05

SOND : capteur LM 35 (extérieur au module)

IC1 : TL 084
 IC2 : TL 082
 IC3 : CD 4060
 IC4 : CD 4011
 IC5 à IC8 : CD 4029

• Divers

34 straps (18 horizontaux, 16 verticaux)
 1 support à 8 broches
 2 supports à 14 broches
 5 supports à 16 broches
 1 connecteur femelle, 7 broches (voltmètre)
 1 bornier soudable de 2 plots
 1 bornier soudable de 3 plots
 Câble (3 conducteurs)
 AF : voltmètre de tableau avec afficheur LCD 3 digits $\frac{1}{2}$ / 200 mV (PMLCD Velleman)
 BP1, BP2 : bouton-poussoir (2 x T / 2 x R - voir texte)
 BP3 : bouton-poussoir
 Transformateur 230 V / 2 x 6 V / 1,2 VA

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 (<redaction@electroniquepratique.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

RECHERCHE platine d'essais «PICBASIC».

Tél. : 07 89 04 87 75

NE JETEZ PAS vos revues d'électronique (Elektor, Radio Pratique, Electronique pratique, Radio-plans, H.P.N.E... MHz, ...) même très anciens ou livres sur l'électronique. Épargnez-leur un triste sort s'ils sont en bon état! Je me déplace pour récupérer vos revues pour compléter la collection d'un passionné d'électronique.

Sincères remerciements.

Tél. : 06 95 65 26 96
xaaander@gmail.com

RECHERCHE des transferts pour réaliser des circuits

imprimés à l'ancienne (transferts encore de qualité). Possède anciennes revues d'électronique, par exemple Radio Plans (1976). Recherche anciens élèves de Ladapt, 62 rue Brossolette, 95200 Sarcelles, la promotion Pector (1985-1987). Recherche pince à vendre, neuve ou d'occasion pour plier les pattes des composants à des multiples de 2,54 mm. Ecrire + photo. Mr Gérard Pascault, 1 rue François Mansart, 95140 Garges-lès-Gonesse

CHERCHE développeur pour création de site Internet en PHP. Ce site sera en correspondance avec un forum déjà réalisé et vivant. txvuck@free.fr

VDS tubes radio contrôlés : 10 € les 3, série EBL1, EL3N, EL84,

EM34, ECH81, ECL80, EL500, etc.

Mr Pothier, 5 rue Raymond Poulidor, 87400 Sauviat/Vige

VDS à particulier 1 lot de composants électroniques, résistances, condos, transistors, circuits intégrés, ponts de diodes, diodes, inter, afficheurs, accessoires divers, etc... pour amateur d'électronique. Prix à débattre. Tél. : 01 47 25 31 85

CHERCHE documentation sur le matériel de positionnement électromagnétique souterrain Arcas (appareil de recherche de cavités aveugles souterraines). Tous frais remboursés. Faire offre à Mr B. Lheureux. Tél. : 02 31 92 14 80

VDS potentiomètres, 15 Ω,

bobinés vitrifiés, 20 unités : 400 € + 375 unités 4,7 MΩ B : 187 € + 100 unités graphités 1 MΩ L : 100 € + 713 supports Noval Bakélite 3,4 cm : 300 € + 12 bobines soudure électronique avec résine, diamètre 1 mm : 8 € l'une. Tél. : 06 79 53 08 46 Rouen

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

Recherchons collaborateurs

Vous avez étudié des montages pour vos besoins personnels, **faites-en profiter nos lecteurs !**

Nous recherchons des collaborateurs expérimentés sachant rédiger, dessiner et réaliser des maquettes/prototypes

(texte descriptif, schémas, circuits imprimés, implantations, sous forme numérique).

N'hésitez pas à nous envoyer vos propositions que nous étudierons attentivement.

redaction@electroniquepratique.com

PETITE ANNONCE GRATUITE RÉSERVÉE AUX PARTICULIERS

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

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

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville/Pays

Tél. ou e-mail :

• **TEXTE À ÉCRIRE TRÈS LISIBLEMENT** •

GO TRONIC

ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

SHIELD 1SHEELD POUR SMARTPHONE

Shield 1Sheeld compatible Arduino permettant d'utiliser votre smartphone en remplacement de shields différents (bouton-poussoir, afficheur, etc). Il communique avec le smartphone via une liaison Bluetooth et avec la carte Arduino (non incluse) via une liaison Uart. Une application Android est disponible avec des exemples Arduino: buzzer, clavier, led, e-mail, bouton-poussoir, gyroscope, manette de jeu, etc. Une vidéo de démonstration est disponible sur www.gotronic.fr. Dim.: 54 x 57 x 20 mm. Plus d'informations sur www.gotronic.fr.



| Type | Désignation | Code | Prix ttc |
|---------|--------------------------------|-------|----------|
| 1SHEELD | Shield 1Sheeld pour smartphone | 32896 | 54,70 € |

KIT MOTEURS + ROUES + ENCODEURS RS034

Ensemble comprenant 2 motorréducteurs à deux sorties sur axe Ø5 mm à double méplat, 2 roues et 2 encodeurs (constitués d'un disque aimanté et d'un capteur à effet hall). Plus d'information sur www.gotronic.fr.



| Type | Désignation | Code | Prix ttc |
|-------|--------------------------------|-------|----------|
| RS034 | Kit moteurs + roues + encodeur | 32542 | 20,95 € |

IMPRIMANTE THERMIQUE ADA597

Imprimante thermique miniature pour montage sur panneau (fixations incluses) communiquant avec un microcontrôleur (Arduino ou compatible) via une liaison série et permettant l'impression sur une largeur de 48 mm. Alim: 5 à 9 Vcc/2 A (non incluse). Résolution: 8 pts/mm (384 pts par ligne). Largeur papier: 57 mm. Largeur impression: 48 mm. Vitesse d'impression: environ 60 mm/sec. Taille caractères: 12 x 24 pts ou 24 x 24 pts. Dim.: 111 x 65 x 57 mm. Découpe: 103 x 57 mm. Plus d'infos: www.gotronic.fr.



| Type | Désignation | Code | Prix ttc |
|---------|---------------------------|-------|----------|
| ADA597 | Imprimante thermique | 32528 | 45,90 € |
| TPR5750 | Papier thermique 57x50 mm | 32529 | 1,25 € |

STARTER KIT GROVE PLUS V3 ELB00100M

Kit V3 de modules Grove composé de plusieurs éléments de base pour réaliser rapidement et facilement des expériences et montages sans soudeur. Contenu: base shield Grove, écran LCD 2x16 caractères RGB, module relais, buzzer Grove, capteur de son Grove, capteur d'angle Grove, capteur tactile Grove, capteur de T° Grove, module leds 5 mm Grove + 3 leds, capteur de lumière Grove, servomoteur Grove, bouton Grove, ... A raccorder sur une carte Arduino, Seseedino ou compatible (non incluse). Tutoriel détaillé en anglais. Plus d'infos sur www.gotronic.fr.



| Type | Désignation | Code | Prix ttc |
|-----------|---------------------------|-------|----------|
| ELB00100M | Starter Kit Grove Plus V3 | 32908 | 45,00 € |

CARTE SEEDUINO LOTUS

Carte basée sur un ATmega328P compatible Arduino et équipée de 12 connecteurs Grove: 6 digitaux, 3 analogues, 2 I2C et 1 Uart. Compatible avec la plupart des programmes, des shields ou de l'IDE Arduino. S'utilise directement avec les capteurs de la série Grove. Connecteurs situés sur les bords extérieurs permettant d'enficher une série de modules complémentaires. Logiciel Arduino téléchargeable gratuitement. Alimentation: port USB. Mémoire flash: 32 kB. Mémoire SRAM: 2 kB. Mémoire EEPROM: 1 kB. Dim.: 70 x 54 x 13 mm. Module prêt à l'emploi. Plus d'infos sur www.gotronic.fr.



| Type | Code | Prix ttc |
|-------|-------|----------|
| LOTUS | 32996 | 16,50 € |

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/8-17 S | 25205 | 8,95 € |
| PICAXE-40X2 | 33 E/S config. | 25207 | 9,85 € |

CARTE LINK IT ONE

Carte compatible Arduino équipée des fonctions GSM, GPRS, Wifi, Bluetooth BR/EDR/BLE, GPS et Audio. Port micro-SD (carte non incluse) pour le stockage et port pour carte SIM (carte non incluse). Basée sur un MT2502A ARM7 EJ-S cadencé à 260 MHz. Connecteurs latéraux permettant d'utiliser la plupart des shields disponibles. 2 connecteurs Grove pour le raccordement de capteurs. Livrée avec un accu Li-ion 1000 mAh et 3 antennes de réception (GPS, GSM et Wifi/Bluetooth). Développée pour des applications d'internet des objets et de vêtements connectés. Programmable avec le logiciel Arduino (téléchargeable gratuitement). Bootloader qui permet de modifier le programme sans programmeur. Module prêt à l'emploi. Plus d'infos sur www.gotronic.fr.



| Type | Désignation | Code | Prix ttc |
|--------|-------------------|-------|----------|
| LINKIT | Carte Link It One | 33222 | 75,00 € |

STARTER KIT GROVE POUR LINKIT ONE

Ce kit de modules Grove est composé de plusieurs éléments de base permettant de réaliser rapidement et facilement des expériences et montages sans soudeur avec la carte LinkIt One (non incluse). Le support Base Shield doit se raccorder sur une carte LinkIt One (non incluse). Livré avec tutoriel détaillé en anglais. Plus d'infos: www.gotronic.fr.



| Type | Désignation | Code | Prix ttc |
|-----------|--------------------------|-------|----------|
| 110060039 | Starter Kit Grove Linkit | 33214 | 66,60 € |

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

BANCS D'ESSAIS

- Proréglé M77 - Ampli 5.2 x 27 MHD
- Lecteur Home Cinema 3D TH-102
- Vidéo-projecteur Epson EC-13000
- Platine hifi Pro-Ject RPH 1 Carbon
- Smart TV Sony Edge Plasma et Acer Liquid 2007
- Enceintes colonnes Sony SPS
- Caméra Ultra HD/4K Panasonic HA-AS0

SHOPPING HIGH-TECH SPÉCIAL FÊTES POUR TOUTE LA FAMILLE

BEST OF 2014 Les 20 meilleurs produits testés par la rédaction

ÉVÉNEMENTS

- Festival Son & Image, un évènement en innovation
- Visite de l'usine Pro-Ject, une platine dotée de simple

HD MAG Les sorties Blu-ray et DVD

Les 51 coups de cœur de vos vacances

Les 32 meilleurs produits Audio, Home Cinéma, Vidéo et Mobile

Les nouveautés de la rentrée

Les 20 meilleurs produits testés par la rédaction

Les Stars & les offres aux meilleurs

Les 20 meilleurs produits Audio, Home Cinéma, Vidéo et Mobile

St Quentin radio



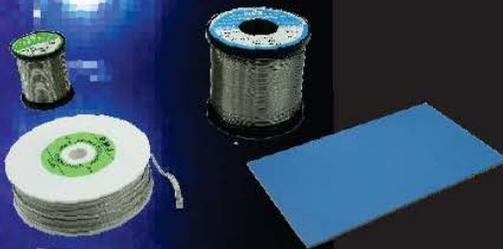
WS81 - Station de soudage analogique avec fer à souder WSP80, 80W



- Régulation électronique analogique pour fer à souder jusqu'à 80W
 - Température réglable de 150°C à 450°C
 - Réglage de température par potentiomètre gradué
 - Protection classe I
 - Boîtier antistatique
 - Équilibrage de potentiel (mise à la terre d'origine)
 - Reconnaissance automatique des outils
 - Dimensions 166x115x101mm (LxWxH)
- Composition**
- Bloc alimentation
 - Fer à souder 80W, 24V avec panne LT B
 - Support

276€00

Soudure, tresse à dessouder, circuits imprimés présensibilisés



- soudure**
- Sn60Pb - 60%étain, 40% plomb 500g Ø1mm...**18€60**
 - Sn96Ag - 96%étain, 4% argent 100g Ø1mm...**13€00**
- tresse à dessouder**
- 30 mètres, l=2 mm étamé...**23€00**
 - 30 mètres, l=1,5 mm étamé...**23,00€**
 - 15 mètres, l=2,5 mm étamé...**15€00**
- Plaque cuivrée présensibilisée 1,5mm/35µ - BUNGART**
- simple face 100x160mm...**3,50€**
 - simple face 200x300mm...**11€00**
 - double faces 100x160mm...**6€00**
 - double faces 200x300mm...**16€00**



- Alimentation en 12Vcc
- 60 LED's au mètre
- Largeur ruban 8 mm pour led 3528
- Largeur ruban 10 mm pour led 5050
- Vendu par longueur de 1mètre
- Peut-être découpé par longueur de 5cm minimum
- Conditionnement fabricant : Rouleau de 5m
- Prix dégressifs par quantité

| couleur | Type LED | le mètre | bobine de 5mètres |
|--|----------|----------|-------------------|
| blanc chaud - 60 led/m | 3528 | 9€80 | 29€90 |
| blanc froid - 60 led/m | 3528 | 9€80 | 29€90 |
| blanc chaud - 60 led/m (très lumineux) | 5050 | 12€00 | 54€00 |
| rouge - 60 led/m | 3528 | 9€80 | 29€90 |
| vert - 60 led/m | 3528 | 9€80 | 29€90 |
| jaune - 60 led/m | 3528 | 9€80 | 29€90 |
| bleu - 60 led/m | 3528 | 9€80 | 29€90 |
| tricolore RVB - 60 led/m | 5050 | 10€00 | 50€00 |

Prix données à titre indicatif

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@aliceads.l.fr

www.stquentin-radio.com

Commande en ligne - paiement sécurisé BNP - mercanet

Horaires d'ouverture : du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h20.
Le samedi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 17h50.

composants électroniques