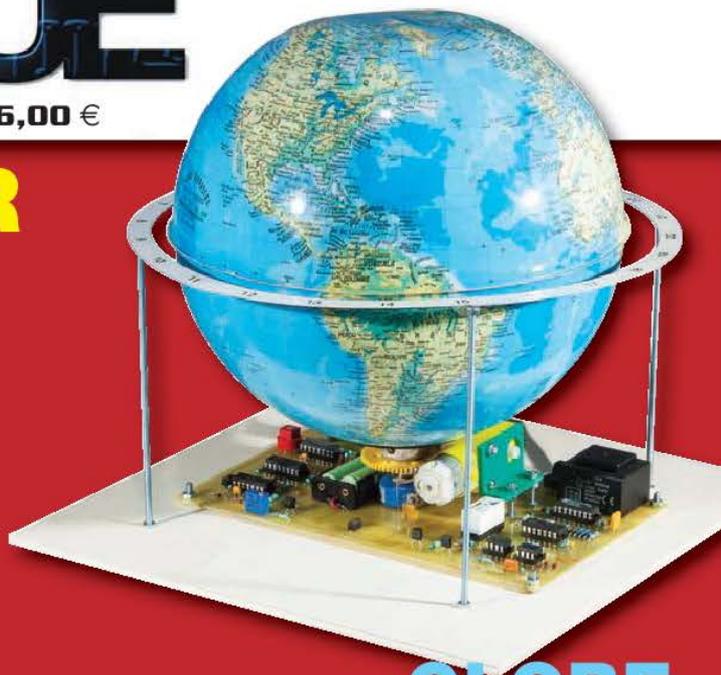


AMPLIFICATEUR 2 x 24 W RMS



**GLOBE
TERRESTRE**
en temps réel



ALIMENTATION
à découpage performante



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

L 14377 - 402 - F: 6,00 € - RD



PLATINE MICROCONTRÔLÉE
multifonctions



NOUVEAU

Disponible sur
le kiosque numérique
PRESSREADER

A lire sur



tablette



smartphone



ordinateur



L'APPLICATION PRESSREADER EST EN TÉLÉCHARGEMENT GRATUIT

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 402 - MARS 2015

Mesure

- 5 Alimentation à découpage performante

Initiation

- 11 Arduino à tout faire. Formation à l'ARDUINO-UNO à base d'applications pratiques (3^{ème} partie)

Micro

- 26 Platine microcontrôlée multifonctions

Loisirs

- 40 Télémétrie avec cible laser
50 Le globe terrestre en temps réel

Modélisme ferroviaire

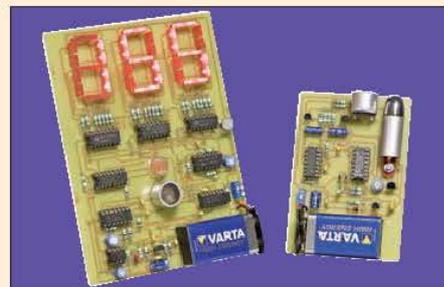
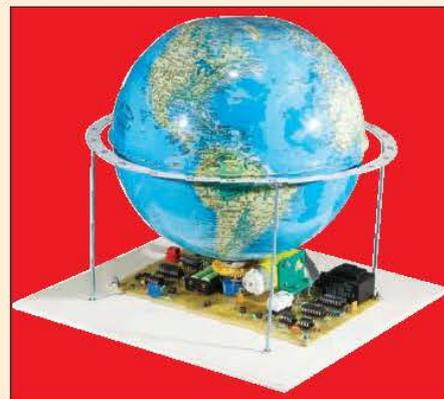
- 48 Eclairage persistant des voitures ferroviaires

Audio

- 59 MODEST AMP 220. Amplificateur 2 x 24 W RMS

Divers

- 2 Electronique Pratique en numérique
4 Bulletin d'abonnement
37 Vente du CD «Et si on parlait tubes...»
38 Vente des anciens numéros
39 Vente du CD «Année 2011»
39 Vente du CD «Et si vous réalisiez votre ampli à tubes»
58 Vente du CD «Picaxe à tout faire»
66 Petites annonces



Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 170 000 € - 3, boulevard Ney, 75018 Paris
Tél. : 01 44 65 80 80 - Fax : 01 44 65 80 90 - 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 : R. Knoerr, Y. Mergy, P. Oguic

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

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

I.S.S.N. 0243 4911 - N° Commission paritaire : 0116 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 : Abonn'escient - Electronique Pratique, 56 rue du Rocher, 75008 Paris - Tél. : 01 44 70 10 60 - electronique-pratique@abonnescient.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

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

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 :
Abonnésient - 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 :

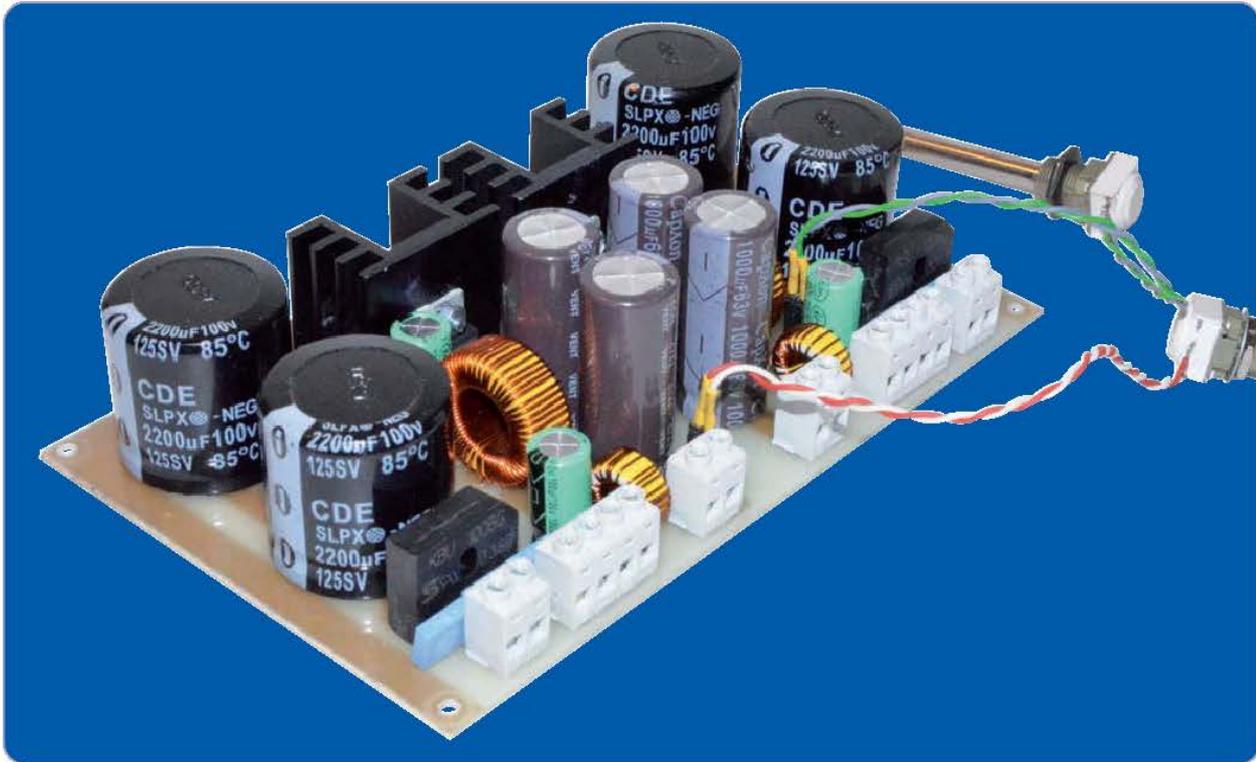
- Chèque à l'ordre d'Electronique Pratique. Le paiement par chèque est réservé à la France et aux DOM-TOM
- Virement bancaire (IBAN : FR76 1287 9000 0100 2210 3899 350 • BIC : DELUFR22XXX)
- Carte bancaire directement sur notre site sécurisé www.editions-transoceanic.fr



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

Alimentation à découpage performante



L'alimentation dont nous proposons la réalisation, bien que de conception simple, permet d'obtenir une tension ajustable entre 1,2 V et 50 V, avec un courant pouvant atteindre 3 A. De plus, elle est double. Les deux parties la constituant peuvent être connectées en série, afin de disposer d'une alimentation symétrique.

Comme nous souhaitons disposer d'une alimentation «à tout faire», ou presque, peu onéreuse et résistante, nous nous sommes tournés vers les régulateurs à découpage. Les avantages font presque oublier les quelques défauts qu'ils présentent, défauts cependant non négligeables, qui rendent les alimentations à découpage impropres à leur utilisation dans certaines applications.

Dans les faits, chacun des deux types d'alimentations (linéaire et découpage) présentent des défauts et des avantages. Leur principe de fonctionnement est présenté schématiquement en **figure 1**.

L'alimentation linéaire (régulateur de

tension) possède un mauvais rendement, se situant entre 30 % et 50 %. Ce mauvais rendement s'explique par son mode de fonctionnement, qui transforme une tension d'entrée en une tension de sortie, de valeur obligatoirement plus basse. Le courant circulant dans la charge transite intégralement par le régulateur, tous les éléments étant placés en «série». Nous voyons alors que la perte de puissance dépend de la différence entre la tension d'entrée et la tension de sortie, en fonction du courant débité.

$P = (V_{in} - V_{out}) \times I$. Ainsi, un régulateur de tension de 9 V / 2 A, alimenté sous 24 V, dissipera une puissance de 30 W, la charge ne consommant que 18 W ! La puissance non utilisée en sortie de

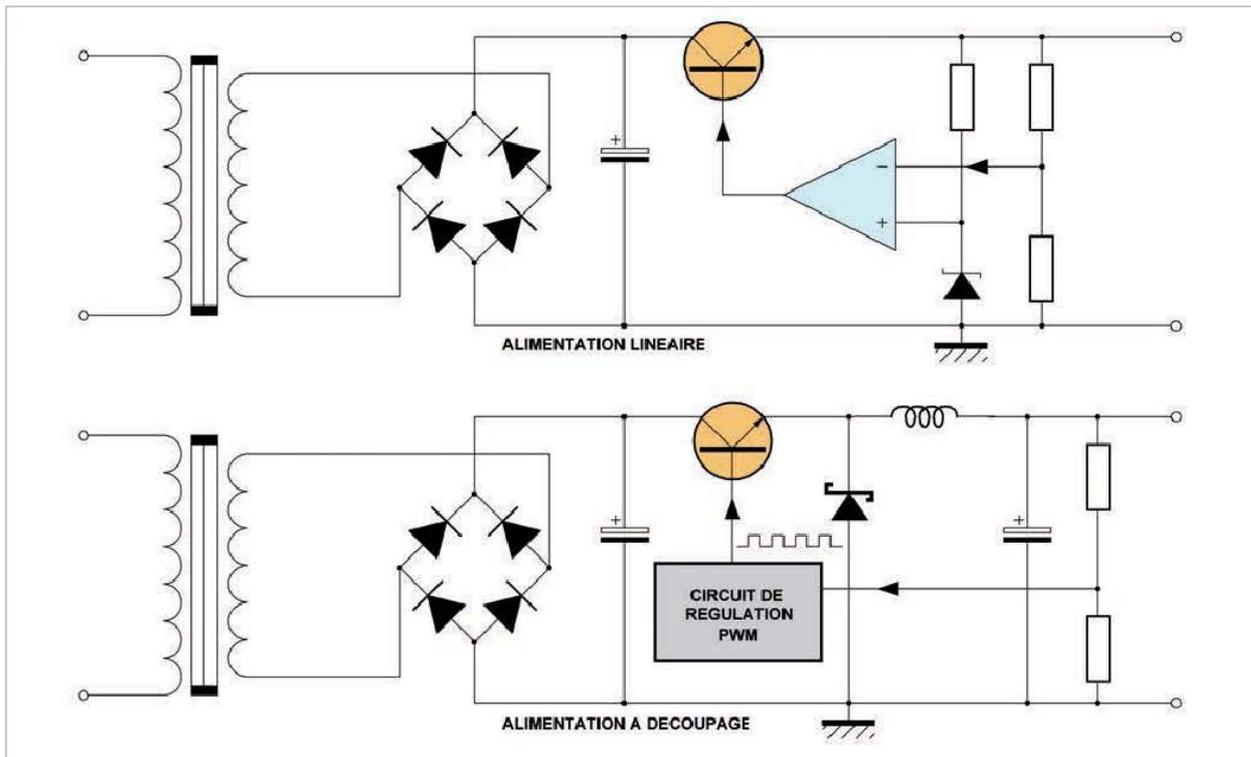
l'alimentation doit être dissipée par le circuit. Plus la tension de sortie sera basse, plus l'échauffement du circuit de régulation sera important.

D'imposants dissipateurs thermiques doivent donc être utilisés et les composants électroniques doivent être largement dimensionnés.

Cependant, l'alimentation linéaire ne présente pas que des inconvénients. Bien conçue, sa stabilité est excellente et son rayonnement (perturbations électriques) pratiquement nul, de même que son ondulation résiduelle.

L'alimentation à découpage, contrairement à l'alimentation linéaire, présente un très bon rendement, se situant entre 60 % et 90 %.

1



Elle ne prélève, en entrée, que la puissance nécessaire à l'alimentation de la charge. Schématiquement, dans une alimentation à découpage, la même puissance transite de l'entrée vers la sortie et, théoriquement, aucune puissance n'est perdue en chaleur.

La proportion de la puissance d'entrée délivrée à la charge en sortie (rendement) et notée η se calcule de la manière suivante :

$$\eta = P_{out} / P_{in} = P_{out} / (P_{out} + P_{pertes})$$

Pour parvenir à ce résultat, un transistor utilisé en commutation est commandé par un système de régulation, dont la sortie fournit un signal PWM. Lorsque le transistor est conducteur, il envoie plus ou moins d'énergie à une self, qui l'emmagasine.

Lorsque le transistor est bloqué, la self restitue cette énergie.

Le système de régulation fonctionne en modifiant le rapport cyclique du signal PWM et, donc, le temps de commutation du transistor qui charge plus ou moins la self.

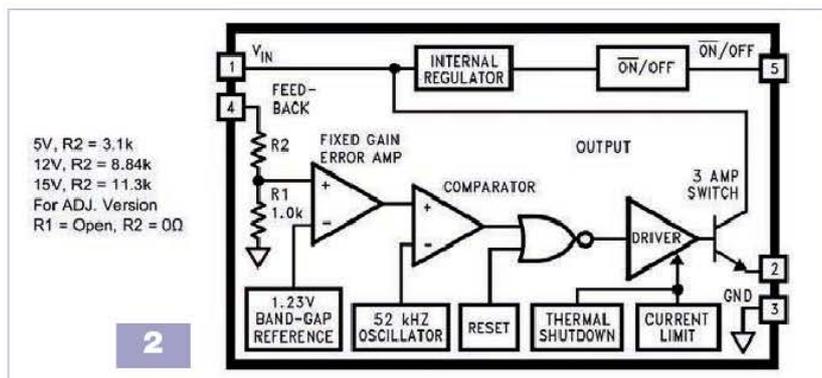
Le rapport cyclique D (Duty Cycle) est égal :

- Pour le régulateur «Buck» :

$$D = t_{on} / T = V_{out} / V_{in}$$

- Pour le régulateur «Buck-boost» :

$$D = t_{on} / T = |V_o| / |V_o| + V_{in}$$



Cependant, ce système utilisant des fréquences de découpage de plusieurs dizaines de kilohertz, voire plusieurs centaines, produit des harmoniques. La tension de sortie de l'alimentation à découpage ne peut être utilisée dans certaines applications, comme l'amplification basse fréquence en haute-fidélité. Au contraire, elle convient parfaitement pour l'alimentation des ordinateurs où des dizaines d'ampères sont nécessaires et les signaux harmoniques sont sans importance.

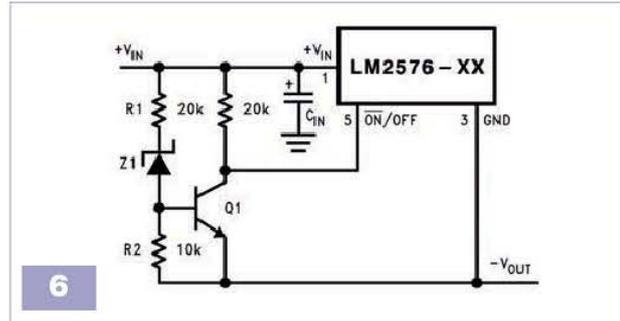
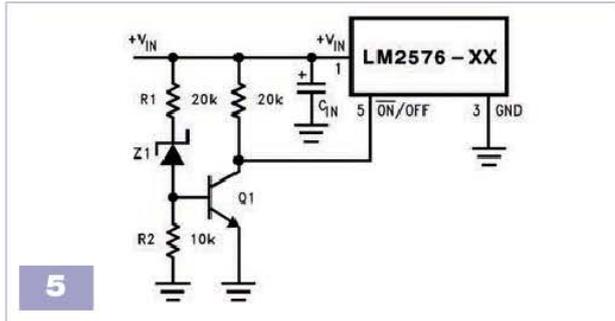
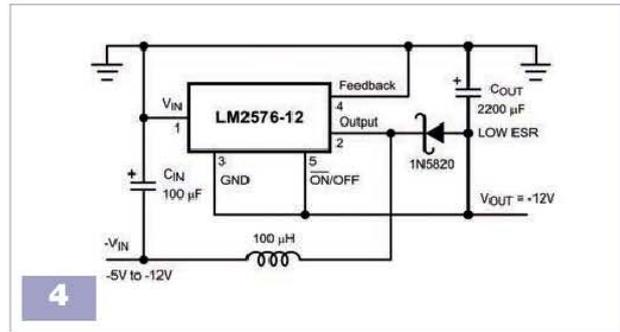
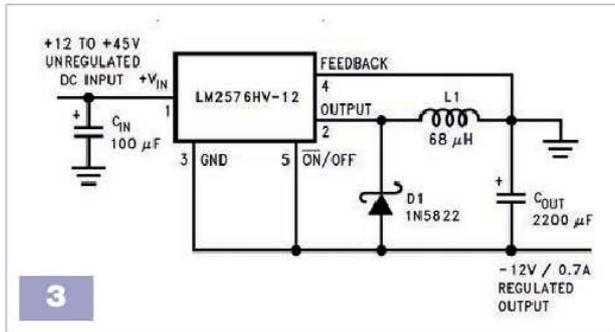
Le régulateur de tension LM2576HV

Les régulateurs LM2576 sont des circuits intégrés monolithiques, inté-

grant tous les éléments nécessaires à la réalisation d'alimentations à découpage de type «Buck» (abaissement de la tension d'alimentation primaire). Ils existent en versions fixes 3,3 V, 5 V, 12 V, 15 V et en version ajustable.

Le LM2576 peut débiter un courant de 3 A en continu. La version HV, ajustable, supporte une tension d'entrée de 60 V. Le schéma interne est présenté en figure 2.

Le régulateur LM2576 peut fonctionner dans deux modes. Avec des courants de charge relativement élevés, le circuit fonctionne en mode continu (courant d'inductance toujours présent). Dans des conditions de courant peu élevé, le circuit fonctionne en mode discontinu (courant d'induc-



tance nul pendant une période de temps). Ce mode de fonctionnement discontinu est parfaitement acceptable. Pour les charges ne consommant qu'un faible courant (< 300 mA), il peut être souhaitable de faire fonctionner le régulateur en mode discontinu, surtout en raison des valeurs plus faibles de l'inductance nécessaire pour ce mode.

Le **tableau 1** permet de déterminer les valeurs de l'inductance en fonction du courant.

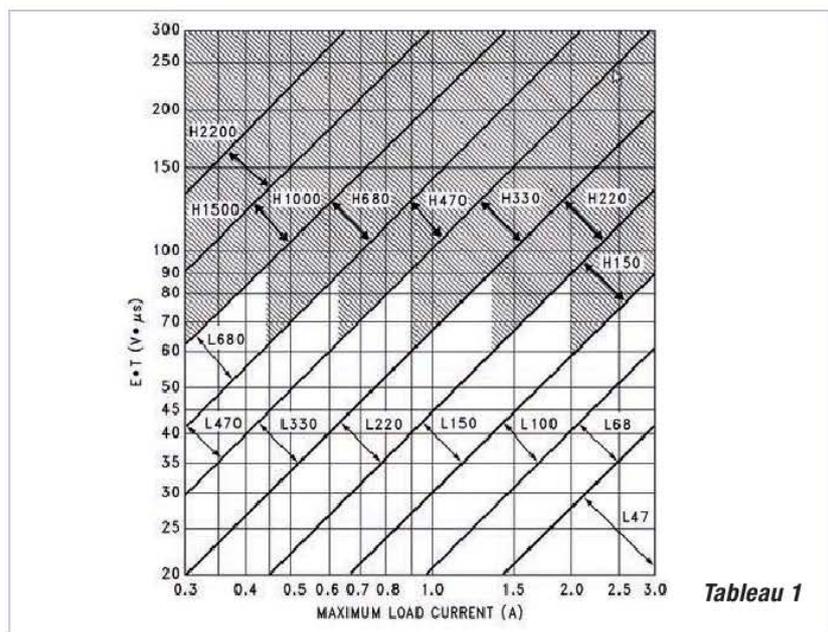
Outre la configuration de base en montage abaisseur, le régulateur LM2576 peut être utilisé dans d'autres configurations.

Régulateur inverseur

Le schéma présenté en **figure 3** montre une configuration du LM2576-12 en montage «Buck-Boost» (montage abaisseur-élevateur inverseur).

Il permet d'obtenir une tension négative, à partir d'une tension positive en entrée du régulateur.

La broche de masse devient la broche de sortie de la tension négative. En connectant la broche de contre-réaction à la masse, le régulateur mesure la tension de sortie inversée et la règle à 12 V. Pour une tension d'entrée de 12 V ou plus, le courant maximal de sortie dans cette configuration est de 700 mA.



Pour des courants inférieurs, la valeur minimale de la tension d'entrée descend à 4,7 V.

Les courants de commutation, dans la configuration «Buck-Boost», sont plus élevés que dans la configuration «Buck» standard, ce qui réduit le courant de sortie disponible. De plus, le courant d'entrée de démarrage est également supérieur, ce qui peut surcharger la source d'alimentation.

L'utilisation d'un départ «retardé» ou d'un circuit de «verrouillage» de sous-tension permettrait, à la tension d'entrée, de s'élever à un niveau suf-

fisant avant que la commutation ne soit autorisée à démarrer.

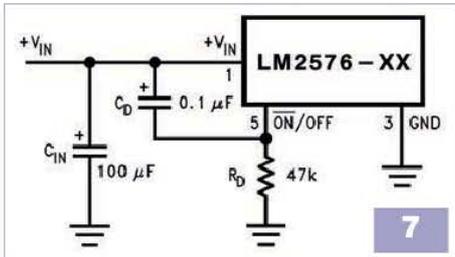
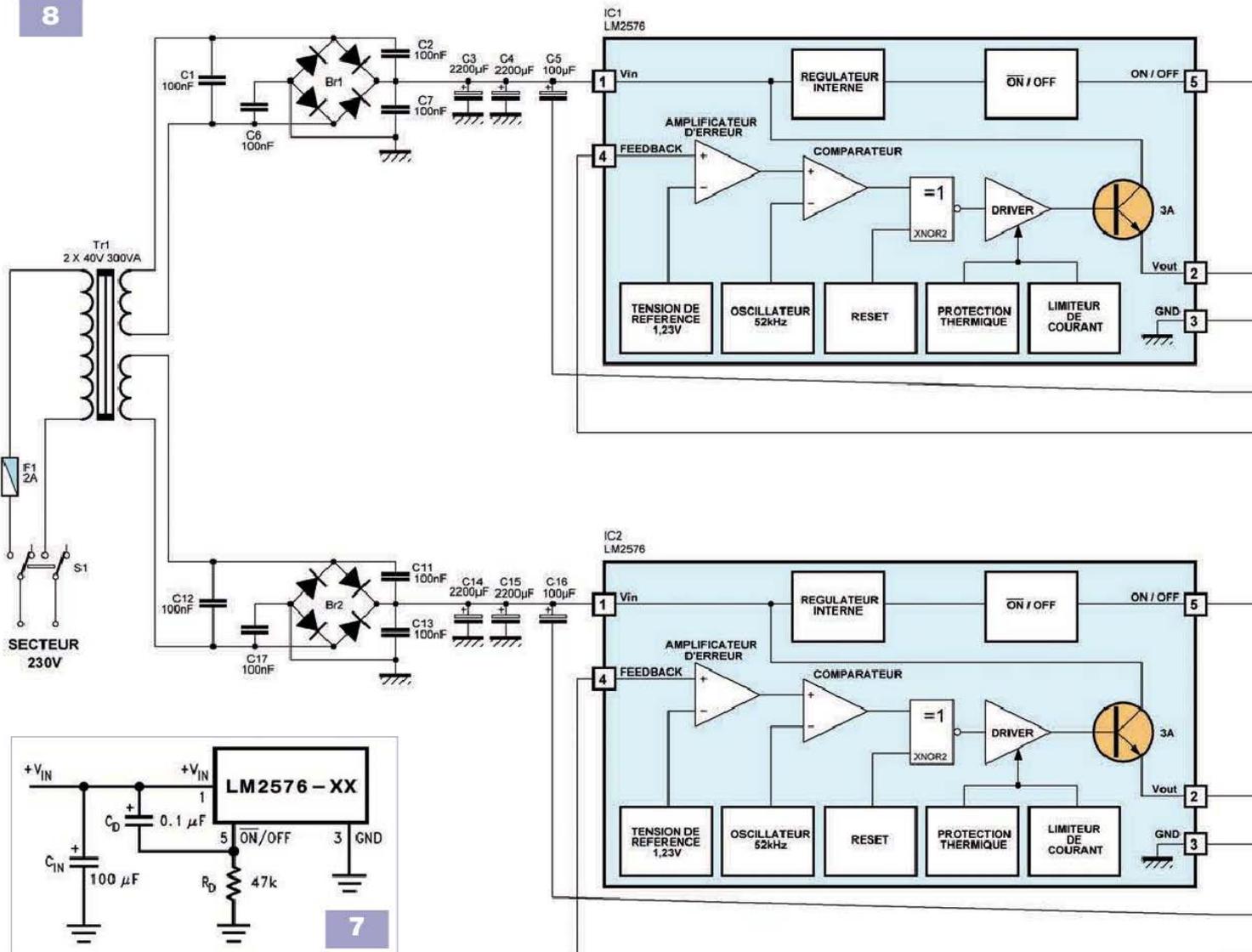
En raison des différences structurales entre les configurations «Buck» et «Buck-Boost», les mêmes valeurs de l'inductance ne peuvent pas être utilisées (entre 68 µH et 220 µH pour la configuration «Buck-Boost»).

De même, la valeur du condensateur de sortie devra être plus élevée (milliers de µF).

Régulateur élevateur négatif

Cette configuration est présentée en **figure 4**.

8



Le régulateur LM2576-12 accepte une tension d'entrée négative comprise entre -5 V et -12 V et fournit en sortie une tension régulée de -12 V. Des tensions d'entrée supérieures à -12 V ont pour conséquence un dépassement de la tension de sortie, cependant sans conséquence néfaste pour le régulateur.

En raison de la fonction d'élévation de la tension de ce type de régulateur, le courant de commutation est relativement élevé, surtout pour des faibles tensions d'entrée.

La limitation du courant dans la charge est le résultat de la limitation du

courant nominal maximum du commutateur.

D'autre part, le régulateur ne dispose pas de protection en cas de court-circuit de la charge. Il est donc préférable de prévoir un système de limitation (fusible).

Verrouillage de sous-tension (Undervoltage Lockout)

Dans certaines applications, il est recommandé de positionner le régulateur en «Stand-by» (hors fonction) tant que la tension d'entrée n'a pas atteint un certain seuil. Cette configuration est représentée en **figure 5**

(mode «Buck») et en **figure 6** (mode «Buck-Boost»).

Le seuil de tension est déterminé par la formule :

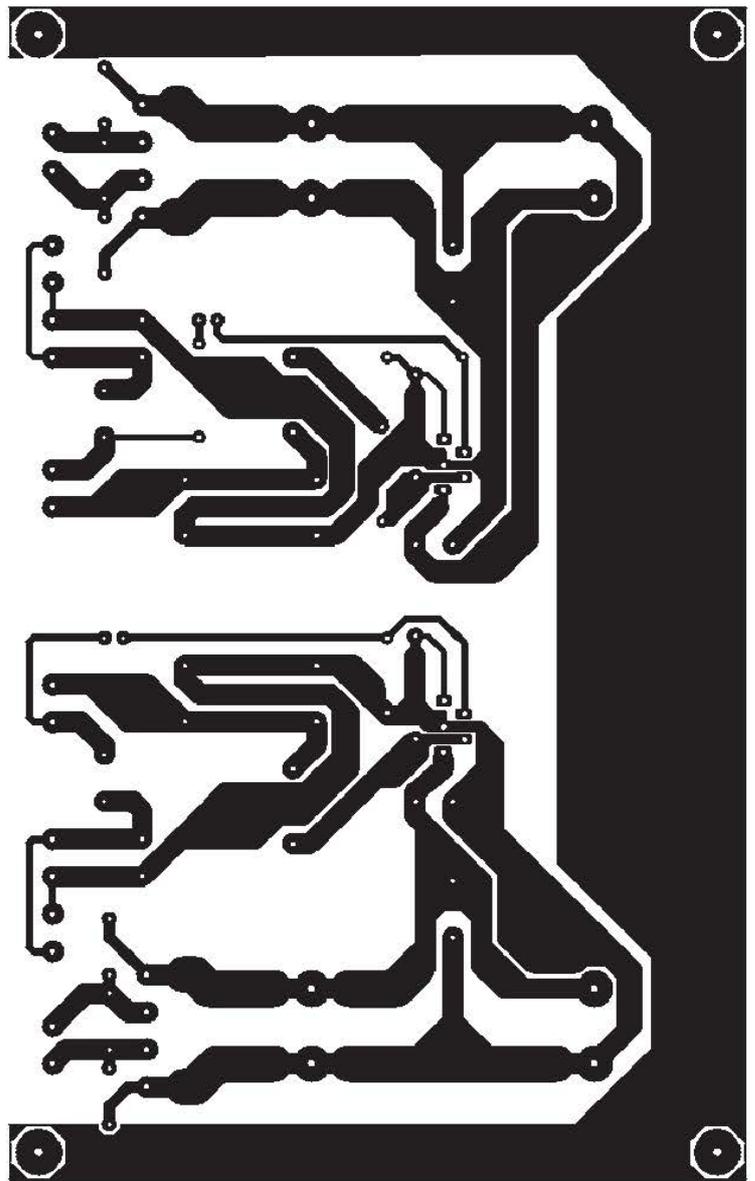
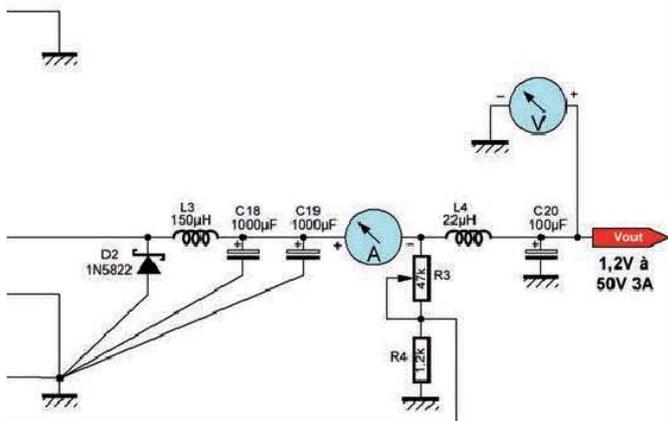
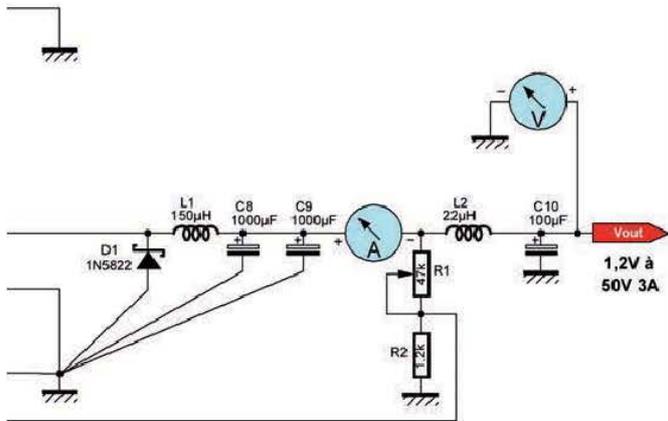
$$V_{\text{seuil}} = V_{Z1} + 2 \cdot V_{BE} (Q1)$$

Le régulateur est contrôlé au moyen de sa broche ON/OFF.

Départ retardé (Delayed Startup)

La broche ON/OFF du LM2576 peut également être utilisée afin d'obtenir un départ retardé.

Le schéma de cette configuration est présenté en **figure 7**. Avec une tension d'entrée de 20 V et les valeurs



9

indiquées sur le schéma, le délai de mise en commutation du régulateur atteint 10 ms.

On peut prolonger le délai en augmentant les valeurs du réseau RC. Cependant, de trop grandes valeurs de composants peuvent engendrer le couplage des ondulations 50 Hz et 100 Hz de la tension d'entrée avec l'entrée ON/OFF.

Le schéma théorique

Il est représenté en **figure 8**. Un transformateur de 250 VA à 300 VA, à deux enroulements secondaires de

40 V, fournit les tensions alternatives nécessaires. Redressées puis filtrées, ces tensions sont appliquées aux entrées des deux régulateurs à découpage LM2576HV.

Les diodes D1 et D2 assurent la continuité du circuit lorsque les transistors de sortie sont bloqués.

Les condensateurs C8, C9, C18 et C19 doivent présenter une ESR (résistance «série» équivalente) la plus faible possible.

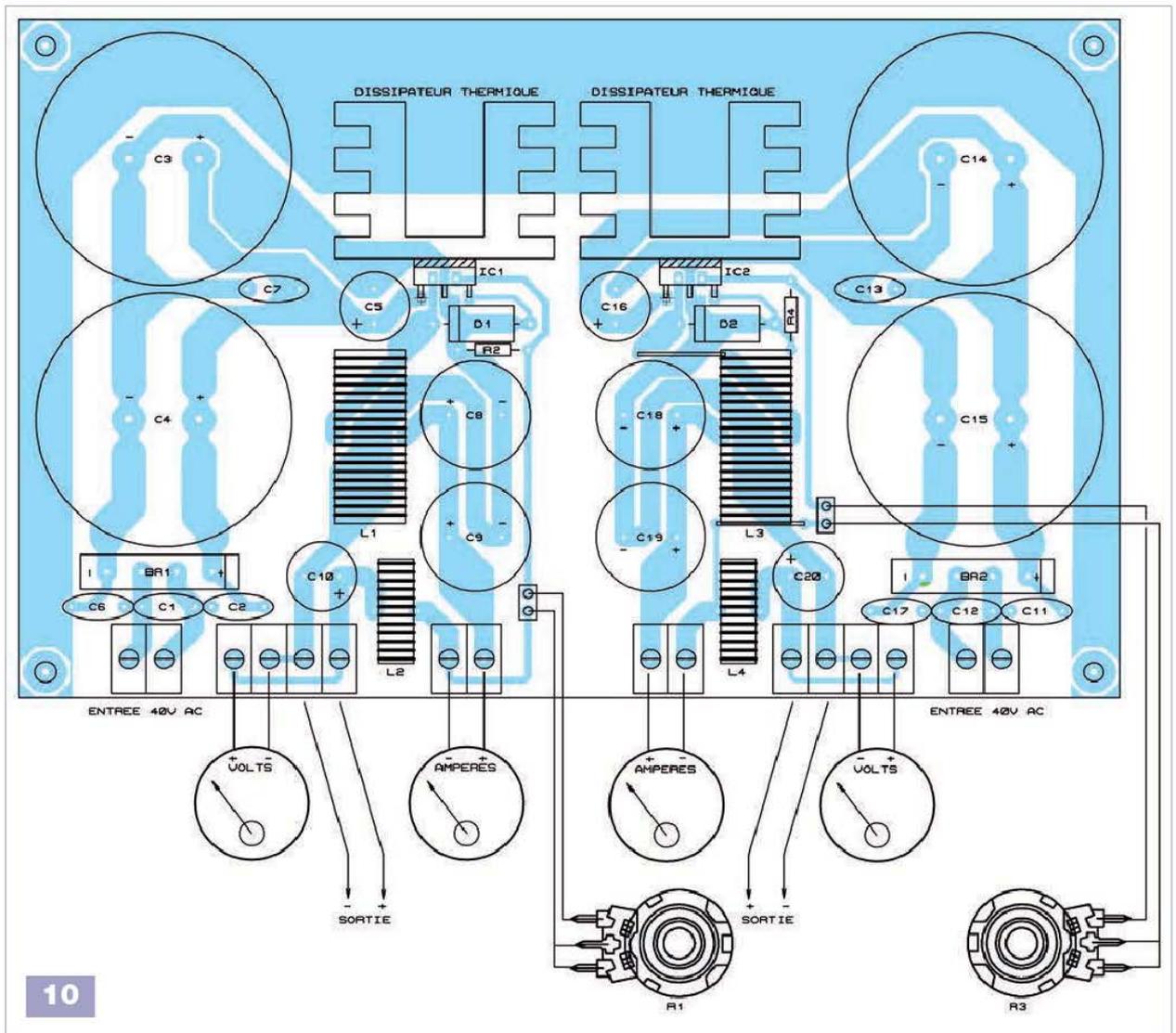
Ceux que nous avons utilisés présentent une ESR de 0,032 Ω, 0,016 Ω pour les deux capacités connectées en parallèle.

Nous trouvons ensuite les circuits de mesure des tensions de sorties placés après les ampèremètres et, enfin, les filtres de sorties. Ceux-ci, constitués d'une self et d'un condensateur, permettent de diviser par 10 l'ondulation des tensions de sorties.

La réalisation

Le dessin des pistes cuivrées du circuit imprimé est présenté en **figure 9**. Utiliser l'implantation des composants de la **figure 10** pour le câblage de la platine.

Celui-ci ne présente aucune difficulté :



10

- Implanter les composants de petites tailles (résistances, condensateurs au «plastique», borniers, diodes)
- Les selfs sont des modèles commercialisés, bobinés, les valeurs étant très courantes. Les modèles «tout faits» ne sont pas plus onéreux que les tores en ferrite et le fil émaillé, au détail
- Souder ensuite les condensateurs de grande capacité
- Implanter en dernier lieu les régulateurs LM2576HV, fixés contre des dissipateurs thermiques
- Câbler ensuite les deux potentiomètres, comme représenté sur la figure 10, ainsi que les voltmètres et les ampèremètres

Les essais se résument à peu de choses. Alimenter la platine et vérifier

Nomenclature

• Résistances

R1, R3 : potentiomètre linéaire 47 k Ω
R2, R4 : 1,2 k Ω (marron, rouge, rouge)

• Condensateurs

C1, C2, C6, C7, C11, C12, C13, C17 : 100 nF
C3, C4, C14, C15 : 2 200 μ F / 63 V (ou 100 V)
C5, C10, C16, C20 : 100 μ F / 63 V
C8, C9, C18, C19 : 1 000 μ F / 63 V

• Semiconducteurs

IC1, IC2 : LM2576HV (Farnell)

BR1, BR2 : pont KBU10006G (Gotronic)
D1, D2 : 1N5822

• Divers

2 dissipateurs thermiques
4 borniers à vis à deux points
2 borniers à vis à quatre points
1 transformateur 2 x 40 V / 250 VA (à 300 VA)
2 selfs 150 μ H
2 selfs 22 μ H
1 porte-fusible avec fusible 2 A
1 interrupteur double

que la manœuvre des potentiomètres permet de faire varier les deux tensions de sorties. Des essais en charge peuvent être réalisés en connectant des résistances de forte puissance

ou des ampoules de phares d'automobiles (40 W / 45 W) en sortie des alimentations.

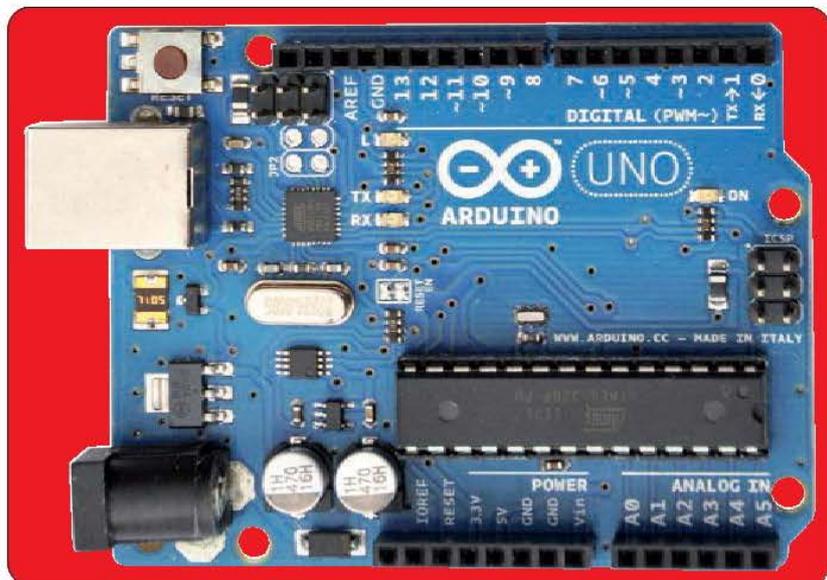
P. OGUIC
p.oguic@gmail.com

ARDUINO TOUT FAIRE

Formation à l'ARDUINO-UNO à base d'applications pratiques 3^{ème} partie

Pour la troisième série de notre formation «Arduino à tout faire», nous considérons que vous commencez à maîtriser le sujet. Si vous ne possédez pas les deux précédents numéros, commandez-les à la rédaction, avant qu'ils ne soient épuisés. La difficulté de la programmation va être croissante, ce qui va nous permettre d'aborder des applications plus élaborées.

Nous allons parler essentiellement du port de communication I²C. Il va ouvrir de vastes horizons. Vous allez apprendre également à utiliser un encodeur rotatif. Cet organe de commande, très prisé dans les appareils actuels, remplace avantageusement les potentiomètres. Vous allez découvrir comment commuter, statiquement, de fortes charges, la manière de générer une sinusoïde de fréquence variable en faisant appel au «Timer» interne du microcontrôleur, etc... Bien sûr, il faut construire de nouveaux modules, mais nous emploierons également les anciens, tels que l'afficheur



alphanumérique à cristaux liquides (LCD), les touches, etc...

N'abordez pas directement ce troisième volet de la formation sans avoir suivi les deux premiers, vous auriez du mal à comprendre certaines notions élémentaires relatives à l'Arduino-Uno, telles que son langage et l'installation des bibliothèques additionnelles.

Beaucoup de travail en perspective ce mois-ci. Entrons sans plus attendre dans le vif du sujet.

Schéma de principe

Le schéma de principe général des nouvelles platines, proposé en **figure 1**, est compartimenté par des cadres pour une meilleure lisibilité.

Elles répondent toutes au même stan-

dard de connexion, hormis celles d'affichage, destinées à se raccorder à tel ou tel module. Leur réalisation et la compréhension de leur schéma sont assez simples, l'intérêt réside surtout dans la programmation. L'adjonction d'une multitude de modules permet de développer des projets très sophistiqués.

L'encodeur rotatif incrémental [A]

Nous l'avons précisé ci-dessus, cet organe de commande remplace élégamment un potentiomètre. Un encodeur rotatif ne donne pas une position absolue de son axe, le programme doit déterminer le sens de rotation et la valeur d'un compteur. Sa rotation s'effectue sur 360° (pas de butée).

De plus, il est muni d'un contact, assis-

milable à une touche, qui se déclenche par une action verticale sur l'axe. Sa technologie interne est très différente d'un potentiomètre, il ne comporte plus de résistance, mais deux contacts dont les signaux électriques subissent un déphasage de 90° l'un par rapport à l'autre. Il fournit quinze impulsions sur trente crans. La **figure 2** montre l'oscillogramme de fonctionnement des contacts A et B. La section supérieure représente les niveaux électriques des deux contacts et leur décalage.

La partie inférieure visualise la manière retenue pour la programmation.

Nous reviendrons plus en détails sur ce diagramme lors de la programmation du projet.

Toutes les lignes raccordées aux entrées numériques de l'Arduino sont positionnées au niveau «haut» par les résistances R3, R4 et R5. Lors de l'appui sur l'axe, le contact S central force l'entrée au potentiel de la masse. Les lignes A et B de l'encodeur produisent des rebonds indésirables lors de la rotation. Afin d'éviter ce désagrément, les résistances R1, R2 et les condensateurs C1, C2 forment deux circuits anti-rebonds.

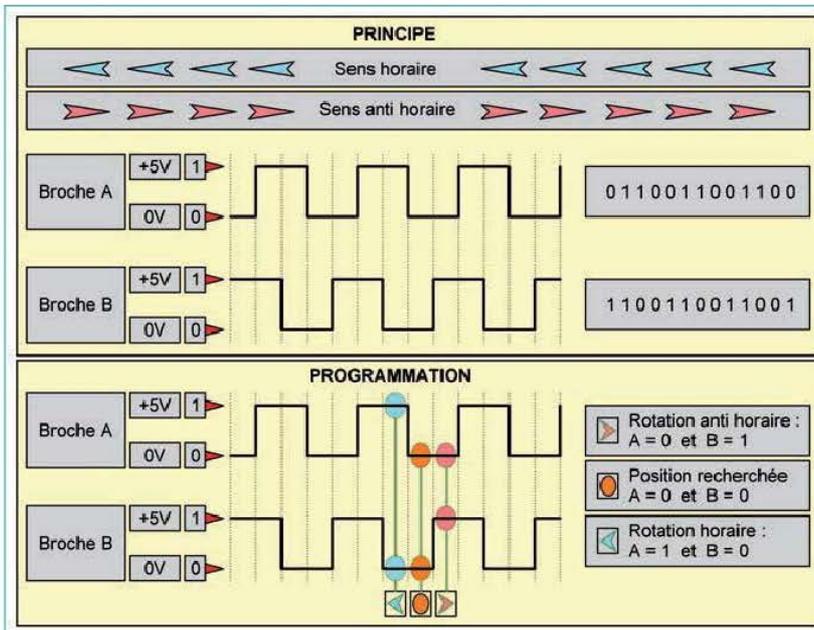
Le circuit de conversion MCP4921 [B]

Ce circuit, très élaboré malgré sa taille réduite, intègre un DAC (Convertisseur Digital → Analogique) à 12 bits avec son interface «sérielle» SPI (Synchronous Peripheral Interface). Ce circuit sert à produire une tension continue, variant entre 0 V et la tension de référence, sur sa broche de sortie.

L'application la plus élaborée de ce circuit est, bien sûr, la génération d'une forme d'onde quelconque à une fréquence voulue. Pour parvenir à ce résultat, nous utilisons le «Timer» interne du microcontrôleur, sorte d'horloge chargée d'interrompre régulièrement le déroulement du programme, afin de travailler avec précision sur le spectre audio. Nous produisons une forme sinusoïdale, mais toute autre forme est envisageable.

Trois sorties numériques servent à commander ce circuit : la validation CS au niveau 0, l'horloge de synchronisation SCK et la ligne des données SDI.

Pour cela, nous utilisons les lignes



de l'Arduino dédiées au port SPI, soit respectivement D9, D13 et D11.

La tension de référence de +2,5 V est produite à l'aide d'un pont diviseur composé des résistances R7, R8 et le condensateur de découplage C6. Si, comme sur notre prototype, vous optez pour une tension de référence de +5 V, il suffit de remplacer R7 par un pont de liaison. Le condensateur C3 découple la tension d'alimentation.

Le signal de sortie du circuit passe par un filtre, chargé de «casser» les paliers et composé de la résistance R6 et des condensateurs C4 et C5. La résistance ajustable AJ1 règle l'amplitude du signal de sortie.

La mémoire EEPROM à accès I²C [C]

Bien que très bien conçu, un module Arduino-Uno manque, parfois, de mémoire pour enregistrer une grande quantité de données. Il suffit de lui adjoindre une mémoire EEPROM à accès I²C pour palier cet écueil.

Parmi les plus courantes, notre module peut accueillir une 24LC256 (soit 256 kbits ou 32koctets) ou une 24LC512 (soit 512 kbits ou 64koctets). Nous abordons le protocole de communication I²C, développé par la firme Philips. Il permet de gérer une multitude de composants avec uniquement deux lignes : une pour l'horloge (SCL) et une pour les données bidirectionnelles (SDA). Comment est-ce possible ? Sans

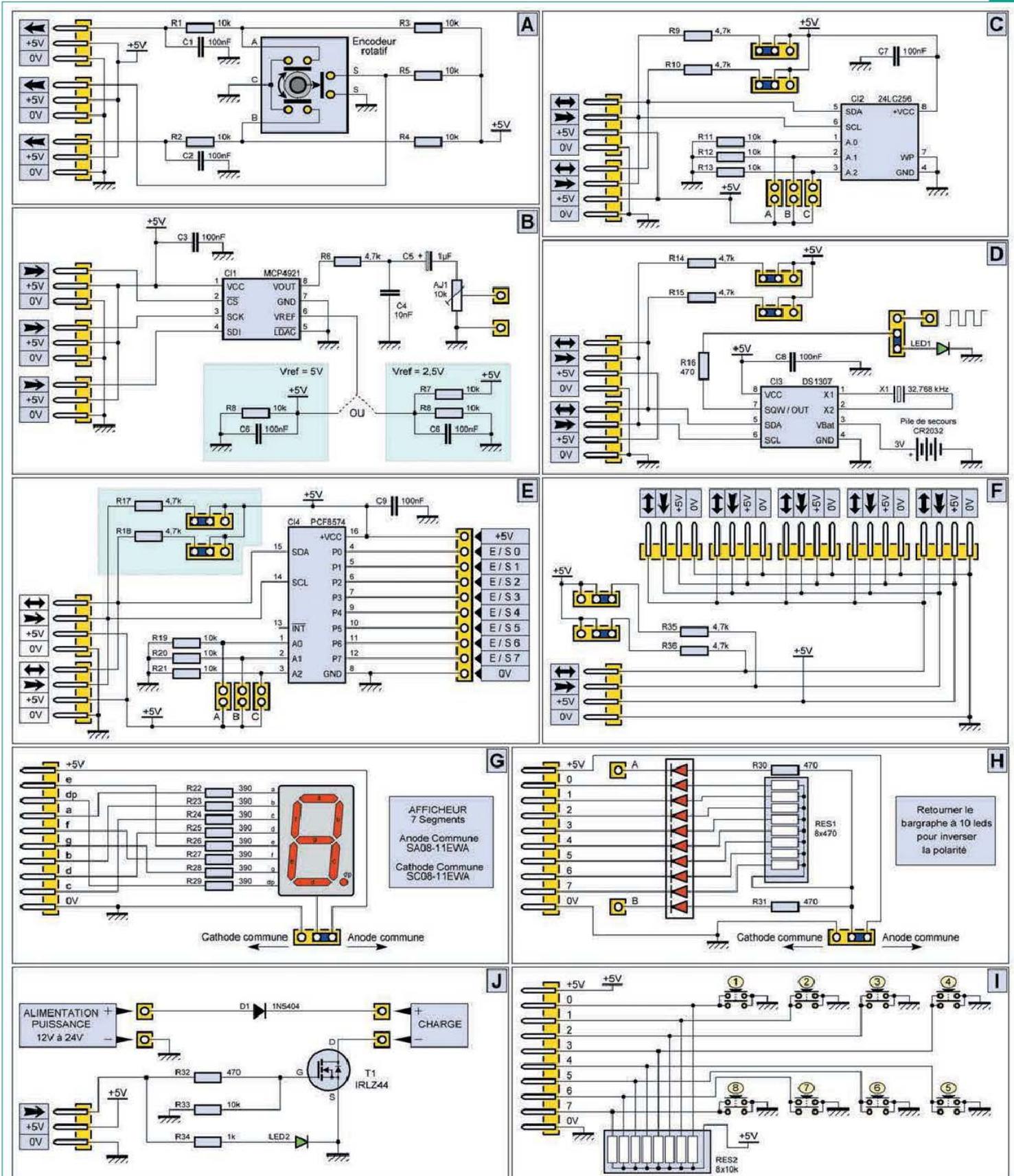
entrer dans une étude complète et complexe de ce protocole (un livre n'y suffirait pas), nous allons voir le principe de base. Il est basé sur le principe «maître» / «esclave». Chaque circuit «esclave» possède une adresse de base propre et définie par le constructeur. Sachant cela, vous l'avez sûrement compris, il suffit au «maître», l'Arduino ici, d'interroger ou d'ordonner un circuit «esclave» en l'appelant par son adresse pour envoyer ou recevoir une donnée à traiter. L'adresse de base d'une mémoire 24LC256 est 50 au format hexadécimal, ou 80 en décimal.

En reliant les lignes A0, A1 et A2 du composant au +5 V, il est possible de compléter cette adresse 80 à 87 pour raccorder jusqu'à huit circuits «mémoire» identiques.

Les deux lignes précitées, SCL et SDA, sont portées au potentiel positif, via les résistances R9 et R10 sur notre module. Le signal de sortie SCL est produit par la ligne ANA5 de l'Arduino et le signal bidirectionnel SDA par la ligne ANA4. Les cavaliers de configuration permettent de ne pas raccorder ces résistances sur tous les circuits, dans le cas où plusieurs seraient raccordés.

Le condensateur C7 découple l'alimentation.

Avec ce premier module, nous avons abordé le protocole I²C. Vous noterez que le schéma de principe d'utilisation des composants I²C est toujours relativement simple et similaire.



L'horloge en temps réel DS1307 à accès I²C [D]

Nous retrouvons les signaux I²C, SCL et SDA, ainsi que les résistances R14 et R15 portant ces lignes au +5 V au repos. Le quartz, d'une valeur de 32,768 kHz, donne la cadence de référence au circuit. Tout se passe par programmation, comme souvent pour les composants I²C. Vous ne trouverez donc aucun organe de paramétrage ou de réglage.

La pile de secours de 3 V sert à garder toutes les informations horaires en mémoire, en cas de défaillance de l'alimentation. La broche SQW permet de disposer d'un signal carré de référence, à une certaine fréquence. Bien que nous ne mettions pas à profit cette fonction, elle se trouve câblée sur notre module. La résistance R16 limite le courant de cette sortie, en vue de l'utilisation libre ou d'une visualisation par la LED1.

Le condensateur C8 découple l'alimentation du circuit DS1307.

Le circuit expandeur de port PCF8574 à accès I²C [E]

Les signaux de commande I²C, SCL et SDA, ainsi que les résistances R17 et R18 remplissent toujours le même rôle. L'adresse I²C de ce composant est 20 au format hexadécimal, ou 32 en décimal. Il est donc possible de raccorder huit circuits identiques aux adresses 32 à 39, par configuration des broches A0 à A2. Un connecteur femelle à dix points donne accès aux huit lignes P0 à P7 du circuit, ainsi qu'aux deux lignes d'alimentation. Vous noterez que chacune des lignes est bidirectionnelle, elle peut s'employer indifféremment en «entrée» ou en «sortie». Il existe également le circuit PCF8574A, dont l'adresse de base est 56 au format décimal. Rien d'autre ne le différencie du PCF8574. En raccordant huit circuits PCF8574 et huit autres PCF8574A, vous pouvez gérer jusqu'à 128 entrées/sorties sur le port I²C à deux lignes. Impressionnant, non ?

Dans la pratique, nous avons conçu une platine principale pour le PCF8574 et des modules secondaires venant s'y raccorder. Aucune autre différence entre ces deux platines, hormis la partie encadrée, inexistante sur la seconde. Effectivement, les résistances de tirage à l'alimentation positive, R17 et R18, ne doivent être câblées qu'une seule fois.

Le distributeur de port I²C [F]

Pour connecter plusieurs circuits I²C, il suffit de les raccorder en parallèle sur les lignes SCL et SDA. Afin de rendre plus aisée cette possibilité, nous avons développé une platine permettant de distribuer cinq ports I²C en parallèle. Nous retrouvons toujours les résistances configurables R35 et R36 portant les lignes SCL et SDA au pôle positif de l'alimentation.

L'afficheur à 7 segments [G]

Comme précisé ci-dessus, le module du circuit PCF8574 dispose d'un connecteur à dix points. Ce circuit étant bidirectionnel, il peut commander des actionneurs ou recevoir les informations de capteurs. Voici donc une platine supportant un afficheur à 7 segments de 20 mm, munie d'un connecteur mâle à dix broches. Les résistances R22 à R29 limitent le courant pour chaque segment. Le cavalier de configuration permet de sélectionner, indifféremment, un afficheur à anodes ou cathodes communes.

Pour le PCF8574, nous avons besoin d'un afficheur à anodes communes.

Le bargraphe à dix leds [H]

A l'instar de la platine de l'afficheur à 7 segments munie d'un connecteur mâle à dix broches, nous avons développé un module supportant un bargraphe à dix leds. Le réseau RES1 limite le courant pour les leds 2 à 9. Les résistances R30 et R31 jouent le même rôle pour les leds 1 et 10. L'accès à ces deux dernières s'effectue par les broches A et B. Le cavalier de configuration permet de sélectionner, indifféremment, l'anode ou la cathode commune. Pour inverser la polarité du bargraphe, il suffit de le retourner sur son support à vingt broches.

Le clavier à huit touches [I]

Jusqu'à présent, nous n'avons traité que du PCF8574 en «sortie». Voici maintenant une platine représentant un clavier à huit touches, destinée à s'interfacer au PCF8574 en «entrée». Elle est également munie du même connecteur mâle à dix broches. Au repos, le réseau de huit résistances RES2 porte les entrées au potentiel positif. En cas d'appui sur une des touches, l'entrée

considérée est forcée à la masse à travers le contact.

L'étage de puissance à transistor MOS-FET [J]

Lors d'une précédente série de cette formation, nous avons commuté la puissance sur une sortie de l'Arduino, par l'intermédiaire d'un relais traditionnel. Cette solution reste satisfaisante tant que les délais entre deux commutations sont suffisamment espacés et que le bruit du relais électromécanique ne dérange pas. Imaginons que nous voulions travailler en PWM (largeur d'impulsion modulée), notre ancien relais ne suivrait pas. Pour remplir cette tâche, nous avons développé un module intégrant un transistor de puissance MOS-FET. Celui-ci peut travailler à des vitesses très rapides et ne dissipe pratiquement aucune énergie, compte tenu de sa très faible résistance interne (0,028 Ω).

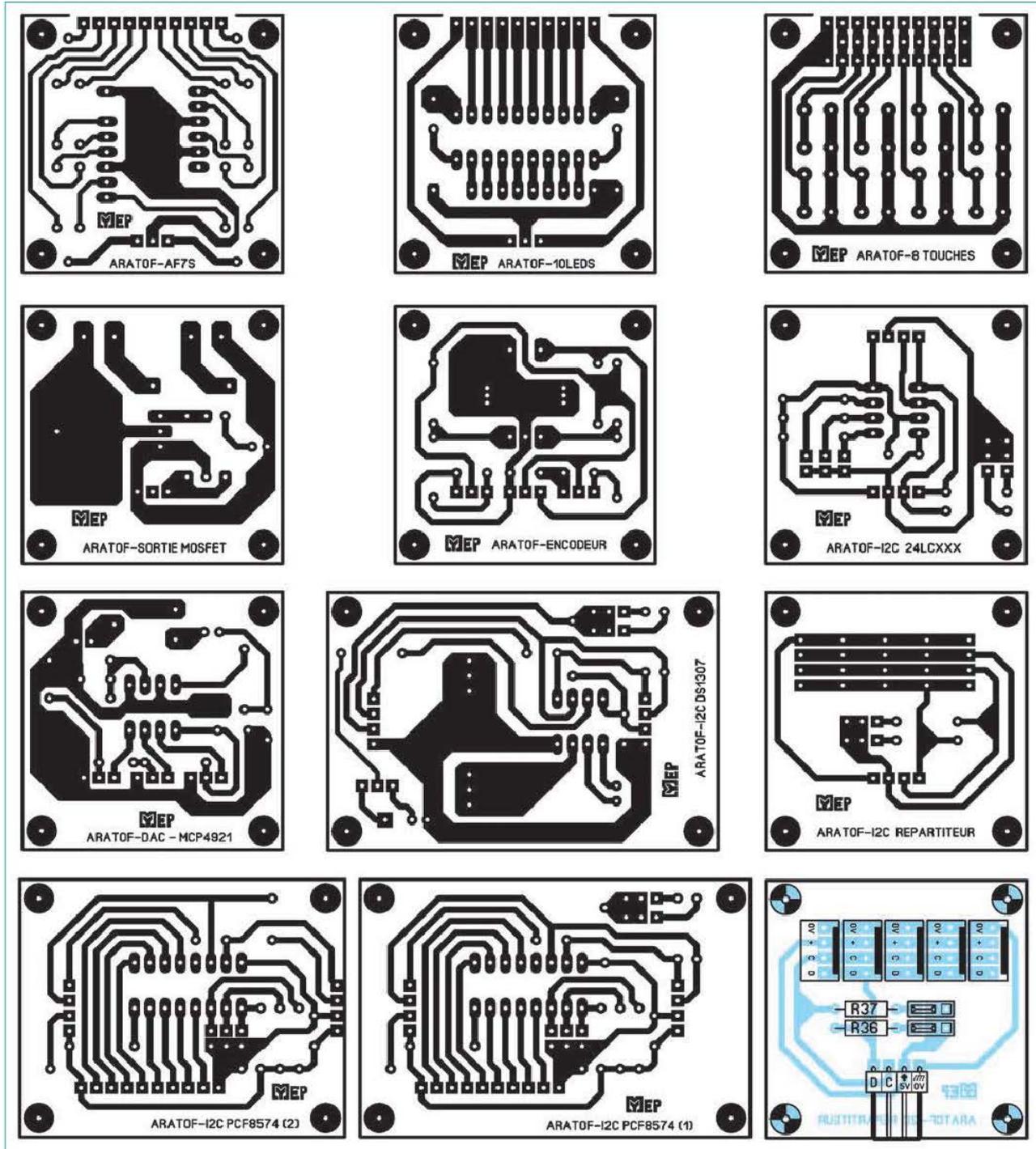
La résistance R32 achemine le signal sur la porte (G) de T1. La résistance R33, raccordée à la masse, assure le blocage du transistor en absence de signal. La charge, quelconque, est commandée par le drain (D) via la diode anti retour D1. Celle-ci limite le courant maximal à 2 A, mais le transistor pourrait en supporter aisément vingt fois plus. La source d'alimentation de puissance peut s'étendre de 12 V à 24 V, et plus encore. La LED2, limitée en courant par la résistance R34, visualise le signal de commande.

Réalisation

Pour cette troisième série, vous devez graver onze circuits imprimés, pour onze nouveaux modules. Le dessin des typons, de type simple face, englobe toutes les platines. Il est représenté en **figure 3**. Comme d'habitude, procurez-vous les composants afin d'être sûrs de leurs encombrements, puis gravez les circuits imprimés selon la méthode photographique afin d'obtenir le meilleur résultat possible.

Ébavurez chaque platine avec soin, afin de les manipuler agréablement. Percez toutes les pastilles à l'aide d'un foret de Ø 0,8 mm, puis alésez certains trous selon nécessité.

Suivez l'implantation des composants



en **figure 4**. Commencez par souder les ponts de liaisons (straps) afin de ne pas en oublier. Poursuivez le travail en soudant les composants par ordre de taille et de fragilité, en commençant par les plus petits, pour terminer par les plus encombrants.

Ces opérations sont habituelles pour les électroniciens que nous sommes.

Pensez à effectuer les contrôles de qualité de votre travail.

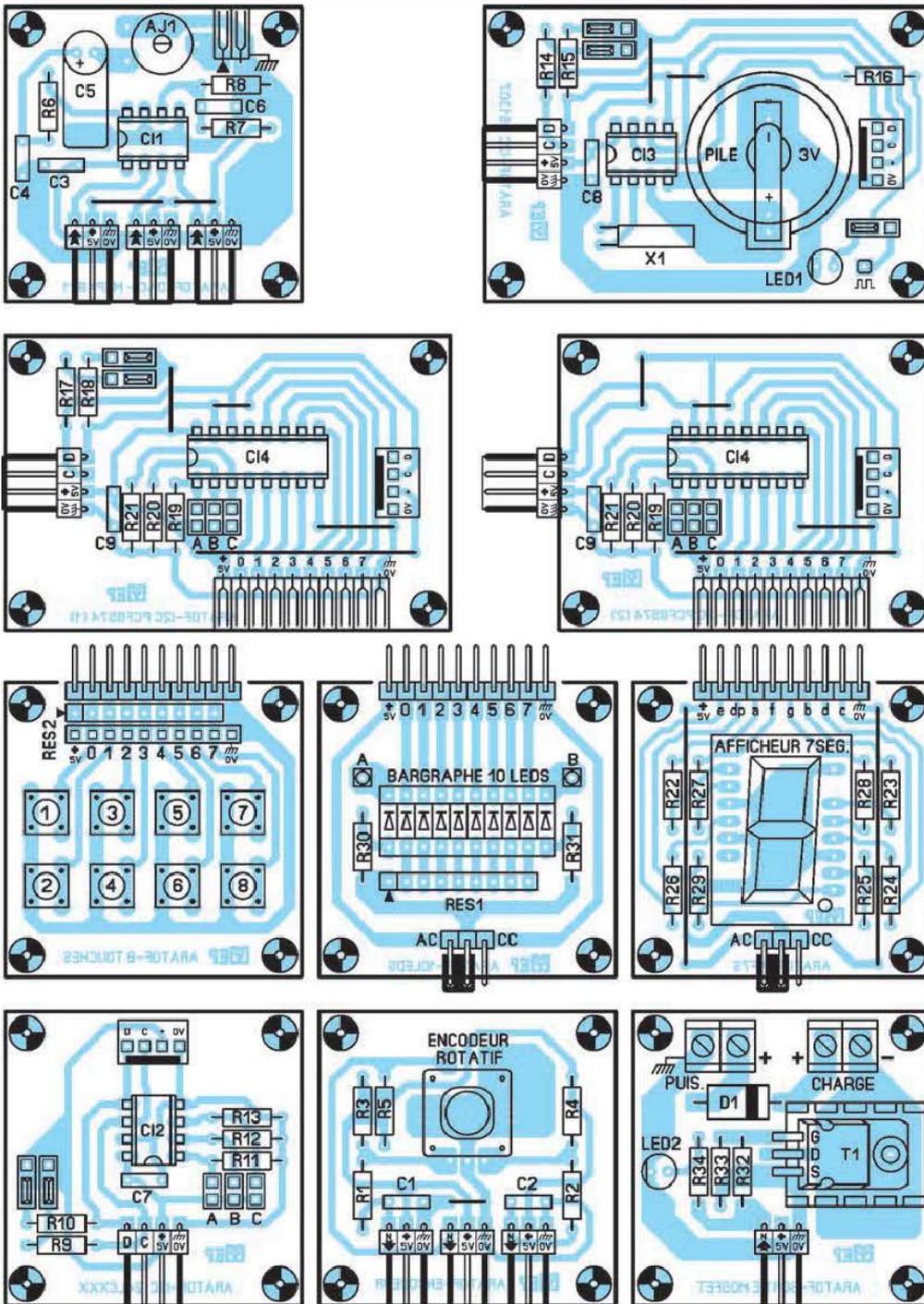
Ne négligez pas cette étape. Vérifiez les platines au niveau des pistes, de la valeur et du sens des composants.

Les erreurs se traduisent par un non fonctionnement et souvent par la destruction de composants.

Vos platines terminées, vous devez posséder quelques cordons à trois et quatre broches pour les relier entre elles. Commandez-les dans le commerce, ou mieux : préparez-les vous

mêmes. Les connecteurs femelles se vendent vides et les broches femelles séparément. Soudez une broche à chaque extrémité des fils de même longueur et insérez-les dans les boîtiers femelles vides.

Prenez garde au sens. Quand vous raccordez deux platines, la masse doit se relier à la masse et non au signal. Les cordons pour les modules I²C comportent quatre broches.



Projet n°12

Un encodeur rotatif incrémental commande une charge progressive

Vous avez certainement l'habitude d'employer un potentiomètre pour faire varier l'intensité lumineuse d'un éclairage, ou la vitesse de rotation d'un moteur. Nous vous proposons d'utiliser un autre organe de commande : un encodeur

rotatif incrémental. Malgré sa mise en œuvre par programmation, celui-ci présente de nombreux avantages. Il est possible de prendre en compte la progressivité de la rotation de son axe. Le compteur programmé qu'il gère n'a pas de limites, hormis celles que vous imposez dans le programme. Il n'a pas de butée mécanique (rotation sur 360°). Le contact, actionné par l'appui en bout d'axe, peut servir de validation ou

4

Nomenclature

• Résistances 5 % / 1/2 W

R1 à R5, R7, R8, R11, R12, R13, R19, R20, R21, R33 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R6, R9, R10, R14, R15, R17, R18, R35, R36 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R16, R30, R31, R32 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R22 à R29 : 390 Ω (orange, blanc, marron)
 R34 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 RES1 : 8 x 470 Ω en ligne
 RES2 : 8 x 10 kΩ en ligne
 AJ1 : 10 kΩ (horizontal 1 tour)

• Condensateurs

C1, C2, C3, C6 à C9 : 100 nF (LCC pas 5,08 mm)
 C4 : 10 nF (LCC pas 5,08 mm)
 C5 : 1 μF / 35 V (sorties radiales)

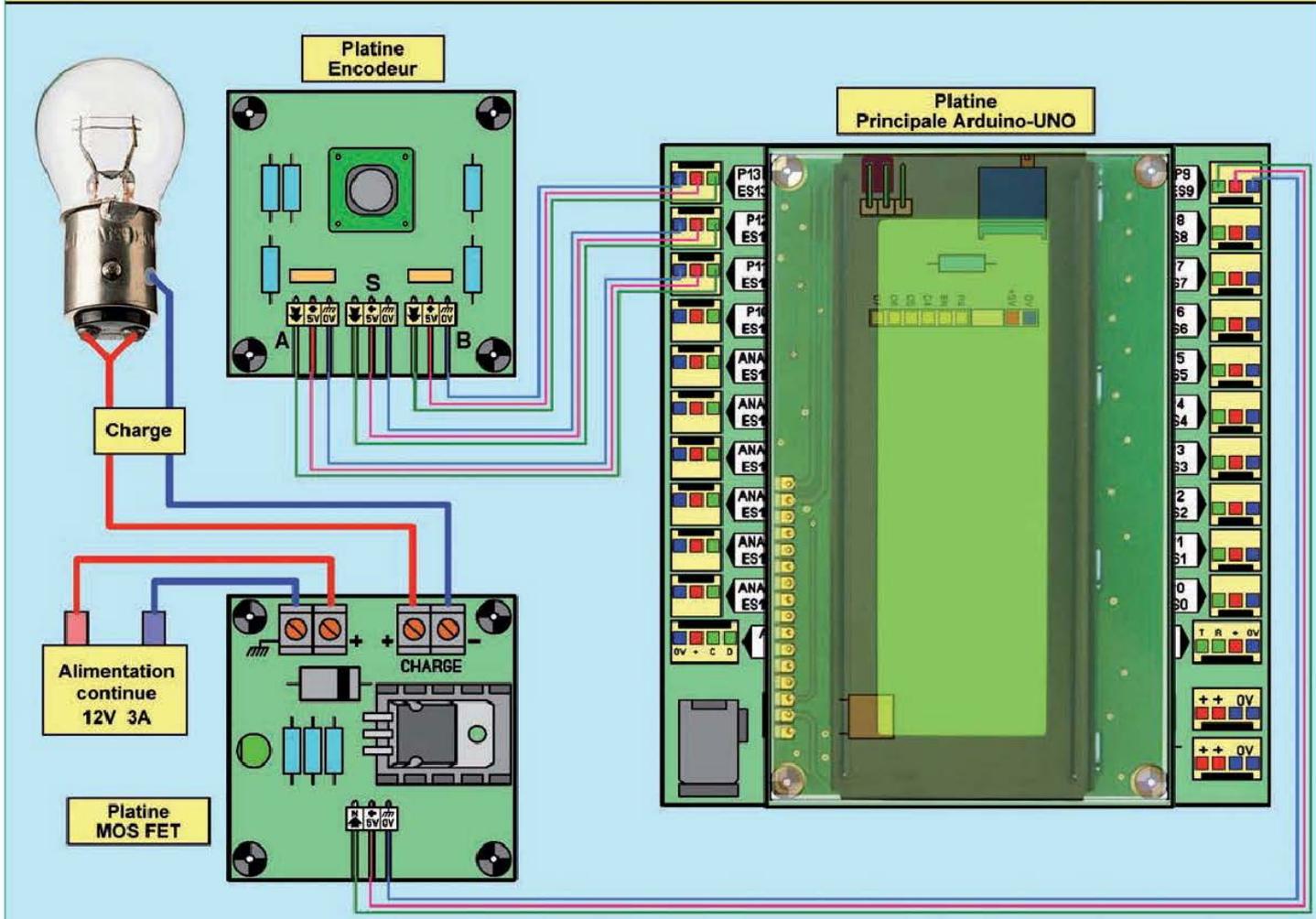
• Semiconducteurs

C11 : MCP4921 (Gotronic, etc.)
 C12 : 24LC256 (ou 24LC512 voir texte) (Gotronic, St Quentin Radio, etc.)
 C13 : DS1307 (Gotronic, St Quentin Radio, etc.)
 C14 : PCF8574 (pas de PCF8574A voir texte) (Gotronic, St Quentin Radio, etc.)
 Afficheur : 7 segments SA08-11EWA (Gotronic, etc.)
 Bargraphe : 10 leds (voir texte et schéma de principe)
 T1 : MOS-FET à commande logique IRLZ44
 D1 : 1N5404
 LED1, LED2 : Ø 5 mm verte ou rouge

• Divers

1 encodeur rotatif avec contact ALPS EC11E15244G1 (Gotronic réf. 22620, etc.)
 1 bloc secteur +10 V à +24V
 X1 : quartz 32,768 kHz
 1 support de pile bouton CR2032
 1 pile bouton CR2032
 Plusieurs supports de circuits intégrés à 8 broches
 Plusieurs supports de circuits intégrés à 16 broches
 1 support de circuit intégré à 20 broches (support du bargraphe)
 1 dissipateur thermique ML26 pour TO220
 8 touches miniatures
 1 bouton Ø 12 à 20 mm pour axe Ø 6 mm. (pour l'encodeur)
 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 broches, 2,54 mm (Gotronic)
 Barrettes sécables type «tulipe» femelles (support de l'afficheur)
 Barrettes sécables type «SIL» mâles et femelles
 Plusieurs cavaliers de configuration

Projet N°12 : Gestion d'un encodeur rotatif pour commander un circuit de puissance



prendre toute autre fonction. Dans notre projet, la charge peut être une ampoule de véhicule en 12 V / 21 W, un moteur à courant continu, un bandeau à leds, ou tout autre actionneur répondant à un signal de puissance PWM.

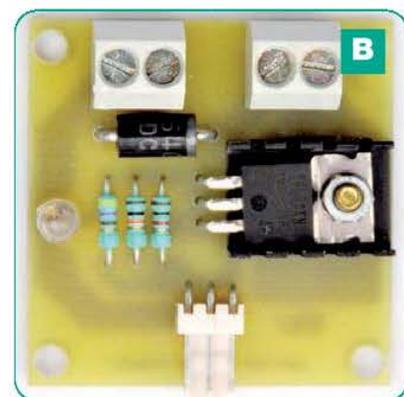
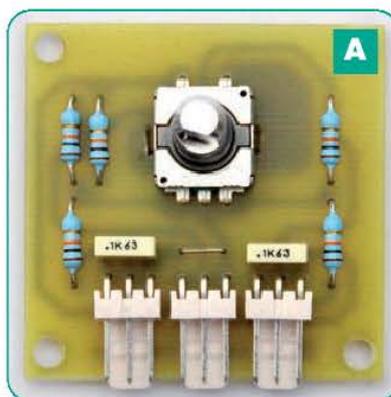
L'afficheur LCD affiche la progression du compteur et le signal est envoyé en temps réel à la charge.

La rotation dans le sens horaire augmente le compteur, la rotation inverse le diminue et un appui sur la touche en bout d'axe remet le compteur à 0 et, de ce fait, inhibe la charge.

Raccordements

Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à trois broches (**figure 5** et **photos A/B**).

- La ligne A de l'encodeur sur le port numérique P11 ou E/S11.
- La ligne B de l'encodeur sur le port numérique P13 ou E/S13.



- La ligne S (contact) de l'encodeur sur le port numérique P12 ou E/S12.
- La commande du transistor MOS-FET sur le port PWM numérique P9 ou E/S9.
- L'afficheur LCD sur la carte principale.

Programmation

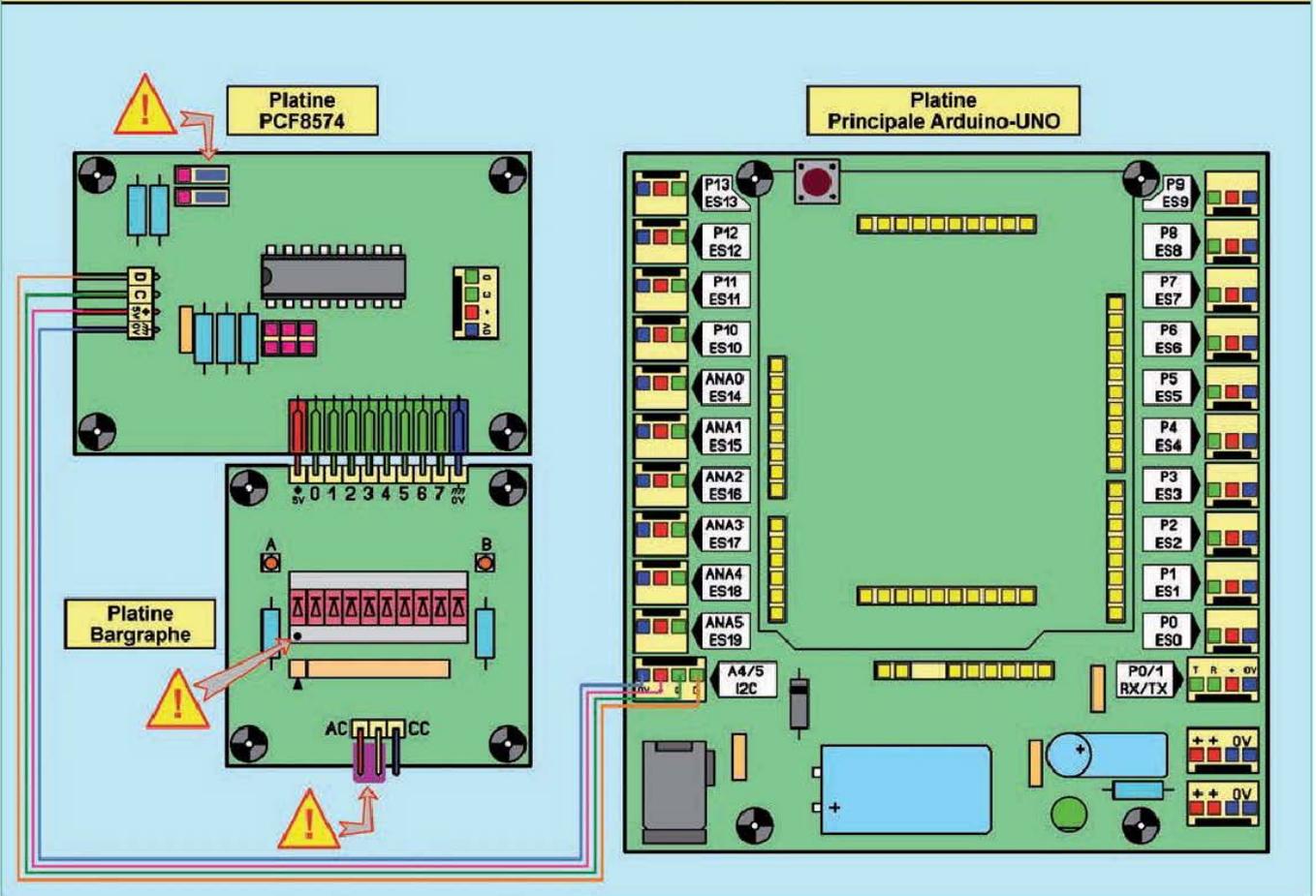
Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_12.ino» dans le logiciel Arduino

avant de lancer son téléversement. Nous ne détaillons plus l'ajout de la librairie pour l'afficheur LCD, la déclaration des constantes et des variables, ni la procédure d'initialisation. Tout ceci ne doit plus poser aucun problème.

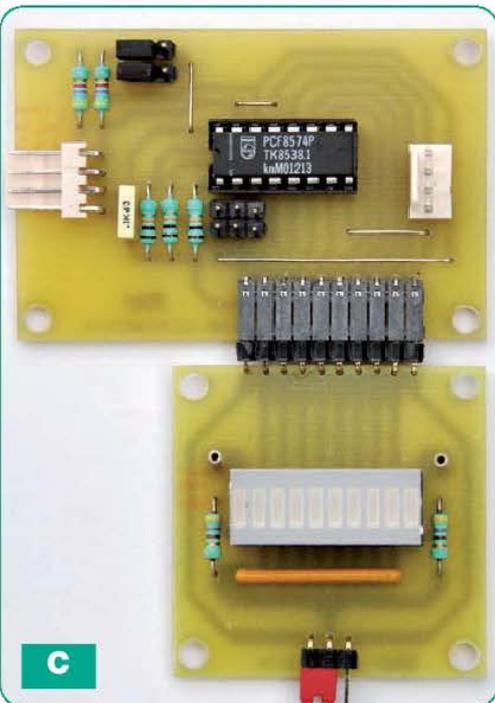
- Ligne 52. La boucle principale débute par un test, pour déterminer si la touche a été actionnée. Dans ce cas, le compteur est initialisé à 0.

5

Projet N°13A et 13B : Commande de 8 leds par le port I²C avec un circuit PCF8574



6



- Ligne 53. Appel de la procédure «Rotation()» d'analyse de l'encodeur.
- Lignes 54 et 55. Deux tests déterminent les butées «haute» et «basse», afin de ne pas les dépasser.
- Lignes 56 à 61. Si la position de l'encodeur a changé, (57) effacement de l'ancienne valeur du compteur, (58) affichage de la nouvelle, (59) envoi du signal à la charge et (60) mémorisation de la nouvelle valeur.
- Ligne 65 et suivantes. Procédure «Rotation()» d'analyse de l'encodeur. Reportez-vous au diagramme de la figure 2 pour suivre cette étude.
- Lignes 67 et 68. Analyse de l'état des lignes A et B de l'encodeur.
- Ligne 69. Test si les lignes A et B sont à 0 (situation en orange sur la figure 2).
- Ligne 70. Tant que ces lignes sont à 0...
- Lignes 73 à 76. Si les lignes A et B restent plus de 100 ms à 0, cette situation est anormale et la procédure est interrompue.
- Lignes 78 et 79. Nouvelle analyse de

- l'état des lignes A et B de l'encodeur.
- Ligne 80. Si la ligne A est à 1 et que la ligne B est à 0, le compteur est incrémenté (situation en bleu turquoise sur la figure 2).
- Ligne 81. Si la ligne A est à 0 et que la ligne B est à 1, le compteur est décrémenté (situation en rose sur la figure 2).

Projets n°13A et 13B

Le circuit PCF8574 commande huit leds à partir du port I²C

Avec ce projet, nous commençons la programmation des composants gérés par le port I²C. Nous l'avons précédemment précisé, le port I²C comporte deux lignes et permet d'en commander une multitude, ainsi que de nombreux composants. Ils se raccordent tous en parallèle et répondent à une adresse spécifique. Il est bien sûr possible de les relier les uns aux autres, ou alors de

passer par le module distributeur I²C. Ce premier projet utilise le circuit PCF8574 pour commander huit sorties. Nous verrons ultérieurement, avec le projet n°14, qu'il est possible d'employer ses huit lignes en «entrées» ou en «sorties». Chaque sortie est commandée individuellement. Nous allons produire une animation lumineuse de quarante deux motifs sur huit leds en lignes, disposées sur un bargraphe. L'intérêt de ce double projet est de vous montrer deux manières d'arriver au même résultat.

Le premier n'emploie pas de tableau de valeurs, le travail s'en trouve plus fastidieux. Le second montre la façon la plus élégante, avec un tableau de valeurs, déclaré en constantes.

Nous utiliserons à nouveau ce principe au cours de nos futurs projets.

Raccordements

Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à quatre broches (I²C) pour les projets n°13A et 13B (figure 6 et photo C).

- Le module PCF8574 est relié au port I²C de l'Arduino sur les lignes A4/5.
- Le bargraphe se raccorde sur le connecteur à dix broches du module PCF8574.
- Le cavalier de configuration du bargraphe se trouve à gauche (+5 V).
- Attention au sens du bargraphe sur son support.

Programmation du projet n°13A

Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_13A.ino» dans le logiciel Arduino, avant de lancer son téléversement. Passons les habituelles déclarations de constantes et de variables.

- Ligne 13. Pour dialoguer avec le protocole I²C, la librairie «Wire» est indispensable. Nous l'ajoutons au croquis avec la directive de compilation suivante : «`#include <Wire.h>`».
- Lignes 22 à 24. La procédure «setup» ne comporte que l'initialisation de la librairie «Wire», donc du protocole I²C.
- Lignes 28 à 69. La procédure «ENVOI» est appelée à chaque ligne, avec la valeur souhaitée correspondant aux 8 bits du port du PCF8574.

La temporisation qui suit, permet de régler la vitesse de défilement de chaque motif.

- Lignes 73 à 77. La procédure «ENVOI» se comprend aisément. La ligne 74 ouvre la transmission à l'adresse du composant PCF8574. La ligne 75 envoie la valeur souhaitée. La ligne 76 ferme la transmission.

Programmation du projet n°13B

Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_13B.ino» dans le logiciel Arduino, avant de lancer son téléversement. L'essentiel du croquis reste inchangé. La librairie «Wire» est toujours indispensable.

- Lignes 17 à 22. Déclaration, dans le tableau «Motif», des quarante deux valeurs sur 8 bits correspondant aux quarante deux motifs.
- Lignes 32 à 40. La procédure d'envoi est incluse dans la boucle principale.
- Lignes 37 et 38. Deux tests déterminent s'il s'agit des premiers ou derniers motifs pour régler, en fonction, la temporisation de ceux-ci.

Projet n°14

Un afficheur 7 segments commandé par un clavier à huit touches avec deux PCF8574

Avec ce projet, nous montrons comment relier ensemble deux circuits PCF8574, l'un en «entrées» et l'autre en «sorties». Le résultat obtenu est assez simple, afin de ne pas entraver la compréhension du croquis.

Un clavier à huit touches est raccordé au premier module PCF8574 utilisé en «entrées». L'afficheur à 7 segments est connecté au second, configuré en «sorties». L'Arduino interroge le premier, mémorise la valeur, l'adapte en conséquence et l'envoie au second pour allumer les segments souhaités afin de représenter un chiffre.

Le principe de base reste identique à celui du précédent projet.

Raccordements

Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à quatre broches (I²C) pour le projet n°14 (figure 7 et photos D/E).

- Le module PCF8574 de l'afficheur est relié au port I²C de l'Arduino (A4/5).
- Il ne faut aucun cavalier de configuration de l'adresse de ce PCF8574.

- Le module PCF8574 du clavier est relié au port I²C de l'Arduino.
- Il faut un cavalier de configuration de l'adresse de ce PCF8574 sur A0.
- L'afficheur se raccorde sur le connecteur à dix broches du premier module PCF8574.
- Le clavier se raccorde sur le connecteur à dix broches du second module PCF8574.
- L'afficheur utilisé est un modèle SA08-11EWA à anodes communes.
- Le cavalier de configuration de l'afficheur se trouve à gauche (+5 V).

Programmation

Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_14.ino» dans le logiciel Arduino, avant de lancer son téléversement. Passons les habituelles déclarations de constantes, de variables et ajout de la librairie.

- Lignes 15 et 16. Définition des adresses I²C pour les deux circuits PCF8574.
- Ligne 29. Ouverture de la transmission I²C en «entrées».
- Ligne 30. Si la condition de réception est remplie ...
- Ligne 31. ... lecture de la valeur sur le PCF8574 en «entrées».
- Ligne 34. Si aucune touche du clavier n'est actionnée, la valeur 255 est reçue et l'afficheur reste éteint.
- Lignes 36 à 45. Tests successifs de la valeur reçue (E_Valeur) et attribution d'une valeur correspondant à un chiffre à afficher pour la variable (S_Valeur).
- Lignes 46 à 48. Envoi de la valeur à l'afficheur raccordé au PCF8574 en «sorties».

Projet n°15

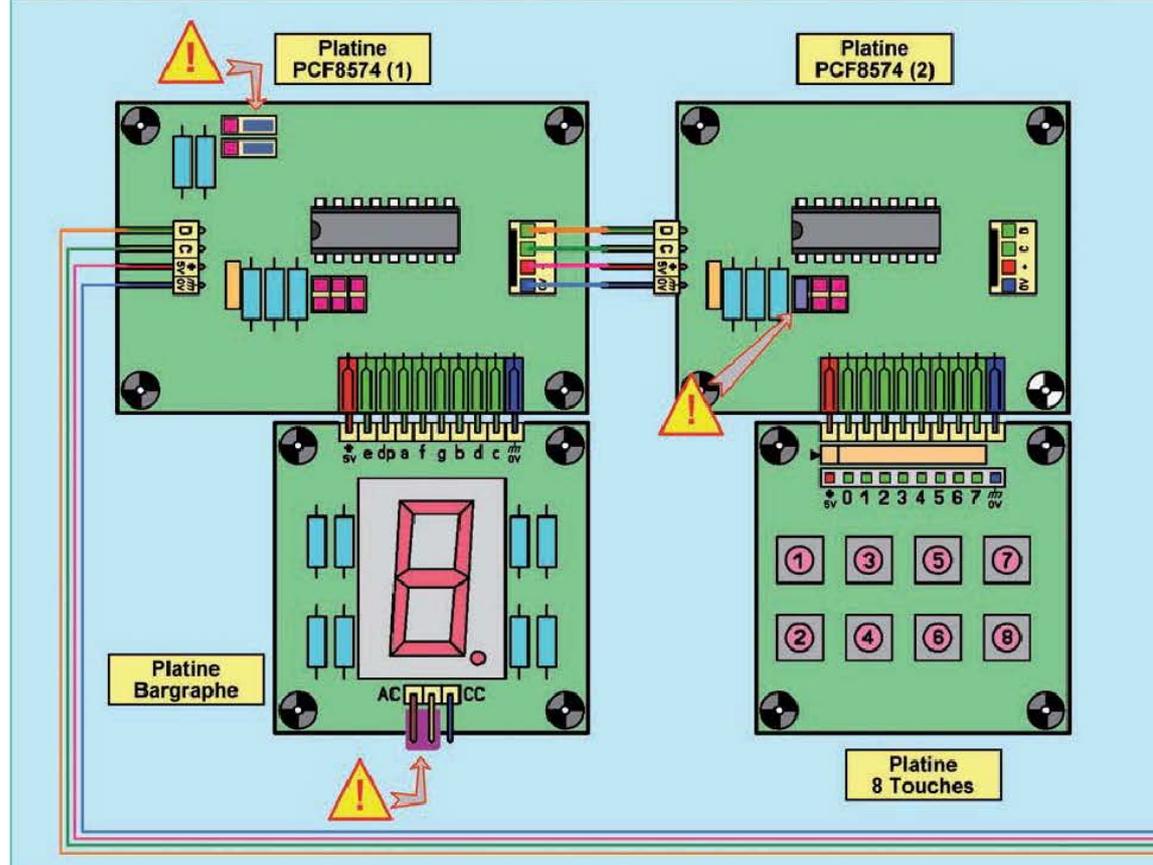
Horloge très complète, équipée d'une alarme, sur écran LCD

Nous en avons terminé avec l'étude du circuit PCF8574. Passons à un autre tout aussi intéressant : le DS1307.

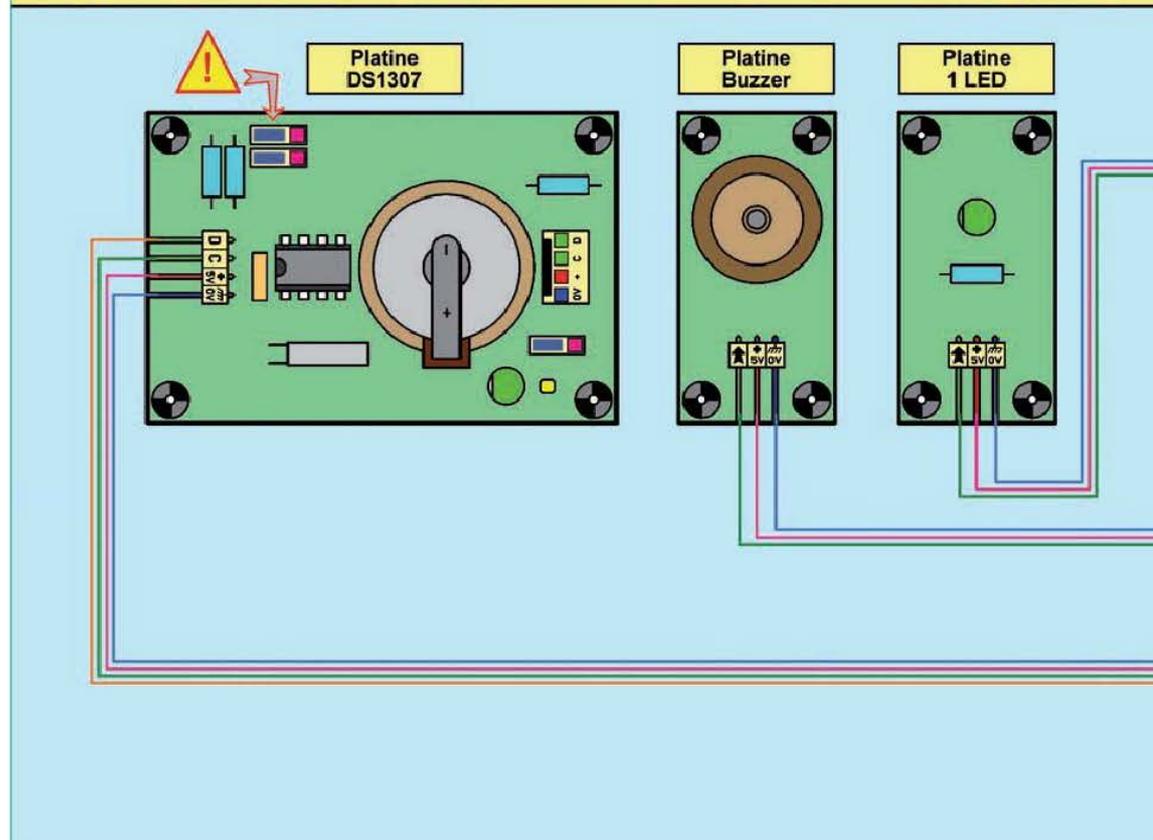
Celui-ci, très sophistiqué, malgré sa taille réduite, intègre une horloge en «temps réel» gérée par le port I²C.

Notre projet permet d'inscrire, sur un afficheur LCD de 4 lignes de 20 caractères, la date complète, l'heure et de gérer une alarme sonore et visuelle.

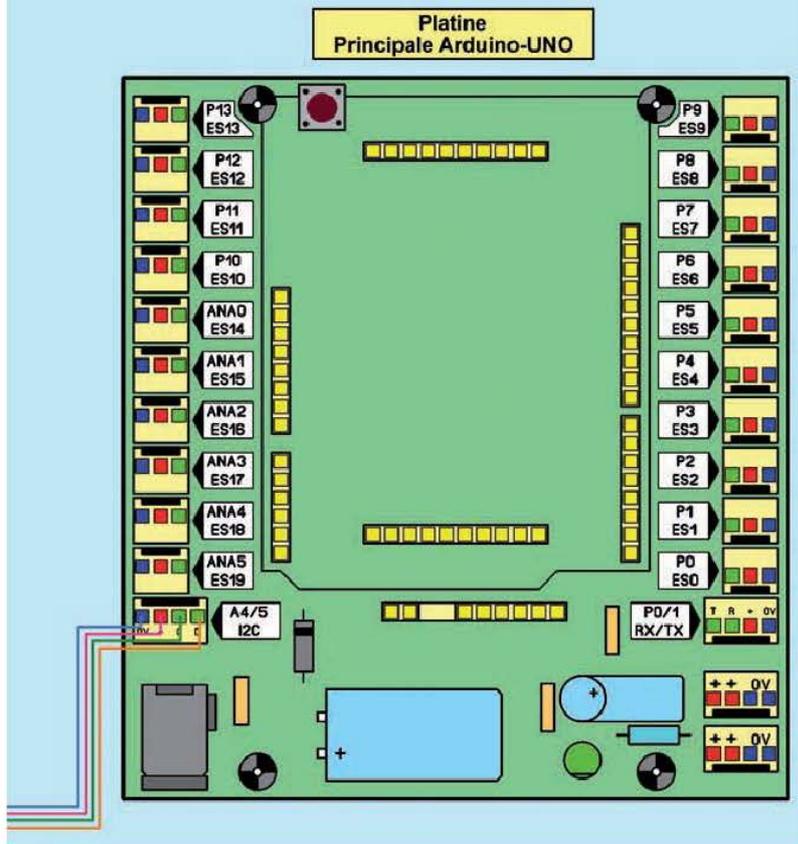
7 Projet N°14 : Commande d'un afficheur via 8 touches par le port I²C



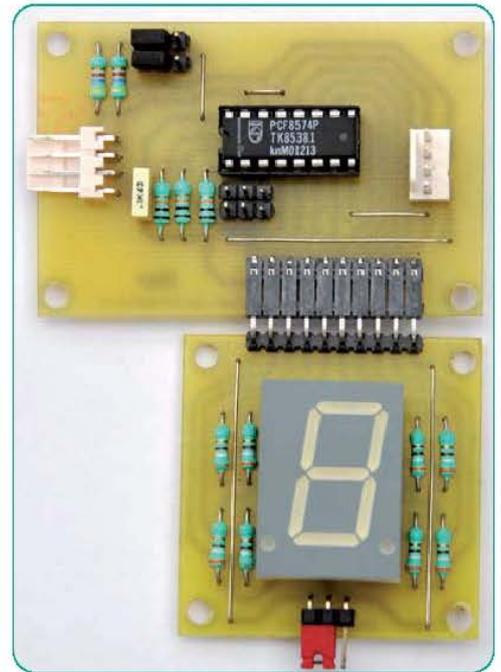
8 Projet N°15 : Horloge en temps réel DS1307 avec alarme par le port



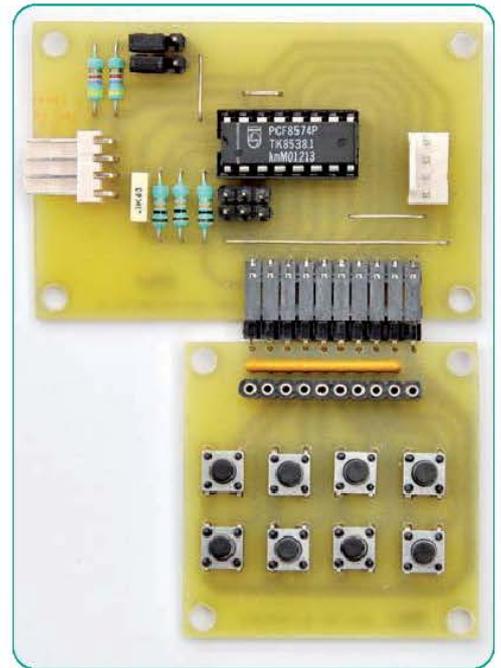
avec deux circuits PCF8574



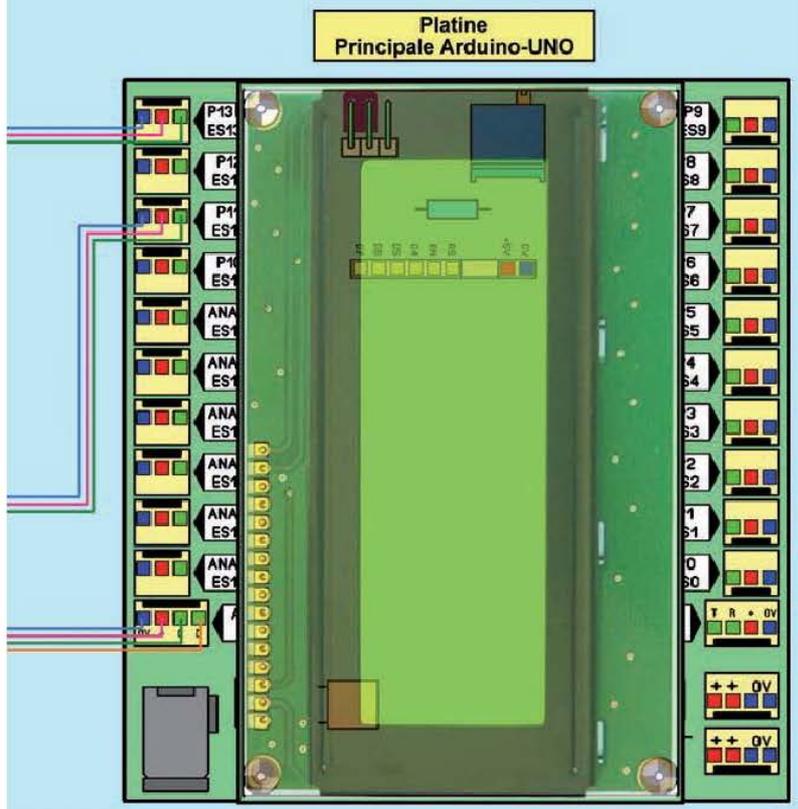
D



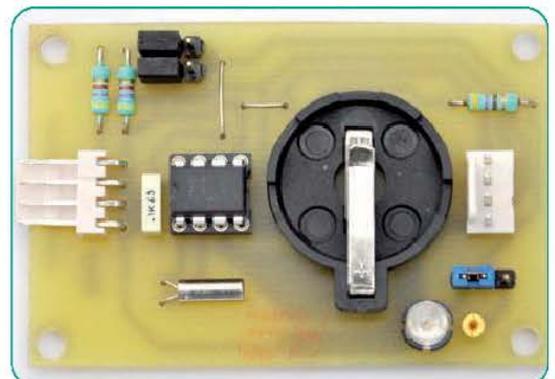
E



I2C



F



Il ne s'agit là que d'un projet pédagogique, aucun organe externe ne permet le paramétrage des données actuelles et de l'alarme. Tout se fait par programmation dans le croquis.

Les plus ambitieux de nos lecteurs modifieront cette application pour l'équiper de ces fonctions.

Pour ce projet, vous devez télécharger et installer la librairie «**RTClib**» à partir du lien Internet donné en fin d'article.

La procédure d'installation des librairies additionnelles a fait l'objet d'une étude lors de la série n°2 de cette formation.

Raccordements

Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à trois et quatre broches (**figure 8 et photo F**).

- Le module DS1307 est relié au port I²C de l'Arduino sur les lignes A4/5.
- La platine de la led sur le port numérique P13 ou E/S13.
- La platine du buzzer piézo sur le port numérique P11 ou E/S11.
- L'afficheur LCD sur la carte principale.

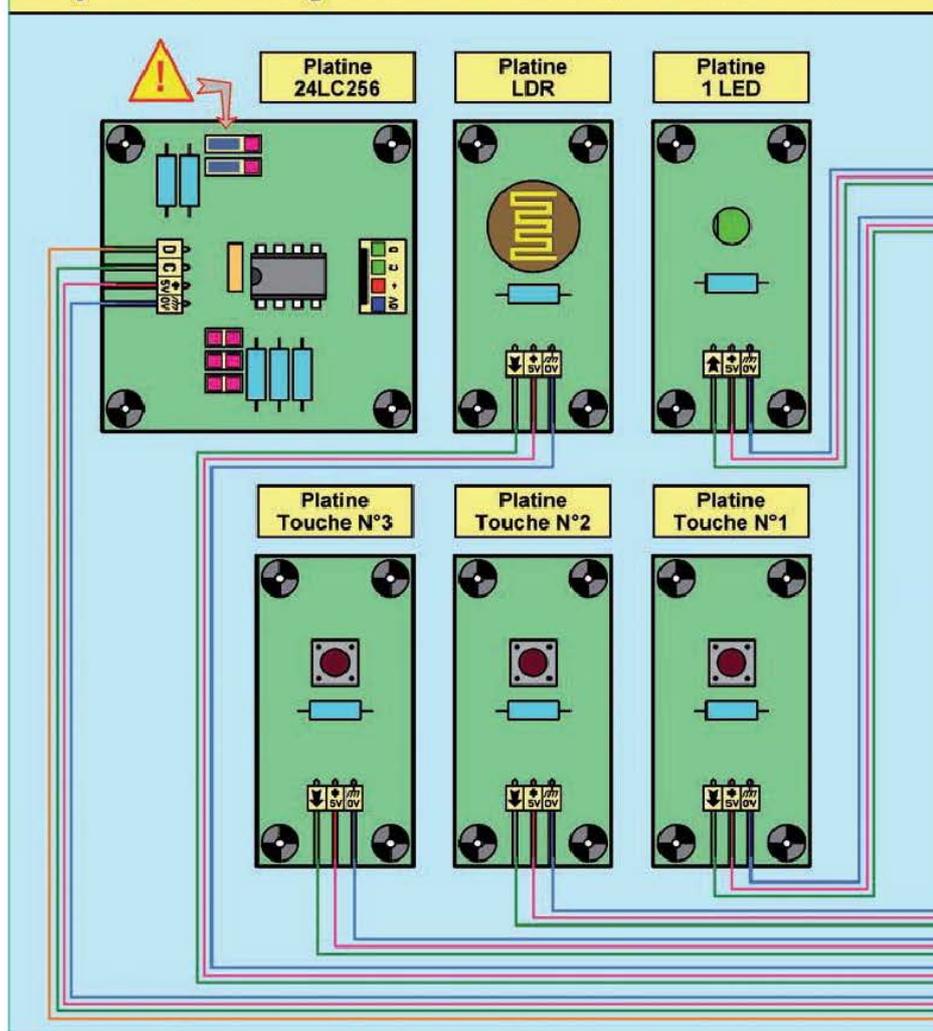
Programmation

Téléchargez et ouvrez le croquis «**Projet_15.ino**» dans le logiciel Arduino, avant de lancer son téléversement.

Passons les habitudes des déclarations de constantes et de variables.

- **Lignes 14 à 16.** Ajout des librairies spécifiques : «**Wire**», «**LiquidCrystal**» et «**RTClib**».
- **Ligne 31.** Cette instruction règle les données actuelles du circuit DS1307 sur l'heure et la date actuelles de l'ordinateur, à l'instant de la compilation du croquis. Si vous souhaitez le régler sur des informations personnelles, ôtez les deux «slashes» de commentaires de la ligne 35 et placez les en début de la ligne 31. Placez vos données sur la ligne 35 en respectant le format.
- **Ligne 56.** Mémorisation des données courantes dans les variables «**now.dayOfWeek**», «**now.day**», «**now.month**», etc.
- **Lignes 63 à 69.** Tests et remplacement du numéro du jour par son véritable nom avant affichage.
- **Lignes 74 à 85.** Tests et remplacement du numéro du mois par son véritable nom avant affichage.

Projet N°16 : Enregistreur d'éclairage en mémoire



- **Ligne 96.** Test à plusieurs conditions pour déterminer s'il s'agit du jour et de l'heure de l'alarme.
- **Lignes 97 à 104.** Traitement pour activer ou désactiver l'alarme sonore et visuelle.

Projet n°16

Enregistreur de données sur une mémoire EEPROM à accès I²C

Bien que disposant d'une mémoire EEPROM, le module Arduino-Uno ne permet pas d'enregistrer une grande quantité de données. Notre projet s'apparente à un appareil capable de mémoriser une information toutes les secondes, sur le degré d'éclairage, mais il pourrait s'agir de n'importe quel type de donnée analogique.

A cette fréquence, il faut plus de 9 h pour remplir la mémoire.

En augmentant le délai entre deux mesures, notre enregistreur pourrait travailler pendant plusieurs jours et même plus d'une année s'il mémorise une information toutes les 20 mn.

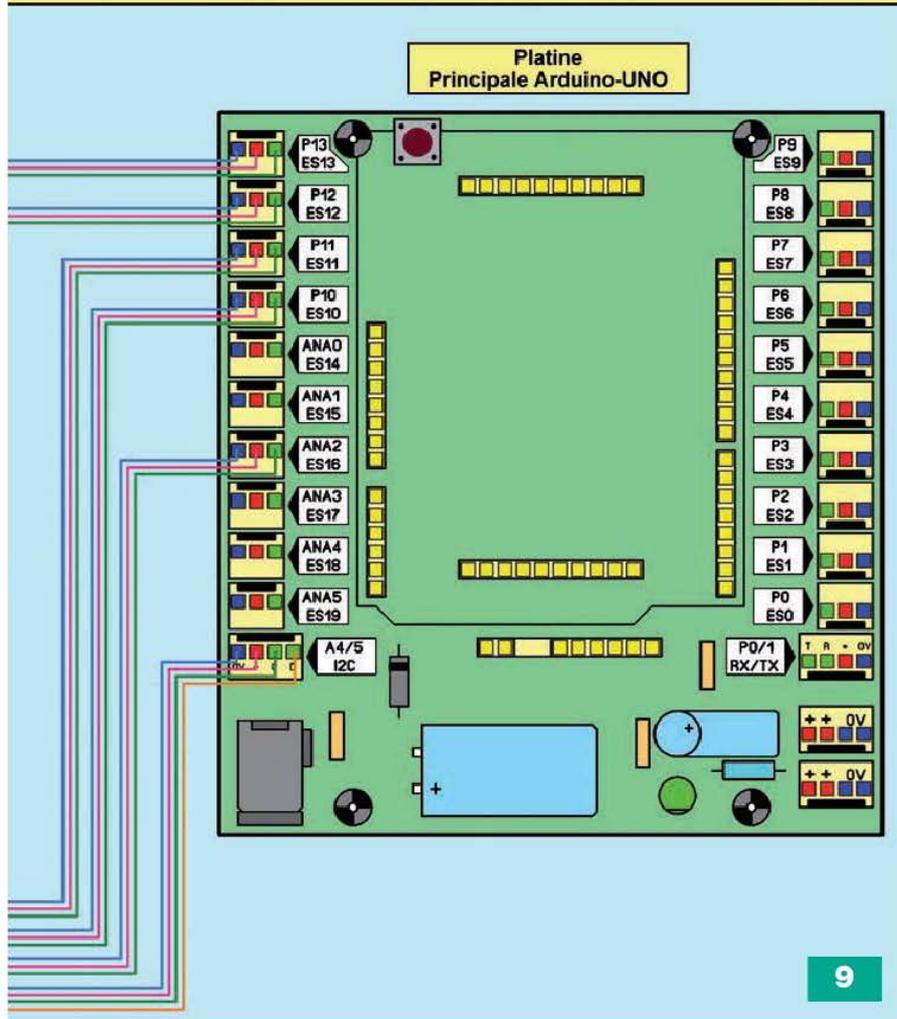
Ce composant, très courant et économique, fonctionne sur le même principe que tout autre composant I²C.

Nous employons un circuit 24LC256, mais son grand frère 24LC512 possède deux fois plus de capacité. Son adresse I²C est 80 au format décimal.

Il est possible d'en raccorder huit, adressés entre 80 et 87.

Dans ces conditions, imaginez la puissance de votre enregistreur !

Compte tenu du grand nombre d'informations à afficher, nous utilisons le terminal de l'ordinateur, qu'il suffit d'ouvrir par le sous-menu «**Moniteur Série**» du menu «**Outils**» après le téléversement. Trois touches et une led sont nécessaires à ce projet.

EEPROM 24LC256 par le port I²C

- A partir du menu, la touche n°1 lance l'enregistrement. Une action sur la touche n°2 ou si la mémoire est pleine, le processus s'interrompt. La led signale la mémoire pleine.
- A partir du menu, la touche n°2 lance la lecture. Une action sur la touche n°1 l'interrompt.
- A partir du menu, la touche n°3 lance l'effacement. Une action sur la même touche l'interrompt.

Raccordements

Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à trois et quatre broches (**figure 9** et **photo G**).

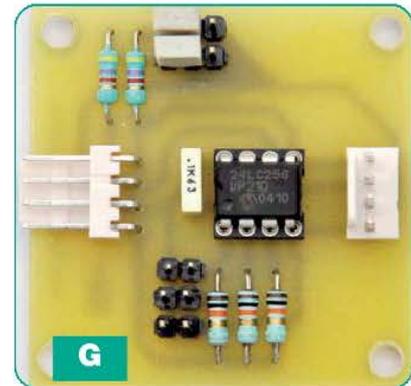
- Le module 24LC256 est relié au port I²C de l'Arduino sur les lignes A4/5.
- La platine de la led sur le port numérique P13 ou E/S13.
- La platine de la touche n°1 sur le port numérique P12 ou E/S12.

- La platine de la touche n°2 sur le port numérique P11 ou E/S11.
- La platine de la touche n°3 sur le port numérique P10 ou E/S10.
- La platine LDR sur le port numérique ANA2 ou ES16.

Programmation

Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_16.ino» dans le logiciel Arduino, avant de lancer son téléversement. Passons les habituelles déclarations de constantes, de variables et ajout de librairie.

- **Lignes 42 à 47.** Affichage du menu sur le moniteur de l'ordinateur.
- **Lignes 49 à 53.** Attente de l'appui sur une touche et sélection du mode.
- **Lignes 55 à 72.** Mode d'enregistrement. La valeur lue sur le capteur de lumière est adaptée au format 8 bits, écrite en mémoire, puis lue et affichée. Le compteur est incrémenté et un



double test détermine si la mémoire est pleine ou si un ordre d'arrêt est reçu. La temporisation de la ligne 71 détermine la durée entre deux enregistrements (1 s au total avec les temps additionnés).

- **Lignes 74 à 86.** Mode de lecture. La valeur de chaque case «mémoire» est lue et affichée, puis le compteur est incrémenté. Un double test détermine s'il s'agit de la dernière adresse ou si un ordre d'arrêt est reçu.
- **Lignes 74 à 86.** Mode d'effacement. Une boucle, parcourant toutes les adresses de la mémoire, permet d'inscrire la valeur 255 (mémoire vierge) à chacune d'elles. Un double test détermine si l'adresse 128 est dépassée (antirebonds) ou si un ordre d'arrêt est reçu.
- **Lignes 107 à 114.** Procédure d'écriture d'un octet à une adresse précise.
- **Lignes 117 à 126.** Fonction de lecture d'un octet à une adresse précise. L'octet lu est retourné en paramètre.

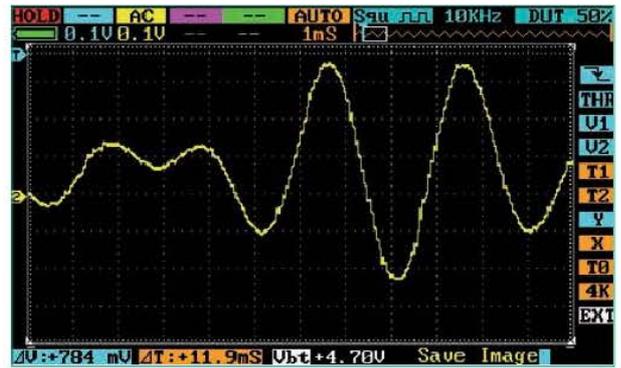
Projet n°17

Gestion du circuit MCP4921 : convertisseur (DAC) sur 12 bits

Nous avons terminé les projets utilisant le port I²C et abordons une application très prisée, gérée par le port «sériel» SPI. Le circuit MCP4921 peut produire une tension, comprise entre 0 V et la tension de référence, sur sa broche de sortie. Il peut travailler sur 12 bits, offrant ainsi une grande précision. Nous n'enverrons que des données sur 8 bits pour produire la forme exacte d'une sinusoïde formée de 256 pas mémorisés dans un tableau de valeurs. La **figure 10** montre l'oscillogramme relevé sur notre prototype.



10



11

Notez que la forme du signal est tout à fait convenable pour une sinusoïde numérique. En faisant appel au «Timer2» de l'Arduino, il est possible de sélectionner une fréquence dans un registre compris entre 0 Hz et 2 000 Hz, voire au delà en acceptant une déformation de la sinusoïde. Un potentiomètre permet de balayer cette plage de fréquences. Il va de soi que nous pourrions «construire» n'importe quelle forme d'onde (triangle, carré, dent de scie, etc.) et même une forme particulière spécifique, en modifiant les 256 valeurs du tableau. Nous avons opté pour la sinusoïde pour ses nombreuses applications. En ajoutant quelques lignes de code, il est même possible de générer trois fréquences sinusoïdales, simultanément, comme le représente la **figure 11** !... Revenons à notre projet avec une seule fréquence, ce qui est déjà pas mal.

Cet article ne permet pas d'étudier le fonctionnement complet du «Timer2» ainsi que les interruptions qui s'y rapportent. L'intérêt étant de montrer une de ses applications. Retenez simplement qu'un «Timer» est en fait un compteur, incrémenté régulièrement par l'horloge interne de l'Arduino. Il faut sélectionner auparavant une valeur maximale et un diviseur de la fréquence d'horloge (prescaler). Lorsque le compteur est plein, il «déborde» et appelle la routine d'interruption chargée d'effectuer une tâche précise.

Pour ce projet : former la sinusoïde. Le croquis est très largement commenté à ce sujet et permet de comprendre la nécessité de chaque ligne de code. Nous faisons appel à de nombreux bits de chaque registre constituant le

«Timer2», mais il existe également le «Timer0», le «Timer1» et les interruptions matérielles. Nous avons déjà bien à faire avec notre projet, étudiez chaque instruction par vous-mêmes en vous aidant des commentaires.

Raccordements

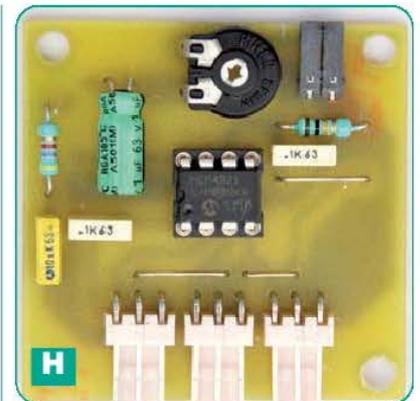
Voici les raccordements à effectuer au moyen des cordons femelle/femelle à trois broches. Le module MCP4921 est relié au port SPI de l'Arduino et nécessite trois signaux précis (**figure 12** et **photo H**).

- Le signal de validation CS sur le port numérique P9 ou E/S9.
- Le signal des données SDI sur le port numérique P11 ou E/S11.
- Le signal d'horloge SCK sur le port numérique P13 ou E/S13.
- La platine du potentiomètre de fréquence sur le port analogique ANA0 ou E/S14.

Programmation

Téléchargez et ouvrez le croquis «Projet_17.ino» dans le logiciel Arduino, avant de lancer son téléversement.

- Lignes 19 à 42. Tableau des 256 octets constituant une forme de signal sinusoïdal.
- Lignes 56 à 108. Paramétrage du «Timer2» dans la procédure d'initialisation «setup».
- Ligne 114. Lecture de la position du curseur du potentiomètre de fréquence sur 10 bits.
- Ligne 116. Conversion de cette valeur, en une valeur correspondant à la fréquence souhaitée. D'après les calculs énoncés aux lignes 46 et 47, une fréquence de 2 000 Hz équivaut à 8 388. Le potentiomètre couvre donc toute la



plage de 0 Hz à 2 kHz. La boucle principale ne comporte que les deux instructions des lignes 114 et 116.

- Lignes 121 à 138. Routine d'interruption (ISR) appelée à chaque débordement du «Timer2». Cette procédure se charge d'envoyer la valeur souhaitée en sortie à une fréquence 256 fois supérieure à la fréquence sinusoïdale. Notez l'intérêt de l'instruction de la ligne 129 permettant d'ajuster l'amplitude maximale du signal de sortie.

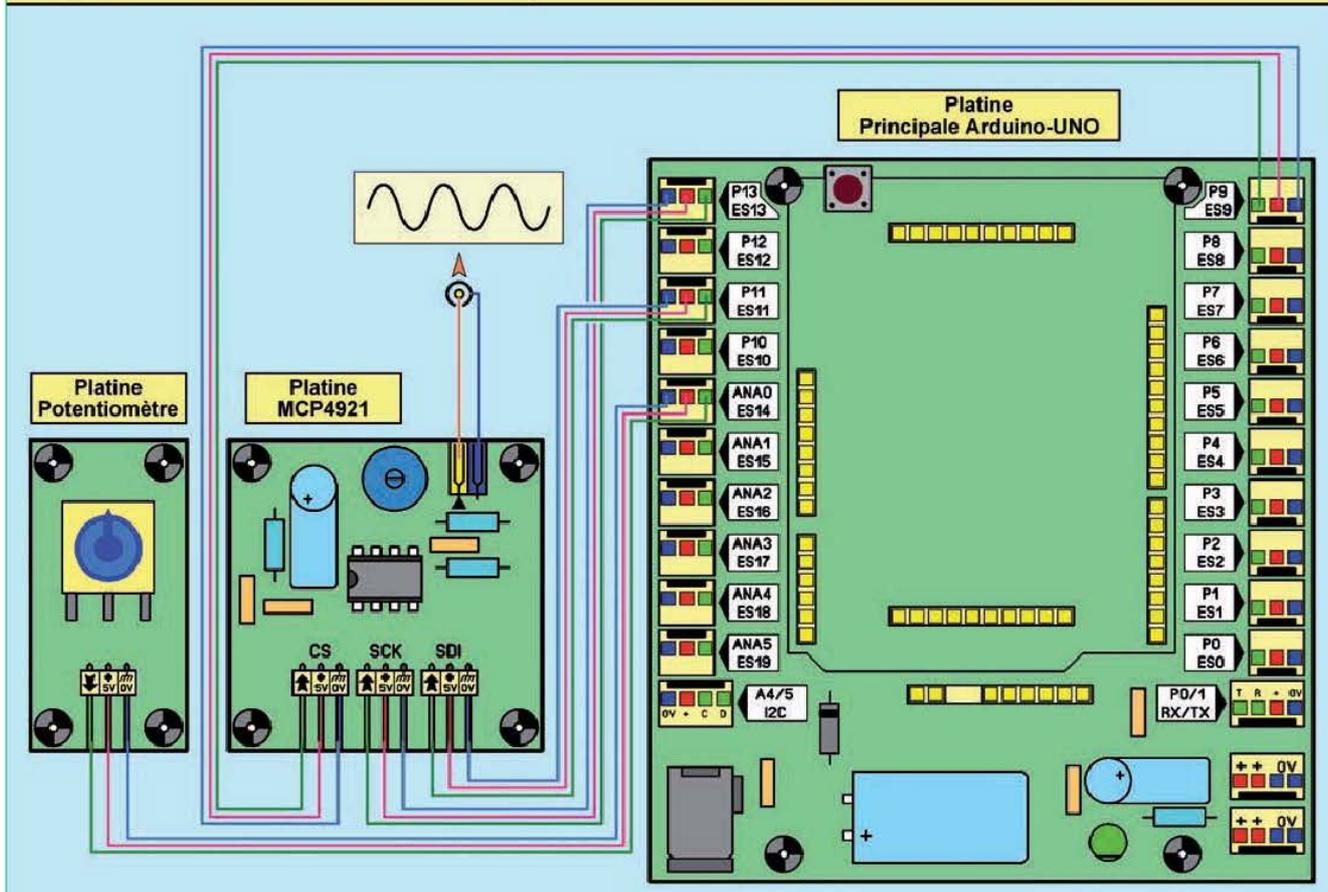
Conclusion

Cette troisième série terminée, vous disposez de l'essentiel pour développer vos propres applications. Nous pourrions poursuivre cette formation sur plusieurs autres sessions, mais vous apporteraient-elles beaucoup de nouvelles connaissances ?

Nous espérons que cette formation aura suscité en vous la curiosité d'aller encore plus loin dans le monde de l'Arduino. Une seule règle pour évoluer : Expérimentez encore et encore !...

Y. MERGY

Projet N°17 : Génération d'un signal sinusoïdal avec le convertisseur MCP4921



12

Adresse Internet de l'auteur
myepled@gmail.com

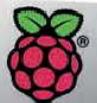
Les liens Internet utiles pour ce sujet
Le site du magazine :
<http://www.electroniquepratique.com>
Site Internet de la société Saint Quentin

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>
Le site de téléchargement de la librairie «RTCLib» :
<https://github.com/adafruit/RTCLib>

Une qualité professionnelle à prix discount!

Les mini-PC
C'est le moment pour votre projet!



reichelt.fr
elektronik



Made in UK

RASPBERRY PI B+
23,95

Plus de 150 articles
Vous trouverez tout ce qu'il faut en matière
de cartes, composants et accessoires
sur www.reichelt.fr

Prix en € hors T.V.A., frais de port en sus | reichelt elektronik, Elektroniking 1, 26452 Sande (D)

Plus de 45 ans d'expérience

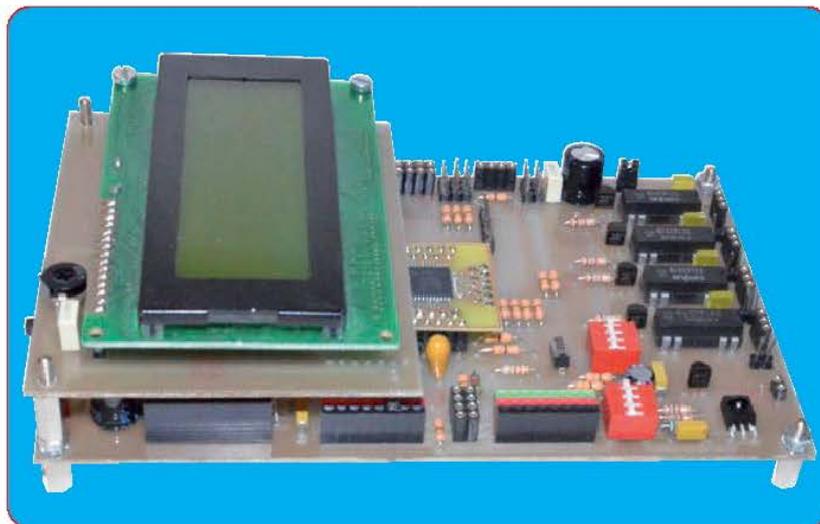
Envoi en 24 heures

Plus de 50 000 produits

+49 (0)4422 955-360

Platine microcontrôlée multifonctions

Nous avons décrit en Septembre 2014 (n°396), un microcontrôleur PIC 32 bits, le Micromite, utilisant le langage MMBasic, logiciel libre et «Open Source», très performant, élaboré par Geoff Graham. Le Micromite ayant évolué, nous vous présentons le Micromite MkII, seconde version plus puissante.



Le Micromite utilise le PIC32MX150F128. Celui-ci possède 128 koctets de mémoire «flash» ainsi que 32 koctets de RAM : 20 koctets de la mémoire «flash» sont utilisés pour le programme et 22 koctets de la mémoire RAM sont réservés aux variables, tableaux, buffers, etc...

Le Micromite MkII utilise, lui, le PIC32MX170F256 et dispose ainsi de 60 koctets pour les programmes et 52 koctets pour les variables.

Cela permet l'écriture d'un programme en Basic, de quelques 2 500 lignes, exécuté à la vitesse de 30 000 lignes par seconde.

Pour une même fréquence d'horloge, la version MkII du Micromite est dotée d'une vitesse d'exécution supérieure de 40 % à la vitesse du Micromite version 1.

Le **tableau 1** indique les caractéristiques du PIC32MX170F256D (44 broches).

La **version D** permet au Micromite MkII de disposer de trente trois lignes d'entrées/sorties, comme représenté en **figure 1**.

Elle indique, également, les fonctions de chacune des broches :

- **ANALOG** : mesure d'une tension par l'instruction AIN
- **DIGITAL** : entrées/sorties numériques : instruction DIN (entrée), instruction DOUT (sortie) et OOUT (sortie en collecteur «ouvert»)
- **INT** : peut être utilisée pour la génération d'une interruption (instructions INTH, INTL et INTB)
- **COUNT** : peut être utilisée pour la mesure de fréquences (instruction FIN), de périodes (instruction PIN) ou le comptage (instruction CIN)
- **5V** : indique que la broche peut être connectée à des circuits alimentés en 5 V, les autres broches ne supportent que 3,3 V
- **COMx** : broches utilisées pour les communications «série»
- **I²Cx** : broches utilisées pour les communications I²C
- **SPIx** : broches utilisées pour les communications SPI
- **PWMx** : sortie PWM ou SERVO
- **IR** : broche utilisée pour la réception des signaux d'une télécommande infrarouge
- **WAKEUP** : broche utilisée pour le «réveil» du microcontrôleur (après SLEEP)

La **version B**, dont le brochage est

indiqué en **figure 2**, ne dispose que de 28 broches et donc de 19 lignes d'entrées/sorties pour le Micromite MkII.

La platine multifonctions réalisée utilise le PIC32MX170F256D.

Les différentes caractéristiques du Micromite MkII sont les suivantes :

- **Entrées numériques** :
 - Etat «bas» : 0 V à 0,65 V
 - Etat «haut» : 2,5 V à 3,3 V (2,5 V à 5,5 V entrées compatibles 5 V)
 - Impédance d'entrée : > 1 MΩ
 - Réponse en fréquence : jusqu'à 300 kHz (20 ns de largeur d'impulsion) sur les entrées de comptage
- **Sorties numériques** :
 - Courant de sortie, typique, sur chaque broche : 10 mA
 - Courant maximal qui ne doit pas être dépassé sur aucune des broches : 200 mA
 - Tension maximale en collecteur «ouvert» : 5,5 V
- **Entrées analogiques** :
 - Gamme de tension : 3,3 V
 - Précision : ±1% si la tension de référence est précisément de 3,3 V
 - Impédance d'entrée : 1 MΩ.

Pour obtenir une bonne précision, l'impédance de la source doit être inférieure à 10 kΩ



PIC32MX170F256D

Pin	Pin
ANALOG DIGITAL PWM 1C	23
ANALOG DIGITAL COM1: ENABLE	24
ANALOG DIGITAL	25
ANALOG DIGITAL	26
ANALOG DIGITAL	27
POWER (+2.3 to +3.6V)	28
GROUND	29
DIGITAL COM2: TRANSMIT	30
DIGITAL COM2: RECEIVE	31
DIGITAL 5V	32
CONSOLE Tx (DATA OUT)	33
CONSOLE Rx (DATA IN)	34
DIGITAL 5V	35
DIGITAL	36
DIGITAL 5V	37
DIGITAL 5V	38
GROUND	39
POWER (+2.3 to +3.6V)	40
DIGITAL 5V SPI IN (MISO)	41
DIGITAL 5V COUNT	42
DIGITAL 5V COUNT WAKEUP IR	43
DIGITAL 5V COUNT I ² C CLOCK	44

1

- Précision des «Timing» :

- Toutes les fonctions de «timing» sont dépendantes de l'oscillateur RC interne, rapide, qui possède une tolérance typique de $\pm 0,1\%$ à 24°C

- Sorties PWM :

- Gamme de fréquences : 20 Hz à 500 kHz
- Rapport cyclique : 0% à 100%, avec une précision de 0,1% en dessous de 25 kHz

- Ports «série» :

- Console : 100 bps à 230 400 bps, 38 400 bps par défaut (à 40 MHz)
- COM1 : 10 bps à 230 400 bps, 9 600 bps par défaut (à 40 MHz)
- COM2 : 10 bps à 19 200 bps, 9 600 bps par défaut (à 40 MHz)

- Autres ports de communication :

- SPI : 10 Hz à 10 MHz (à 40 MHz)
- I²C : 10 kHz à 400 kHz
- 1-Wire : fixé à 15 kHz

Le Basic du Micromite MkII

Pour les lecteurs ne connaissant pas encore le MMBasic, nous rappelons quelques points.

La version du Basic Micromite MkII, dont les versions précédentes ont

PARAMETRES	VALEUR
Microcontrôleur	PIC32MX170F256D
Vitesse maximale en MHz	50
Taille de la mémoire programme (KB)	256
RAM (KB)	64
Mémoire flash (KB)	3
Gamme de température (C)	-40 à 105
Tension de fonctionnement (V)	2,3 à 3,6
Canaux DMA	4
SPI™	2
I ² C™ Compatible	2
CODEC Interface (I2S,AC97)	Oui
Peripheral Pin Select (PPS) Crossbar	Oui
CTMU	Oui
Canaux A/D	13
Résolution maximale A/D	10
Vitesse d'échantillonnage maximale A/D (KSPS)	1 000
Entrée Capture	5
Output Compare/Std. PWM	5
Timers 16-bit	5
Port parallèle	PMP
Comparateurs	3
Oscillateur interne	8 MHz, 32 kHz
Broches I/O	34
Nombre de broches	44

Tableau 1

2



PIC32MX170F256B

RESET: Wired to +V directly or via 10K resist	1	28	ANALOG POWER (+2.3 to +3.6V)
DIGITAL INT ANALOG	2	27	ANALOG GROUND
SPI OUT DIGITAL INT ANALOG	3	26	ANALOG DIGITAL PWM 2A
PWM 1A DIGITAL INT ANALOG	4	25	ANALOG DIGITAL SPI CLOCK
PWM 1B DIGITAL INT ANALOG	5	24	ANALOG DIGITAL PWM 2B
PWM 1C DIGITAL INT ANALOG	6	23	ANALOG DIGITAL
COM1: ENABLE DIGITAL INT ANALOG	7	22	DIGITAL 5V COM1: RECEIVE
GROUND	8	21	DIGITAL 5V COM1: TRANSMIT
COM2: TRANSMIT INT DIGITAL	9	20	47µF TANT CAPACITOR (+)
COM2: RECEIVE INT DIGITAL	10	19	GROUND
CONSOLE Tx (DATA OUT)	11	18	DIGITAL 5V COUNT I ² C DATA
CONSOLE Rx (DATA IN)	12	17	DIGITAL 5V COUNT I ² C CLOCK
POWER (+2.3 to +3.6V)	13	16	DIGITAL 5V COUNT WAKEUP IR
SPI IN 5V DIGITAL	14	15	DIGITAL 5V COUNT

été initialement élaborées pour le Maximite (Maximite Basic), micro-ordinateur utilisant le PIC32MX795F512L, présente quelques différences avec elles :

- Les instructions relatives à l'affichage «vidéo», à l'entrée clavier, à l'interface USB, au lecteur de carte SD et au «drive» A interne ont été supprimées
- La possibilité d'entrer un programme à l'affichage du «prompt» en faisant précéder chaque ligne de celui-ci d'un numéro est impossible. Cela ne peut être réalisé qu'en utilisant l'éditeur plein écran. De même, la commande «Delete» n'est plus valable
- Les programmes du MMBASIC Micromite sont stockés dans la mémoire «flash» interne du microcontrôleur et ne sont donc pas effacés lors de la coupure de l'alimentation
- La commande SETPIN, qui permet le paramétrage des lignes d'entrées/sorties, accepte des noms, plus faciles à retenir que les chiffres.
Exemple : SETPIN 10, DIN remplace SETPIN 10,2
- Un nouveau type d'interruption a été créé. Une interruption peut être générée aussi bien sur un front «montant» que sur un front «descendant»
- Afin d'économiser la mémoire, le nombre de certaines instructions utilisables a été diminué. Par exemple, le nombre de GOSUB imbriqués est passé de 100 à 30
- La commande AUTO (mode entrée ligne automatique) a été partiellement remplacée par la commande AUTOSAVE
- La commande LIST possède maintenant l'option ALL. Elle permet de lister entièrement le programme sans arrêt, ce qui permet sa capture par l'émulateur de terminal connecté à la console. Cela est une autre méthode de transfert de programme
- Les deux commandes OPTION et CONFIG, qui permettent certains paramétrages, ont été mixées dans la commande OPTION. De nouvelles options ont été ajoutées, qui permettent de paramétrer la vitesse du débit de la console, la fonction AUTORUN et un code PIN de sécurité
- La commande WRITE et la fonction

FORMAT\$() ne sont pas disponibles. Cependant, la fonction STR\$() a été étendue, afin de remplacer certaines fonctions de formatages de chaînes précédemment exécutées par FORMAT\$()

- La commande CPU a été ajoutée, afin de changer la vitesse du microcontrôleur, ou le mettre en «sommeil» (SLEEP). A la mise sous tension, le circuit fonctionne à la vitesse de 40 MHz, qui est la vitesse par défaut, mais qui peut être modifiée entre 5 MHz et 48 MHz. La consommation du microcontrôleur est fonction de sa vitesse :
 - 48 MHz : 31 mA
 - 40 MHz : 26 mA
 - 30 MHz : 21 mA
 - 20 MHz : 15 mA
 - 10 MHz : 10 mA
 - 5 MHz : 6 mA

Lorsque la vitesse est modifiée, les ports «série» ne sont pas affectés.

Les horloges internes et les timers sont également insensibles à ce changement.

Les ports PWM, I²C et SPI verront leur vitesse modifiée proportionnellement. Il est donc préférable de les fermer avant la modification de la vitesse du CPU s'ils ne sont pas nécessaires, puis de les ouvrir après le changement.

La commande CPU SLEEP permet de positionner le microcontrôleur en mode «sommeil», pour une certaine durée. Durant son «sommeil», la consommation diminue et atteint 90 µA à 100 µA. Normalement, l'utilisation de la commande est CPU SLEEP <secondes> et le CPU se «réveille» au bout de (n) secondes.

Si le paramètre <secondes> n'est pas spécifié, la commande configure automatiquement la broche WAKEUP en «entrée», qui est surveillée pendant toute la durée du «sommeil».

Si un changement d'état intervient (front «montant» ou «descendant»), le CPU se «réveille». Dans ce mode, la fonction SLEEP fonctionne de concert avec la fonction IR.

Un signal infrarouge, issu d'une télécommande, peut «réveiller» le microcontrôleur qui décode immédiatement le signal reçu et exécute la tâche.

Il retourne ensuite en mode «sommeil» jusqu'à la commande suivante.

- Le port «série» COM1 peut maintenant fonctionner à une vitesse de 230 400 bps, supporte le signal de validation et 9 bits de données pour la norme IEEE485
- Les commandes I²C ont été renommées, mais possèdent les mêmes fonctionnalités
- Les commandes 1-WIRE ont également été renommées
- Les commandes SPI peuvent maintenant fonctionner à une vitesse de 10 MHz. La fonction SPI doit d'abord être ouverte, puis close, lorsqu'elle n'est plus utilisée
- Cinq canaux PWM en deux groupes sont disponibles. La fréquence de fonctionnement de chaque groupe peut être paramétrée individuellement

Instructions spéciales périphériques

Le Basic Micromite MkII possède des instructions de commandes de périphériques, rendant très simples la gestion de ces derniers.

Décodeur de télécommande infrarouge :

IR dev, key, interrupt

Où :

- dev est une variable contenant le code du Device (télécommande pour TV, VCR, etc.)
- key est le code de la touche pressée
- interrupt est le nom du sous-programme

Cette fonction, s'exécutant en tâche de fond, permet l'interruption du programme en cours lors de la réception d'une commande infrarouge. Elle fonctionne selon le protocole Sony.

Emetteur de télécommande infrarouge :

IR SEND pin, dev, cmd

Où :

- pin est le numéro de la broche utilisée
 - dev est le numéro de périphérique
 - cmd est le numéro de commande
- Cette fonction permet de transmettre un ordre codé sur 12 bits, selon le protocole Sony.

Mesure de la température :

PRINT «TEMPERATURE :» DS18B20 (pin)

Où :

- pin est le numéro de la broche utilisée. Cette commande permet, en utilisant le capteur DS18B20, d'effectuer des mesures de températures avec une résolution de 0,25°C.

Mesure de la température et de l'humidité :

DTH22 pin, tVar, hVar

Où :

- pin est le numéro de la broche à laquelle est connecté le capteur
- tVar est une variable qui contient la valeur de la température
- hVar est une seconde variable contenant la valeur de l'humidité

C'est une nouvelle fonction, qui permet de mesurer la température et l'humidité, à l'aide du capteur DTH22. La température est retournée en degrés Celsius, avec une résolution d'une décimale (exemple : 24,2) et l'humidité est exprimée en pourcentage d'humidité relative (exemple : 56,8).

Si une erreur survient, c'est la valeur 1 000 qui est retournée.

Contrôle des servomoteurs :

Instruction du premier contrôleur :

SERVO 1, 1A, 1B, 1C

Instruction du second contrôleur :

SERVO 2, 2A, 2B

Où : 1A, 1B, 1C, 2A, 2B sont la largeur des impulsions, en millisecondes, pour chaque canal. Par exemple, l'instruction SERVO 1, 1.500 positionne au centre le servomoteur connecté au canal 1A.

Le train d'impulsions est généré continuellement, en tâche de fond.

Horloge «temps réel» :

Le Micromite MkII peut piloter une horloge «temps réel», par son bus I²C. C'est le circuit PCF8563 qui est chargé de cette tâche.

La commande RTC GETTIME permet de connaître l'heure courante de l'horloge «temps réel». La commande RTC SETTIME année, mois, jour, heure, minute, seconde permet de paramétrer l'horloge. Par exemple, l'instruction RTC SETTIME 14, 11, 10, 16, 0, 0 paramètre l'horloge à 16h00, le 10 novembre 2014.

Gestion des afficheurs alphanumériques :

Le Micromite peut piloter les afficheurs à 1, 2 ou 4 lignes de 20 caractères. Ces afficheurs doivent utiliser les microcontrôleurs KS0066, HD44780 ou SPLC780.

L'écriture de caractères sur un afficheur alphanumérique ne nécessite que deux instructions.

La première permet d'initialiser l'écran : LCD INIT d4, d5, d6, d7, RS, EN

Où :

- d4, d5, d6 et d7 sont les lignes de données
- RS est la ligne de sélection du registre
- EN est la ligne de validation (Chip Select)

Toutes les broches du PIC peuvent être utilisées.

La seconde instruction permet l'écriture de caractères à l'endroit souhaité : LCD LINE, POS, DATA\$

Où :

- LINE est le numéro de la ligne (une à quatre lignes)
- POS est la position sur la ligne
- DATA\$ est la donnée que l'on souhaite écrire

Gestion des claviers matricés :

L'instruction à utiliser est la suivante : KEYPAD VAR, INT, r1, r2, r3, r4, c1, c2, c3, c4

Où :

- VAR est la variable contenant le code de la touche sollicitée
- INT est le nom du sous-programme d'interruption
- r1, r2, r3, r4 sont les numéros des broches auxquelles sont connectées les rangées
- c1, c2, c3, c4 sont les numéros des broches auxquelles sont connectées les colonnes

Toutes les lignes du microcontrôleur sont utilisables pour la connexion du clavier.

Mesure des distances :

La fonction :

D = Distance (trigger, écho)

Où :

- trigger est le numéro de la broche

connectée à l'entrée «trig» du capteur à ultrasons

- écho est le numéro de la broche connectée à la sortie «echo» du capteur

Permet d'utiliser le capteur à ultrasons HC-SR04.

C'est le capteur le moins onéreux du marché. Il se trouve chez de nombreux revendeurs.

La valeur retournée par cette commande est en centimètres si un objet est détecté et -1 si aucun objet n'est détecté dans le champ de mesure.

Le capteur peut être connecté à n'importe quelle broche du Micromite, mais celle-ci doit être compatible 5 V.

Déclaration et utilisations des variables**Types de variables**

Le Basic Micromite MkII supporte trois types de variables :

- Virgule flottante :

Ces variables peuvent stocker des chiffres à virgule et des fractions, mais également des nombres élevés. Cependant, elles perdent en précision, lorsque plus de sept chiffres significatifs sont utilisés.

Les variables à virgule flottante sont spécifiées par l'utilisation du suffixe «!» (N!).

Ce sont aussi les variables, par défaut, lorsqu'une variable est créée sans suffixe

- Entier signé 64 bits :

Ces variables peuvent stocker des nombres positifs ou négatifs comportant jusqu'à 19 chiffres, sans perte de précision, mais elles ne peuvent pas stocker des fractions (partie du nombre suivant la virgule). Elles sont spécifiées en ajoutant le suffixe «%» à leur nom (n%)

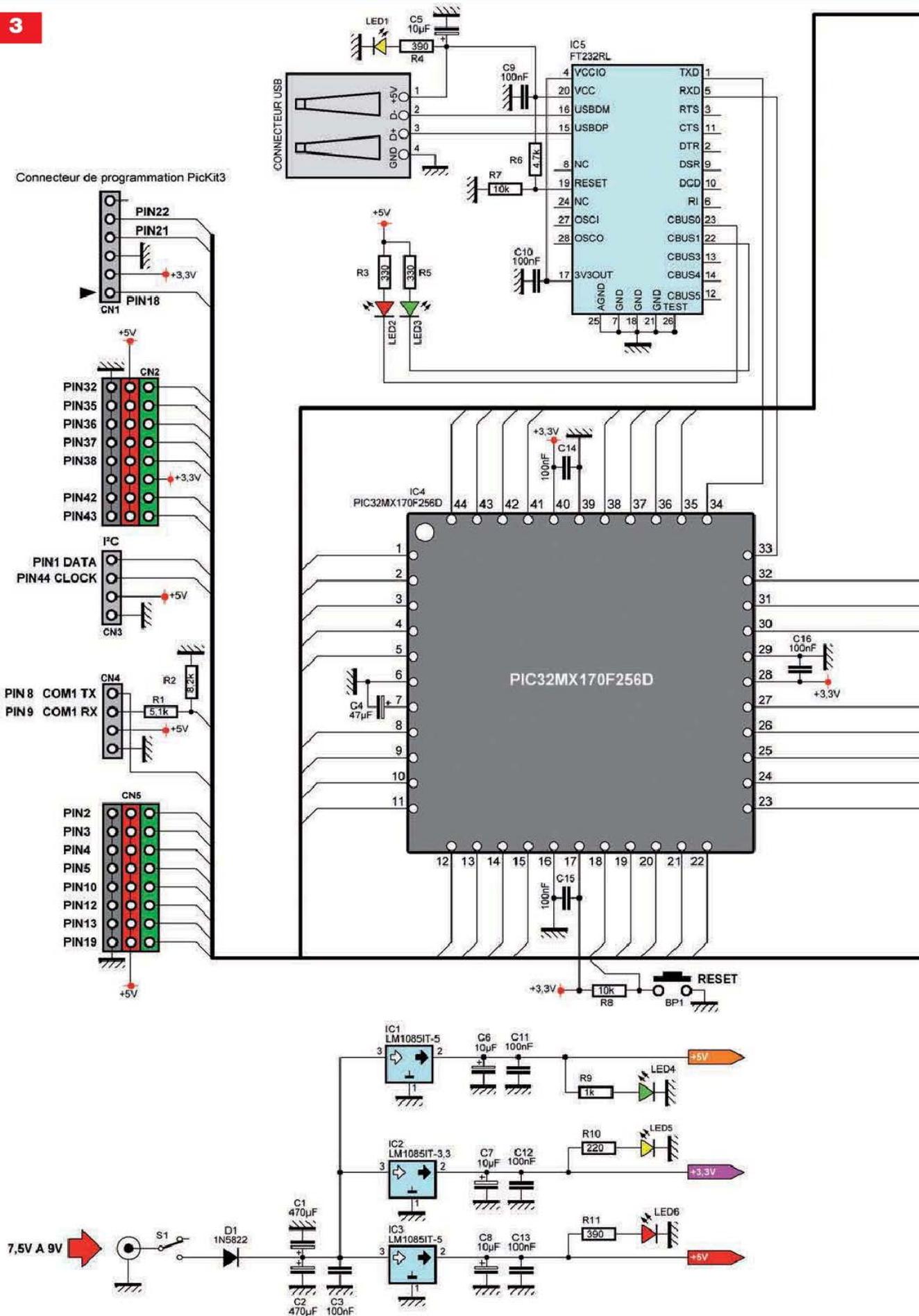
- Chaînes :

Ces variables sont utilisées pour le stockage de chaînes de caractères. Le nom de ces variables est suivi du caractère «\$» (chaîne\$). Les chaînes stockées peuvent contenir jusqu'à 255 caractères

Option Defaut

Une variable peut être utilisée sans qu'un suffixe («!», «%», «\$») soit spécifié.

3



Dans ce cas, le Basic Micromite MkII utilisera le type de variable par défaut, soit à virgule flottante. Cependant, le type de variable, par défaut, peut être modifié au moyen de la commande OPTION DEFAULT.

Par exemple, la commande «OPTION DEFAULT INTEGER» signale que toutes les variables dépourvues d'un suffixe seront des variables «integer» (entier). Le défaut peut être LOAT, INTEGER, STRING ou NONE. Dans ce dernier cas, toutes les variables doivent être spécifiées par un suffixe.

La commande OPTION DEFAULT peut être placée n'importe où dans le programme et changée n'importe quand.

Option explicite

Par défaut, le Basic Micromite MkII crée automatiquement une variable lorsqu'elle est utilisée la première fois à n'importe quel endroit du programme, contrairement à d'autres langages Basic où les variables doivent être déclarées au début du programme. C'est pratique pour les programmes courts, mais devient vite fastidieux et source d'erreurs pour les programmes d'une certaine importance.

La commande OPTION EXPLICIT demande à l'interpréteur de désactiver la création automatique des variables et doit bien évidemment être placée en tout début du programme.

Les variables doivent alors être déclarées au moyen des commandes DIM et LOCAL.

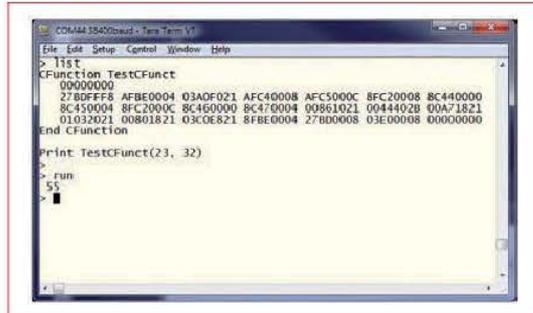
DIM et LOCAL

Les commandes DIM et LOCAL peuvent être utilisées pour déclarer des variables et définir leur type et sont obligatoires lorsque la commande OPTION EXPLICIT a été utilisée.

La commande DIM crée une variable globale qui peut être vue et utilisée tout au long du programme, y compris dans les sous-routines et dans les fonctions. Cependant, si on désire que la variable ne soit visible que dans les sous-routines et les fonctions, c'est la commande LOCAL qui devra être utilisée. Cette dernière utilise exactement la même syntaxe que la commande DIM.

Ces deux commandes peuvent être utilisées de différentes manières :

Vue d'écran 1



- En définissant seulement leur nom, le type étant fixé par le suffixe : **DIM nbr%, str\$**

- En définissant leur nom et leur type : **DIM INTEGER nbr1, nbr2, nbr3, nbr4**

- En définissant d'abord leur nom, puis leur type, en utilisant le mot «AS» : **DIM nbr AS INTEGER, str AS STRING**

Les commandes DIM et LOCAL peuvent également être utilisées pour initialiser des variables pendant leur déclaration. Exemple :

```

DIM INTEGER a = 5, b = 4, c = 3
DIM s$ = «World»,
i% = &FHHHHHHH
DIM str AS STRING = «Hello» + «
+ s$
  
```

Elles permettent également la déclaration d'un tableau et toutes les règles vues plus haut s'appliquent :

```

DIM INTEGER nbr(10), nbr2, nbr3
(5,8)
  
```

Lorsqu'un tableau est initialisé, les valeurs listées sont séparées par des virgules et le tout est séparé par des parenthèses :

```

DIM INTEGER nbr(5) = (12, 13, 14,
15, 16)
DIM days(7) AS STRING =
(«», «Sun», «Mon», «Tue», «Wed», «Thu»,
«Fri», «Sat»)
  
```

La fonction «CFUNCTION»

La fonction CFunction du Basic Micromite MkII permet de charger un module écrit en langage machine dans le Basic, puis de l'exécuter. Comme le module est écrit en «C» ou en «assembleur», son exécution est beaucoup plus rapide et peut accéder plus facilement aux fonctions spéciales du microcontrôleur PIC32.

Le code machine est inséré dans le

programme Basic en une séquence de mots de huit chiffres hexadécimaux, entre les commandes CFUNCTION et END CFUNCTION, comme le montre la **vue d'écran 1**. Chaque mot doit être séparé par un, ou plusieurs espaces, ou une nouvelle ligne.

Le premier mot doit être l'adresse de début du programme.

Lorsqu'un programme Basic est sauvegardé en mémoire «flash», le Basic Micromite MkII recherche les commandes CFUNCTION. Le code machine est alors extrait et programmé dans la mémoire «flash». Ce code devient une partie du Basic et sera exécuté chaque fois que son nom sera appelé par la fonction CFUNCTION.

Le schéma théorique

Le schéma théorique de la platine est présenté en **figure 3**. Si nous avons qualifié cette réalisation de «multifonctions», c'est qu'elle comporte tout ce qui est nécessaire à son utilisation en robotique embarquée, ou non, en gestion domotique, en mesure, etc.

Toutes les lignes du microcontrôleur sont accessibles sur des connecteurs :

- **Connecteur CN1 :**
Pin 21, Pin 22 : deux entrées/sorties numériques, entrées convertisseur A/N et utilisées pour la programmation du microcontrôleur au moyen du programmeur PicKit3
- **Connecteur CN2 :**
Pin 32, Pin 35, Pin36, Pin 37, Pin 38 : cinq entrées/sorties numériques
Pin 42 : entrée/sortie numérique ou entrée de comptage
Pin 43 : entrée/sortie numérique, entrée de comptage ou entrée de décodage d'une télécommande IR. Cette ligne peut être connectée, par l'intermédiaire du commutateur S2,

à la sortie d'un récepteur infrarouge de type TSOP4838

- **Connecteur CN3** : bus I²C
- **Connecteur CN4** : interface «série» COM1

- **Connecteur CN5** :

Pin 2, Pin 3, Pin 4, Pin 5 : quatre entrées/sorties numériques ou entrées d'interruption. La Pin 5 peut être utilisée pour la commande d'un transistor alimentant une diode d'émission infrarouge

Pin 10 : entrée/sortie numérique, entrée d'interruption ou entrée d'un convertisseur A/N

Pin 12, Pin 13 : deux entrées/sorties numériques

Pin 19 : entrée/sortie numérique ou entrée d'un convertisseur A/N

Ces quatre dernières lignes peuvent également être connectées, par les commutateurs S3, à un réseau de quatre transistors, utilisés pour la commande de quatre relais

- **Connecteur CN6** :

Pin 21, Pin 22, Pin 23 : trois entrées/sorties numériques, entrées d'un convertisseur A/N, commandes de servomoteurs. Ce sont les sorties PWM1A, PWM1B et PWM1C.

Le connecteur permet de disposer des lignes 5 V et GND pour l'alimentation des servomoteurs

- **Connecteur CN7** :

Pin 11, Pin 15 : deux entrées/sorties numériques, entrées d'un convertisseur A/N, commandes de servomoteurs. Ce sont les sorties PWM2A et PWM2B. Le connecteur permet de disposer des lignes 5 V et GND pour l'alimentation des servomoteurs

- **Connecteur CN8** :

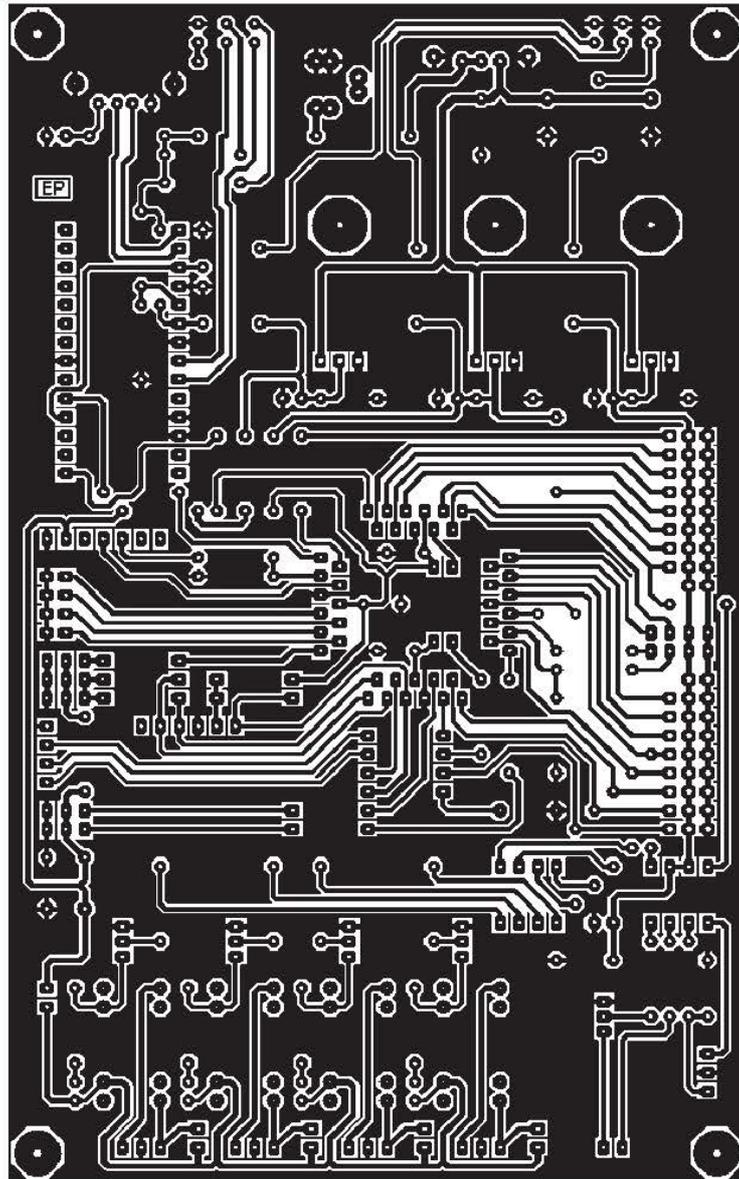
Pin 24, Pin 25, Pin 26, Pin 27 : quatre entrées/sorties numériques ou entrées d'un convertisseur A/N

- **Connecteur CN9** :

Pin 14, Pin 20, Pin 41 : trois entrées/sorties numériques, entrées d'un convertisseur A/N et respectivement SPI CLOCK, SPI OUT (MOSI) et SPI IN (MISO)

- **Connecteur CN10** :

Interface «série» COM2. Le connecteur permet l'insertion d'un transceiver (émetteur/récepteur) de type APC802 que nous avons utilisé à plusieurs reprises et qui permet l'envoi et la réception de données



Le Micromite MkII, pour la programmation en Basic, doit être connecté au PC au moyen des lignes de la «console» Pin 33 (TX) et Pin 34 (RX).

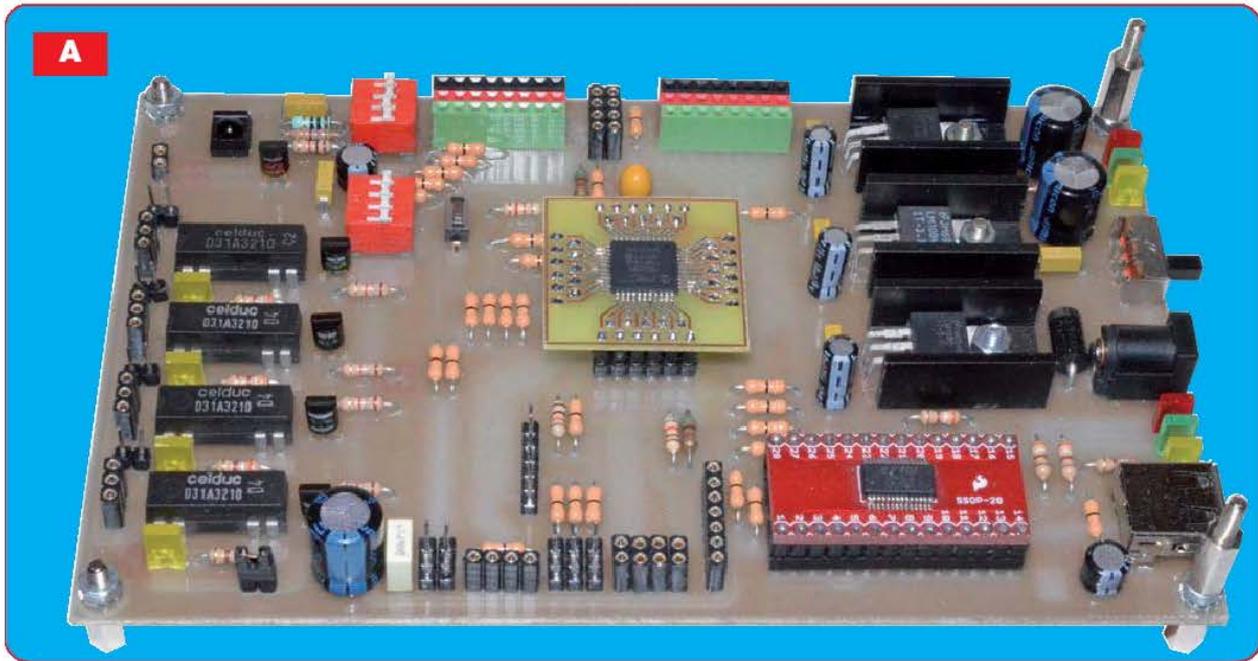
Cela est réalisé en utilisant un convertisseur série/USB de type FTDI232RL. Lorsque ce port «série» n'est pas utilisé pour la programmation, il peut être considéré comme les ports COM1 et COM2 et être utilisé par le programme.

L'alimentation de la platine est confiée à trois régulateurs de tensions de type LM1085. IC3 et IC2 fournissent, respectivement, le +5 V et le +3,3 V destinés à l'alimentation du microcontrôleur et à d'éventuels capteurs connectés

aux lignes d'entrées/sorties des connecteurs CN2, CN3, CN4 et CN5. Au régulateur de tension IC1 est confiée l'alimentation des périphériques externes nécessitant un courant plus élevé. Il alimente ainsi les cinq servomoteurs et les relais.

Ces derniers peuvent être utilisés comme commutateurs mais, également, par l'intermédiaire des interrupteurs S4 à S7, comme alimentation +5 V de dispositifs externes.

Un afficheur LCD peut être connecté à la platine, ce qui peut s'avérer d'une grande utilité pour certaines applications. Il nécessite l'utilisation de six lignes d'entrées/sorties.



Nomenclature

• Résistances

R1, R13 : 5,1 k Ω (vert, marron, rouge)
 R2, R12 : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
 R3, R5 : 330 Ω (orange, orange, marron)
 R4, R11, R22 à R25 : 390 Ω (orange, blanc, marron)
 R6 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R7, R8 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R9, R15 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R10 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 R14 : 10 Ω (marron, noir, noir)
 R17 : 56 Ω (vert, bleu, noir)
 R18 à R21 : 1,8 k Ω (marron, gris, rouge)
 R16 : ajustable 10 k Ω à 22 k Ω

• Condensateurs

C1, C2, C19 : 470 μ F / 25 V
 C3, C9 à C16, C18, C20, C21, C22 : 100 nF

C4 : 47 μ F / 16 V (tantale goutte)

C5 à C8 : 10 μ F / 25 V

C17 : 100 μ F / 25 V

• Divers

Barrette sécable, de broches carrées
 Barrette sécable, de support, pour broches carrées
 Barrette sécable, de picots «tulipe»
 Barrette sécable, de support «tulipe»
 3 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220
 1 connecteur femelle USB
 1 connecteur alimentation
 1 circuit adaptateur SSOP28/DIP28 (Lextronic)
 4 relais DIL 5 V (diode intégrée)
 1 bouton-poussoir pour circuit imprimé

2 quadruples switches en boîtier DIL, 8 broches»

• Semiconducteurs

IC1 : LM1085IT-3,3
 IC2, IC3 : LM1085IT-5
 IC4 : PIC32MX170F256D (Farnell)
 IC5 : FTDI232RL (Lextronic)
 T1 à T5 : MPS6530, BC237, BC547, 2N2222
 D1 : 1N5822
 D2 : diode émettrice infrarouge
 1 récepteur infrarouge TSOP4838
 LED1, LED4 : diode électroluminescente jaune
 LED2, LED6 : diode électroluminescente rouge
 LED3, LED5 : diode électroluminescente verte

La réalisation

Le dessin des pistes du circuit imprimé de la platine est représenté en **figure 4**, tandis que la **figure 5** et la **photo A** précisent l'implantation des composants.

Le PIC32 étant un modèle CMS, un adaptateur doit être utilisé.

Son circuit imprimé est représenté en **figure 6**, la **figure 7** correspondant à l'implantation.

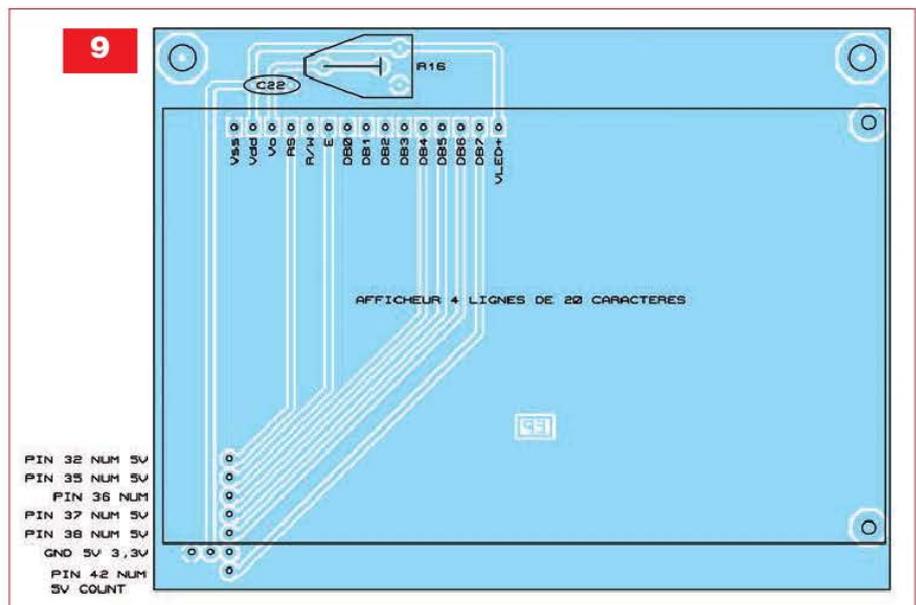
Le soudage du composant CMS est minutieux.

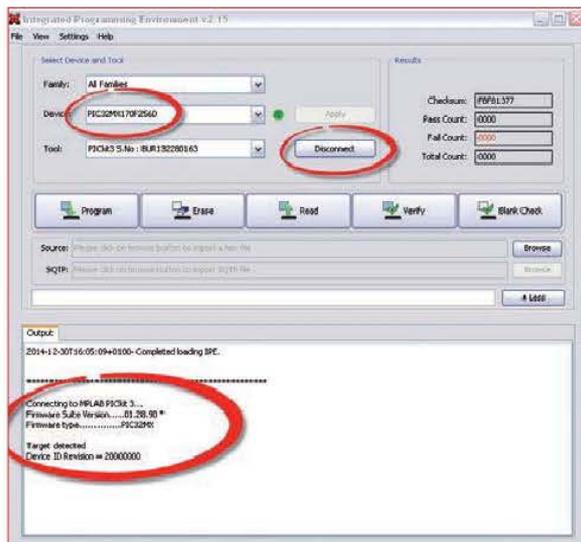
L'afficheur LCD prend place au-dessus de la platine principale.

Un circuit imprimé doit donc servir pour l'interface.

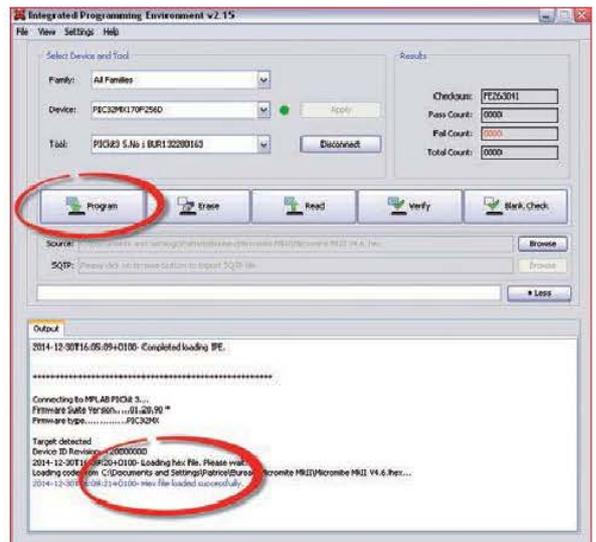
Il est représenté en **figure 8**.

La **figure 9** donne son implantation.

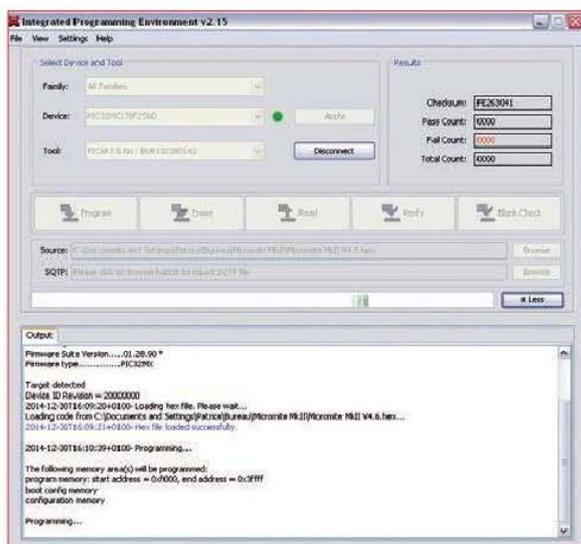




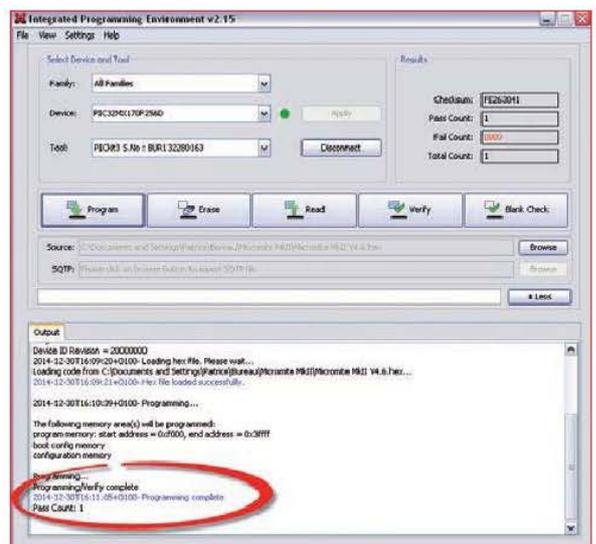
Vue d'écran 2



Vue d'écran 3



Vue d'écran 4



Vue d'écran 5

Ses différentes broches sont espacées de seulement 0,8 mm.

Il suffit de respecter les recommandations suivantes :

- Maintenir le composant contre le circuit, au moyen d'une petite pince crocodile, en respectant son orientation. Le petit point sur le boîtier indique la broche 1
- Choisir une panne de fer à souder très fine et de la soudure de 0,5 mm de diamètre
- Souder une broche de chaque côté du composant, afin de le maintenir en place, puis enlever la pince
- Souder chaque broche en utilisant un minimum de soudure, en respectant un délai de quelques secondes entre chaque opération. Il n'est pas grave,

pour le moment, que plusieurs broches soient soudées ensemble

- L'opération terminée, il suffit d'enlever l'excédent de la soudure au moyen d'une tresse à dessouder, toujours en respectant un délai entre chaque opération, afin de ne pas surchauffer le composant CMS
- 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 enfilé dans des supports «tulipe» soudés sur la platine

Le circuit convertisseur USB/série n'étant disponible qu'en version CMS, il convient d'utiliser un adaptateur

SSOP28/DIL28. Le soudage du composant s'effectuera comme précédemment.

Les différents connecteurs sont des morceaux de barrette sécable, de supports pour broches carrées.

Le connecteur de programmation du PicKit3 / CN1 est un connecteur à broches carrées, de même que les connecteurs pour les servomoteurs CN6 et CN7.

Les supports du microcontrôleur et du circuit FTDI232RL sont des morceaux de barrette sécable, de support «tulipe». Les trois régulateurs de tensions sont fixés contre des dissipateurs thermiques.

Le condensateur C4 est obligatoirement un modèle au tantale. C'est le

condensateur de filtrage du régulateur interne 1,8 V du microcontrôleur. Le circuit imprimé supportant l'afficheur LCD doit comporter des broches carrées, soudées du côté cuivré, de manière à ce qu'elles s'enfichent dans le connecteur CN2. Ces broches sont des modèles plus longs que le modèle standard.

Les essais

Le câblage achevé, le côté cuivré de la platine nettoyé et verni, passer aux essais. Le microcontrôleur et le convertisseur USB/série n'étant pas insérés dans leur support, vérifier le bon fonctionnement des trois régulateurs en mesurant leur tension de sortie. Le PIC32MX170F256D déjà programmé peut être acheté auprès de la société www.micromite.org. Sinon, il faut le programmer à l'aide du PicKit3 et du logiciel MPLAB IPE :

- Connecter le PicKit3 à la platine alimentée (**vue d'écran 2**), en choisissant le type correct de «device»
- Charger le fichier «Hex» disponible

sur notre site, puis lancer la programmation en cliquant sur la touche «Program» (**vue d'écran 3**)

- La **vue d'écran 4** doit apparaître
- En fin de programmation, si tout s'est déroulé correctement, la **vue d'écran 5** s'affiche et indique un «fin correcte»

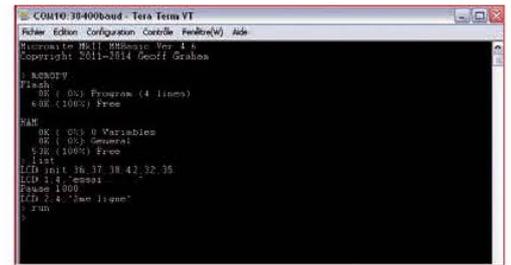
En utilisant l'émulateur de terminal «Tera Term», disponible en libre téléchargement sur le Web, connecter la platine au PC, par l'intermédiaire d'un cordon USB.

Vous aurez, au préalable, installé le driver de gestion du convertisseur USB/série (CDM v2.12.00) disponible également sur notre site.

Il suffit de configurer le port «série» virtuel correct pour obtenir l'affichage des deux premières lignes de l'écran, représenté en **vue d'écran 6**.

Ensuite, entrer la commande «Memory», qui indiquera la quantité de mémoire disponible.

Taper le petit programme suivant, qui permettra de constater le bon fonctionnement de l'afficheur LCD :



Vue d'écran 6

```
Lcd init 36, 37, 38, 42, 32, 35
Lcd 1,4, «essai ...»
Lcd 2,4, «2ème ligne»
Lcd 3,4, «3ème ligne»
Lcd 4,4, «4ème ligne»
```

Nous espérons avoir intéressé nos lecteurs avec la présentation de cette nouvelle version du Micromite.

Nous ne manquerons de revenir sur ce sujet, le MMBasic étant en perpétuelle évolution.

P. OGUIC
p.oguic@gmail.com

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 **EURO CIRCUITS**

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

Prototypes et petites séries
 à partir de 2 jours

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

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

Complétez votre collection de

ELECTRONIQUE PRATIQUE



N°382

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



N°383

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



N°385

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



N°386

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



N°387

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



N°388

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



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 • Piano 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 dénivelé • 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 • Giroquette 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 • GÈNÈ-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



N°400

- TELEPOST : le facteur est passé
- Thermomètre maxi - mini • Pour votre aquarium un programmeur horaire sans fil • Mini-ordinateur à microcontrôleurs PIC32MX ou UBW32 • Arduino à tout faire. Formation à l'ARDUINO-UNO à base d'applications pratiques (1^{ère} partie) • Totalisateur d'heures de gel



N°401

- Physique expérimentale. L'effet DOPPLER • Arduino à tout faire. Formation à l'ARDUINO-UNO à base d'applications pratiques (2^{ème} partie) • Alarme sans fils
- Système de surveillance d'intrusion
- Serrure à rayon laser • Gradateur sans fils

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 :

330	332	333	335	336
337	338	339	340	344
365	373	374	375	377
380	381	382	383	385
386	387	388	390	391
392	393	394	395	396
397	398	399	400	401

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



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



Designer de faces gratuit

CONCEVEZ – NOUS PRODUISONS

Des plaques de qualité professionnelle

Dès une pièce et pour un prix modéré !
Téléchargez notre Designer de faces avant gratuitement sous www.schaeffer-ag.de,
concevez votre plaque puis commandez-la directement.

www.schaeffer-ag.de

Toute l'année 2011 en un seul CD

N°356 de Janvier

- «Fritzing» - Le logiciel d'électronique gratuit
- Le LM 567, un décodeur de tonalité
- Contrôle permanent du 50 Hz
- Pluviomètre numérique
- Baromètre à colonne lumineuse
- Réveil-agenda électronique
- Banc de tests séquentiels pour servomoteurs
- Amplificateur 2 x 60 Weff - Technologie DMOS (1^{re} 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 RAA, 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
- Photographier des gouttes d'eau... et autres objets
- Un standard téléphonique
- Comptabilisateur d'ensoleillement. Mensuel et annuel
- Mini laboratoire «tout en un»
- Stroboscope de mesure
- Ampli à saturation douce. Le classe AB

N°366 de Décembre

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

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Toute l'année 2011 en un seul CD »
France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

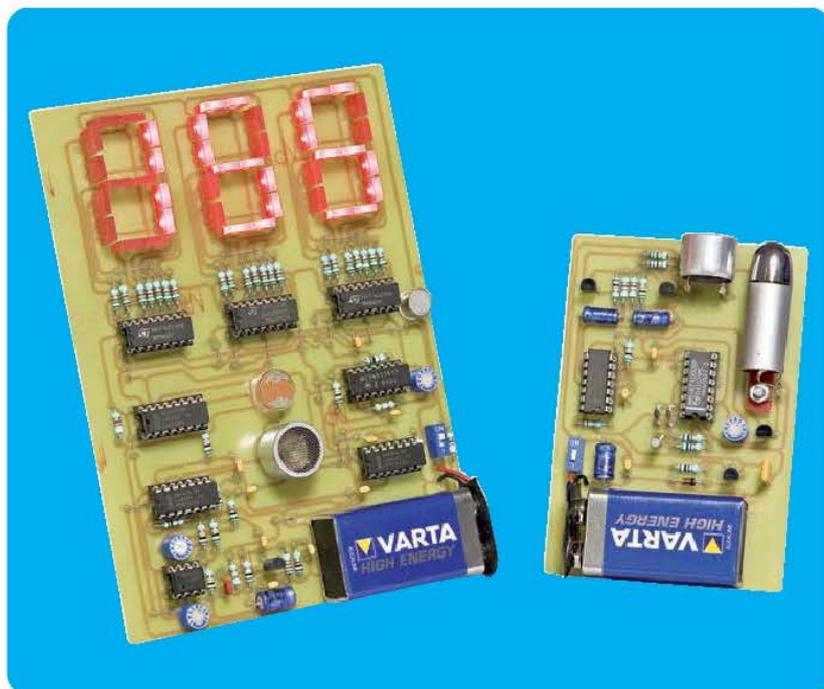
Nom : _____ Prénom : _____
Adresse : _____
Code Postal : _____ Ville-Pays : _____
Tél. ou e-mail : _____

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



Télémétrie avec cible laser

Le fonctionnement de la quasi-totalité des télémètres disponibles dans le commerce repose sur la mesure des durées ajoutées de l'envoi et de la réflexion d'une onde ultrasonique contre un obstacle. Ce dernier doit se caractériser par une surface suffisamment grande et plane, ne pas présenter des parties anguleuses ou en saillies, faute de quoi, la définition du point visé deviendrait incertaine.



Le télémètre que nous vous proposons contourne cette difficulté. Il se décompose en deux parties : un émetteur maintenu par l'opérateur et une cible que celui-ci place, auparavant, à l'endroit dont il cherche à connaître la distance qui le sépare de l'émetteur.

Le principe de fonctionnement

L'émetteur envoie, périodiquement, deux signaux simultanés vers la cible : un signal laser et un signal ultrasonique. Le premier se déplace à la vitesse de 300 000 km / s, quant au second, sa vitesse est infiniment plus faible, puisqu'elle n'est que de 340 m / s, c'est-à-dire 890 000 fois plus faible...

Dès que le signal laser touche la cible, un chronométrage s'enclenche. Il cesse lorsqu'arrive le signal ultrasonique. La distance est directement proportionnelle à la durée ainsi chronométrée. L'affichage est matérialisé sur la cible, la distance étant exprimée en centimètres, avec des chiffres suffisamment grands pour être visibles de loin.

L'émetteur

Alimentation

L'énergie est fournie par une pile de 9 V, que l'interrupteur I1 met en service. Le montage fonctionne sous deux tensions : une tension de 9 V pour la partie réservée à la puissance (laser et ultrasons) et une tension de 5 V pour ce qui touche au « pilotage » des opérations (figure 1).

La base du transistor T1 est maintenue à un potentiel fixe de 5,6 V par la diode DZ.

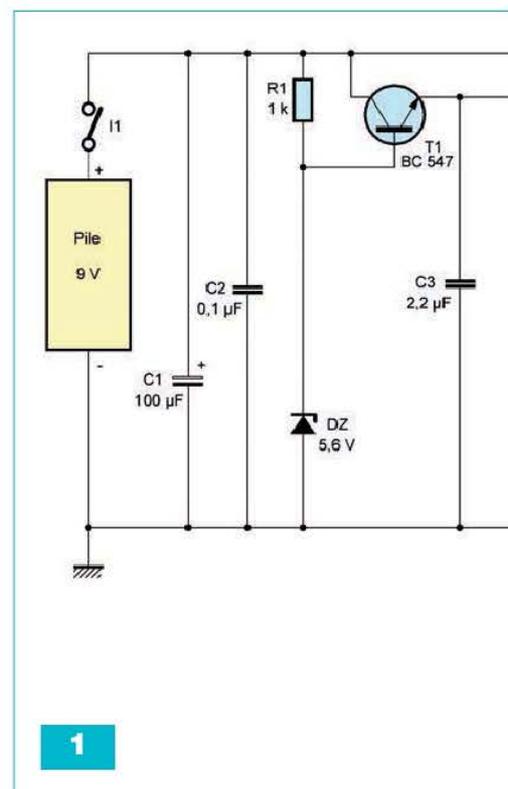
L'émetteur délivre alors une tension stabilisée à 5 V.

La consommation du montage est assez modeste : environ 15 mA.

Base de temps

Le circuit IC1 / CD4060 est un compteur binaire à quatorze étages montés en cascade. Ces étages sont précédés d'un oscillateur interne qui, dans le cas présent, est piloté par un quartz caractérisé par une fréquence de 40 kHz. C'est cette fréquence qui sera mise à contribution pour la génération des ultrasons. Ce choix permet d'obtenir une fréquence stable, ne nécessitant aucun réglage.

Pour obtenir un fonctionnement fiable de l'oscillateur, l'expérience montre qu'une tension d'alimentation de 5 V est préférable à celle de 9 V. C'est la raison d'être de la stabilisation à 5 V,



1

par le transistor T1, de la tension de 9 V issue de la pile.

La sortie C, broche 9 de IC1, délivre des créneaux carrés caractérisés par une période de 25 μ s.

Quant à la sortie Q14, broche 3 de IC1, le créneau carré a une période égale à $0,025 \text{ ms} \times 2^4$, soit environ 0,41 s (figure 2).

Signal laser

La sortie Q14 présente ainsi une succession d'états «haut» et «bas», chacun de ces états étant caractérisé par une durée d'environ 0,2 s.

Le transistor T2 a sa base reliée au curseur de l'ajustable A1. Il fonctionne en mode «suiveur».

Lors des états «haut» présents sur la sortie Q14, la tension délivrée par l'émetteur dépend essentiellement de la position du curseur de A1. Elle est réglable jusqu'à une valeur maximale de 4,5 V environ.

La valeur du réglage dépend de la tension nominale du pointeur laser utilisé. Il en existe qui fonctionnent sous 3 V et d'autres sous 4,5 V.

Signal ultrasonique

Le front montant, disponible sur la sortie Q14 de IC1 et qui correspond

au déclenchement du signal laser, est pris en compte par l'ensemble dérivateur C6 / R4. Un bref état «haut» est alors appliqué sur l'entrée 6 de la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC2. Cette dernière délivre, sur sa sortie, un état «haut», dont la durée est déterminée par le produit $0,7 \times R7 \times C7$, soit environ 150 μ s (figure 2).

Pendant cette même durée, la sortie de la porte NOR (II) de IC2 présente un état «bas». Il en résulte l'apparition, sur la sortie de la porte NOR (III), de créneaux de 25 μ s issus de IC1.

La porte NOR (IV) réalise une inversion de ces créneaux, si bien que les sorties de ces deux portes présentent, pendant une durée de 150 μ s, des niveaux logiques inversés.

Lors des états «haut» sur la sortie de la porte NOR (III), le transistor T3 est saturé. Son collecteur passe à un potentiel nul.

De même, lors des états «haut» sur la sortie de la porte NOR (IV), c'est le transistor T4 qui se sature.

Il en résulte, aux bornes du transducteur émetteur EUS, des potentiels inversés avec des sommets éloignés entre eux de $2 \times 9 \text{ V}$, soit 18 V, ce qui augmente l'intensité du signal ultra-

sonique. De plus, les résistances R10 et R11, de valeurs relativement faibles, sont également à l'origine d'une plus grande puissance de l'émission ultrasonique.

A noter que la durée du signal de 150 μ s limite le nombre de périodes émises à environ 6. En dehors de l'émission, la sortie de la porte NOR (IV) présente un état «haut» permanent. Mais, grâce au condensateur C9 qui se charge assez rapidement dès la fin de la phase active, le transistor T4 n'est plus saturé, ce qui limite la consommation du montage.

Le récepteur-cible

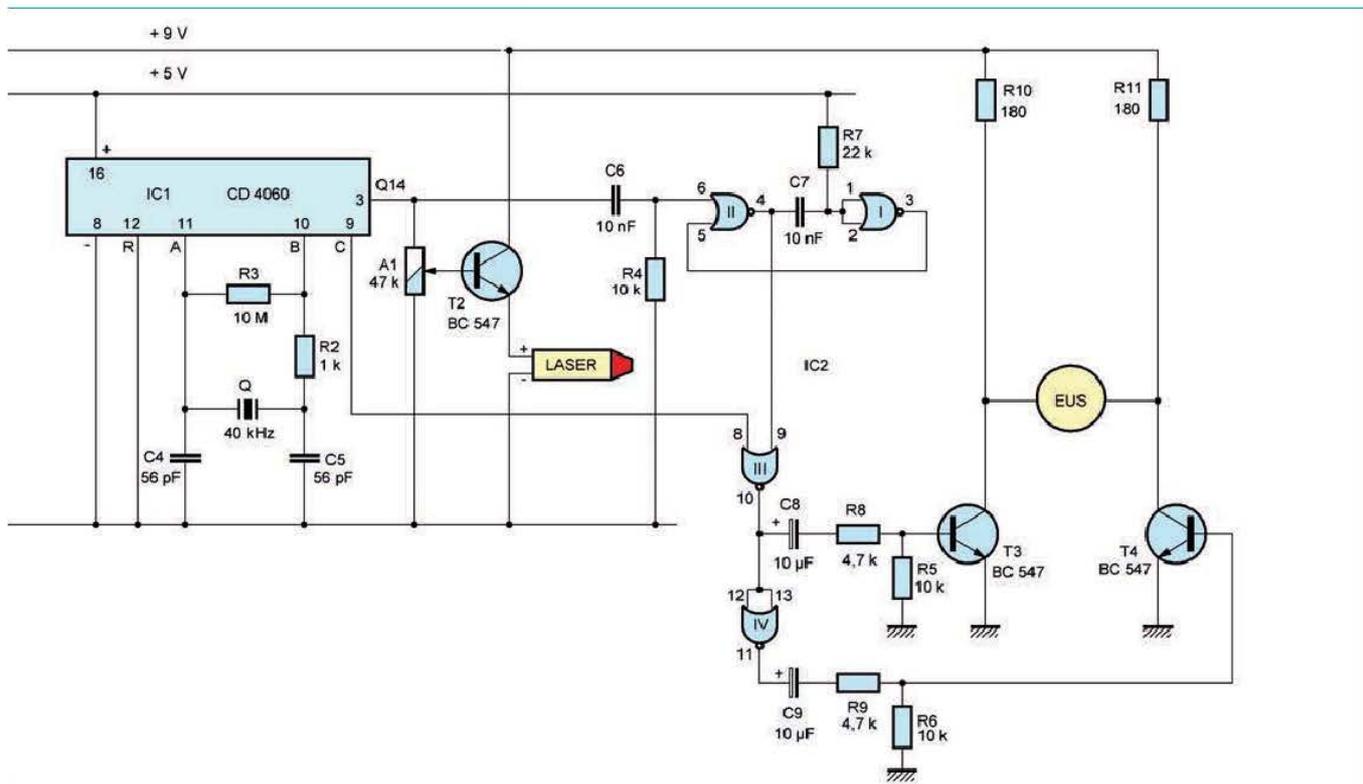
Quelques rappels sur les ultrasons

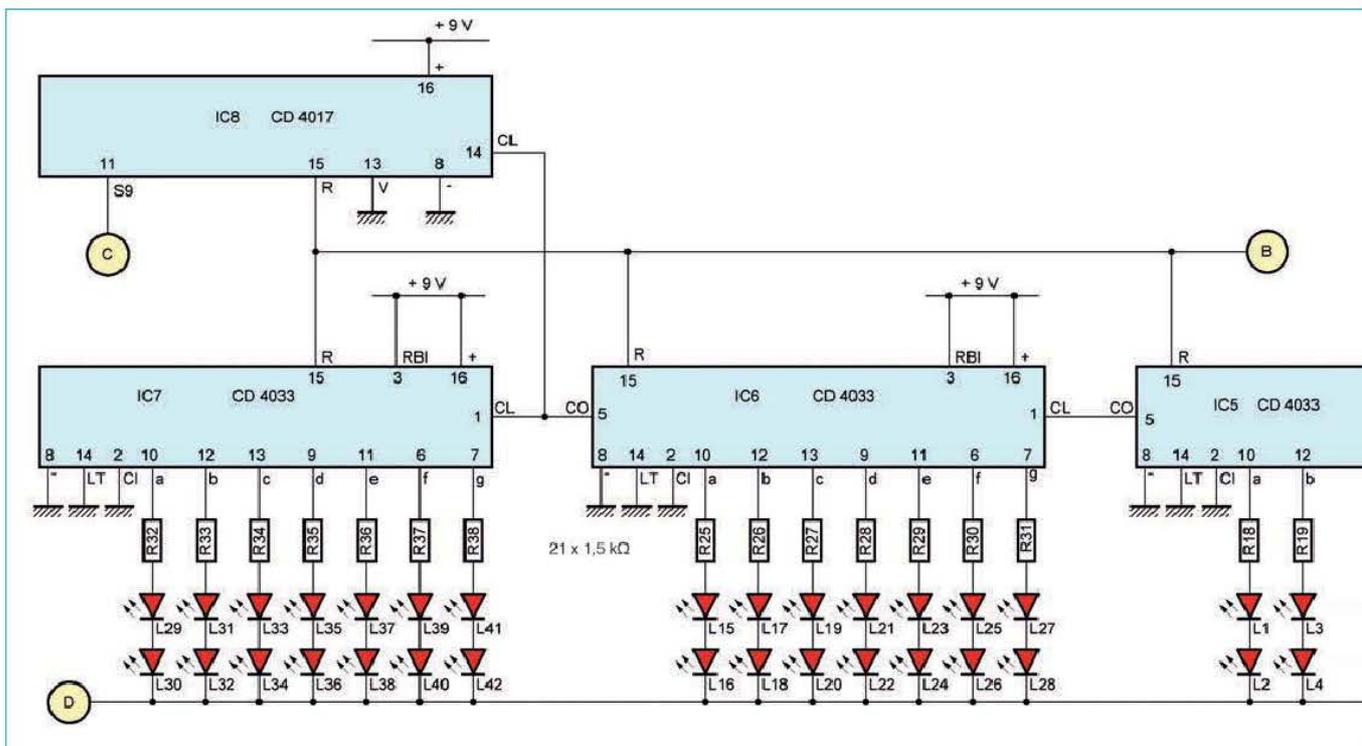
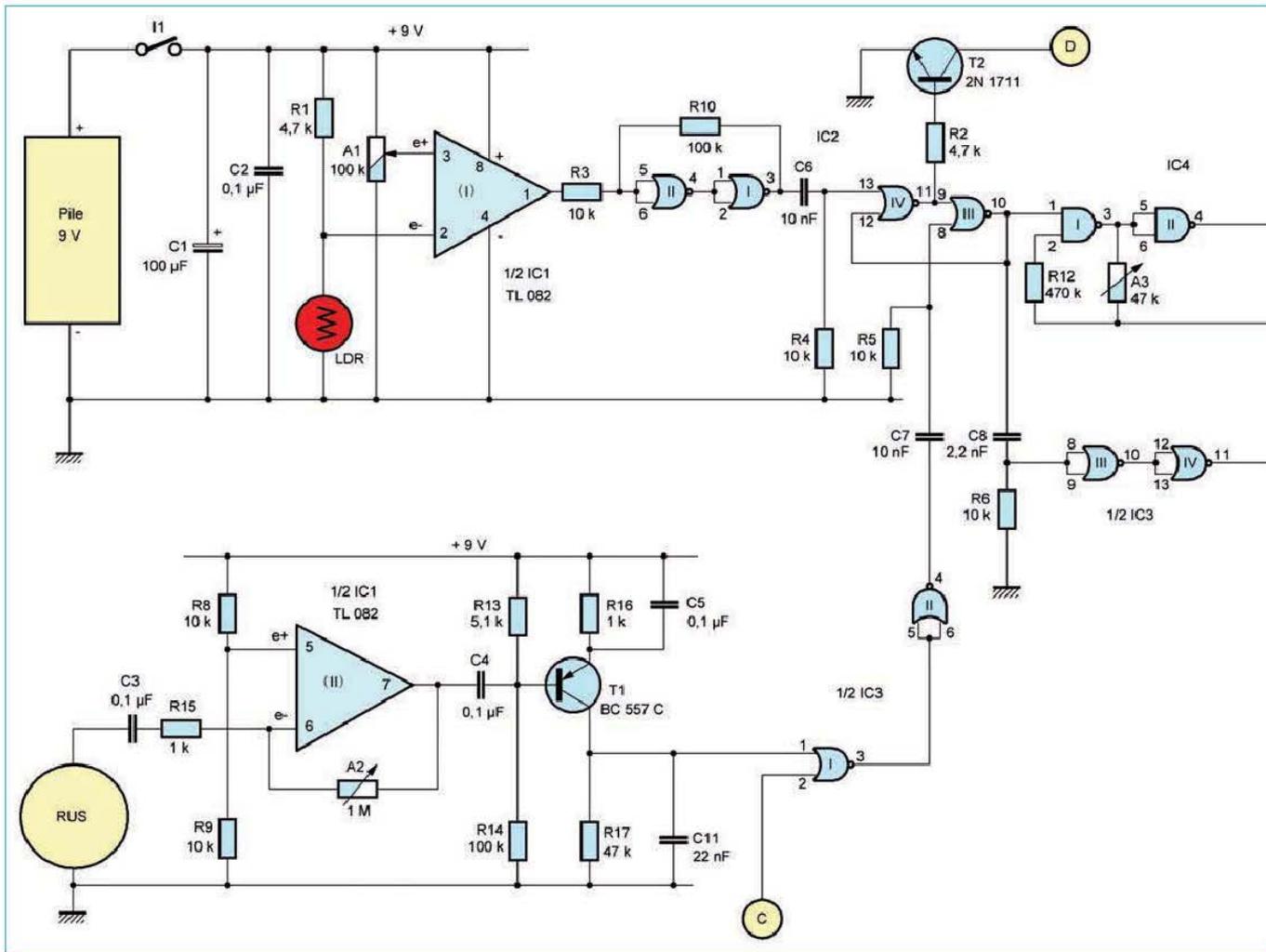
Les ultrasons ont les mêmes propriétés que les sons avec, cependant, une différence notable : ils ne sont pas audibles par l'oreille humaine.

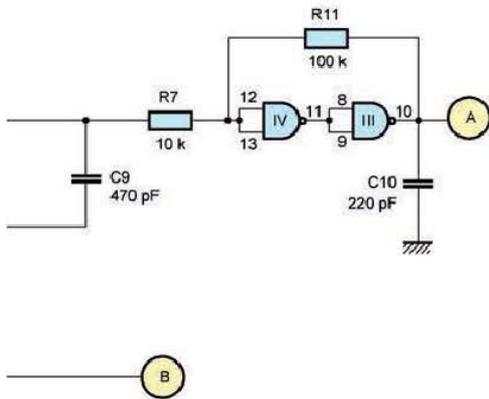
Certains animaux les perçoivent, comme les chiens et les chauves-souris.

Ces dernières s'en servent même en tant que radar de navigation.

En général, la courbe de réponse physiologique de l'oreille humaine atteint une valeur quasi nulle au-delà







3

d'une fréquence de 20 kHz. C'est à partir de cette limite que commencent les ultrasons. Ceux utilisés dans la présente application se caractérisent par une fréquence de 40 kHz, ce qui correspond à une période de 25 µs ($t = 1 / F$).

A l'instar des sons, les ultrasons se déplacent dans l'air à une vitesse de 343 m/s, à une température de 20°C, au niveau de la mer.

Cette vitesse varie essentiellement en fonction de la température.

Nous pouvons la calculer au moyen de la relation :

$$V^2 = \gamma \times R \times T$$

avec :

V : Vitesse de l'onde sonore en m/s

γ : Coefficient adiabatique de l'air, soit 1,4

R : Constante spécifique du gaz, soit 287 J/kg/°K

T : Température en degrés K
(T °K = t °C + 273)

Nous trouvons ainsi :

-20°C → 319 m/s

-10°C → 327 m/s

0°C → 332 m/s

10°C → 337 m/s

20°C → 343 m/s

30°C → 349 m/s

4

En considérant deux «maxima» consécutifs de la représentation sinusoïdale d'une onde ultrasonique se déplaçant dans l'espace à une vitesse V, nous pouvons calculer la distance qui les sépare. Cette distance porte le nom de longueur d'onde.

Elle se définit au moyen de la relation :

$$\lambda = V \times t$$

Ainsi, à une température de 20°C, cette longueur d'onde est de :

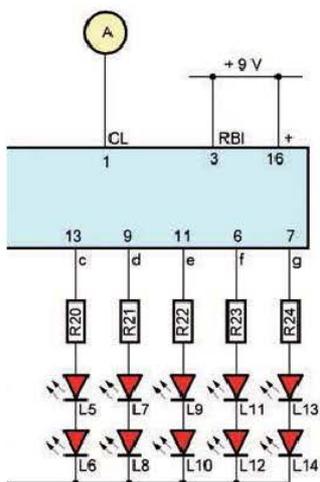
$343 \times 25 \times 10^{-6}$, soit $8,5 \times 10^{-3}$

c'est-à-dire 8,5 mm.

Quand un émetteur ultrasonique est situé à une distance (l) d'une cible, la durée (Δt) nécessaire pour parcourir cette distance s'exprime par la relation :

$$\Delta t = \frac{l}{V}$$

Par exemple : si la distance (l) est de 1 m, la durée (Δt) correspondante sera de l'ordre de 2,9 ms.



Réception du signal LASER

Le rayon laser doit être dirigé sur la LDR, positionnée au milieu de la cible. Sa résistance ohmique passe alors à quelques centaines d'ohms, alors qu'elle était voisine de 10 kΩ dans une ambiance lumineuse normale.

L'amplificateur opérationnel (I) de IC1 est monté en «comparateur» de potentiel.

Son entrée (e+) est reliée au curseur de l'ajustable A1, qui occupe une position médiane.

Quant à l'entrée (e-), elle est en liaison avec le point commun de la LDR et R1 (figure 3).

Tant que la LDR n'est pas éclairée par le rayon laser, le potentiel sur l'entrée (e-) est supérieur à celui sur l'entrée (e+). La sortie du comparateur présente un état «bas», à la tension de déchet près.

En revanche, dès que la LDR est éclairée, la tension sur l'entrée (e-) chute à une valeur très faible.

La sortie du comparateur passe alors à l'état «haut».

Rappelons que ce phénomène se produit périodiquement avec un intervalle de 0,4 s.

Les portes NOR (I) et (II) de IC2 constituent un trigger de Schmitt, dont le rôle consiste à accélérer les phénomènes de basculement et présenter ainsi, sur sa sortie, des fronts montants dont l'allure est davantage verticale (figure 2).

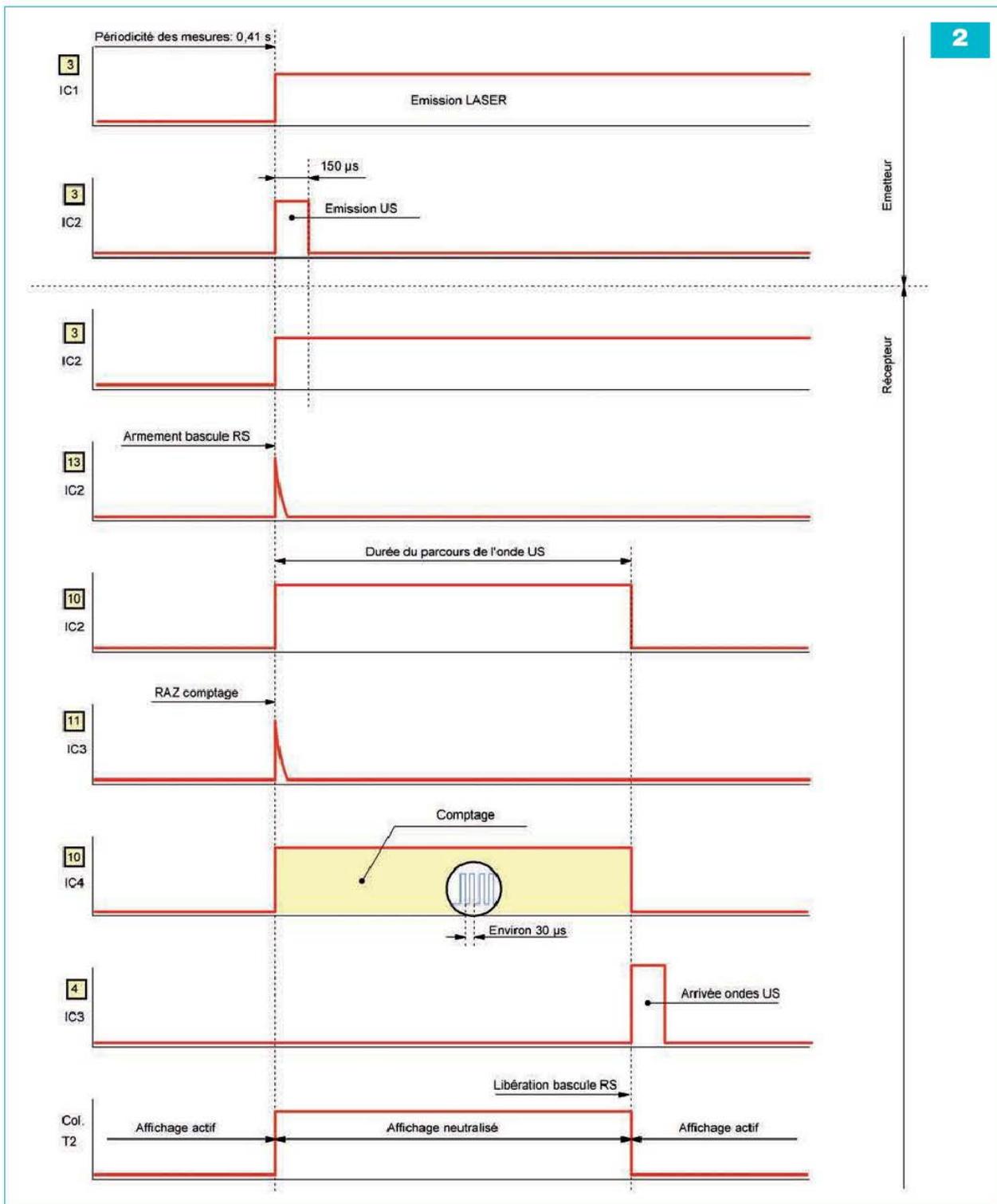
Armement de la bascule RS

Le front montant qui apparaît sur la sortie du trigger transite par le système dérivateur formé par C6 et R4.

Sur sa sortie se produit alors un très bref état «haut» (figure 2), aussitôt transmis sur l'entrée 13 de la porte NOR (IV) de IC2, qui forme avec la porte (III) une bascule RS dont le fonctionnement est très simple :

- toute impulsion positive, appliquée sur l'entrée 13, a pour effet de faire passer la sortie 10 de la bascule à un état «haut» auto-maintenu. C'est l'armement de la bascule.

- toute impulsion positive, appliquée sur l'entrée 8, a pour conséquence le passage de la sortie 10 à l'état «bas». C'est la désactivation de la bascule.



Dans le cas présent, retenons que le début de la détection du signal laser a pour conséquence le passage de la sortie 10 de la bascule RS à l'état «haut».

A noter que la sortie de la porte NOR (IV) présente, à tout moment, un niveau logique opposé à celui de la sortie 10.

Chronométrage

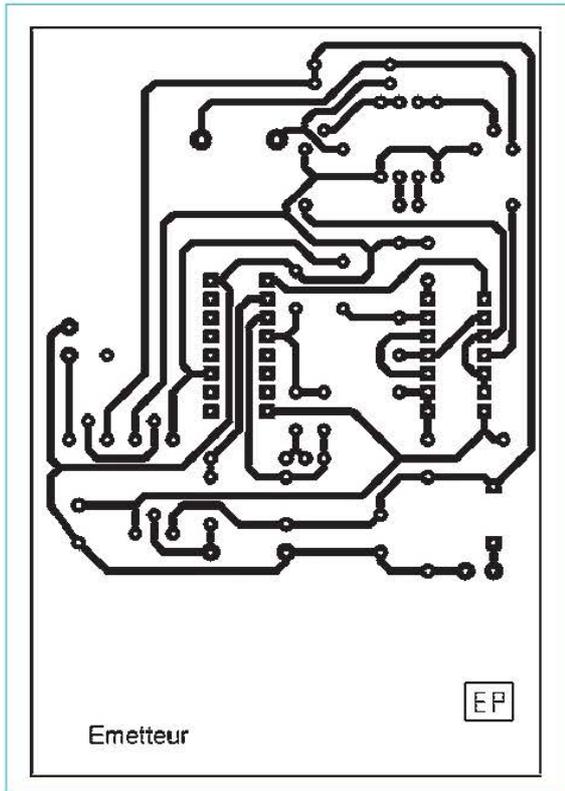
Tant que la sortie 10 de la bascule RS présente un état «haut», l'oscillateur formé par les portes NAND (I) et (II) de IC4 est actif. Il délivre, sur sa sortie, des créneaux de forme carrée, dont la période est déterminée par le produit 2,2 x A3 x C9. Chaque créneau représente, en fait, une durée corres-

pondant à un parcours de 1 cm de l'onde ultrasonique. Il est donc possible de calculer la valeur (T) de cette période de chronométrage :

$$T (s) = \frac{1 (cm)}{34\,000 (cm/s)}$$

Ce calcul nous indique que la période

5



(T) devra être de l'ordre de 29 μ s. Nous verrons ultérieurement comment la régler, dans la pratique.

Les portes NAND (III) et (IV) de IC4 forment un trigger, dont la sortie est directement reliée à la cellule de comptage que nous examinerons plus loin.

En tout début de chronométrage, le front montant issu de la sortie 10 de la bascule RS active également le dispositif dérivateur formé par C8 et R6. Un bref état «haut» se produit alors sur la sortie de la porte NOR (IV) de IC3. Son rôle est d'assurer, préalablement, la remise à 0 de la cellule de comptage.

Réception de l'onde ultrasonique

L'onde ultrasonique est reçue par le transducteur récepteur RUS, également disposé au centre de la cible.

Le signal correspondant est transmis sur l'entrée (e-) de l'amplificateur (II) de IC1, par l'intermédiaire de R15 et C3. L'entrée (e+) est soumise à la moitié de la tension d'alimentation, grâce au pont diviseur formé de R8 et R9. C'est d'ailleurs ce potentiel qui est présent sur la sortie de l'amplificateur au repos.

Ce dernier réalise une amplification, dont le gain dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A2. En position médiane, ce gain est de l'ordre de 500.

Le transistor PNP / T1 a sa base soumise à un potentiel tel, qu'en absence de signaux issus de la sortie de l'amplificateur et transmis par C4, le potentiel au niveau du collecteur soit nul.

En revanche, dès que l'onde ultrasonique est détectée, le potentiel collecteur passe à un état quasi «haut», étant donné l'intégration effectuée par C11. La sortie de la porte NOR (I) de IC3 passe alors à l'état «bas», tandis que celle de la porte NOR (II) passe à l'état «haut». Nous verrons que ce même résultat peut également se produire lorsque le chronométrage a atteint une certaine limite.

Le front montant, issu de la sortie de la porte NOR (II) de IC3, est pris en compte par le circuit dérivateur formé de C7 et R5. Il en résulte la désactivation de la bascule RS et la fin du chronométrage.

Comptage et affichage

Les circuits IC5, IC6 et IC7 sont des compteurs/décodeurs CD 4033.

Ils avancent d'un pas, au rythme des fronts montants appliqués sur l'entrée CL (figure 4).

Il s'agit de compteurs décimaux, dont les sorties sont décodées en vue d'une exploitation en affichage sept segments, à cathode commune.

Lorsqu'un tel compteur passe de la position 9 à la position 0, la sortie CO présente un front montant, ce qui a pour effet d'incrémenter d'un pas le compteur immédiatement placé en aval.

Afin de disposer d'un affichage suffisamment visible de loin, les traditionnels afficheurs sept segments ont été remplacés par des leds rectangulaires, dont la juxtaposition par deux permet de constituer un segment.

Les résistances R18 à R38 limitent le courant dans les leds.

Pendant la phase du «chronométrage» qui est très brève (quelques millisecondes) par rapport à la période de succession des mesures de 0,4 s, la sortie 9 de la bascule RS présente un état «bas», ainsi que nous l'avons déjà signalé (figure 3). Le transistor T2 est alors bloqué, ce qui a pour conséquence l'extinction momentanée de l'affichage. Cette disposition évite les éventuels clignotements des leds pendant le chronométrage.

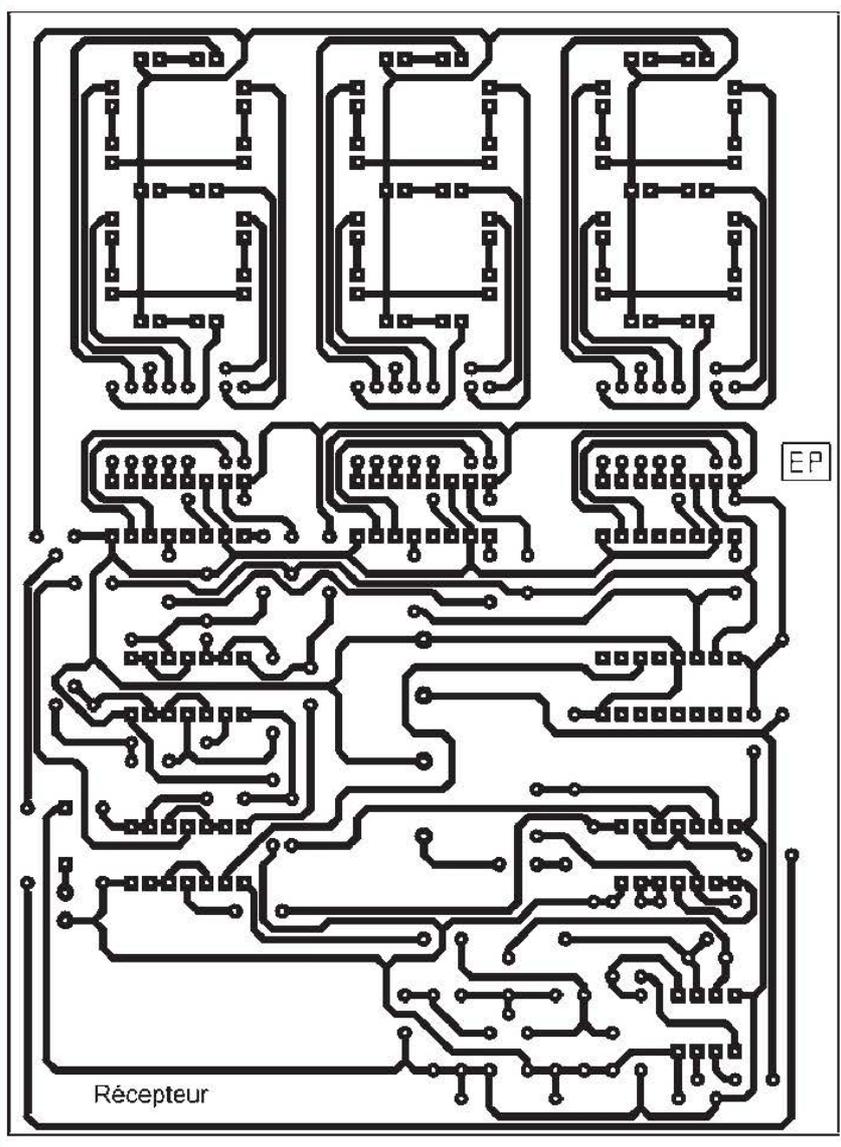
La sortie CO du compteur IC6 est en liaison avec l'entrée CL de IC8, un compteur décimal de type CD 4017. Il avance également au rythme des fronts montants. Lorsque la position de chronométrage des compteurs IC5, IC6 et IC7 atteint la valeur [900], la sortie S9 de IC8 passe à l'état «haut». Il en résulte le passage à l'état «bas» de la sortie de la porte NOR (I) de IC3 et de la désactivation de la bascule RS (figure 3). Cette limite extrême de 900 cm correspond à la situation dans laquelle le signal ultrasonique n'a pas été détecté par le récepteur.

La réalisation pratique

Les modules

Les deux circuits imprimés correspondant à l'émetteur et à la cible font l'objet des figures 5 et 6.

Aucune remarque particulière ne s'impose à leur sujet.



La **figure 7** précise le plan de montage des composants de l'émetteur.

Le pointeur laser a été directement fixé sur le module et son alimentation est polarisée.

L'implantation des composants du récepteur-cible est reprise en **figure 8**. Respecter les polarités des composants, en particulier en ce qui concerne les nombreuses leds rectangulaires. Dans un premier temps, les curseurs de tous les ajustables sont placés en position médiane.

Les réglages

Module «émetteur»

Le seul réglage à effectuer est l'adaptation du potentiel d'alimentation du pointeur laser, suivant le modèle utili-

sé (3 V ou 4,5 V), en agissant sur le curseur de l'ajustable A1.

Module «récepteur-cible»

La cible étant placée dans une ambiance lumineuse normale, sans exposition de la LDR à un rayonnement direct provenant, par exemple, d'une lampe ou du soleil, la sortie 1 de l'amplificateur IC1 devra passer à l'état «haut» dès l'éclairage de la LDR par le rayon laser.

Le cas échéant, un résultat correct pourra être obtenu en agissant sur le curseur de l'ajustable A1.

Généralement, la position médiane du curseur de l'ajustable A2 convient.

Une rotation dans le sens horaire augmente le gain de l'amplificateur. Enfin, les opérations de réglages

Nomenclature

MODULE «ÉMETTEUR»

• Résistances

R1, R2 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R3 : 10 M Ω (marron, noir, bleu)
 R4, R5, R6 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R7 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R8, R9 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R10, R11 : 180 Ω (marron, gris, marron)
 A1 : ajustable 47 k Ω

• Condensateurs

C1 : 100 μ F / 25 V
 C2 : 0,1 μ F
 C3 : 2,2 μ F
 C4, C5 : 56 pF
 C6, C7 : 10 nF
 C8, C9 : 10 μ F / 25 V

• Semiconducteurs

DZ : zéner 5,6 V / 1,3 W
 T1 à T4 : BC 547
 IC1 : CD 4060
 IC2 : CD 4001

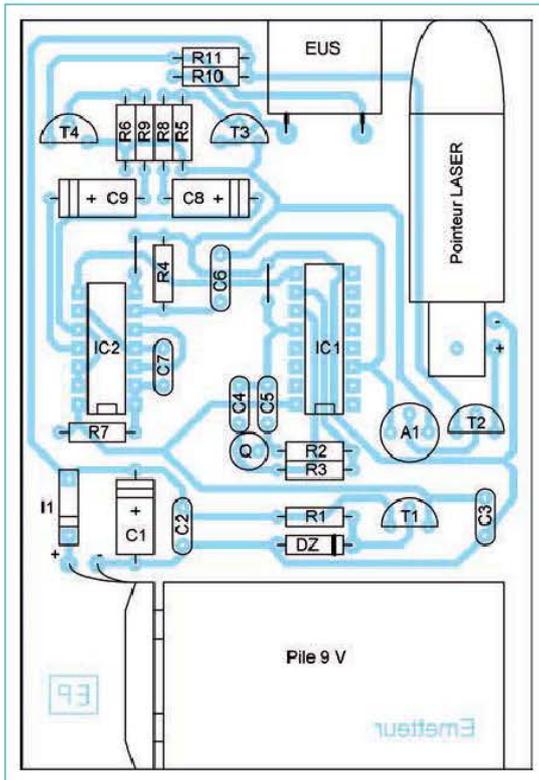
• Divers

2 straps (verticaux)
 EUS : transducteur US, émetteur de 40 kHz
 Q : quartz de 40 kHz
 1 pointeur laser
 1 support à 14 broches
 1 support à 16 broches
 2 picots
 I1 : interrupteur unipolaire (dual in line)
 1 pile de 9 V
 1 coupleur pression

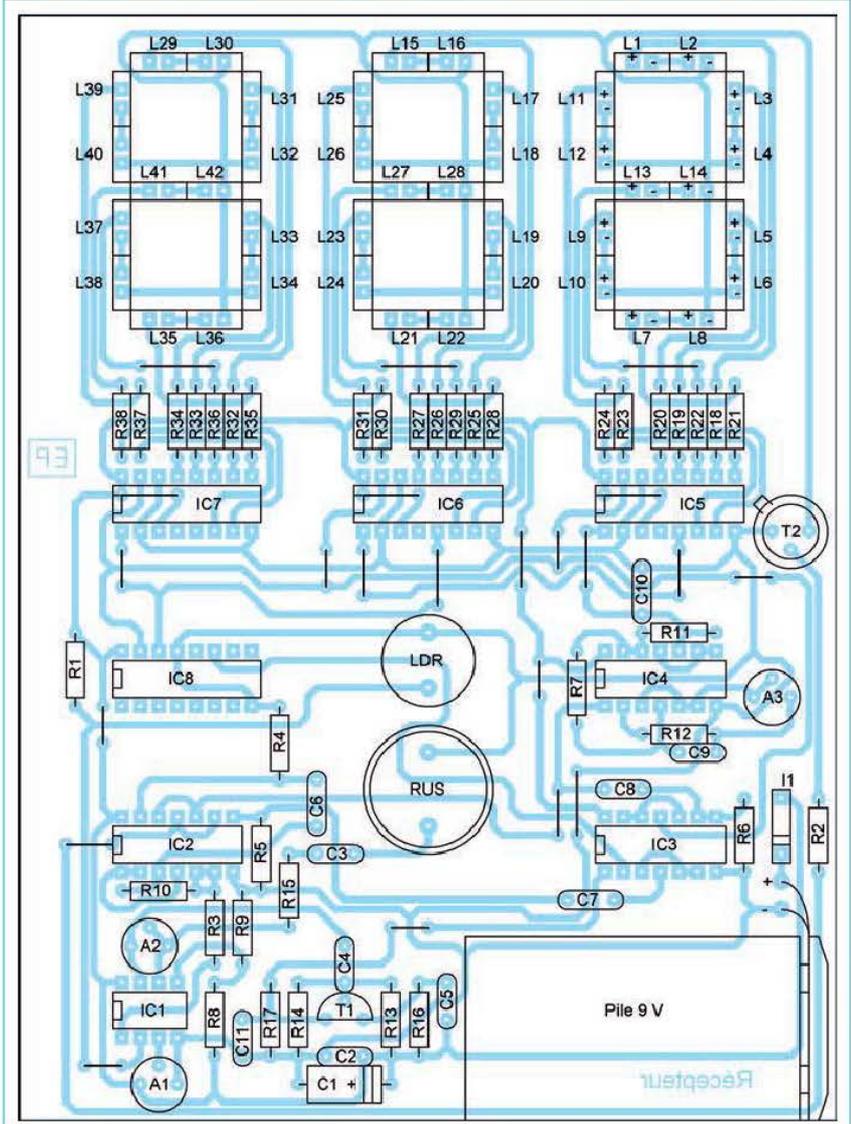
s'achèvent par la mise au point de la base de temps du chronométrage, lequel a une incidence directe sur la valeur affichée en centimètres. Pour effectuer ce réglage, il convient de placer l'émetteur sur un support fixe, à environ 1,5 à 2 m de la cible. La distance entre les deux transducteurs EUS et RUS, exprimée en centimètres, sera alors à mesurer avec précision. Il suffira, ensuite, de tourner le curseur de l'ajustable A3, dans un sens ou dans l'autre, pour parvenir à l'affichage de la distance réelle préalablement mesurée.

Pour l'utilisation du télémètre, il est vivement conseillé d'immobiliser l'émetteur sur un support, du genre trépied d'appareil photographique, afin de bien concentrer (sans tremblements...) le rayon sur la LDR. Si les réglages sont optimaux, la portée peut atteindre 4 à 5 m.

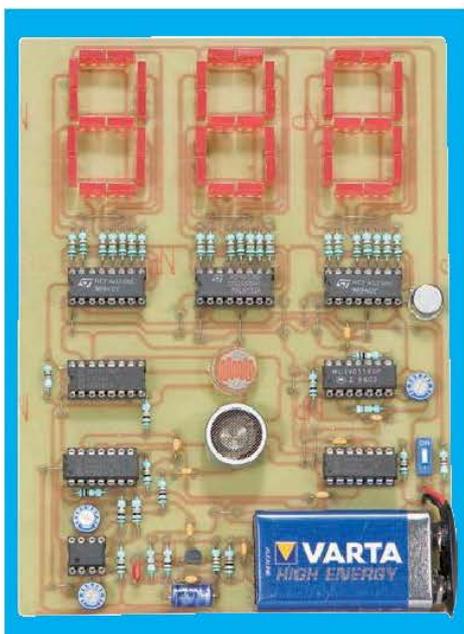
R. KNOERR



7



8



Nomenclature

MODULE «CIBLE»

• Résistances

- R1, R2 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R3 à R9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R10, R11 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R12 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R13 : 5,1 kΩ (vert, marron, rouge)
- R14 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R15, R16 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R17 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R18 à R38 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- A1 : ajustable 100 kΩ
- A2 : ajustable 1 MΩ
- A3 : ajustable 47 kΩ

• Semiconducteurs

- L1 à L42 : led rouge rectangulaire (7,2 x 2,4 mm)
- T1 : BC 557 C
- T2 : 2N 1711
- IC1 : TL 082
- IC2, IC3 : CD 4001

- IC4 : CD 4011
- IC5, IC6, IC7 : CD 4033
- IC8 : CD 4017

• Condensateurs

- C1 : 100 µF / 25 V
- C2 à C5 : 0,1 µF
- C6, C7 : 10 nF
- C8 : 2,2 nF
- C9 : 470 pF
- C10 : 220 pF
- C11 : 22 nF

• Divers

- 22 straps (10 horizontaux, 12 verticaux)
- RUS : transducteur US, récepteur de 40 kHz
- LDR : Ø 12 à 15 mm
- 1 support à 8 broches
- 3 supports à 14 broches
- 4 supports à 16 broches
- I1 : interrupteur unipolaire (dual in line)
- 1 pile de 9 V
- 1 coupleur pression

Eclairage persistant des voitures ferroviaires



Sur la plupart des réseaux, lorsqu'un train de voyageurs s'arrête, son éclairage intérieur s'éteint. De même, son intensité varie en fonction de la vitesse.

Avouons que tout cela n'est pas très réaliste...

Le montage que nous vous proposons, pour résoudre ce problème, a l'avantage d'être très simple. De plus, son fonctionnement repose sur celui qui régit les «vrais» trains.

Le principe

La voiture est équipée de trois mini-batteries. Lorsque le train se déplace, ces dernières sont en charge. S'il s'arrête, son éclairage intérieur, assuré par trois leds blanches à haute

luminosité, est maintenu à la même intensité, grâce aux batteries. La mise en service de cet éclairage est automatique. Il suffit, pour cela, que l'alimentation des rails soit établie.

De même, son extinction se réalise environ quinze minutes après la coupure de cette alimentation.

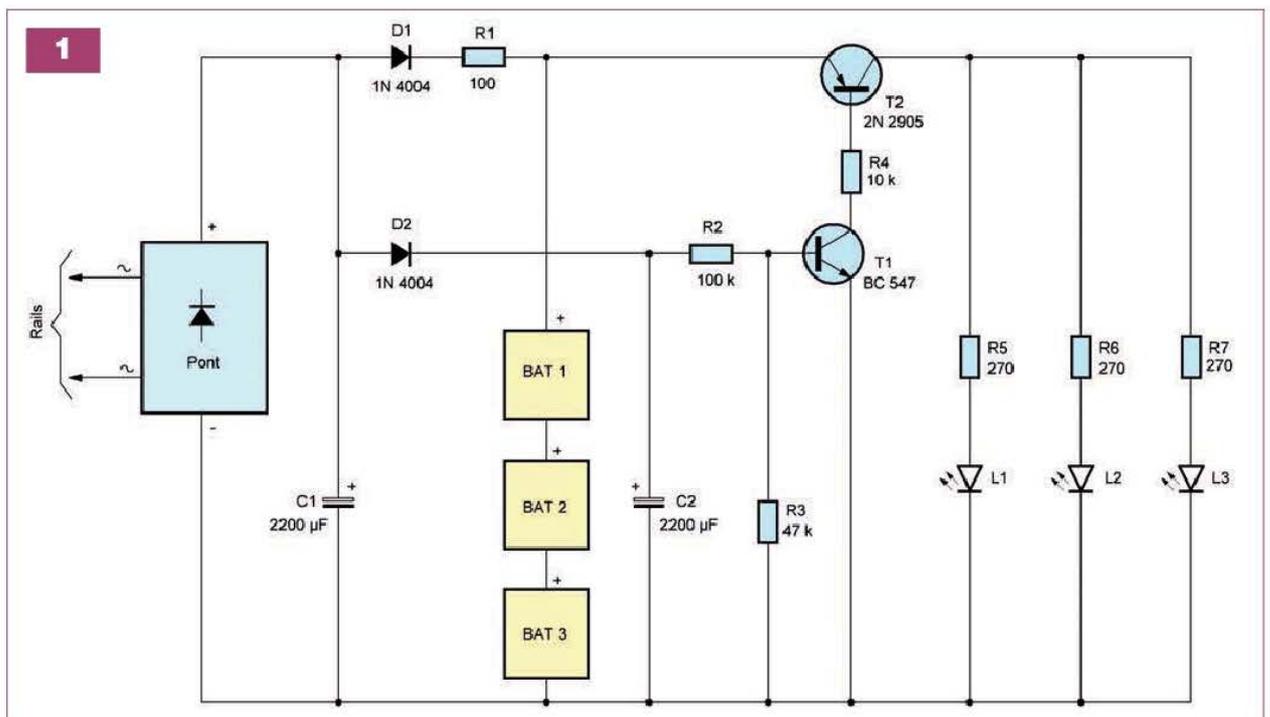
Le fonctionnement

Charge des batteries

L'énergie est captée par le dispositif à lamelles prévu à cet effet et monté

sous les bogies. Un pont de diodes permet d'obtenir une polarité fixe donnée, quel que soit le sens de circulation. Le condensateur C1, de grande capacité, réalise un lissage de la tension, qui est souvent caractérisée par une suite d'impulsions d'amplitude variable, suivant la position du gradateur de commande. Par l'intermédiaire de D1 et R1, les trois batteries sont en charge (figure 1).

Ces dernières se caractérisent par une tension de 1,2 V et une capacité de 110 mAh. Une tension continue,



Nomenclature

• Résistances

R1 : 100 Ω (marron, noir, marron)
 R2 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R3 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R4 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R5, R6, R7 : 270 Ω (rouge, violet, marron)

• Condensateurs

C1, C2 : 2 200 μF / 35 V

• Semiconducteurs

D1, D2 : 1N 4004
 Pont de diodes
 L1, L2, L3 : led blanche \varnothing 5 mm (haute luminosité)
 T1 : BC 547
 T2 : 2N 2905

• Divers

BAT 1, BAT 2, BAT3 : batterie 1,2 V / 110 mAh

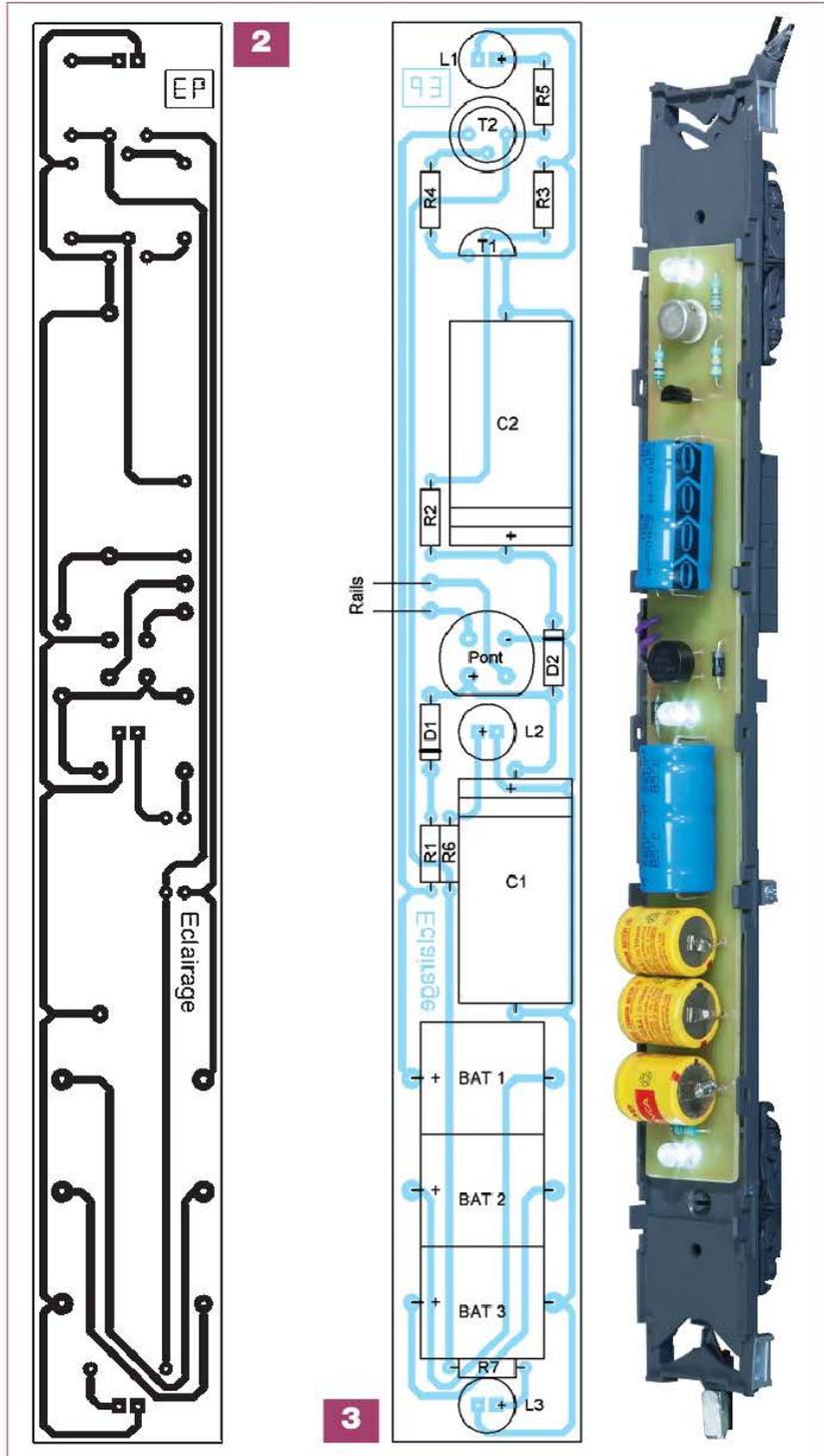
de l'ordre de 4,2 V à 4,5 V, est ainsi disponible sur la borne positive de la batterie BAT 1, même si la charge cesse. Suivant la tension d'alimentation des rails, le courant de charge varie de 10 mA à 50 mA.

Commande de l'éclairage

Tant que l'armature positive de C1 délivre un potentiel, même de faible valeur, le condensateur C2 est chargé à cette même valeur, à la chute de tension près introduite par D2. De ce fait, le transistor NPN / T1, dont le courant de base est limité par R2, est saturé. Il en résulte un courant émetteur \rightarrow base dans le transistor PNP / T2, par l'intermédiaire de R4. Celui-ci est à son tour saturé. Il délivre, sur son collecteur, une tension constante d'environ 4,2 V à 4,5 V.

Cette tension est la source de l'illumination des leds blanches L1, L2 et L3, dont le courant est limité dans chacune d'elles, par les résistances R5, R6 et R7.

Lorsque l'alimentation en provenance des rails cesse, le condensateur C2 se décharge lentement à travers R2 et R3. Au bout d'une quinzaine de minutes, la tension sur l'armature positive de C2 devient trop faible pour assurer la conduction de T1. Ce dernier se bloque. Il en est de même en ce qui concerne T2. L'éclairage s'éteint.



La réalisation pratique

Le circuit imprimé fait l'objet de la **figure 2**.

Peu de remarques sont à faire à son sujet. Sa longueur permet son introduction dans la plupart des voitures à l'échelle HO.

La **figure 3** fait état du plan de câblage des composants. Veiller à l'orien-

tation des composants qui sont tous polarisés, à part les résistances. Pour augmenter le « rendu » de l'éclairage intérieur de la voiture, coller au plafond de celle-ci un papier blanc réfléchissant la lumière émise par les leds.

Le montage ne nécessite aucun réglage ou mise au point.

R. KNOERR

Le globe terrestre en temps réel

Les jours succèdent indéfiniment aux nuits. C'est la marche inexorable du temps. Notre planète effectue une rotation complète sur elle-même toutes les 24 h.

A la rédaction, cela nous a donné l'idée de reproduire cette rotation en temps réel, en faisant tourner un globe terrestre autour de son axe reliant les pôles nord et sud.

Le principe adopté

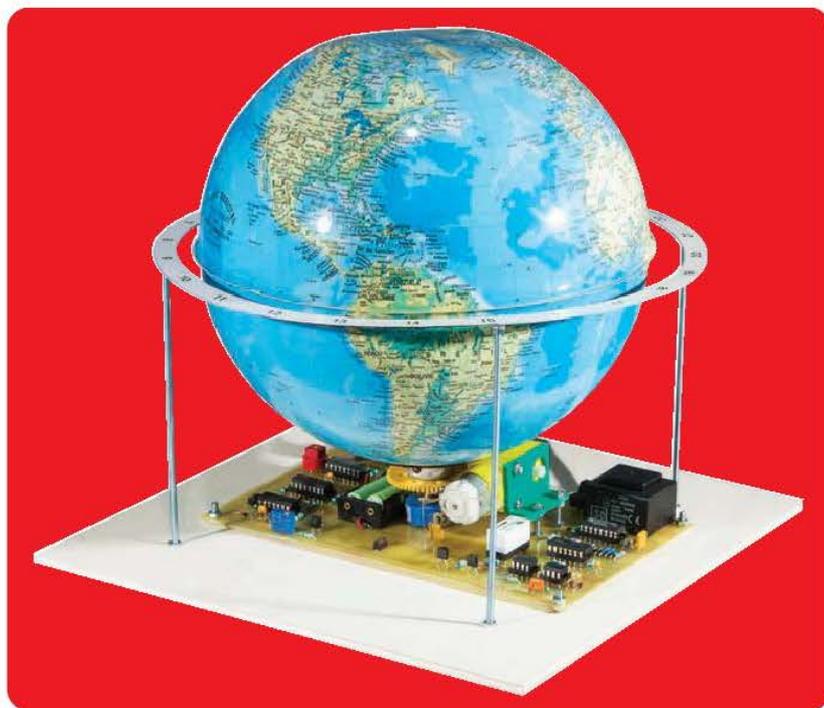
La base de temps est un quartz, choix qui garantit toute la précision requise. La rotation sera séquentielle en se réalisant à intervalles réguliers. Elle sera assurée par un moteur à forte démultiplication mécanique. Pour des raisons liées à une numération binaire, le nombre retenu de séquences pour une rotation complète de 360° , sera de 32. Chaque avance élémentaire se caractérisera, ainsi, par un angle de $360^\circ/32$, soit $11,25^\circ$.

L'intervalle de temps séparant deux séquences consécutives sera alors égal à $24 \times 60 \text{ mn} / 32$, soit 45 mn.

Le fonctionnement

Alimentation

Le montage est relié en permanence au secteur 230 V, par l'intermédiaire d'un transformateur comportant deux enroulements secondaires de 6 V (**figure 1**). Le condensateur C1 réalise un premier lissage des deux alternances redressées par un pont de diodes. Par l'intermédiaire de la diode D1 et de la résistance de limitation R1, deux batteries de 1,2 V, reliées en série, sont en charge réduite permanente, sous un courant d'environ 5 mA.



Elles fournissent l'énergie nécessaire lors de la commande du moteur d'entraînement du globe.

La durée d'une séquence de rotation est assez courte : de l'ordre de la seconde. L'énergie prélevée aux batteries, à cette occasion, est donc minime. La mise en action du moteur est commandée par les contacts «commun/travail» du relais REL. A noter qu'il est possible de «shunter» volontairement ces contacts à tout moment, en appuyant sur le bouton-poussoir BP1 et, donc, de faire tourner le globe.

La partie logique du montage nécessite une alimentation symétrique. Le point de raccordement des enroulements secondaires du transformateur constitue la référence 0 V. Cette alimentation est tout à fait classique. Les condensateurs C2 et C3 effectuent un lissage des tensions continues issues du pont de diodes. Les régulateurs REG1 et REG2 délivrent, respectivement, un potentiel stabilisé de +5 V et -5 V par rapport au 0 V. Les condensateurs C4 et C5 assurent un complément de filtra-

ge, tandis que C6 et C7 font office de capacités de découplages.

L'illumination des leds L1 et L2 signale le bon fonctionnement de cette alimentation.

Base de temps

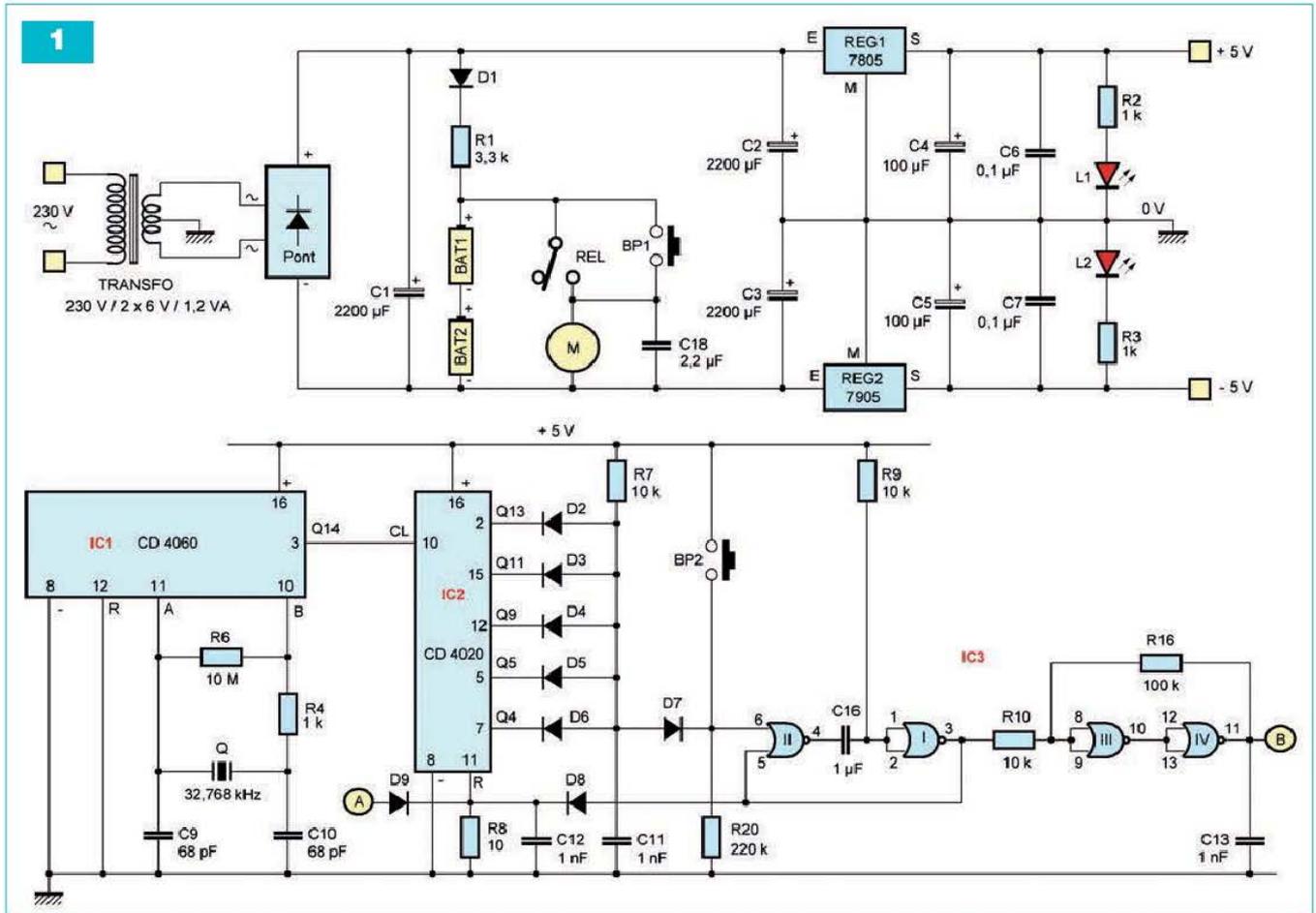
Le circuit intégré IC1 / CD 4060 est un compteur qui comporte quatorze étages binaires montés en cascade, précédés par un oscillateur interne.

Ce dernier est «pilote» par un quartz, caractérisé par une fréquence de 32,768 kHz. Cette fréquence est «lisible» à l'oscilloscope sur la broche 9. Sur la sortie Q14, broche 3, un créneau de forme carrée est disponible. Sa fréquence est égale à $32\,768 \text{ Hz} / 2^{14}$, soit : $32\,768 / 16\,384 = 2 \text{ Hz}$

Ce qui correspond à une période de 0,5 s.

Détermination des durées de 45 mn

Le circuit IC2 est également un compteur. Comme IC1, il est composé de quatorze étages binaires, mais ne dis-



pose pas d'oscillateur intégré. L'entrée CL reçoit les créneaux issus de la sortie Q14 de IC1. 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 aboutir à la position particulière pour laquelle les sorties Q4, Q5, Q9, Q11 et Q13 présentent, simultanément et pour la première fois, un état «haut».

Ce nombre d'impulsions est le résultat de l'addition :
 $8 + 16 + 256 + 1\,024 + 4\,096$, soit 5 400.
 Comme la période élémentaire de comptage est de 0,5 s, cette position particulière se produit au bout de $0,5\text{ s} \times 5\,400 = 2\,700\text{ s}$, soit $2\,700 / 60 = 45\text{ mn}$.

A cet instant précis, le point commun des anodes des diodes D2, D3, D4, D5 et D6 présente un état «haut», imposé

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

par R7. Ce même point commun présentait un état «bas» pour les positions antérieures, étant donné que l'une au moins des cathodes des cinq diodes en question était soumise à un état «bas» sur les sorties contrôlées.

Par l'intermédiaire de D7, cet état «haut» commande le déclenchement de la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC3. Celle-ci fait apparaître alors, sur sa sortie, un bref état «haut» d'une durée déterminée par le produit $0,7 \times R9 \times C16$, soit environ 7 ms. Cet état «haut», par l'intermédiaire de D8, assure la remise à 0 du compteur IC2, qui redémarre ainsi un nouveau cycle de 45 mn.

Elaboration d'un potentiel progressif

Les fronts «ascendants» et «descendants» de l'état «haut», délivré par la

bascule monostable, sont pris en compte par le trigger de Schmitt formé des portes NOR (III) et (IV) de IC3. Ce trigger leur confère une verticalité plus affirmée.

En particulier, les fronts «descendants» font avancer d'un pas le compteur IC5 / CD 4040 qui comporte douze étages binaires montés en cascade (**figure 2**). Les cinq sorties Q1 à Q5 de ce compteur sont reliées à un réseau de résistances, à tolérance 1 %. Elles rejoignent toutes un point de regroupement. Par rapport à ce dernier, en passant d'une sortie Qn à la sortie Qn+1, les valeurs des résistances sont chaque fois divisées par 2.

De plus, les résistances R22 et R23, dont la somme est égale à la moitié de celle des résistances R24 et R25 connectées à la sortie Q5, sont reliées en permanence à la référence 0 V.

Ainsi, pour une position (n), n étant un nombre de 0 à 31, le potentiel (u) présent au point de regroupement des résistances est tel que :

$$u = \frac{n}{2^6 - 1} \times 5 \text{ V} = \frac{n}{63} \times 5 \text{ V}$$

Ce potentiel varie donc de la valeur 0 V ($n = 0$) à 2,46 V ($n = 31$)

Une fois la position (31) atteinte, lors du front « descendant » suivant issu du trigger, le compteur se positionnerait normalement sur (32), position pour laquelle la sortie Q6 passerait à l'état « haut ». Mais il ne peut l'atteindre, étant donné qu'il se trouve remis à 0 par l'intermédiaire de D11 et R5.

L'amplificateur opérationnel IC6, monté en simple « suiveur » de potentiel, fait apparaître sur sa sortie les mêmes valeurs que celles appliquées sur son entrée (e+).

A noter que le compteur IC2 avance également d'un pas, avec remise à 0, en appuyant sur le bouton-poussoir BP2. De même, l'appui sur BP3 a pour effet de provoquer la remise à 0 :

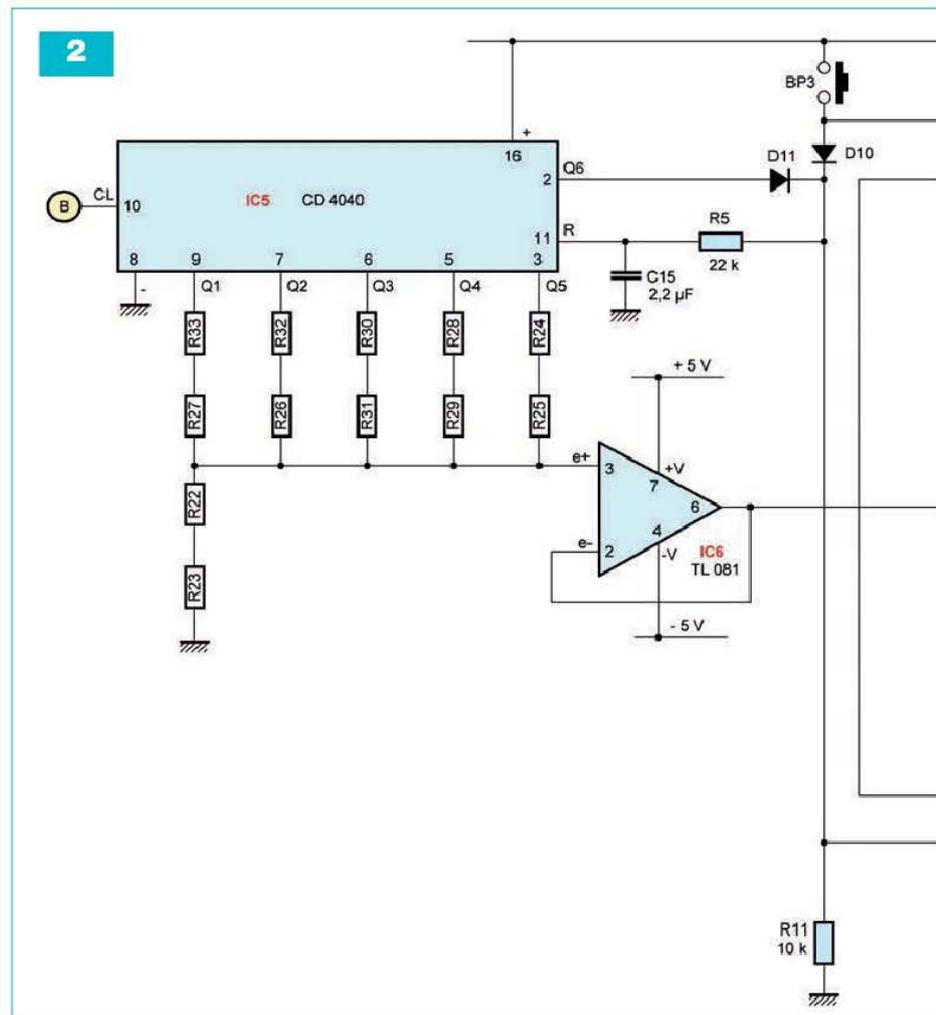
- du compteur IC1
- du compteur IC5

Le potentiomètre P1

Le fonctionnement du montage repose sur une propriété essentielle et particulière du potentiomètre P1. Ce dernier ne comporte pas de butée mécanique en fin de course. La rotation du curseur reste entièrement libre sur les 360° de la circonférence. De plus, la progression de sa résistance ohmique est parfaitement linéaire. Néanmoins, une zone de quelques degrés marque la transition 0 Ω → 10 kΩ (ou inversement suivant le sens de rotation du curseur). Pour cette zone, le curseur coulisse sur une partie neutre de la piste.

La résistance entre curseur et piste est alors infinie.

Si les deux extrémités de la piste sont reliées, respectivement, au collecteur de T3 et à la référence 0 V et, si la sortie « curseur » est également reliée au collecteur de T3, la résistance ohmique de cet ensemble évolue linéairement de 0 à 10 kΩ, lorsque le curseur évolue dans le sens antihoraire à l'intérieur d'une plage allant de 0° à près de 360°. A partir de ce point, la résistance reste égale à 10 kΩ, donc sans coupu-



re, jusqu'à la position angulaire 360° (0°). Elle retombe brutalement à 0 kΩ à ce moment.

Obtention d'un potentiel proportionnel à la position du curseur de P1

Le transistor PNP/T3, avec A1, P1 et les diodes D16 à D18, est monté en générateur de courant constant, quelle que soit la position du curseur du potentiomètre P1. En effet, la base de T3 est maintenue à un potentiel constant de 5 V - (3 × 0,6 V), soit 3,2 V. Le potentiel de l'émetteur est donc également constant. Plus précisément, il est égal à 3,2 V + 0,6 V, soit 3,8 V.

La tension aux bornes de l'ajustable A1 est donc égale à 5 V - 3,8 V, soit 1,2 V. En conséquence, le courant (i) traversant l'ajustable A1 est constant et égal à 1,2 V / A1.

Le transistor T3 se caractérise par un gain en courant important (≥ 400). Par rapport au courant principal émetteur

→ collecteur, le courant émetteur → base peut être considéré comme négligeable. En définitive, le courant transitant par P1 est constant.

Si (r) est la valeur de la résistance, pour une position angulaire (α°) donnée du curseur de P1, le potentiel (u) au niveau du collecteur de T1 est tel que :

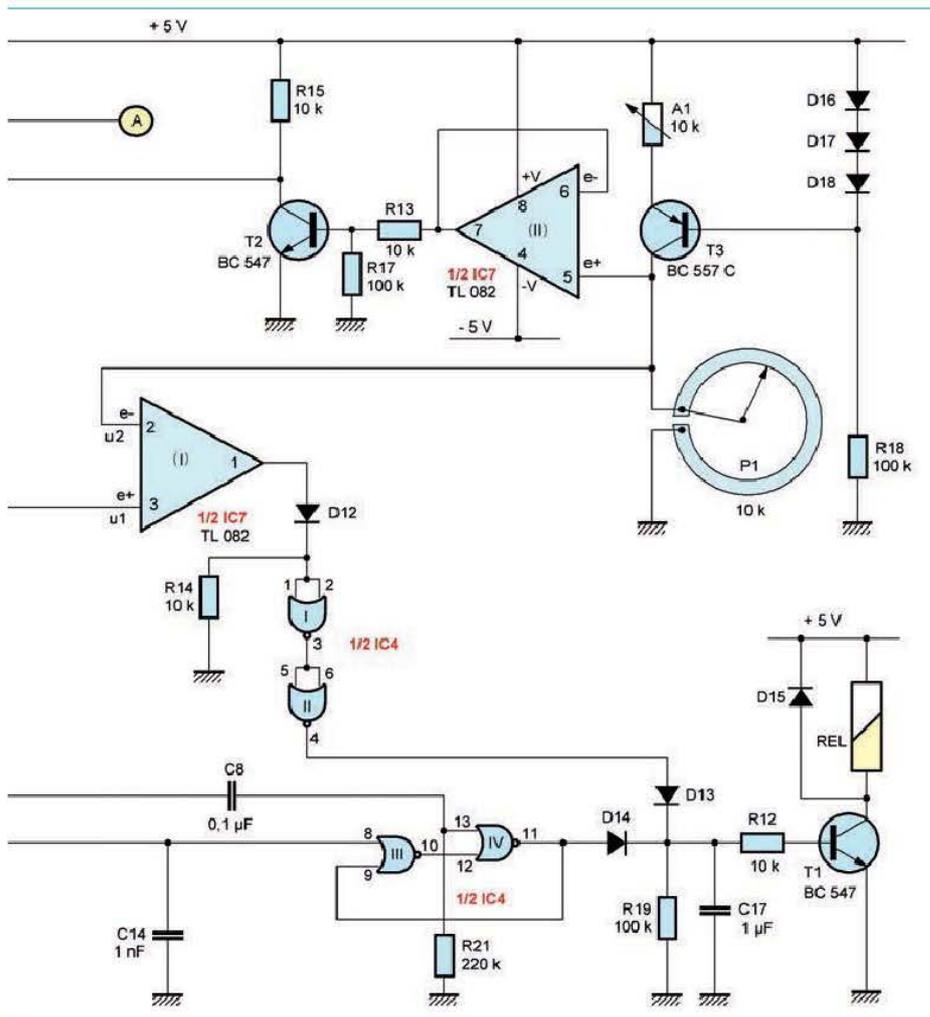
$$u = r \times i$$

$$u = \frac{\alpha}{360} \times P1 \times \frac{1,2 \text{ V}}{A1}$$

Pour une position médiane du curseur de l'ajustable A1, soit A1 = 5 kΩ :

$$u = \frac{\alpha}{360} \times 2,4 \text{ V}$$

Lorsque (α) évolue de 0° à 360°, le potentiel (u) évolue linéairement de 0 V à 2,4 V. Nous verrons, ultérieurement, qu'il sera nécessaire d'obtenir, pour un angle (α) de 360° - 11,25°, soit 348,75°, un potentiel égal au maximum du potentiel délivré par le réseau de résistances, c'est-à-dire 2,46 V. Il sera donc



nécessaire d'agir sur le curseur de l'ajustable A1, pour arriver à ce résultat. Dans ces conditions, la relation ci-dessus devient :

$$u = \frac{\alpha}{360} \times 2,54 \text{ V}$$

Comparaison des potentiels

L'amplificateur opérationnel (I) de IC7 fonctionne en «comparateur» de potentiel. Son entrée (e+) est soumise au potentiel (u1), imposé par le réseau de résistances, via IC6. Son entrée (e-) est en relation avec le potentiel (u2) issu de P1, évoqué au paragraphe précédent. Si le potentiel u1 > u2, sur la sortie du comparateur, apparaît une tension de près de +5 V. Cela se traduit par un état «haut» sur la sortie de la porte NOR (II) de IC4. Par l'intermédiaire de D14 et R12, un courant s'établit au sein de la jonction base / émetteur du transistor T1. Ce dernier se sature. Il insère, dans son circuit collecteur, la bobine du

relais REL qui s'active aussitôt. Le moteur d'entraînement tourne dans un sens, tel que le potentiel issu de P1 augmente. Dès qu'il dépasse légèrement la valeur (u1), la sortie du comparateur passe à une tension voisine de -5 V. Le relais se désactive et le moteur cesse de tourner.

A titre d'exemple, prenons le cas d'une position (n) de IC5 égale à 10. Le potentiel sur la sortie de l'ampli IC6 est alors égal à (10 / 63) x 5 V, soit 0,794 V. La position 10 de IC5 devra correspondre à une position angulaire du globe par rapport à 0° (méridien de Greenwich) de 11,25° x 10, soit 112,5°. Pour cette position angulaire, la valeur (u2) est telle que :

$$u_2 = \frac{112,5}{360} \times 2,54 \text{ V}$$

$$u_2 = 0,794 \text{ V}$$

Le moteur va donc prolonger légèrement son action pour que (u2) dépasse

de quelques (mV) cette valeur et arriver, en définitive, à la situation d'équilibre pour laquelle u2 > u1, ce qui va bloquer à nouveau T1 et provoquer l'arrêt du moteur d'entraînement.

Cas particulier de la transition 348,75° → 0°

La règle de fonctionnement décrite au paragraphe précédent s'effondre dans le cas où la position (n) de IC5 passe de la valeur 31 à la valeur 0.

En effet, pour la valeur 31, le potentiel (u2) est tel que :

$$u_2 = \frac{348,75}{360} \times 2,54 \text{ V} = 2,46 \text{ V}$$

Lorsque le compteur IC5 passe à la position suivante, soit 0, le potentiel (u1) devient lui-même nul. Nous sommes alors dans le cas de l'inégalité u2 > u1. La sortie du comparateur reste égale à -5 V et le moteur n'effectue pas la rotation prévue.

C'est à ce niveau qu'intervient le... stratagème suivant.

Le passage de la position 31, à la position 0, se traduit par une courte apparition d'un état «haut» sur la sortie Q6 du compteur IC5. Cet état «haut», fugitif, est appliqué sur l'entrée 8 de la bascule R/S, composée des portes NOR (III) et (IV) de IC4.

Cette dernière se mémorise aussitôt.

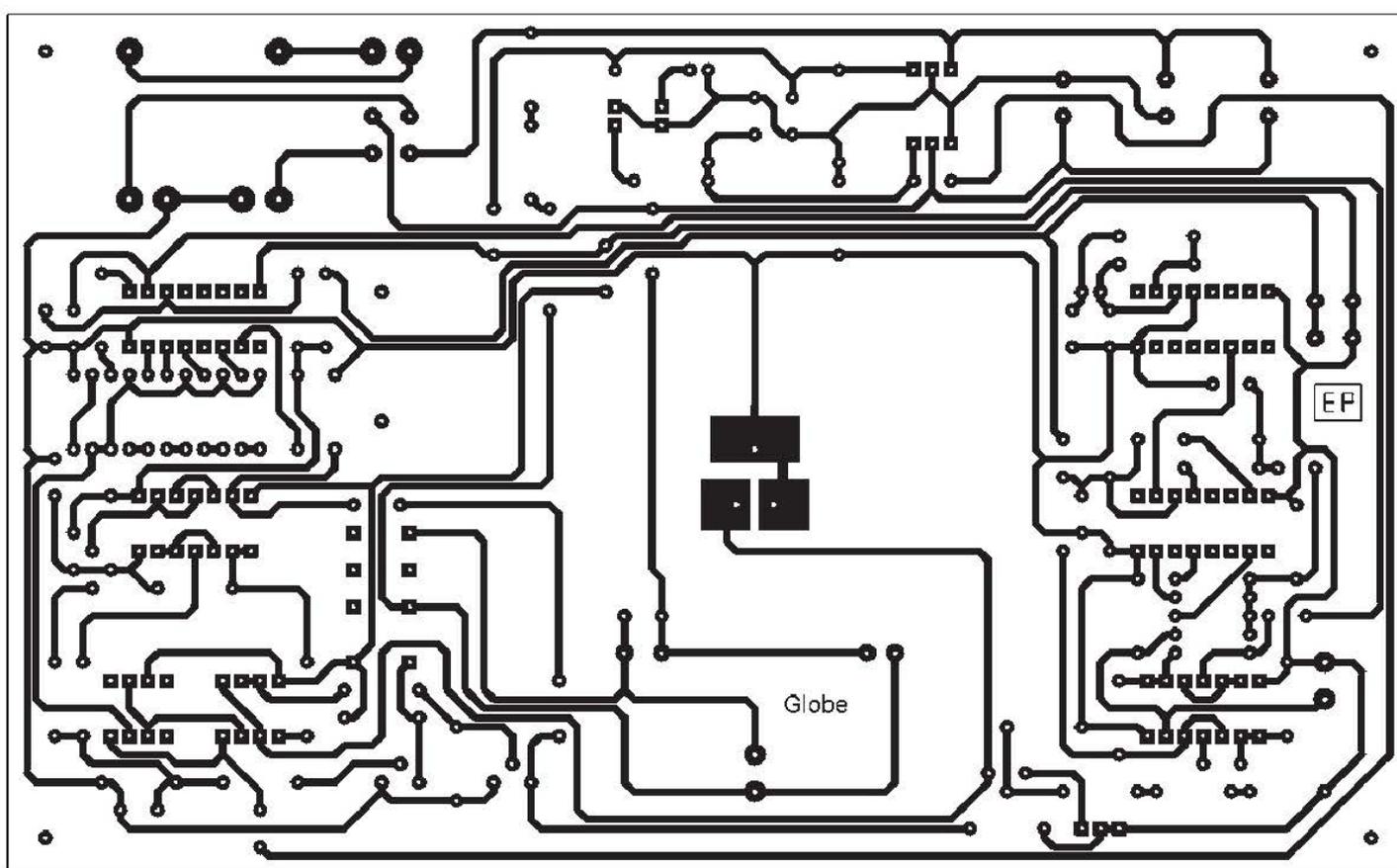
En particulier, sa sortie 11 passe à l'état «haut» auto-maintenu. Par l'intermédiaire de D13, le moteur est alors actionné comme précédemment. Cette action cesse, seulement, lorsqu'un état «haut» de courte durée est appliqué sur l'entrée 13 de la bascule.

Examinons dans quelles conditions cela se produit.

L'amplificateur (II) de IC7 fonctionne en mode «suiveur» de potentiel. Sa sortie restitue donc rigoureusement le même potentiel que celui qui est issu du collecteur de T3. Or, dans la situation de départ, à savoir $\alpha = 348,75^\circ$, le potentiel (2,46 V) est largement suffisant pour saturer le transistor T2, dont le collecteur est à une tension de 0 V.

En revanche, dès que la position 0° est atteinte par l'ensemble tournant, le potentiel en provenance de la sortie de l'ampli (II) de IC7 passe à 0 V.

Le transistor T2 se bloque et son potentiel collecteur passe à +5 V.



3

Nomenclature

• Résistances

R1 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
 R2, R3, R4 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R5 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
 R6 : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
 R7 à R15 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R16 à R19 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R20, R21 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
 R22 : 6,98 kΩ / 1 % (bleu, blanc, gris, marron)
 R23 : 1,02 kΩ / 1 % (marron, noir, rouge, marron)
 R24 : 15 kΩ / 1 % (marron, vert, noir, rouge)
 R25, R26, R27 : 1 kΩ / 1 % (marron, noir, noir, marron)
 R28 : 19,6 kΩ / 1 % (marron, blanc, bleu, rouge)
 R29 : 12,4 kΩ / 1 % (marron, rouge, jaune, rouge)
 R30 : 32,4 kΩ / 1 % (orange, rouge, jaune, rouge)
 R31 : 31,6 kΩ / 1 % (orange, marron, bleu, rouge)

R32 : 127 kΩ / 1 % (marron, rouge, violet, orange)
 R33 : 255 kΩ / 1 % (rouge, vert, vert, orange)
 A1 : 10 kΩ / 25 tours (vertical)
 P1 : 10 kΩ (voir texte)

• Condensateurs

C1, C2, C3 : 2 200 μF / 25 V (sorties radiales)
 C4, C5 : 100 μF / 25 V
 C6, C7, C8 : 0,1 μF
 C9, C10 : 68 pF
 C11 à C14 : 1 nF
 C15 : 2,2 μF
 C16, C17 : 1 μF
 C18 : 2,2 μF

• Semiconducteurs

D1 à D18 : 1N 4148
 L1, L2 : led rouge Ø 3 mm
 Pont de diodes
 REG1 : 7805
 REG2 : 7905

T1, T2 : BC 547
 T3 : BC 557 C
 IC1 : CD 4060
 IC2 : CD 4020
 IC3, IC4 : CD 4001
 IC5 : CD 4040
 IC6 : TL 081
 IC7 : TL 082

• Divers

12 straps (3 horizontaux, 9 verticaux)
 2 supports à 8 broches
 2 supports à 14 broches
 4 supports à 16 broches
 1 bornier soudable de 2 plots
 Q : quartz 32,768 kHz
 BP1, BP2 : bouton-poussoir (miniature pour circuit imprimé)
 BP3 : bouton-poussoir
 1 transformateur 230 V / 2 x 6 V / 1,2 VA
 REL : relais 5 V / 2 RT (FINDER série 3022)
 BAT1, BAT2 : batterie 1,2 V / LR3
 1 coupleur LR3

Par l'intermédiaire de C8, il se produit alors une brève impulsion positive sur l'entrée 13 de la bascule R/S, dont la sortie repasse à son état «bas» de repos. Le moteur cesse de tourner. La transition 348,75° → 0° est donc réalisée.

La réalisation pratique

Le module

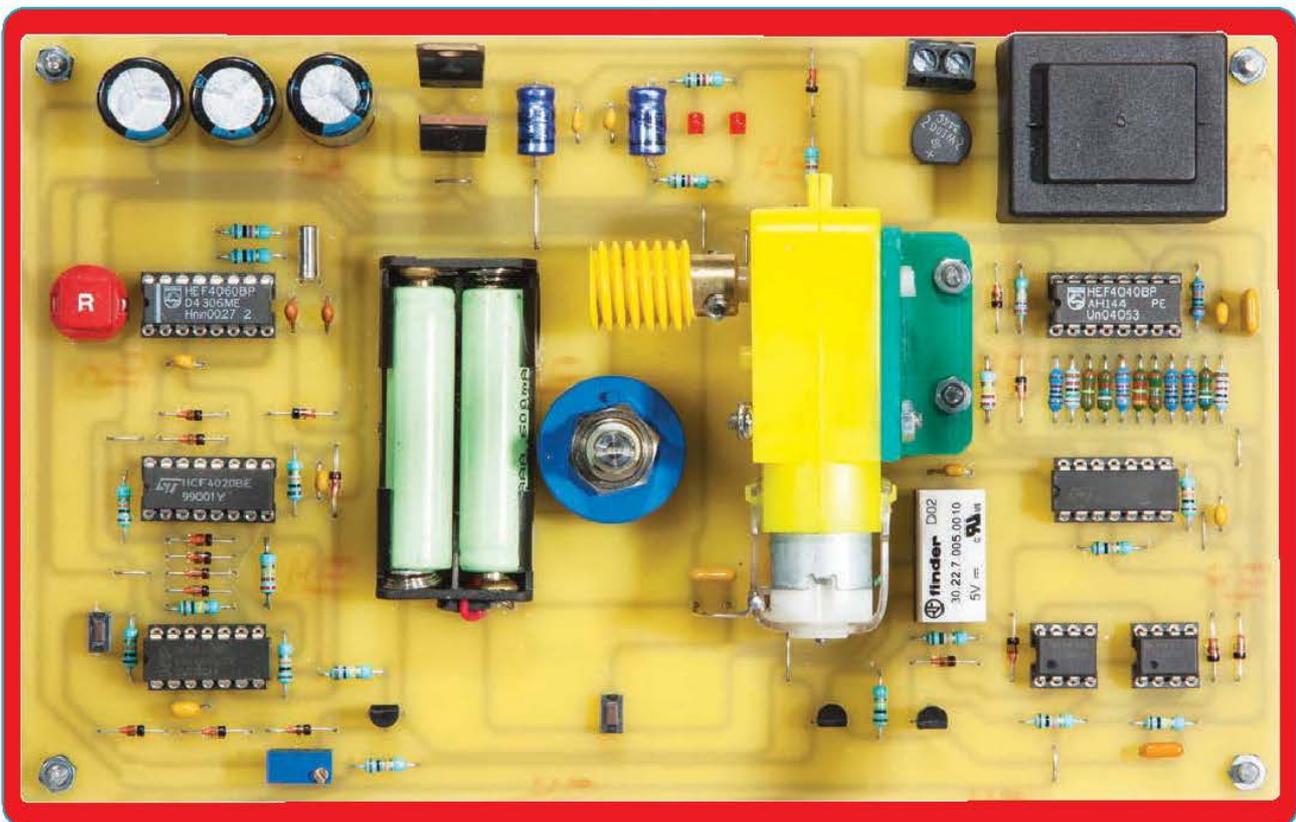
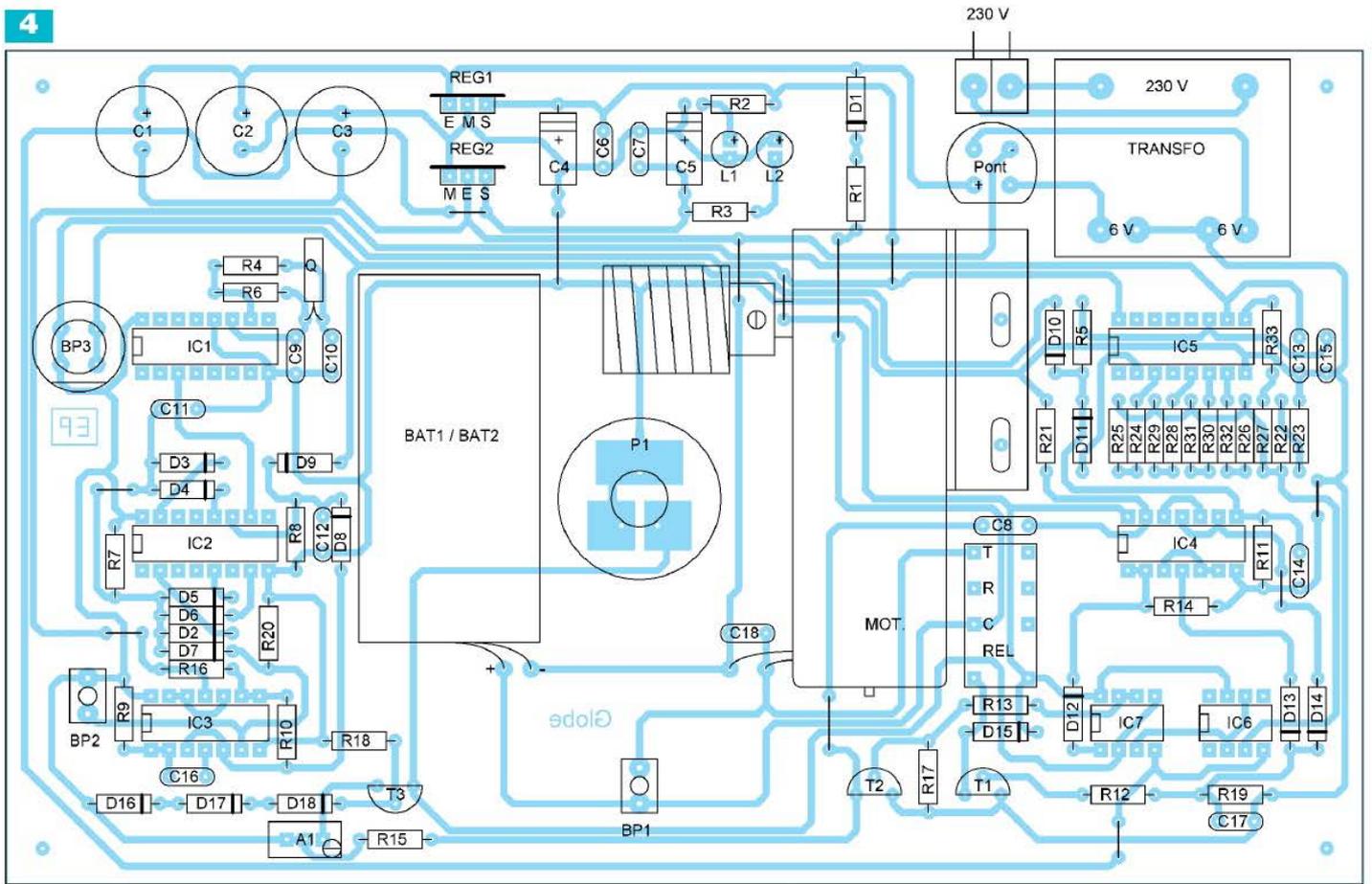
Les pistes cuivrées du circuit imprimé sont représentées à la **figure 3**. La **figure 4** fait état du câblage des

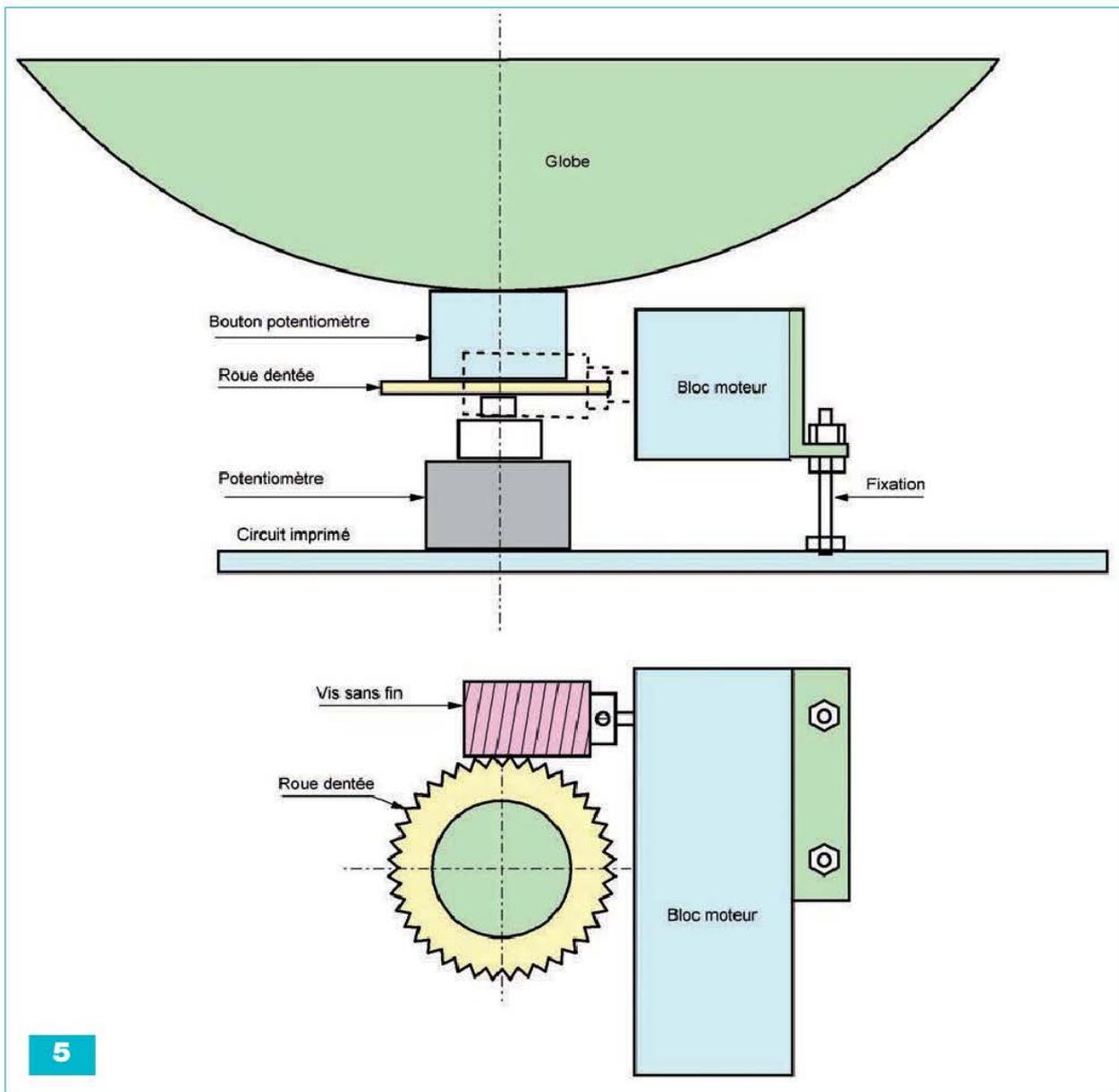
composants. Respecter l'orientation de ceux polarisés.

Ils sont nombreux : diodes, capacités électrolytiques, circuits intégrés.

Dans un premier temps, le curseur de l'ajustable A1 est à placer en position

4





5

médiane. S'agissant d'un modèle «25 tours», cette opération nécessite le recours à l'ohmmètre.

La partie mécanique

La **figure 5** illustre un exemple de réalisation possible.

Ce n'est sans doute pas la seule. Le lecteur ayant quelques capacités de bricoleur trouvera, très certainement, d'autres possibilités.

Par exemple, la démultiplication, nécessaire, pourra s'obtenir en utilisant une poulie de grand diamètre, calée sur l'axe du potentiomètre et entraînée par un élastique.

Le moteur-réducteur provient du châssis «magic» (qui comporte deux

moteurs) disponible auprès de notre annonceur GoTronic, sous la référence DG 007.

La roue dentée et la vis sans fin sont des pièces «mécano». L'essentiel est d'obtenir une grande démultiplication. En effet, un angle élémentaire de $11,75^\circ$ n'est pas très important.

Dans la réalisation de l'auteur, la durée de cette rotation élémentaire est de l'ordre de la seconde.

Le globe utilisé se caractérise par un diamètre de 20 cm.

Un cadran circulaire fixe et gradué de 0 à 23 h l'entoure, comme l'indique la **figure 6**.

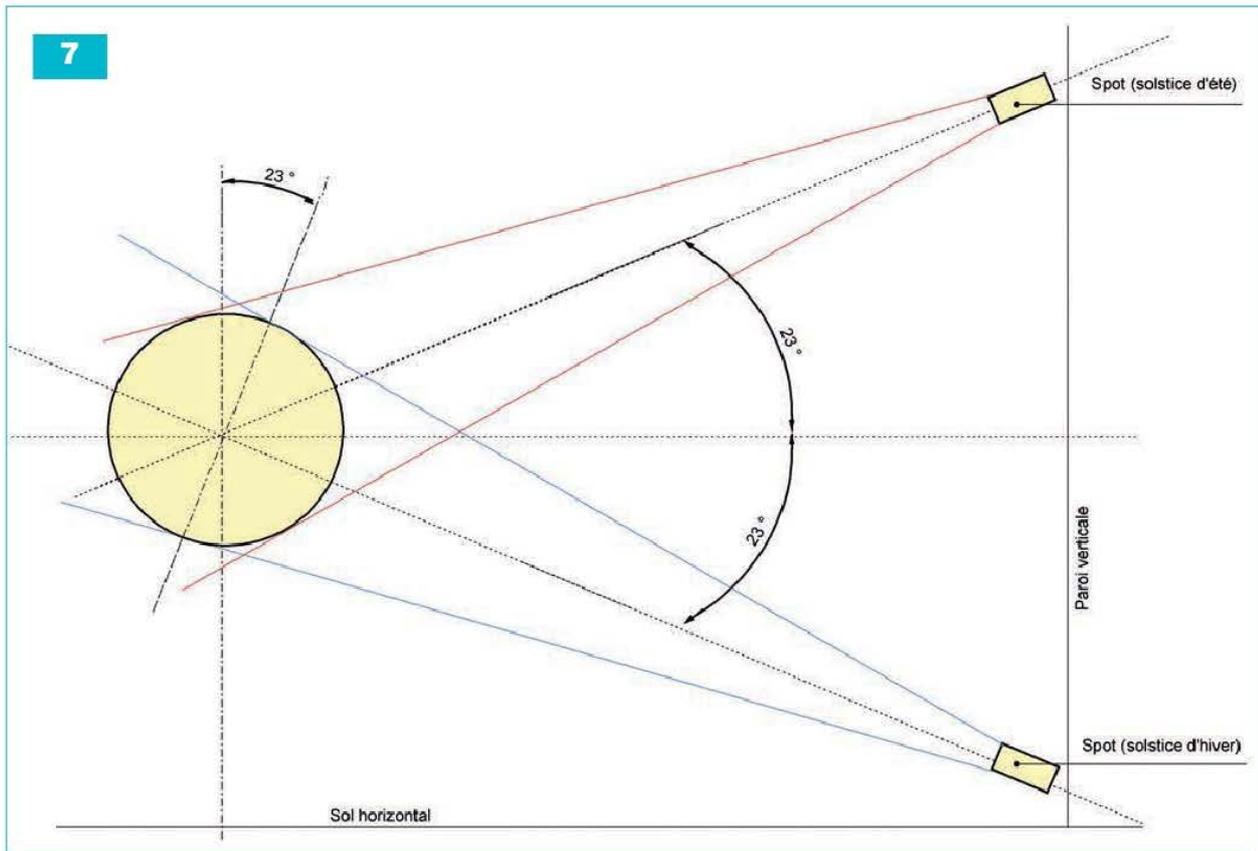
Ce cadran est monté par collage sur quatre tiges filetées verticales.

Les réglages

Une première mise au point doit permettre d'obtenir le bon sens de rotation du moteur. Le relais REL n'est pas inséré sur son support, dans un premier temps. En appuyant sur le bouton-poussoir BP1, le globe doit tourner vers l'est, dans le sens antihoraire, en vue de dessus. Au besoin, si ce n'est le cas, il suffit d'inverser les polarités d'alimentation du moteur.

Le globe, sous lequel est collé le bouton du potentiomètre, n'est pas monté sur son axe pour le moment.

Il convient de tourner très lentement l'axe du potentiomètre, mesurer le potentiel sur le collecteur de T3 et déterminer le point précis pour lequel ce der-



nier est pratiquement nul. **Ce point représente le méridien de Greenwich.**

Le globe est alors fixé sur son axe, par serrage de la vis de fixation, sans bouger ce dernier.

Le méridien de Greenwich doit se trouver face à la graduation (12) du cadran.

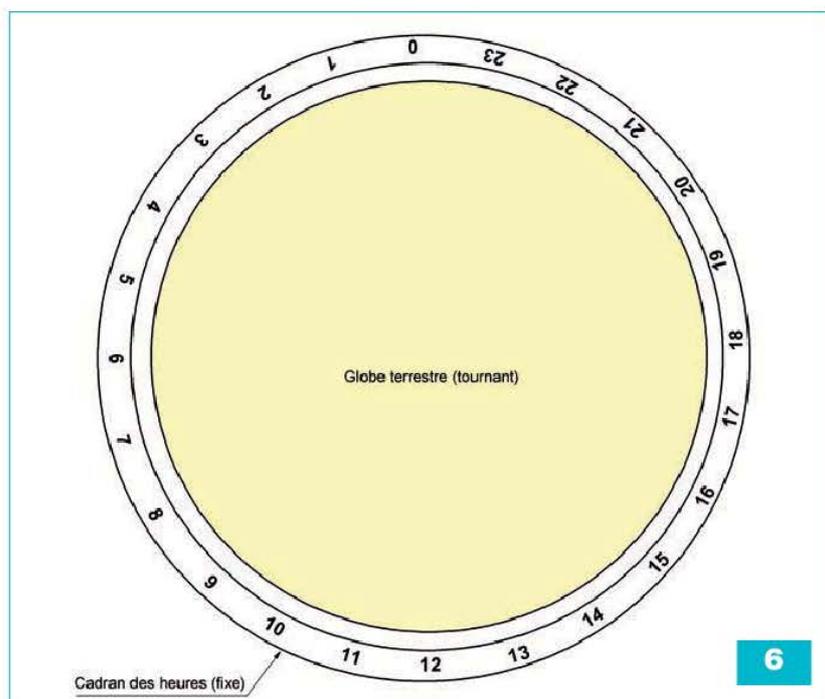
Ensuite, le globe est à faire tourner, toujours par appuis sur BP1, pour faire coïncider le méridien 10° (vers l'est) et le repère (12). Cette rotation représente presque un tour complet. Pour être précis, le méridien en question est théoriquement celui qui se trouve à $11,75^\circ$ à l'est du méridien de Greenwich.

Le globe étant gradué en dizaines de degrés, cette position de $11,75^\circ$ est à apprécier visuellement.

Cette position étant atteinte, toujours en mesurant le potentiel au niveau du collecteur de T3, tourner le curseur de l'ajustable A1 dans un sens ou dans l'autre, pour obtenir un potentiel de 2,46 V.

Les réglages sont terminés.

Le relais est à insérer sur son support. Il suffit d'appuyer sur le bouton-poussoir BP3, pour que le globe se positionne de lui-même : méridien de Greenwich en face du repère (12)... à



condition, toutefois, qu'il soit vraiment midi.

Une amusante animation complémentaire

Avec notre montage, pour des raisons pratiques de réalisation, l'axe nord /

sud du globe est vertical. Par rapport au plan relatif de la course de la Terre autour du soleil, plan appelé «écliptique», cet axe est en réalité incliné d'un angle appelé «obliquité». Il est très voisin de 23° .

C'est cette «obliquité» qui explique la

succession des saisons. Ainsi, de mars à septembre, la partie nord du globe voit le soleil à midi plus haut dans le ciel que la partie sud.

C'est l'été pour l'hémisphère nord.

Le soleil se lève plus tôt et se couche plus tard. Les jours sont plus longs. Pour l'hémisphère sud, c'est l'hiver.

La situation est inversée de septembre à mars, période pour laquelle c'est l'hiver pour l'hémisphère nord et l'été pour l'hémisphère sud.

Au niveau de l'équateur, l'effet est nul : les saisons ne sont pas visibles. Au contraire, au niveau des pôles, l'effet est extrême.

Le jour et la nuit durent six mois pour chacun.

Le jour le plus long pour l'hémisphère nord (vers le 21 juin) correspond au «solstice» d'été.

Toujours pour l'hémisphère nord, le «solstice» d'hiver se caractérise par le jour le plus court et se produit vers le 21 décembre.

Les deux autres points, pour lesquels les durées des jours égalent celles des nuits, sont les «équinoxes» de printemps et d'été.

Avec cette réalisation, nous proposons à nos lecteurs la matérialisation de ces phénomènes. Le globe est posé sur un

support horizontal, comme indiqué en **figure 7**. Cette expérience nécessite, cependant, une salle de dimensions suffisantes, notamment en longueur. Sur une paroi verticale sont disposés deux spots à faisceau très directif et orientés vers le globe, en respectant l'angle de 23° évoqué ci-dessus.

Il est alors possible de simuler les deux solstices en allumant l'un ou l'autre des spots, le tout dans une obscurité ambiante.

Il est ainsi possible de «voir», heure par heure, la situation d'éclairage de notre planète, en temps réel.

R. KNOERR

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

MODEST AMP 220

Amplificateur 2 x 24 W RMS



Électronique Pratique propose régulièrement des études d'amplificateurs «haut de gamme», plus particulièrement à l'intention des audiophiles. Ces réalisations attestent, s'il le fallait, de la qualité de votre magazine. Ce numéro vous propose un amplificateur économique, simple à assembler et offrant malgré tout des performances très honorables.

Il ne nécessite aucun réglage et fonctionne dès la dernière soudure refroidie. Sa puissance peut atteindre 24 W par canal avec une charge de 4 Ω , grâce au circuit intégré STA540, câblé en double pont.

Très vif et dynamique, il restitue une musique dépourvue de bruit et peut s'alimenter à partir du secteur ou d'une batterie de 12 V.

Nos lecteurs caravaniers et nomades apprécieront.

Afin de s'adapter à toutes les ambiances musicales, il est muni d'un correcteur de tonalité à deux voies.

Sa grande sensibilité, en entrée, admet toute source (platine CD, baladeur MP3). Les meilleurs résultats sont, bien sûr, obtenus avec une platine CD.

Le circuit STA540 intègre absolument toutes les protections nécessaires à sa survie.

Il dispose même d'une broche (DIAG)

pour y connecter une led qui s'illumine lors d'un défaut d'écrêtage du signal de sortie.

Sa conception sur une unique platine comportant tous les composants et organes de commandes, hormis le transformateur d'alimentation, supprime la plupart des câblages externes, sources de bruits et d'erreurs.

Il se présente dans un luxueux coffret métallique, conférant à MODESTAMP une belle finition.

Les composants qui le constituent ne présentent aucune difficulté d'approvisionnement.

Caractéristiques et équipements

- Amplification par un unique circuit intégré STA540.
- Forte puissance (2 x 24 W RMS), due à une double configuration en pont.

- Toutes les protections sont intégrées dans le circuit «audio» : courts-circuits et tension continue en sortie HP, surchauffe.

- Charge en sortie : 4 Ω à 8 Ω .

- Protection contre les bruits dans les enceintes, lors de la mise «sous» et «hors» tension de l'amplificateur.

- Visualisation, par l'illumination d'une led, de l'éventuel écrêtage du signal en sortie HP.

- Tension d'alimentation unique : +12 V à +18 V.

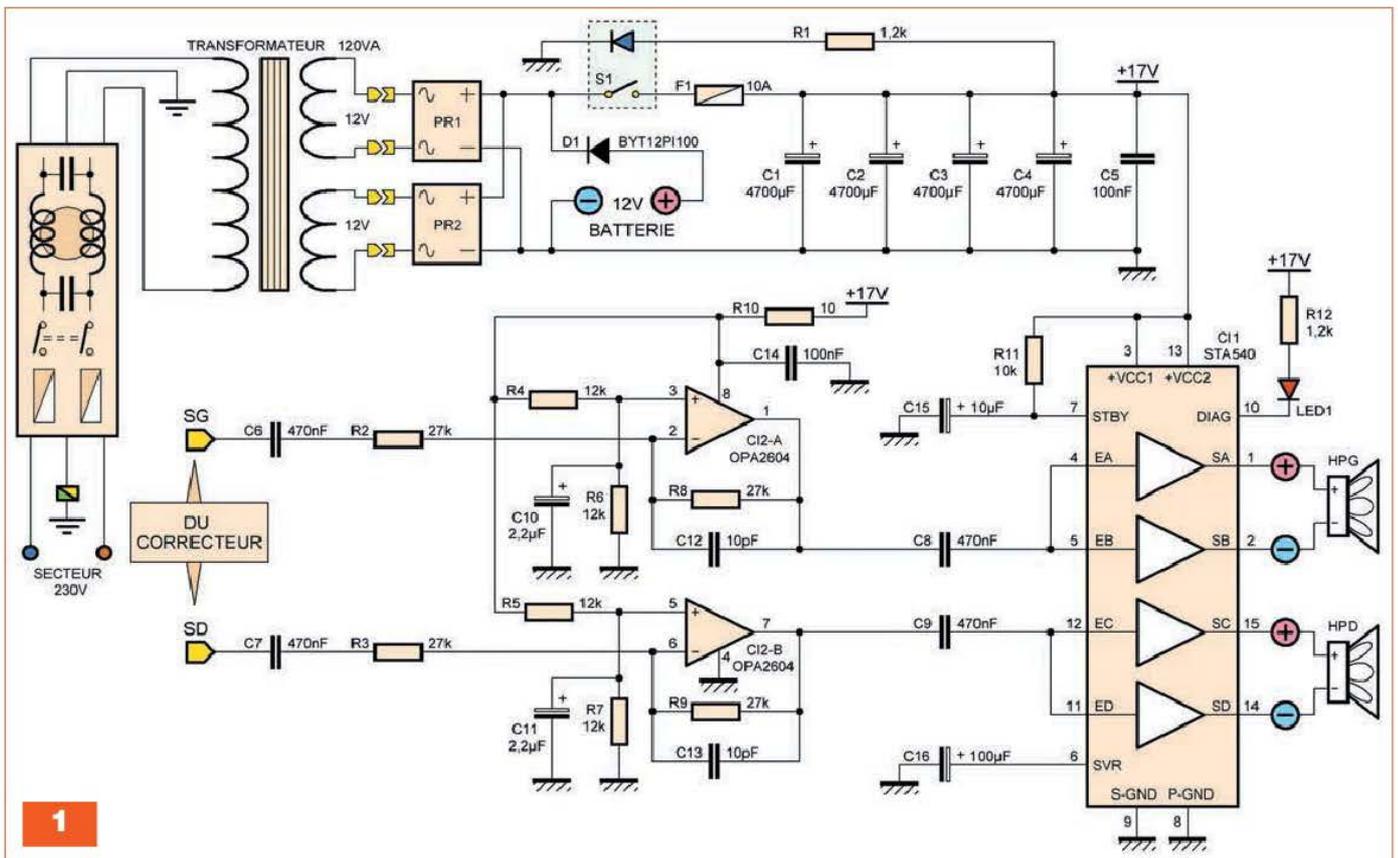
- Coffret métallique avec face avant, arrière et côtés en aluminium brossé.

- Correcteur de tonalité à deux voies, graves et aiguës.

- Alimentation par le secteur avec une tension unique de +17 V.

- Alimentation par une batterie de +12 V.

- Potentiomètre de balance, à double piste, pour une meilleure séparation des canaux.



1

Schéma de principe

L'alimentation et l'amplificateur

Les deux secondaires du transformateur, dont le primaire est protégé par un filtre secteur, fournissent chacun une tension alternative de 12 V.

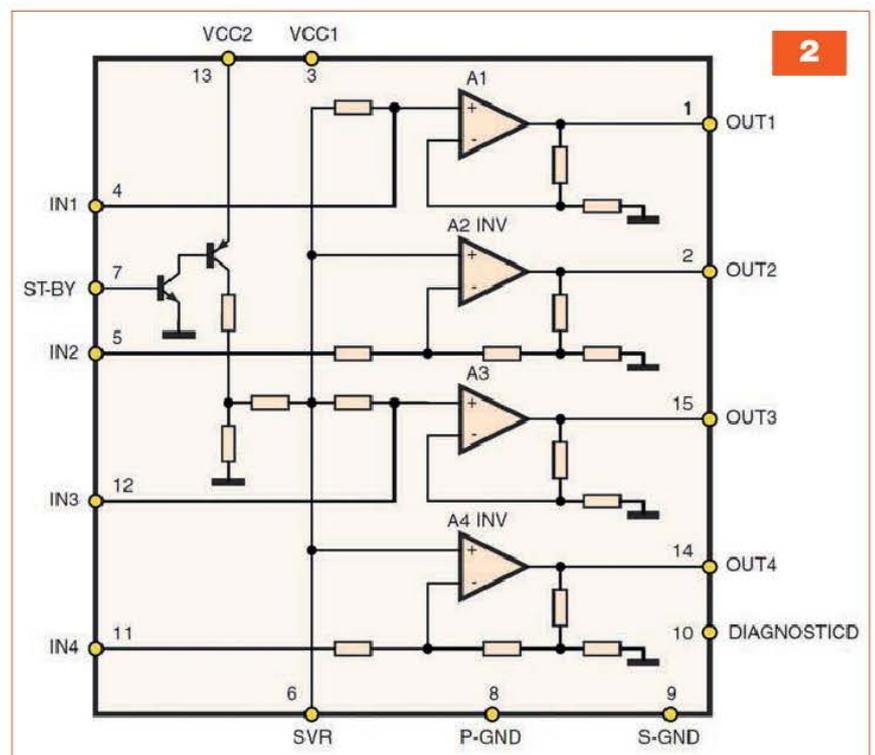
Après un redressement par les deux ponts PR1 et PR2 et un efficace filtrage par les condensateurs C1 à C5, nous disposons d'une tension continue voisine de +17 V (figure 1).

Avec une alimentation à partir d'une batterie de 12 V, la diode rapide de puissance D1 achemine le potentiel positif, tout en assurant une protection en cas d'inversion des polarités. L'interrupteur S1 permet d'isoler l'amplificateur, quel que soit son mode d'alimentation.

Le fusible F1, largement dimensionné, assure une protection en cas de court-circuit franc.

La led, intégrée à l'interrupteur, visualise la présence de la tension d'alimentation. Elle est limitée en courant par la résistance R1.

Vous l'aurez deviné, en cas d'alimentation par une batterie, la tension reste

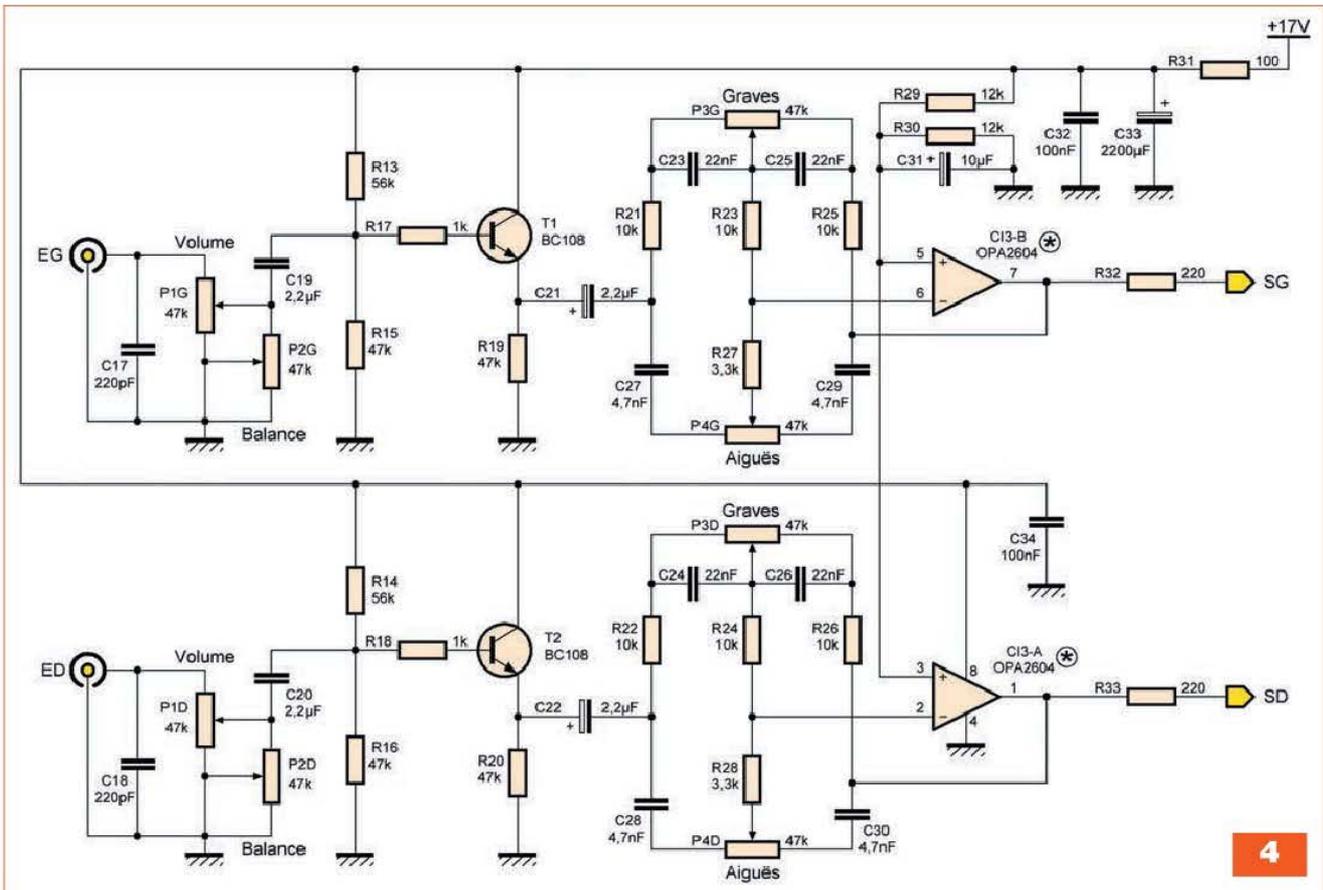


2

inférieure à +17 V, plutôt voisine de +14 V si la batterie est bien chargée.

Les signaux «audio», sortant du correcteur de tonalité, traversent les conden-

sateurs de liaisons C6, C7 puis les résistances R2 et R3, avant de parvenir aux entrées «inverseuses» des amplificateurs opérationnels de C12. Les résis-



4

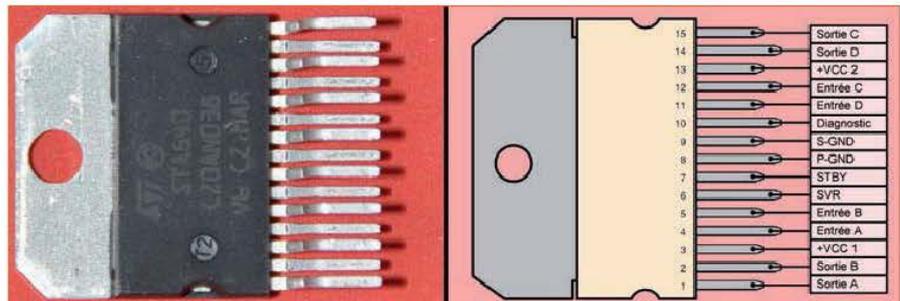
tances de contre-réaction R8 et R9 déterminent le gain en tension de ces étages. Les condensateurs C12 et C13, de faible valeur, évitent les oscillations en réduisant la bande passante aux fréquences élevées. En sortie des amplificateurs opérationnels, les signaux sont appliqués aux entrées de l'amplificateur CI1, via les condensateurs de liaisons C8 et C9.

Les résistances R4/R6 et R5/R7, de même valeur, forment deux ponts diviseurs, qui polarisent les entrées «non-inverseuses» de CI2 à U/2.

Les condensateurs C10 et C11 effectuent un filtrage. L'alimentation de l'AOP / CI2 est découplée par la résistance R10 et le condensateur C14, au plus près de ses broches.

Le circuit CI1 intègre quatre amplificateurs et toutes les protections nécessaires, comme le montre le schéma synoptique interne de la **figure 2**.

Son brochage est présenté en **figure 3**. De ce fait, il nécessite peu de composants périphériques. Afin d'obtenir une configuration stéréophonique, nous avons câblé les amplificateurs en pont,



3

deux par deux. Le condensateur C15 et la résistance R11 déterminent la constante de temps à la mise sous tension et à l'arrêt de l'appareil. Elle évite, ainsi, les bruits indésirables dans les enceintes acoustiques. La LED1, limitée en courant par la résistance R12, visualise un éventuel défaut d'écrêtage du signal.

C16 filtre la tension de réjection interne.

Le correcteur de tonalité

Les signaux d'entrées, gauche et droit, arrivent sur les broches extrêmes du potentiomètre de volume P1, à double piste. Les condensateurs C17 et C18,

de faible valeur, suppriment les parasites d'ordre HF (**figure 4**).

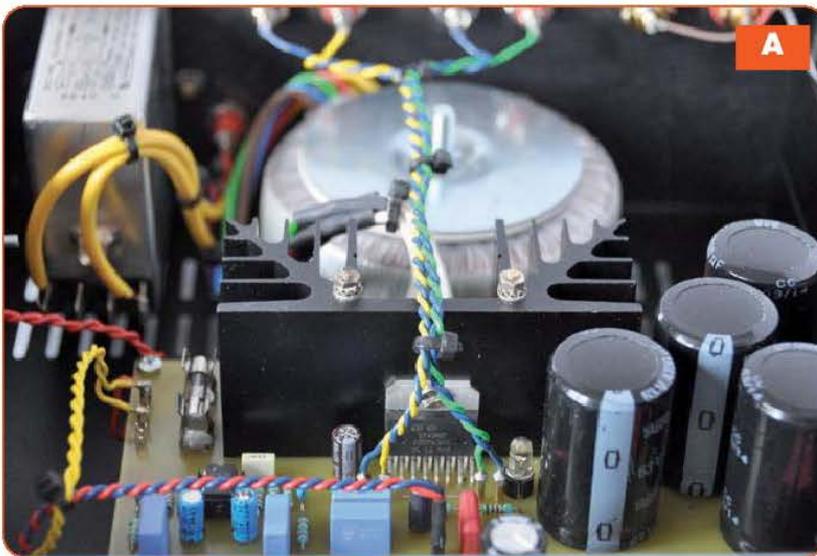
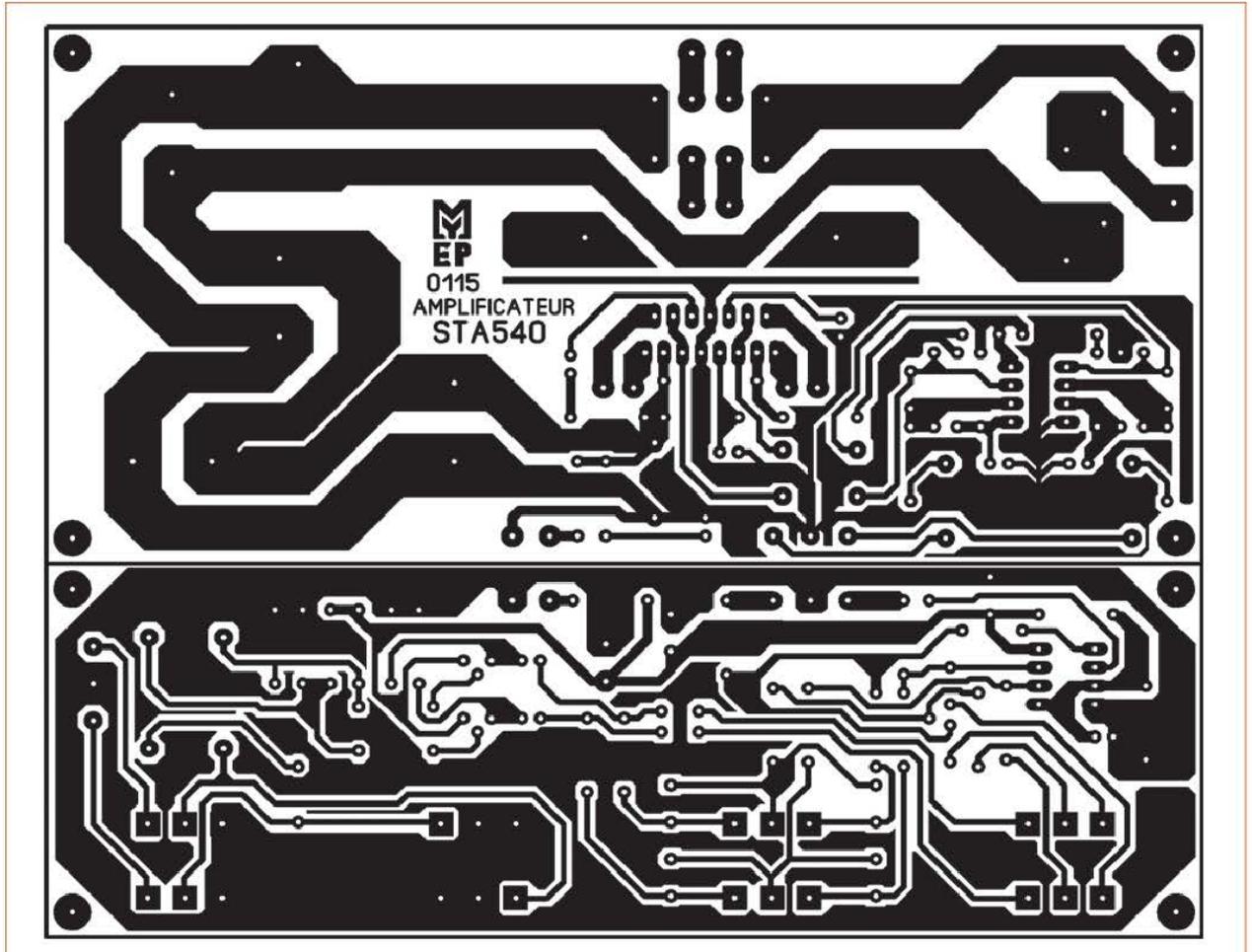
Ils sont soudés directement sur les embases d'entrées.

Les curseurs de P1 se raccordent aux extrémités opposées du potentiomètre de balance P2, à double piste.

Lorsqu'un canal est au minimum, l'autre se retrouve donc au maximum. Si le curseur de P2 est en position médiane, les deux signaux des canaux ont la même amplitude.

Les condensateurs de liaisons C19 et C20 se raccordent, chacun, à la base d'un transistor faible bruit, monté en collecteur commun.

5



Les condensateurs C21 et C22 acheminent les signaux vers un traditionnel correcteur de tonalité de type «Baxandall». Le potentiomètre double P3 ajuste le niveau des aiguës avec C27 à C30, R27 et R28. Le potentiomètre double P4 règle les

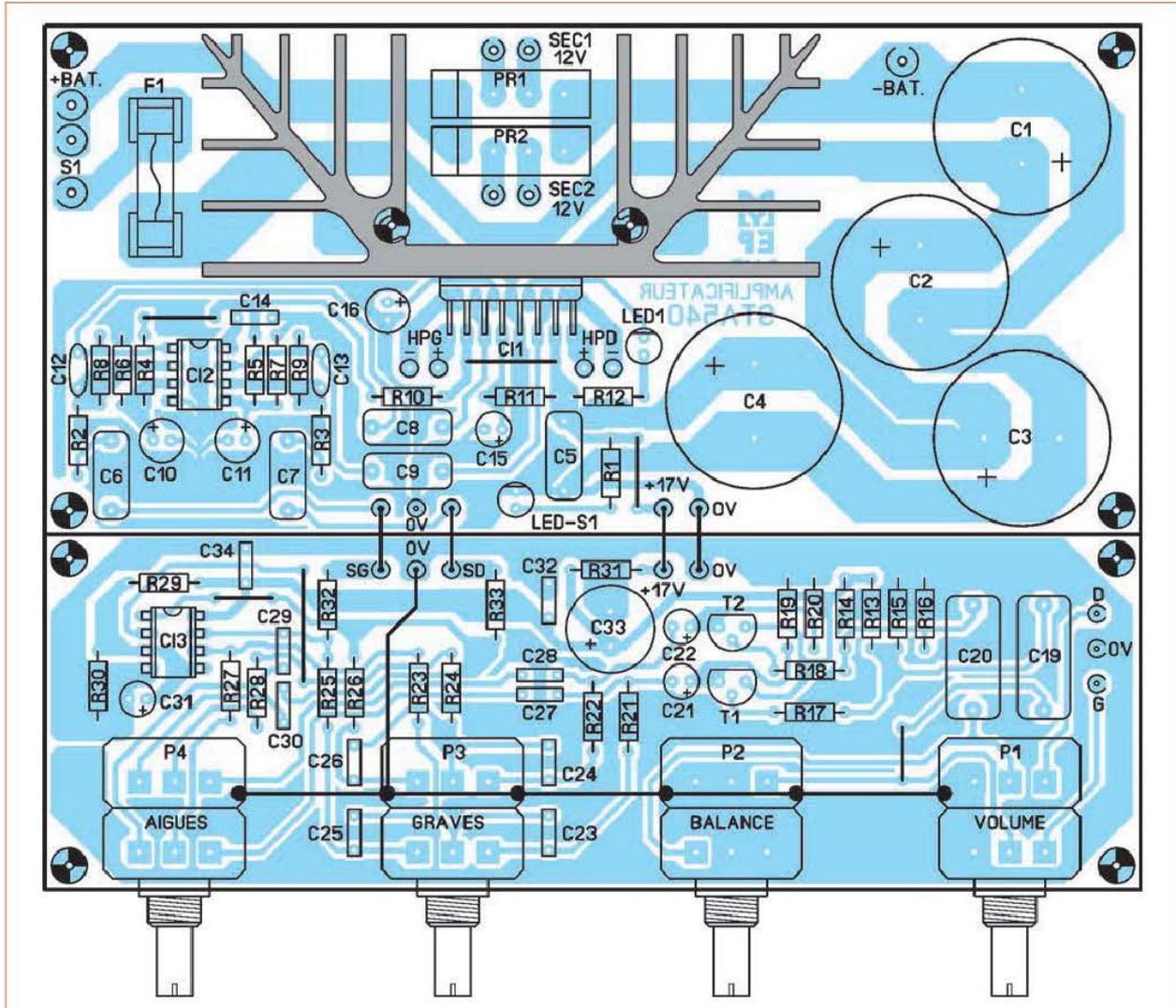
graves avec C23 à C26 et R21 à R26. Le gain des amplificateurs opérationnels CI3 est fonction des deux réglages précédents. Les résistances R32 et R33 transmettent les signaux aux entrées de l'amplificateur STA540.

CI2 et CI3 sont des modèles à très faible bruit : des OPA2604. Il est possible de les remplacer par des traditionnels TL072, moins onéreux, pour des performances honorables, malgré tout. La résistance R31, accompagnée des condensateurs C32 et C33, découple l'alimentation du circuit correcteur de tonalité.

Le pont diviseur R29/R30 polarise les entrées «non-inverseuses» de CI3 à la moitié de la tension d'alimentation, les résistances ayant toutes deux la même valeur ohmique. Le condensateur C31 découple ce potentiel U/2.

Réalisation

Avant de l'entreprendre, nous recommandons de vous procurer l'intégralité des pièces, afin de connaître, avec précision, les encombrements et les diamètres de perçages des pastilles. Même pour une réalisation «audio» économique, optez toujours pour des composants de qualité, vous en serez récompensés lors de l'écoute.



Nomenclature

• Résistances 5% (ou 1%) / 1/2 W

R1, R12 : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
 R2, R3, R8, R9 : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
 R4 à R7, R29, R30 : 12 kΩ (marron, rouge, orange)
 R10 : 10 Ω (marron, noir, noir)
 R11, R21 à R26 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R13, R14 : 56 kΩ (vert, bleu, orange)
 R15, R16, R19, R20 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R17, R18 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R27, R28 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
 R31 : 100 Ω (marron, noir, marron)
 R32, R33 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

• Potentiomètres

P1 : 2 x 47 kΩ à courbe logarithmique
 P2, P3, P4 : 2 x 47 kΩ à courbe linéaire

• Condensateurs

C1 à C4 : 4 700 µF à 10 000 µF / 35 V (SNAP-IN)
 C5 à C9 : 100 nF (Wima MKT ou MKP pas 10,16 mm)

C10, C11, C19 à C22 : 2,2 µF / 35 V (sorties radiales)
 C12, C13 : 10 pF (Murata ou céramique)
 C14, C32, C34 : 100 nF (LCC pas 5,08 mm)
 C15, C31 : 10 µF / 35 V (sorties radiales)
 C16 : 100 µF / 35 V (sorties radiales)
 C17, C18 : 220 pF (Murata ou mica argenté)
 C23 à C26 : 22 nF (LCC pas 5,08 mm)
 C27 à C30 : 4,7 nF (LCC pas 5,08 mm)
 C33 : 2 200 µF / 35 V (sorties radiales)

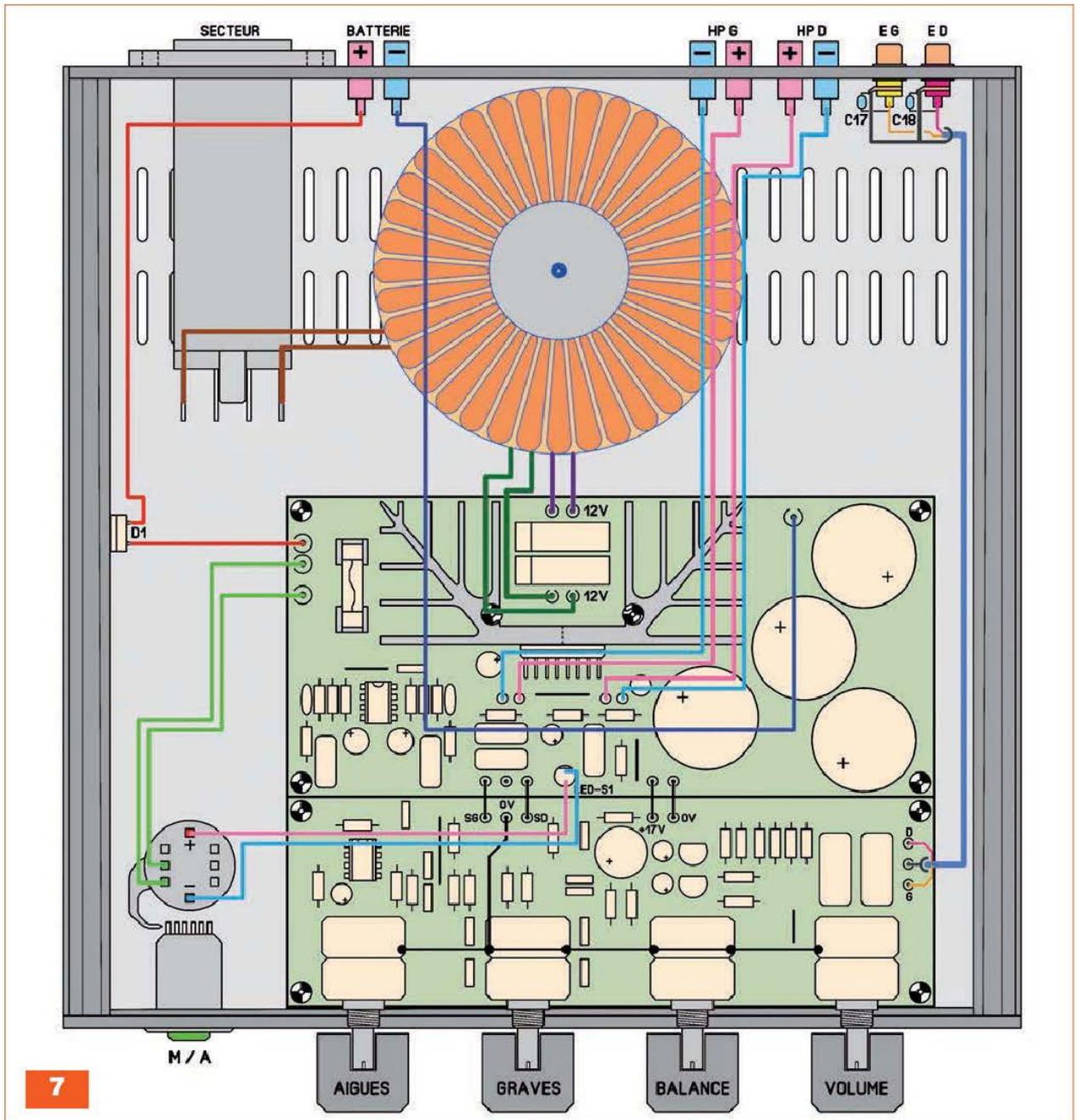
• Semiconducteurs

PR1, PR2 : pont KBU1006 ou équivalent (St-Quentin Radio, Gotronic)
 CI1 : STA540 (St-Quentin Radio ou Sparkfun)
 CI2, CI3 : OPA2604 ou TL072
 T1, T2 : BC108
 D1 : BYT12PI100 ou équivalent (St-Quentin Radio, Gotronic)
 LED1 : Ø 5 mm rouge

• Divers

1 transformateur torique de 2 x 12 V / 120 VA
 1 porte-fusible pour circuit imprimé
 1 fusible de 10 A en verre de 5 x 20

1 coffret HIFI 2000 Galaxy GX283 (St-Quentin Radio - Audiophonics)
 1 dissipateur thermique de type ML41, hauteur 40 mm
 2 supports de circuit intégré à 8 broches
 1 interrupteur Ø 16 mm, INOX, Cercle bleu, 250 V / 3 A avec led bleue (Gotronic, Audiophonics)
 1 filtre secteur Schaffner FN 394-6-05-11 (Prise, inter, fusibles 10 A et filtre)
 2 embases RCA (1 rouge et 1 blanche) dorées pour châssis
 6 embases bananes Ø 4 mm (pour enceintes et batterie : 3 rouges et 3 noires)
 4 boutons en aluminium, couleur «argent» (Ø 20 mm à 22 mm)
 Barrettes sécables «SIL» mâles et femelles, droites
 Cosses «poignard» pour circuits imprimés
 Câble blindé 2 conducteurs
 Fils souples de faible et forte section
 Gaine thermo-rétractable de plusieurs diamètres
 Entroises filetées M3
 Visserie métal Ø 3, 4 et 6 mm



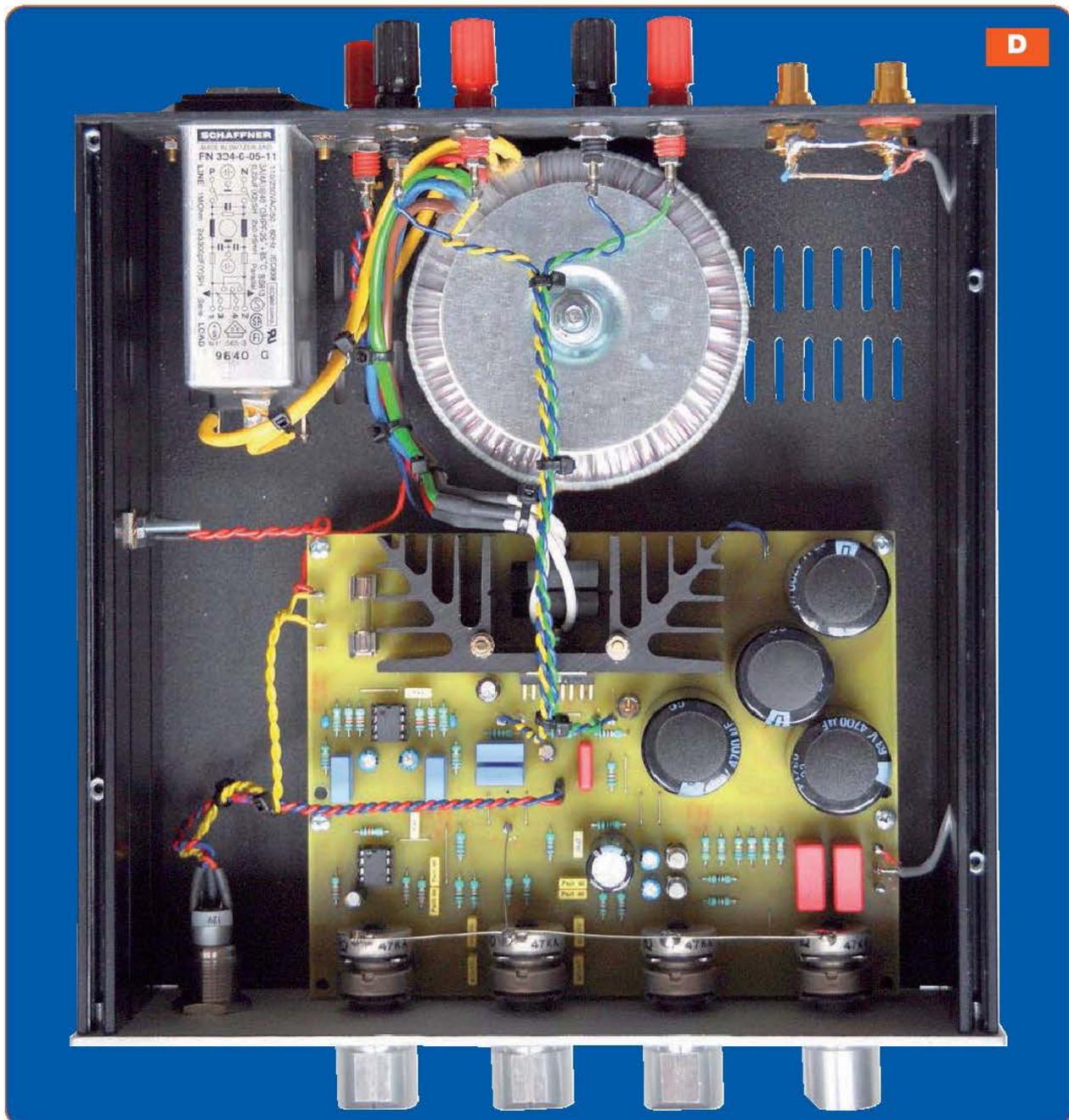
Ne modifiez jamais le tracé d'une piste de circuit imprimé. Ceux-ci ont été conçus pour obtenir un résultat irréprochable, en tenant compte de l'intensité des courants qui peuvent circuler dans les pistes et en évitant les boucles de masse. Lors de la réalisation, reportez-vous fréquemment aux nombreuses figures et photos, bien souvent plus parlantes que les textes.

Pour la gravure du circuit imprimé, vous ne devriez éprouver aucune difficulté si vous avez suivi régulièrement nos articles. La **figure 5** représente le typon. Reproduisez-le impérativement selon la

méthode photographique. Percez toutes les pastilles avec un foret de $\varnothing 0,8$ mm, puis alésez selon nécessité. Ébavurez le circuit imprimé pour obtenir une bonne finition et éviter de vous râper les doigts lors des manipulations. Soudez les composants en respectant scrupuleusement l'implantation de la **figure 6**.

Commencez par les dix ponts de liaisons (straps). Continuez par ordre de taille et de fragilité des pièces, les résistances en premier, en terminant par le circuit intégré C11 vissé contre son dissipateur thermique (**photo A**). Avec un fil fin dénudé, reliez la carcasse des quatre

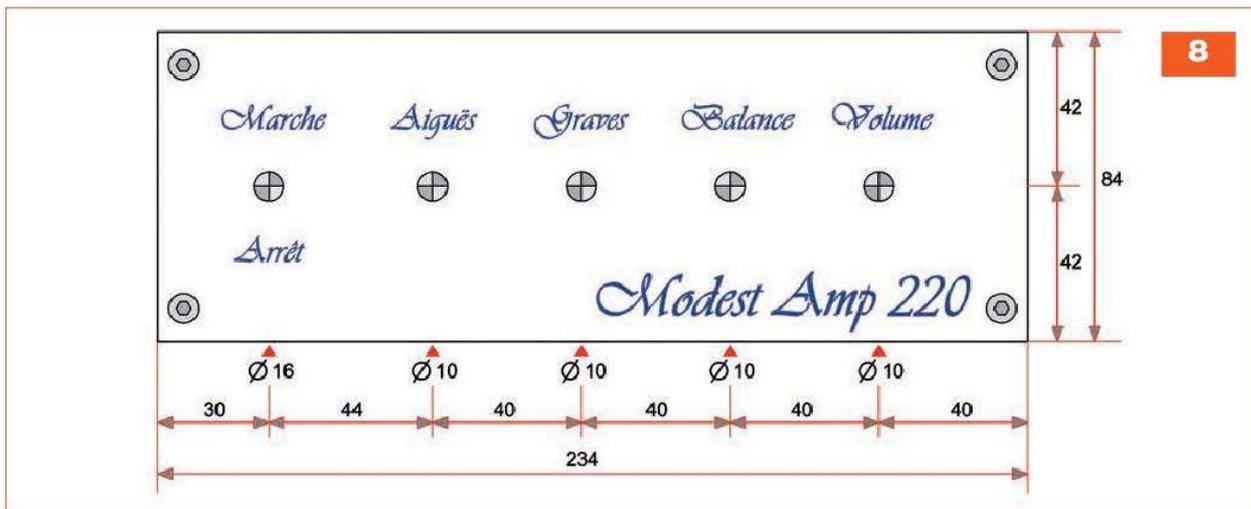
potentiomètres à la masse des entrées, afin d'éviter «l'effet de main» (**photo B**). Les lecteurs ne souhaitant pas réaliser le correcteur de tonalité peuvent ne pas câbler les composants de cette section et relier le potentiomètre de balance directement à l'entrée de l'étage de puissance STA540 pour chaque canal. Avant de procéder aux interconnexions, vérifiez votre travail au niveau des pistes, de la valeur et du sens des composants. Compte tenu des puissances mises en œuvre, les erreurs peuvent avoir des conséquences désastreuses et même présenter un danger d'explosion



en cas d'inversion des polarités d'un gros condensateur électrochimique. Effectuez ensuite tous les câblages entre la platine et le transformateur, la

plaque arrière, la face avant et le filtre secteur. La diode D1, encapsulée dans un boîtier TO220 isolé, se fixe directement contre le côté gauche avec une vis

à tête hexagonale, prisonnière dans une rainure (**photo C**). Les raccordements de l'interrupteur et ceux des embases des haut-parleurs doivent être effectués



avec des fils souples de section minimale 0,3 mm².

Maintenez les fils entre eux à l'aide de colliers en plastique (rilsan), en vous conformant à la **figure 7** et la **photo D**. Nous avons dessiné une face avant sérigraphiée. Sa représentation, ainsi que les emplacements et les diamètres de

perçages sont reportés en **figure 8**, à l'échelle 1:2.

Y. MERGY

Adresse Internet de l'auteur
myepled@gmail.com

Les liens Internet utiles pour ce sujet :
<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>

Site Internet de la société Audiophonics
<http://www.audiophonics.fr>

Site Internet de la société Reichelt
<http://www.reichelt.com>

PETITES ANNONCES

VENTE/ACHAT

VDS composants divers : transistors, diodes, amplis OP, circuits logiques, régulateurs, afficheurs, optocoupleurs, CI spéciaux, condensateurs électrochimiques, connecteurs, relais ; ventilateurs, moteurs, revues d'électronique...

Liste sur demande à jlvr92@free.fr

CHERCHE développeur pour création de site internet en PHP. Ce site sera en évolution permanente. Contact : txvuck@free.fr

Pour K7 JVC CD 1970, visible sur vintage.com, Tape Select bias switch QSL0001-007 S4, Tape Select EQ

switch QSL0001-005 S3, ANRS switch QSP4214-001 S6, Peak/ vu-meter switch QSL0001-006 S5, Slide switch x 2 QSS9201-001 - 27 picots ou broches. Tél. : 09 53 73 84 40 ou berplu@freee.fr

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 Brossollette, 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

Eurocircuits SARL expose au salon **ENOVA Toulouse**

Rendez-vous les 11 et 12 mars 2015

Parc des expositions de Toulouse - Stand B37

Information et badge gratuit (Code IA) sur www.enova-event.com

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

HFC Audiovisuel

29, rue Capitaine Dreyfus
68100 MULHOUSE

Tél. : 03 89 45 52 11

www.hfc-audiovisuel.com

SIRET 30679557600025

PETITE ANNONCE GRATUITE RÉSERVÉE AUX PARTICULIERS

À retourner à : **Transocéanic - Électronique Pratique - 3, boulevard Ney 75018 Paris** ou [<redaction@electroniquepratique.com>](mailto:redaction@electroniquepratique.com)

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

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville/Pays

Tél. ou e-mail :

• TEXTE À ECRIRE TRÈS LISIBLEMENT •

GO TRONIC

ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

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 motoréducteurs 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. Alimentation: 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 soudeuse. 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, Seeeduino 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

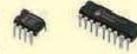
Carte basée sur un ATmega328P compatible Arduino et équipée de 12 connecteurs Grove: 6 digitaux, 3 analogiques, 2 I2C et 1 Uart. Compatible avec la plupart des programmes, des shields ou de l'IDE Arduino. S'utilise directement avec les capteurs de la série Grove. Connecteurs situés sur les bords extérieurs permettant d'enfiler 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	Désignation	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/9-17 S	25205	8.95 €
PICAXE-40X2	33 E/S config.	25207	9.85 €

CARTE LINK IT ONE

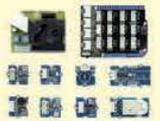
Carte compatible Arduino équipée des fonctions GSM, GPRS, Wifi, Bluetooth BR/EDR/BLE, GPS et Audio. Port micro-SD (carte non incluse) pour le stockage et port pour carte SIM (carte non incluse). Basée sur un MT2502A ARM7 EJ-S cadencé à 260 MHz. Connecteurs latéraux permettant d'utiliser la plupart des 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 soudeuse 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

- Système d'enceintes 5.1 Cinema-Home
- Amplificateur AV192 Pioneer
- Carte son 8x SoundForge
- Casque Bluetooth JB
- Smartphone LG
- Téléviseur 100cm de Blaupunkt

HI-FI ET AUDIO-VIDÉO QUEL SYSTÈME POUR VOTRE SALON ?

2015 LE SON À L'HONNEUR

21 PRODUITS TESTÉS

ENCEINTES, SOCLES, BARRES, AMPLIS, PLATINES, CASQUES, BALADEURS...

SHOPPING HIGH-TECH Les nouveautés de la rentrée

Les 32 meilleurs produits Audio Home Cinéma, Vidéo et Mag

Prix EISA 2015

hifi vidéo home cinéma

BANCS D'ESSAIS IMAGE

PLATINES VINYLES GOÛT DU «VINTAGE» OU PASSION DU SON ?

BANCS D'ESSAIS

Platines vinyles

- Clearaudio Concept
- Fluxus VinylPlay
- Sony DP-100P
- Pro-Ject Debut Carbon Super SB
- Thorens TD 203

Audio & Image

- Vidéo-projecteur Full HD 1080p
- Bluetooth 200705 AVR
- Casque sans-fil Jabra JB
- Téléviseur OLED-TV 100 48UC70V
- Sonoséo Blué Travel

Minichocle audio Hi-Res

- Technica CT05
- Cameraphon/ampli casque Marantz HD-DAC1
- Casque Bluetooth JBL
- Minichocle Pioneer X-P412

HO MAG

Les sorties Blu-ray et DVD

st Quentin radio

6 rue de st quentin 75010 PARIS

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

Prix tcc donnés à titre indicatif

Arduino

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

Câbles Audio Gotham

GAC 1 - 1 cond + blind, ø 5,3mm	2€50
GAC 2 - 2 cond. + blind, ø 5,4mm	3€
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€
2549 - 2 cond 6mm	4€30
2792 - 2 cond 8mm	3€10
2944 - 2 cond 2,5mm	2€
2534 - 4 cond + blindage	3€50
2965 - audio/vidéo, index ø 4,6mm/canal	4€50
2552 - Pour Bantam	2€70
3103 - HP, 2 x 4mm ² , Ø 12,5mm	16€
2921 - HP, 4 x 2,5mm ² , Ø 11,8mm	19€
3104 - HP, 4 x 4mm ² , Ø 15mm	24€
3082 - HP, 2 x 2mm ² , Ø 6,5mm (type coaxial)	5€80
2895 - Câble vidéo 75 ohms Ø 3 mm	3€

Bandeau De Leds

- Alimentation en 12Vcc
- 60 LED's au metre
- Largeur ruban 8 mm pour led 3528 consó 300mA/metre
- Largeur ruban 10 mm pour led 5050 consó 500mA/metre
- Vendu par longueur de 1 metre ou rouleau de 5 metres
- Peut-être découpé par longueur de 5cm minimum
- Conditionnement : Rouleau de 5m
- Prix dégressifs par quantité

couleur	Type LED	le metre	bobine de 5m tres
blanc chaud - 60 led/m	3528	9€80	29€90
blanc froid - 60 led/m	3528	9€80	29€90
rouge - 60 led/m	3528	9€80	25€
vert - 60 led/m	3528	9€80	25€
jaune - 60 led/m	3528	9€80	25€
bleu - 60 led/m	3528	9€80	25€
tricolore RVB - 60 led/m	5050	10€	42€50

SIC SAFCO / SICAL

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

10µF 450V	4€75
15µF 450V	6€
22µF 450V	6€90
33µF 450V	6€90
47µF 450V	5€50
100µF 450V	7€50

Tubes Électroniques

2A3 - Sovtek	55€	ECC 83-12AX7 EH, gold	19€50
12AX7LPS - Sovtek	15€50	ECF 82-6UBA	17€
12AX7 Tungsol	17€	ECL 86	35€
12AX7WA - Sovtek	14€	EF 86 EH	24€
12AX7WB - Sovtek	17€	EL 34 - JJ	22€
12AX7WC - Sovtek	16€	EL 34 - EH	19€
12AX7 JJ TESLA	15€	EL 84 - Sovtek	11€
12AX7 voir ECC83		EL 84 - JJ	15€
12AY7 - EH	17€	EL 86	14€
12BH7 - EH	19€50	EM 80 - 6EPI	35€
5AR4-GZ34-SOVTEK	25€	GZ 32 - 5V4	19€10
5R4 WGB	18€	GZ 34 voir 5AR4 Sovtek	
5725 - CSF Thomson	12€	OAZ Sovtek	13€10
5881 WXT Sovtek	19€	OB2 Sovtek	14€10
6922-EH	18€	6CA7 - EH	23€50
6C45P1 - Sovtek	26€	lot de 2 tubes appariés	
6CA4 - EZ 81 - EH	16€	300B - EH	172€
6H30 PI EH gold	34€	845 - Chine	240€
6L6GC - EH	20€	6550 - EH	73€
6L6VXT-Sovtek	20€	6L6GC - EH	47€
6SL7-Sovtek	15€	6V6GT - EH	40€
6SN7-EH	22€50	EL 34 - EH	39€
6V6GT-EH	18€	EL 34 - Tungsol	52€
ECC 81-12AT7-JJ	15€	EL 84 - EH	29€90
ECC 81-12AT7-EH	15€	EL 84M - Sovtek	52€
ECC 81-12AT7-EHgold	19€50	EL 84 - Gold lion	56€
ECC 82-12AU7-JJ	15€	KT 66 - Genalex	81€
ECC 82-12AU7-EH	15€50	KT 88 EH	74€
ECC 82-12AU7-EH, gold	19€	KT 90 - EH	99€
ECC 83-12AX7 - EH	14€		

Support Tube

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

SCR Polypropylène

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

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
attention: ne pas utiliser sans dissipateur de chaleur supplémentaire

	3W neutre/chaud	10W neutre/chaud	30W 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€	34€

Testeurs De Composants

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

Auto-transformateur 230v>115v & 115v>230v

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

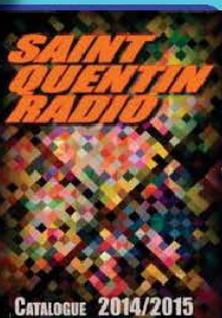
Importation

Pour utilisation matériel USA en france

40VA - 230V > 115V	11€
85VA - 230V > 115V	26€10
250VA - 230V > 115V	53€20

catalogue 2014/2015 st quentin radio disponible !

148 pages, tout en couleur.
2,50€ à la boutique.
Si vous désirez recevoir uniquement notre catalogue, frais d'affranchissement compris
france métropolitaine : 5€



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

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