

ÉLECTRONIQUE & MICRO-INFORMATIQUE

N° 223
JANVIER 1997

MENSUEL
195 FB • 8,50 FS
ISSN 0181-7450

ELEKTOR

EN POINT DE MIRE :
LES CD-ROM COMPOSANTS

DÉTECTION DE L'ÉLECTROSMOG

PRÉAMPLI
ALIMENTÉ PAR PILES

SUPPLÉMENT :
LOGICIELS LAURÉATS
DU CONCOURS

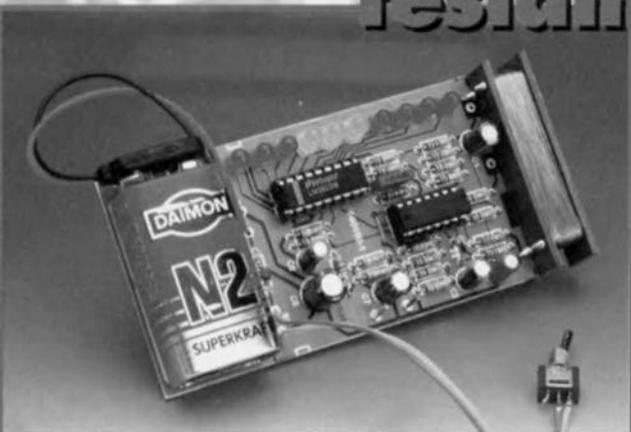


M 1531 - 223 - 27,00 F



teslamètre

22



préamplificateur alimenté par piles

18



concours international les logiciels lauréats

40

panorama des CD-ROM composants



RÉALISATIONS

- 14 **commutateur de dongle**
☆☆ déconnecte, momentanément, une imprimante rétive
- 18 **feux tricolores pour frigo**
☆ gardez à l'oeil sa température intérieure
- 22 **teslamètre**
☆☆ à la poursuite de l'électro-smog
- 32 **préamplificateur alimenté par piles**
☆☆ circuit haut de gamme pour puristes
- 40 **logiciels en compétition**
☆☆ logiciels lauréats de notre concours
- 50 **régulateur de vitesse**
pour modèle réduit ferroviaire

INFORMATIONS

- 12 **actualités électroniques**
- 26 **panorama des CD-ROM composants**
lorsque la résine remplace le papier
- 37 **infocartes**
DS 1620, thermomètre numérique et thermostat,
CNY 65, opto-isolateur
- 39 **logiciels: ALABEL**
la bible des composants électroniques
- 48 **applikator: DS1669**
potentiomètre numérique
- 56 **cours pratique d'électronique**
3ème partie:
les amplificateurs opérationnels
- 60 **un laboratoire chez soi**
inventaire et mode d'emploi

RUBRIQUES

- 30 l'électronique et votre sécurité
- 36 aides à la réalisation
- 49 éléubrations ...
- 64 le coin du lecteur
- 64 tort d'Elektor
- 65 la réglementation CEM
- 66 Publitrionic Service
- 67 Petites Annonces Gratuites Elektor
- 76 avant-première

facile

difficile



nouvelle génération d'oscilloscopes numériques

idéale pour l'enseignement et l'usage privé

Avec la série TDS 200, Tektronix présente une nouvelle famille d'oscilloscopes numériques en temps réel. Ces instruments compacts et polyvalents ont été tout particulièrement développés pour servir dans la recherche, la production, l'enseignement et le dépannage. Comparé aux oscilloscopes numériques existants, le prix a été à ce point raboté qu'il rejoint pratiquement celui des appareils analogiques. La série TDS 200 devrait mettre un terme aux hésitations de nombreux utilisateurs et les décider à franchir le pas vers le tout numérique.



Cela fait déjà quelques années que le marché des oscilloscopes est dominé par les modèles numériques. Seule la gamme la moins chère compte encore des appareils analogiques ; l'unique argument en leur faveur, c'est le prix ! Tektronix présente maintenant deux oscilloscopes, le TDS 210 (bande passante 60 MHz) et le TDS 220 (100 MHz) dont la fréquence d'échantillonnage est de 1 GHz. Amateurs, techniciens de service après-vente et enseignants se voient offrir la possibilité de s'équiper en numérique à prix raisonnable. Les oscilloscopes TDS 210 et TDS 220 représentent également une option intéressante pour la ligne de production ou l'entretien préventif, en remplacement des modèles analogiques peu onéreux. Ils disposent de quatre atouts principaux : leur prix (sous les 10 000 F chacun)

leurs excellentes caractéristiques, leur compacité et la facilité de service, le talon d'Achille de leurs prédécesseurs analogiques. Ils ne pèsent que 2,1 kg. Les nouveaux modèles sont équipés du célèbre **DRT** (*Digital Real-Time*, temps réel en numérique) de Tektronix, une technique de suréchantillonnage qui assure précision et stabilité des formes d'onde observées, même à haute fréquence de récurrence. La vitesse d'échantillonnage de 1 GHz est toujours au moins dix fois supérieure à la largeur de bande, ce qui élimine le risque de repliement du spectre (*aliasing*). Grâce à la technologie de pointe à haute vitesse, les TDS 200 sont capables de montrer des détails d'une extrême finesse, souvent invisibles sur un tube analogique. Le DRT est suffisamment rapide pour

D'origine, les menus sont disponibles en différentes langues, il existe aussi des patrons de la face avant qui traduisent les indications.

échantillonner et afficher clairement les flancs et les pics du signal.

JUSTESSE ET EFFICACITÉ DES MESURES

Au niveau du contrôle de production et de l'assurance de qualité, ce sont des oscilloscopes analogiques que l'on rencontre le plus souvent. Dans ce domaine, les TDS 210 et 220 permettent d'atteindre une plus haute productivité, parce qu'ils sont programmables, effectuent des mesures automatisées et présentent à l'utilisateur un signal de mesure précis beaucoup plus vite. Ils affichent aussi bien la période, la fréquence, la va-

leur moyenne (*RMS*) que la moyenne ou la mesure pointe-à-pointe, alors que sur la plupart des oscilloscopes bon marché, c'est à l'utilisateur de positionner manuellement le curseur et d'y aller de son appréciation personnelle. Les appareils de la série TDS 2000 le font pour lui, plus rapidement, par le truchement de routines de mesure automatisées. La commodité d'emploi est encore améliorée par des dispositifs supplémentaires tels que sélection automatique de la gamme (comme sur les multimètres numériques), la mémorisation de signaux de référence et des réglages de l'appareil, disponibles même après l'extinction de l'oscilloscope.

SIMPLICITÉ DE COMMANDE

À part cela, les TDS 200 se commandent comme un oscilloscope analogique et ceux qui ont fait leur entraînement sur ce matériel reconnaissent d'emblée, par comparaison, la facilité d'utilisation, la clarté et la précision de l'écran des modèles numériques. Les TDS 210 et 220 réunissent ces qualités et disposent des réglages auxquels les habitués de l'analogique sont accoutumés, tels que l'amplification, la vitesse de la base de temps, les positions horizontale et verticale, etc. qui sont directement accessibles et réagissent exactement comme sur les anciens modèles. Quant aux fonctions automatisées, elles sont accessibles par de simples écrans-menus.

UN AFFICHAGE LUMINEUX

La série TDS 200 dispose d'un affichage à cristaux liquides éclairé par l'arrière, d'une grande clarté et d'un riche contraste, lisible sous un angle large. Contrairement aux oscilloscopes analogiques à tube, les cristaux liquides conservent leur haut contraste et une égale luminosité, quels que soient le facteur d'agrandissement ou la vitesse de balayage. En option, ces appareils peuvent être dotés d'une interface de communication, soit pour port Centronics uniquement, soit pour Centronics, bus GPIB et RS232.

967118

Identification sans fil

Reconnaissance rapide et fiable des véhicules

L'identification des véhicules en mouvement est un sujet très à la mode, surtout depuis que l'idée de péages électroniques s'est répandue. Aussi, les fabricants se lancent-ils à corps perdu dans le développement de systèmes capables d'identifier les véhicules rapidement et sans erreur. Siemens vient de présenter un capteur qui utilise les ondes de surface et permet d'identifier des automobiles. Un capteur à bord de la voiture est interrogé à distance par radio.

Comme il n'est pas nécessaire d'alimenter le capteur, on peut même l'installer en des endroits difficiles d'accès.

Le capteur travaille en ondes de surface ; il consiste en un cristal piézoélectrique formé de structures microscopiques en forme de peignes imbriqués. On appelle ces dispositifs des convertisseurs interdigités (il s'agit bien ici de doigts entrelacés) qui se comportent comme interfaces entre formes d'ondes différentes. Le capteur reçoit de l'émetteur d'interrogation une courte impulsion électrique. Le champ électrique subit dans le matériau piézoélectrique une transforma-

partie de l'onde acoustique. Vis-à-vis des réflexions, le convertisseur interdigité travaille en sens inverse : il transforme les échos reçus en signaux électriques qu'une antenne intégrée rayonne. Grâce aux délais entre les signaux captés, le récepteur peut reconstituer le motif binaire. Si l'on travaille en 32 bits, le nombre de combinaisons possibles vaut 2^{32} , soit près de 4,3 milliards de codes différents.

DÉJÀ EN SERVICE EN NORVÈGE
Le concept d'identification

montant exact, sans même que le conducteur ait eu à lever le pied. Cette année, c'est Munich qui va s'équiper d'un système comparable.

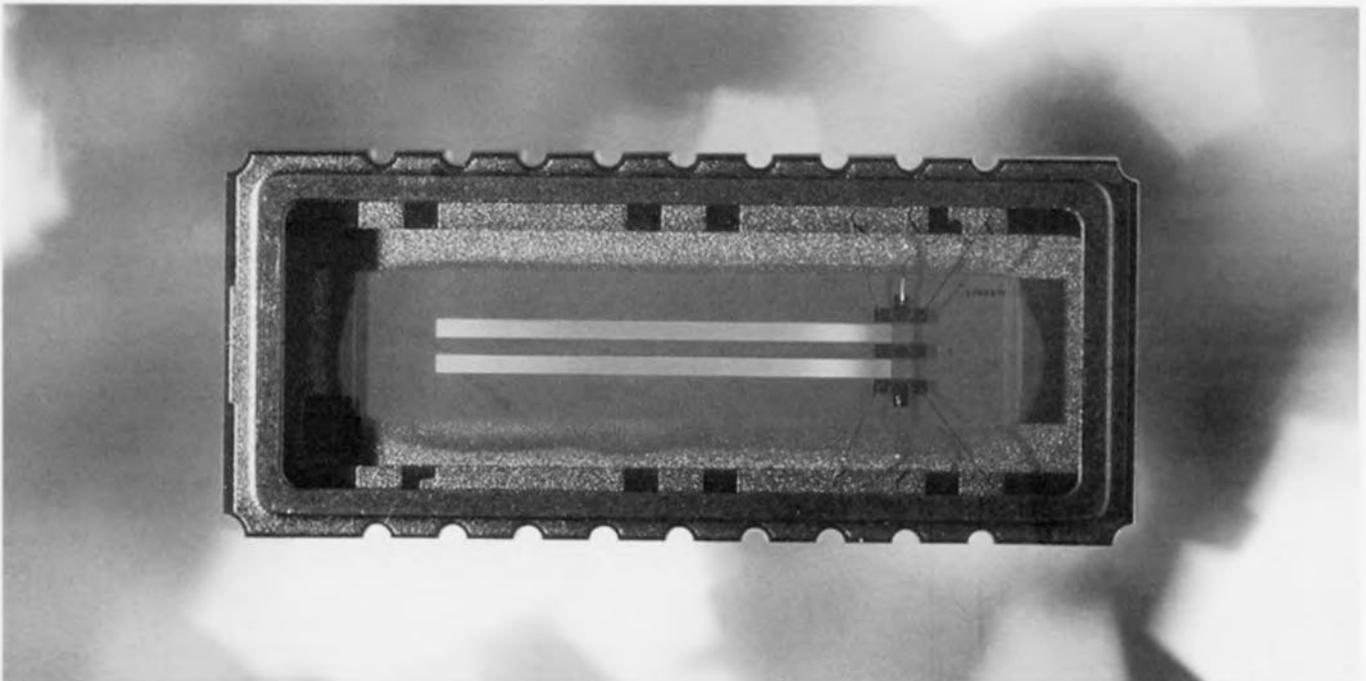
AUTRES POSSIBILITÉS

Mais le système peut tout aussi bien s'utiliser à l'envers. Au lieu d'identifier un véhicule, le transducteur peut servir à repérer une route ou une voie, par exemple. De la sorte, un conducteur de locomotive peut très simplement déterminer où il se trouve, voire demander des informations supplémen-

trouver dans un rayon de 10 m pour pouvoir entrer en communication. La distance est évidemment limitée par la puissance restreinte que le capteur peut émettre.

Comme capteur, au sens le plus courant du terme, le cristal piézoélectrique peut servir à mesurer différentes grandeurs physiques comme la pression, la température, la force ou la torsion. Ces paramètres influencent les propriétés de réflexion du matériau. Il est malheureusement encore compliqué de décoder, à partir de l'intensité et de la phase du signal retransmis, les informations souhaitées à propos de ces grandeurs physiques. On peut cependant citer déjà quelques développements couronnés de succès, tels que le thermomètre sans fil, construit à Munich dans le laboratoire de Siemens. Il est capable de mesurer jusqu'à 350 °C, la phase de l'onde de surface varie très linéairement entre 0 et 140 °C et sa précision atteint 0,1 Kelvin.

967119



tion mécanique qui se propage comme une onde acoustique à la célérité de 3 500 mètres par seconde à la surface du cristal. Celui-ci comporte une série de réflecteurs disposés comme des codes à barres. Chacun d'eux représente un 1 logique, ceux qui manquent, un 0 logique. Les réflecteurs renvoient une

sans contact physique, développé par Siemens, a déjà fait ses preuves en Norvège. Là-bas, 200 000 véhicules en sont d'ores et déjà équipés. Au passage devant les postes de péage, la voiture est reconnue automatiquement, la distance empruntée est calculée, la facture établie et le compte en banque débité du

taires. Si le récepteur est sensible non seulement à l'intensité du signal réfléchi, mais aussi à sa phase, il est possible de mesurer sa propre vitesse avec précision. Supposons que l'on utilise une fréquence d'émission de 1 GHz sous une puissance moyenne de 20 mW, les transducteurs doivent se

Le laboratoire Siemens travaille sans relâche à de nouvelles applications des transducteurs à onde de surface. Minuscules de quelques millimètres, ils ne réclament pas d'alimentation. Le capteur ci-dessus est destiné à la télémesure de température des coussinets d'axe sur les trains de marchandises.



commutateur de dongle

déconnecte,
momentanément,
une imprimante rétive

Les « fabricants » de logiciel utilisent diverses techniques pour protéger leur rejeton à l'encontre de copies. Le dongle constitue une solution (relativement) peu gênante pour l'utilisateur, sous la forme d'une sorte de « clef » que l'on doit enficher dans



le port imprimante et partant venant s'intercaler entre l'ordinateur et l'imprimante. Il semblerait, dans certains cas, que la présence d'une imprimante hors-fonction ait une influence négative sur le fonctionnement du dongle.

La mise sous tension de l'imprimante voire sa déconnexion pure et simple semblent bien souvent les seules options permettant un fonctionnement correct du dit « accessoire ». Notre commutateur de dongle constitue une solution tout à la fois rapide et élégante à ce problème ô combien énervant.

La protection d'un logiciel est un sujet d'actualité depuis les premiers pas de l'informatique (qu'elle soit micro ou non) frisant l'arbitraire. On ne peut pas reprocher à un vendeur de logiciel de vouloir protéger son produit contre toute utilisation illicite. D'un autre côté, il est parfaitement compréhensible qu'un utilisateur patenté (disposant d'une licence en bonne et due forme) veuille lui être gêné le moins possible par le dispositif de protection employé. Le dongle constitue, en règle générale, un dispositif de protection efficace ne posant pas (la plupart du temps) de problème. Une fois enfichée dans le port imprimante cette clef électronique remplit, en principe, sa fonction de la façon la plus discrète qui soit. Dans la pratique, le programme principal s'assure, à intervalles plus ou moins réguliers, de la présence de la clef. Si elle est bien là, le programme continue de fonctionner normalement. En cas d'absence de la clef de codage le programme s'arrête et le logiciel perd toute utilité. Un dongle—puisque'il faut bien appeler cet objet par sa dénomination courante—présente un autre avantage, celui d'être amovible et de dimensions suffisamment petites pour trouver place dans une poche de veston. On peut, de cette façon, interdire une utilisation indue du logiciel installé par un quidam quelconque. Cela

permet en outre, si tant est que la licence l'autorise, l'installation du logiciel sur plusieurs machines, la nécessaire présence de la clef n'en permettant l'utilisation que sur une seule à la fois. Il n'en reste pas moins que les dongles sont, occasionnellement, la source inattendue de problèmes. Des recherches plus spécifiques nous ont appris que cela pouvait être dû à une imprimante non alimentée. On peut bien évidemment mettre alors l'imprimante sous tension, mais cela se traduit par une consommation de courant parfaitement inutile. On peut bien entendu envisager de mettre l'imprimante automatiquement hors-tension lorsqu'elle n'est pas utilisée (donnant partant l'impression au dongle d'être le seul à être connecté au port imprimante), éliminant du même coup tous les problèmes. Le commutateur de dongle décrit dans cet article se charge automatiquement de cette fonction. Fin du problème! Et vive l'électronique!

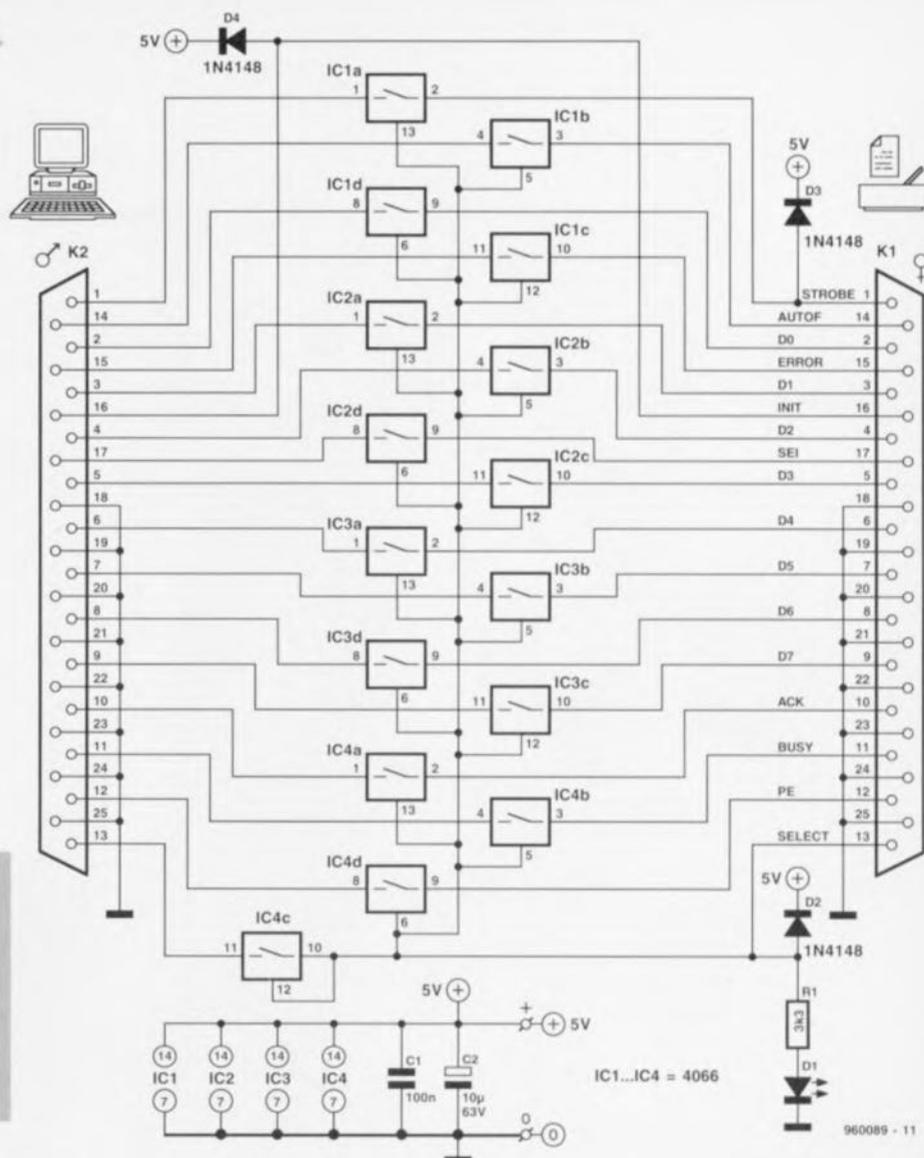
LES FINESSES DE L'ÉLECTRONIQUE

La figure 1 nous propose le schéma de l'électronique du commutateur de dongle. Sur la droite du schéma on trouve le connecteur assurant la liaison de ce montage avec le port imprimante du PC, sur sa gauche l'embase à laquelle viendra se connecter l'impri-

1

mante. Toutes les lignes de données et de commande reliant l'imprimante à l'ordinateur sont dotées d'un commutateur électronique, l'un des commutateurs analogiques intégrés dans un 4066 en l'occurrence. Tous les commutateurs comportent une ligne de validation (*enable*) commune reliée à la ligne SELECT de l'imprimante. Lorsque l'imprimante se trouve hors-fonction la ligne SELECT est forcée au niveau bas par les transistors de l'étage de sortie de l'interface Centronics de l'imprimante. En cas d'absence physique de l'imprimante – ce qui revient à dire que l'on n'a rien branché au connecteur K1 – les entrées de validation des commutateurs se trouvent reliées à la masse par le biais de la résistance R1 et de la diode D1. Dans les 2 cas tous les commutateurs électroniques sont ouverts et partant introduisent une interruption (du trajet d'un signal potentiel). Le dongle détecte une impédance infinie à ses sorties. En cas de présence d'une imprimante activée – se trouvant donc bien évidemment sous tension –, la ligne SELECT présente un niveau haut. Tous les commutateurs électroniques sont fermés et l'imprimante se trouve reliée à l'ordinateur par l'intermédiaire du dongle.

Figure 1. L'électronique du commutateur de dongle. Un certain nombre de commutateurs électroniques découplent l'imprimante et le dongle lorsque la première est coupée.



Il ne nous manque plus qu'une alimentation de caractéristiques adéquates. L'ensemble de l'électronique ne consomme pas plus de 2 mA, courant qu'il ne doit pas être difficile d'arriver à dériver de quelque part. Ceci explique la présence des diodes D2, D3 et D4 sur les lignes de validation (SELECT), d'échantillonnage (STROBE) et d'initialisation (INIT). Si une intensité de 2 mA dépasse les capacités de courant dont on dispose on pourra toujours remplacer la LED D1 par une résistance d'une valeur de, disons, 470 kΩ par exemple. La valeur du courant tombe alors à quelques µA, mais cette solution a l'inconvénient de supprimer l'indication visuelle de l'état de l'imprimante. Si même alors l'alimentation par l'intermédiaire de l'ordinateur devait encore poser un problème on pourra envisager une alimentation du montage directement depuis celle du PC. Un connecteur plat

pour lecteur de disquette ou de disque dur pourra nous fournir le 5 V. Le condensateur C2 assure le tamponnage de la tension d'alimentation, son homologue C1 bloquant efficacement d'éventuelles impulsions HF parasites.

LA RÉALISATION

Les qualités d'un concept ne peuvent vraiment s'exprimer que si on l'a également doté d'un boîtier le mettant en valeur. La figure 2 vous propose la sérigraphie de l'implantation des composants et le dessin des pistes de la platine dessinée à l'intention du commutateur de dongle. Cette minuscule platine trouve place dans une enveloppe compacte (cf. la liste des composants) que l'on aura débarrassée de ses entretoises avant d'y placer la platine – il n'est pas nécessaire de prévoir de technique de fixation, le circuit imprimé se trouvant, pour ainsi dire,

suspendu aux connecteurs qu'il comporte. Il ne nous a pas été nécessaire de faire des miracles pour dessiner une platine simple face. On commencera donc par la mise en place des 5 points de câblage. On monte ensuite les diodes D1 à D4 et le condensateur C2. Attention à sa polarité. C'est ensuite le tour de la résistance R1 et des embases K1 et K2. Attention, K1 est un connecteur femelle, K2 est un modèle mâle. La paire de picots positionnée de part et d'autre de C2 servira, le cas échéant, à la connexion d'une alimentation externe. Il ne reste plus qu'à souder les 4 circuits intégrés à leur place en veillant à leur orientation pour avoir terminé le montage. Comme il est loin d'être garanti que l'alimentation par le PC ou l'imprimante soit possible – nous avons nous aussi rencontré des problèmes à ce niveau au cours de la mise au point de

10 ANS

ULTIBOARD

valable jusqu'au 31 Mars 1997

OFFRE SPÉCIALE ULTiboard Challenger 700 composé de sa saisie de schéma ULTicap, de son module de conception de carte ULTiboard et d'ULTIroute son Autorouteur GXR Ripup & Retry pour seulement Ffr. 2.495/Bfr. 16.980 excl. TVA (FFR. 2.931,63 incl. TVA). Selon vos besoins vous pouvez faire évoluer la capacité de votre système ou le doter de nouveaux modules comme par exemple l'Authorouteur SPECCTRA basé sur un système de reconnaissance de forme et placement automatique. Démo gratuite sur CD ROM.

ULTIMATE TECHNOLOGY

Belgique: Ultimate Technology
tel. 02-4612488 • fax 02-4510024

France: Ste. MDS Electronique FR 89430 MELISEY
tel.: 03 86 75 83 63 • fax: 03 86 75 83 64

0800-901904 FR
0800-71937 BE
0800-559738 CH

Neos GRATUITS

Internet: http://www.ultiboard.com

MAINTENANT AUSSI WINDOWS 95 & NT

ULTIboard version 1.0
ULTIroute Library
Ultimate v8.0

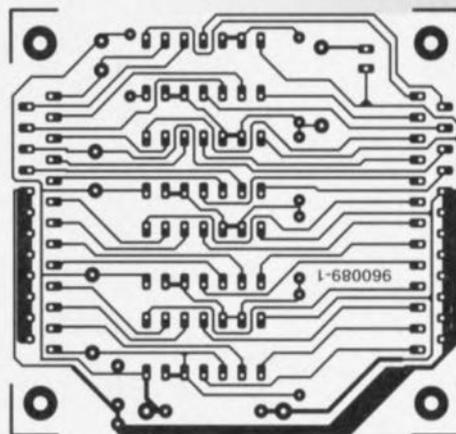
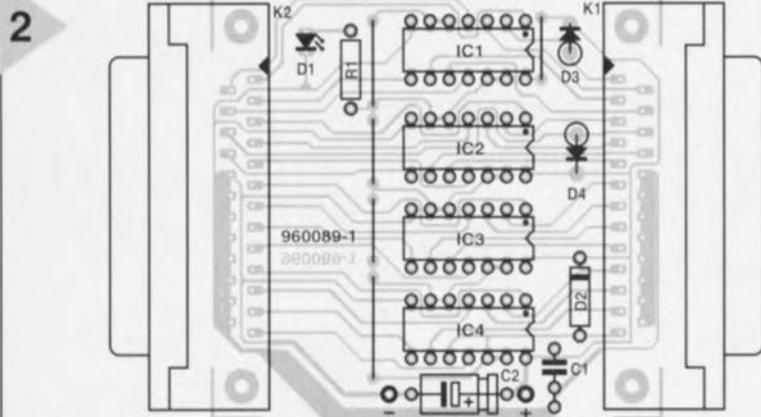


Figure 2. La sérigraphie de l'implantation des composants et le dessin des pistes de la platine dessinée à l'intention de ce montage. Les embases viennent aussi se monter sur la platine.

Liste des composants

Résistances :
R1 = 3kΩ3

Condensateurs :
C1 = 100 nF
C2 = 10 µF/63 V

Semi-conducteurs :
D1 = LED 2 mA jaune
D2 à D4 = 1N4148
IC1 à IC4 = 4066

Divers :
D1 = embase sub D femelle à 25 contacts en équerre encartable
D2 = embase sub D mâle à 25 contacts en équerre encartable
PC1, PC2 = picot
boîtier 61 x 22 x 80 mm tel que, par exemple, Conrad 522848

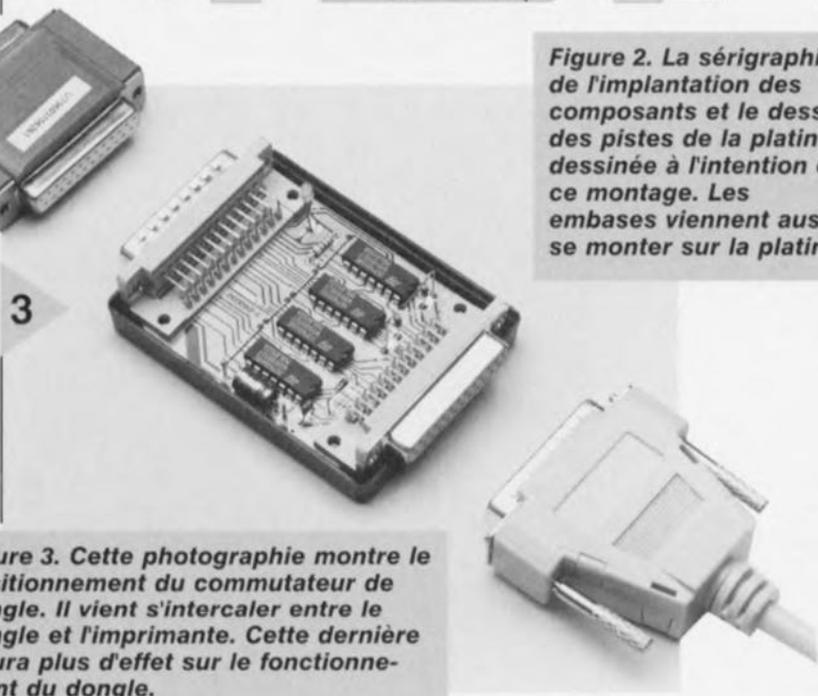


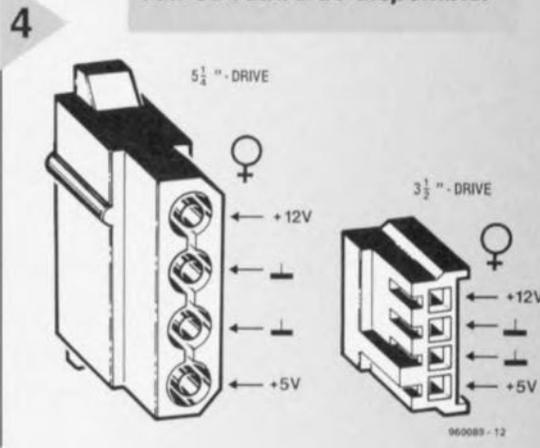
Figure 3. Cette photographie montre le positionnement du commutateur de dongle. Il vient s'intercaler entre le dongle et l'imprimante. Cette dernière n'aura plus d'effet sur le fonctionnement du dongle.

ce montage – il est conseillé de commencer par connecter une tension régulée externe de 5 V aux points prévus (+/-). On enfiche ensuite le dongle dans la sortie imprimante du PC, l'imprimante étant ensuite reliée au dongle par le biais du commutateur de dongle. La photographie de la figure 3 montre l'ordre de branchement des différents composants de la chaîne. On met ensuite l'imprimante sous tension et on démarre l'ordinateur. Le logiciel protégé doit alors tourner sans le moindre problème. On coupe ensuite l'alimentation de l'imprimante et l'on s'assure que le logiciel continue de travailler comme si de rien n'était. Si le commutateur de dongle fonctionne correctement les choses devraient se passer ainsi. Une fois que l'on s'est assuré du fonctionnement irréprochable de l'électronique on pourra déconnecter l'alimentation

externe de 5 V. On vérifiera la présence de la tension de 5 V aux bornes concernées des circuits intégrés. Si l'on n'y retrouve pas la dite tension on remplacera la diode D2 par une résistance de 470 kΩ et on revérifie la tension. Si tout fonctionne normalement après mise hors-fonction et remise en route de l'ordinateur on peut considérer que le commutateur est « bon pour le service ». Nous vous proposons en figure 4 le brochage des connecteurs d'alimentation de lecteurs de disquettes au cas où la présence d'une tension d'alimentation externe s'avérerait indispensable. La paire de conducteurs soudés aux points + et - de la platine sont étamés à l'autre extrémité, enfichés dans les orifices correspondants et fixés de manière à éviter qu'ils se détachent établissant ainsi la liaison électrique nécessaire.

960089-1

Figure 4. Si l'on a besoin d'une tension d'alimentation externe on pourra la dériver de l'un des connecteurs destinés à l'alimentation d'un lecteur de disquette ou de disque dur. Il est fort probable que votre PC en ait l'un ou l'autre de disponible.



10 ANS **ULTIBOARD** **MAINTENANT AUSSI WINDOWS 95 & NT**

valable jusqu'au 31 Mars 1997

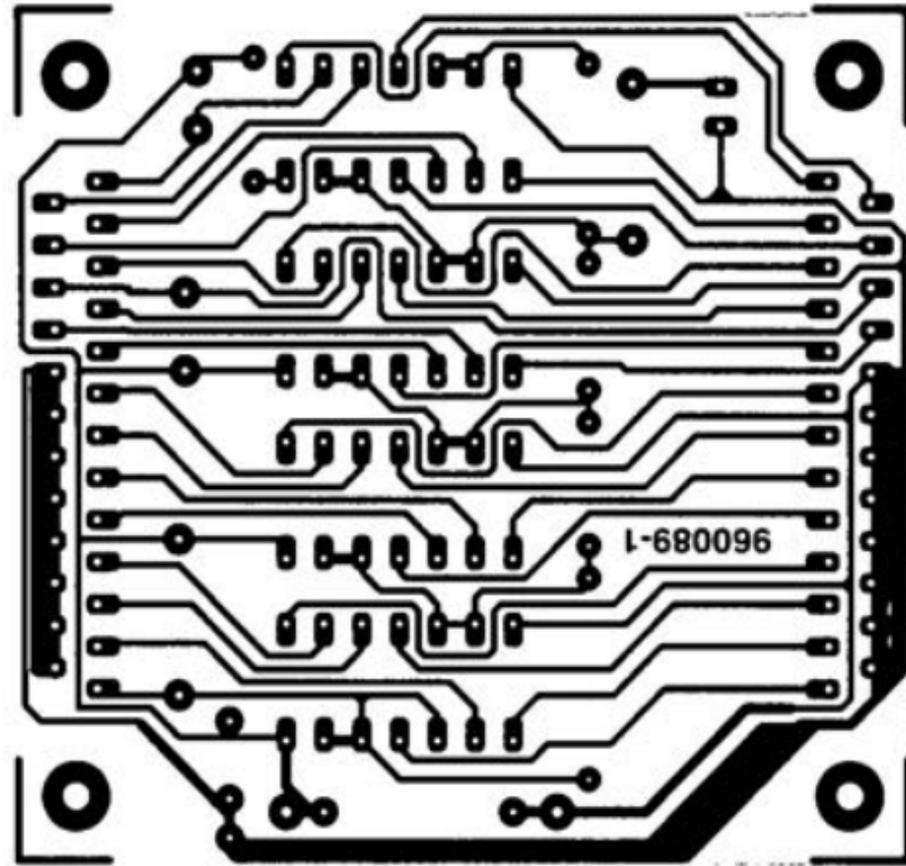
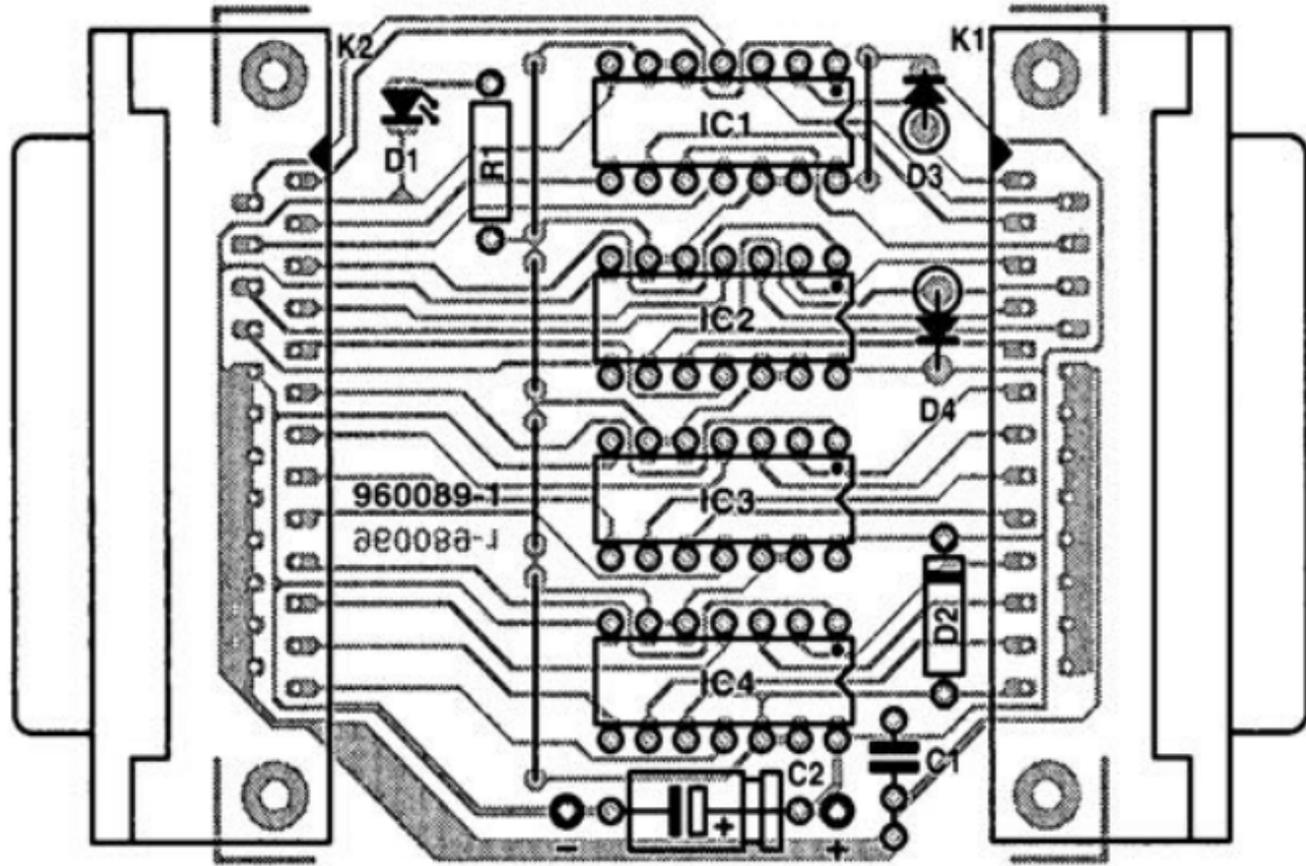
OFFRE SPÉCIALE ULTiboard Challenger 700 composé de sa saisie de schéma ULTIcap, de son module de conception de carte ULTIboard et d'ULTIroute son Autorouteur GXR Ripup & Retry pour seulement Ffr. 2.495/Bfr. 16.980 excl. TVA (FFR. 2.931,63 incl. TVA). Selon vos besoins vous pouvez faire évoluer la capacité de votre système ou le doter de nouveaux modules comme par exemple l'Authorouteur SPECCTRA basé sur un système de reconnaissance de forme et placement automatique. Démo réalisé sur CD ROM.

Belgique: Ultimate Technology
tel. 02-4612488 - fax 02-4610024
France: Sté. MDS Electronique FR 89430 MELISEY
tel. 03 86 75 83 63 - fax: 03 86 75 83 64

Ultimate Technology Bureaux centraux • Energiestraat 36
NL 1411 AT Noorden • NL: (+31)35.6944444 • fax: (+31)35.6943345
E-mail: sales@ultiboard.com Internet: http://www.ultiboard.com

gratuits 0800-901904 FR
0800-71937 BE
0800-559738 CH

2





feux tricolores pour frigo

gardez à l'oeil sa température intérieure



On met de plus en plus de choses dans un réfrigérateur. Le froid prolonge largement la durée de conservation, à condition que la température soit maintenue dans les normes. C'est la mission du gardien de frigo que nous proposons ici. Il se manifeste par feu tricolore dès l'ouverture de la porte et vous renseigne d'un coup d'oeil sur les conditions de réfrigération.

H. Knoors

La conservation des aliments dépend largement de la température, raison pour laquelle tout réfrigérateur est muni d'un thermostat réglable, généralement dans la gamme de 2°C à 9°C. En pratique, on règle cette température une fois pour toutes et on n'y pense plus. Nombreux sont ceux qui ne commencent à s'inquiéter que s'ils constatent la formation de glaçons ou de moisissures à répétition. Notre gardien de frigo vous préviendra immédiatement à coup sûr. À chaque ouverture de la porte, il se réveille et allume une des trois LED : en un instant, vous êtes renseigné. Lors de la fermeture de la porte, il retombe en hibernation pour économiser la pile et comme son courant de repos est inférieur à 1 µA, la source a encore de longues années devant elle.

L'AFFICHAGE

La figure 1 donne le schéma du montage. À première vue, il semble plus compliqué qu'attendu, mais ce n'est qu'une impression. Le capteur de température est de la meilleure veine, constitué d'un LM35, un circuit intégré qui délivre une tension à variation très linéaire de 10 mV/°C. Comme sa sortie est reliée, via R3, à une tension négative,

il peut aussi bien suivre les températures sous zéro. L'amplificateur opérationnel IC2, un TLC271, multiplie par 28 la tension de sortie du LM35 et fournit sur sa broche 6 le signal à appliquer à IC3a et IC3b, deux amplificateurs opérationnels montés en comparateurs. IC2 est muni d'une compensation de décalage d'entrée, c'est le rôle de P1 et R6. Les deux comparateurs confrontent la sortie de IC2 aux tensions de référence qui représentent des températures de consigne, envoyées à la broche 2 de IC3a et à la borne 5 de IC3b. La fabrication des tensions de référence est confiée au réseau potentiométrique R12 à R21, associé à la diode zener D5, un modèle de précision qui délivre une tension de 2,5 V très stable dans la gamme de températures entre 0 et 70 °C. C'est elle qui garantit des comparaisons indépendantes de l'ambiance et de l'état de la pile. Les résistances R13 à R21 partagent la différence de potentiel en neuf pas de 280 mV chacun. Les adeptes du calcul mental ont immédiatement repéré que ces sauts correspondent exactement à des écarts d'un degré centigrade, après la multiplication opérée par IC2. À vous de choisir, par le biais des dix interrupteurs que comportent S1 et S2, des consignes entre 0°C et 9°C. La broche 2 de IC2 doit recevoir la valeur supérieure de comparaison de telle

sorte que si la tension de sortie de IC2 la dépasse, la LED rouge D3 s'éclaire par l'intervention de R8 et du transistor T4.

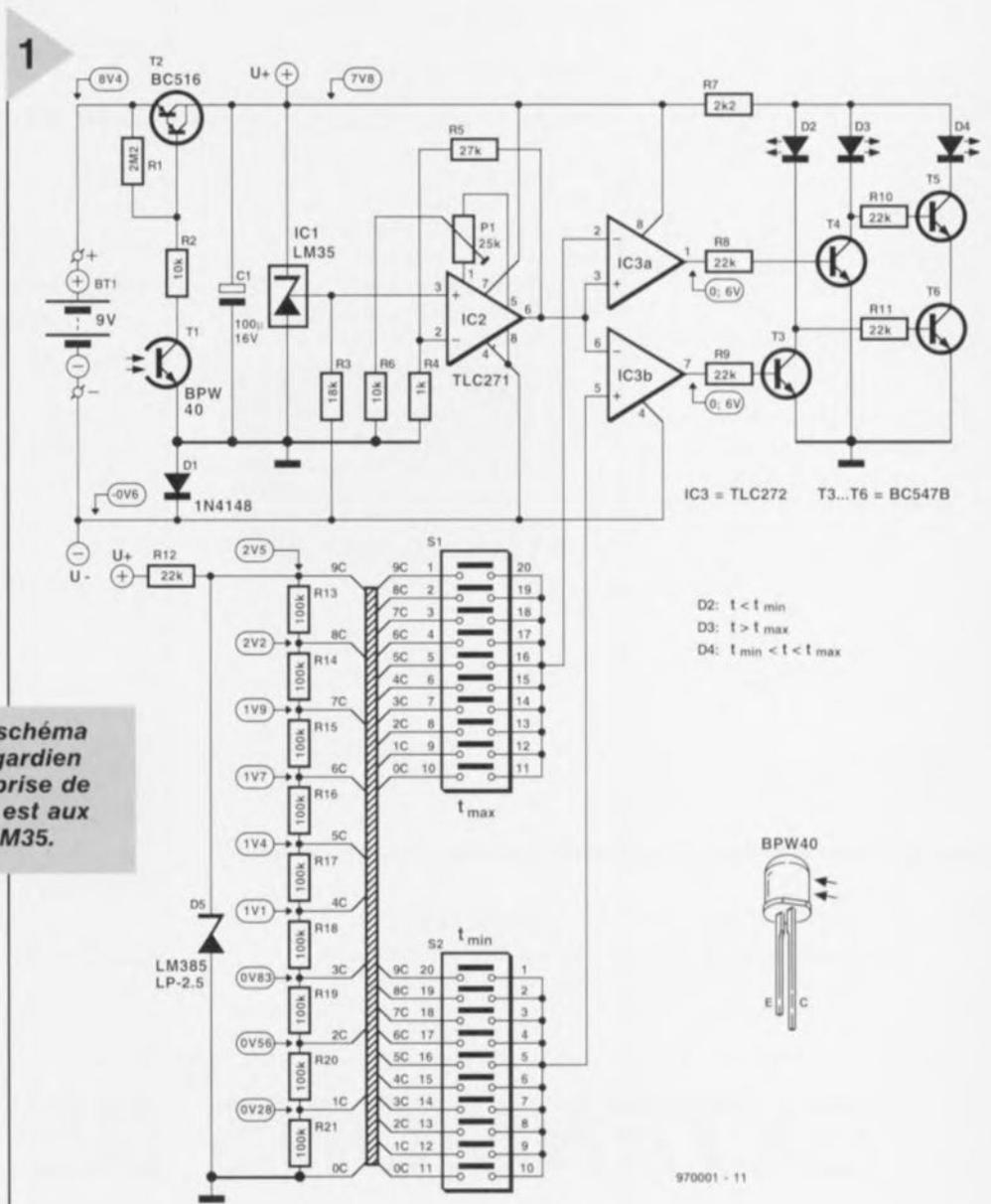
À l'inverse, si la tension en broche 5 de IC3b, le gardien de la température inférieure, descend sous la consigne choisie, c'est la sortie de IC3b qui passe au niveau haut, entraînant la conduction de T4 à travers R9 et l'allumage de la LED jaune D2 pour inciter, ici aussi, l'utilisateur à une intervention sur le réglage du réfrigérateur. Une température trop basse conduit à une consommation excessive et peut nuire au goût ou à la présentation de certaines denrées. Si la température se situe à l'intérieur de la fenêtre choisie, les transistors T3 et T4 sont bloqués. En revanche, T5 et T6 conduisent et la LED verte D4 va luire, indiquant par là de manière positive que le froid est bien calibré. La résistance R7, commune aux trois boucles, détermine le courant de la LED en fonctionnement.

T_{max} et T_{min} se règlent très aisément sur les interrupteurs DIP à dix cellules, pour afficher les deux limites désirées.

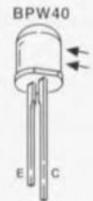
Figure 1. Le schéma complet du gardien de frigo. La prise de température est aux mains d'un LM35.

COMMUTATION ÉLECTRONIQUE

Les LED ne doivent luire que lorsque la porte est ouverte. D'où la présence de T1, un phototransistor BPW40, en commande du Darlington T2 pour former un interrupteur électronique qui coupe le courant au tricolore quand on n'en a pas besoin. Porte fermée, il fait noir dans le frigo (enfin une vérification possible de cette petite lumière dont on ne sait jamais si elle s'éteint réellement!) et le phototransistor bloque. Le courant de fuite est inférieur à 200 nA. Les tensions sur la base et l'émetteur de T2 sont identiques, il est non-conducteur et le reste du montage est privé d'alimentation. À l'ou-



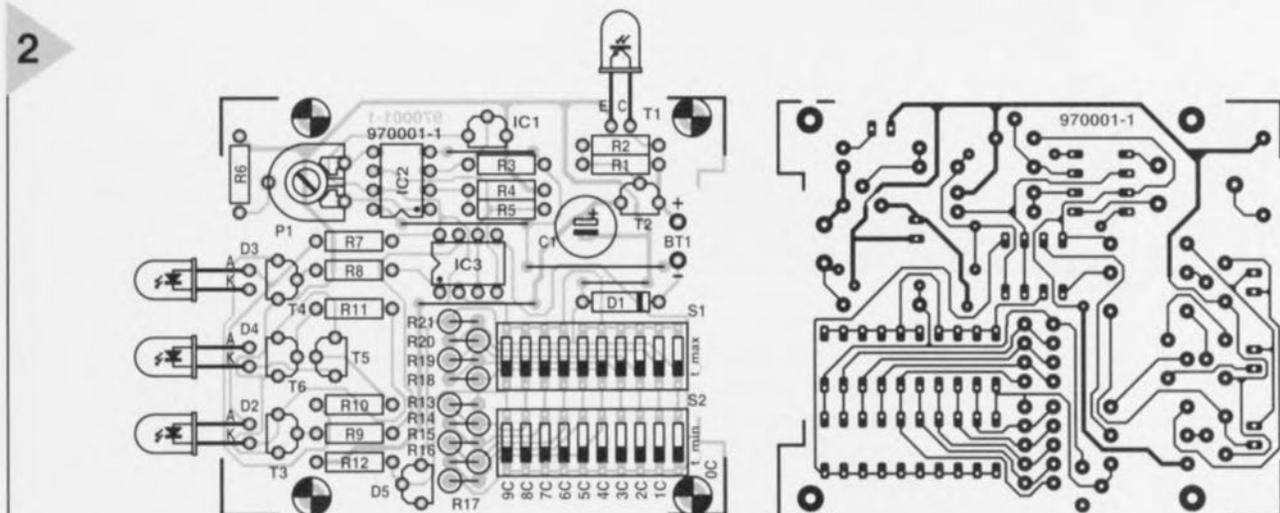
D2: $t < t_{min}$
 D3: $t > t_{max}$
 D4: $t_{min} < t < t_{max}$



970001 - 11

verture de la porte, l'éclairage intérieur s'allume, T1 conduit, la base de T2 reçoit un courant qui le fait passer en saturation et voilà le montage ranimé. Comme on vient de le signaler, le

Figure 2. Les pistes et le côté composants de la platine.



Liste des composants

Résistances :

R1 = 2,2 M Ω
 R2, R6 = 10 k Ω
 R3 = 18 k Ω
 R4 = 1 k Ω
 R5 = 27 k Ω
 R7 = 2,2 k Ω
 R8 à R12 = 22 k Ω
 R13 à R21 = 100 k Ω
 P1 = 25 k Ω ajustable

Condensateurs :

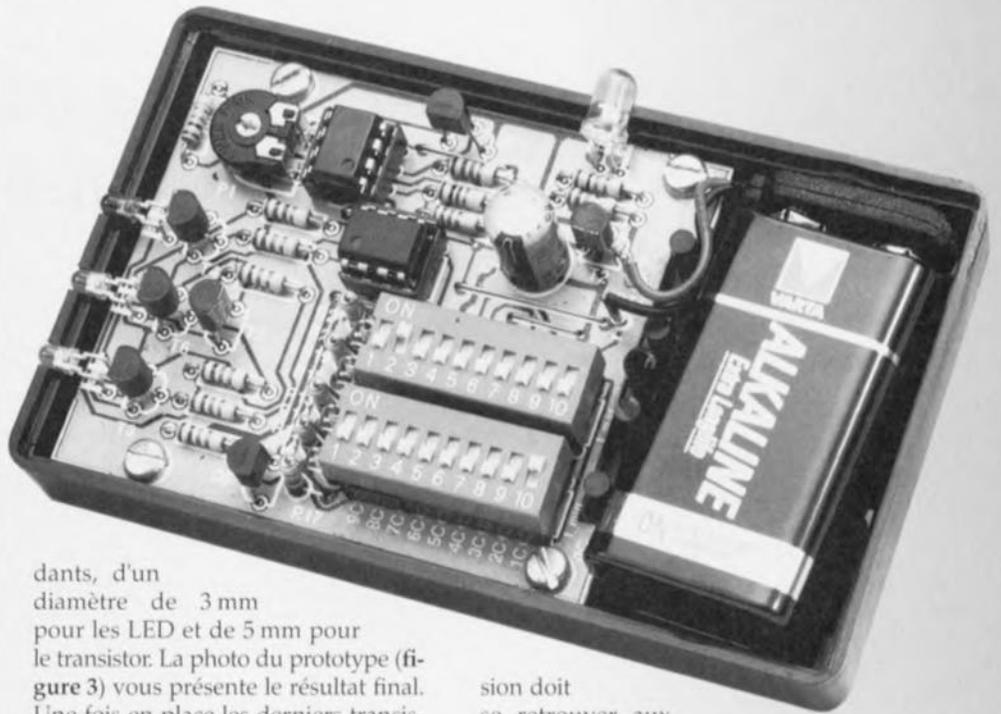
C1 = 100 μ F/16 V radial

Semi-conducteurs :

D1 = 1N4148
 D2 = LED jaune 3 mm à haut rendement
 D3 = LED rouge 3 mm à haut rendement
 D4 = LED verte 3 mm à haut rendement
 D5 = LM385LP-2.5
 T1 = BPW40
 T2 = BC516
 T3 à T6 = BC547B
 IC1 = LM35CZ
 IC2 = TLC271CP
 IC3 = TLC272CP

Divers :

S1, S2 = interrupteurs DIP à 10 cellules
 Bt1 = pile 9 V avec coupleur
 Boîtier = Pac-Tec type HM-9VB ou équivalent



dants, d'un diamètre de 3 mm pour les LED et de 5 mm pour le transistor. La photo du prototype (figure 3) vous présente le résultat final. Une fois en place les derniers transistors et les deux circuits intégrés et après une vérification minutieuse, le montage est prêt à l'usage. On peut le loger dans son boîtier, raccorder la pile de 9 V et si tout se passe bien, la LED rouge s'allume. En principe, il suffit de positionner le potentiomètre P1 à mi-course, mais les perfectionnistes peuvent calibrer le thermomètre au quart de degré Celsius. Il faut pour cela connecter un voltmètre numérique entre la broche 6 de IC2 et la masse. On introduit alors le tout au frigo, à proximité immédiate d'un thermomètre précis. Après une heure, on règle P1 pour que le voltmètre affiche, en volts, 0,28 fois la mesure de la température en °C. Il n'y a plus qu'à régler le maximum sur S1 et le minimum sur S2, fermer le coffret et le placer, en vue de l'éclairage intérieur, dans le réfrigérateur. Le gardien peut commencer sa carrière.

Et si cela ne marchait pas ? Heureusement, le cas est rare, mais s'il devait vous arriver, il est simple de contrôler le fonctionnement à l'aide d'un multimètre. Reliez sa borne de masse à l'émetteur de T1. Mesurez d'abord la tension sur C1 lorsque T1 est éclairé ; il devrait y avoir environ 7,8 V. Sinon, T1 ou T2 est en cause, à moins que D1 ne soit soudée à l'envers. Vérifiez la tension de la broche 3 de IC2. À température ambiante, elle vaut à peu près 200 mV. En sortie de IC2 (broche 6) cette tension est multipliée par 28. La même ten-

sion doit se retrouver aux broches 3 et 6 de IC3. Évitez de travailler où il fait chaud (plus de 20 °C), parce que IC2 risque alors d'entrer en saturation. Vérifiez encore le fonctionnement des comparateurs. La tension de la broche 2 est réglable par S1 : est-ce le cas ? Et la broche 5 par S2 ? Sinon, c'est la référence de tension ou son diviseur qui nous joue des tours. Voyez d'abord la polarité de D5, les différentes tensions à obtenir sont indiquées sur le schéma. Sur les broches 1 et 7, on doit trouver des niveaux logiques de 0 et 6 V. Si tout est correct jusqu'ici, il ne reste plus qu'à s'en prendre aux transistors T3 à T6 et aux LED D2 à D4.

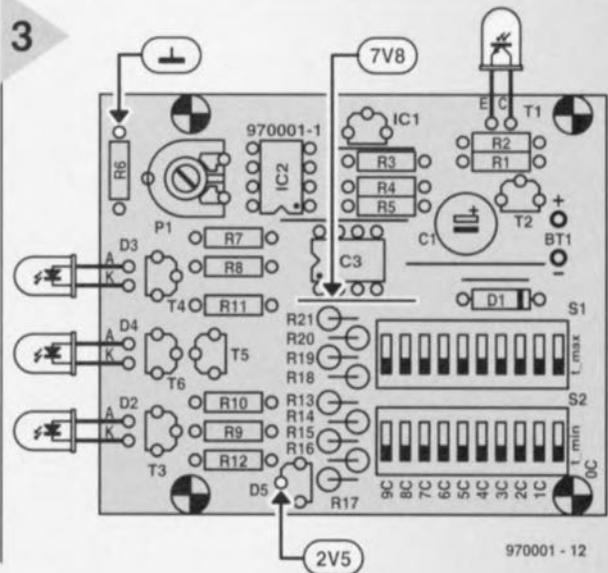
970001-1

Figure 3. Ce croquis montre nettement comment il faudra connecter les LED et le photo-transistor ainsi que quelques points de mesure.

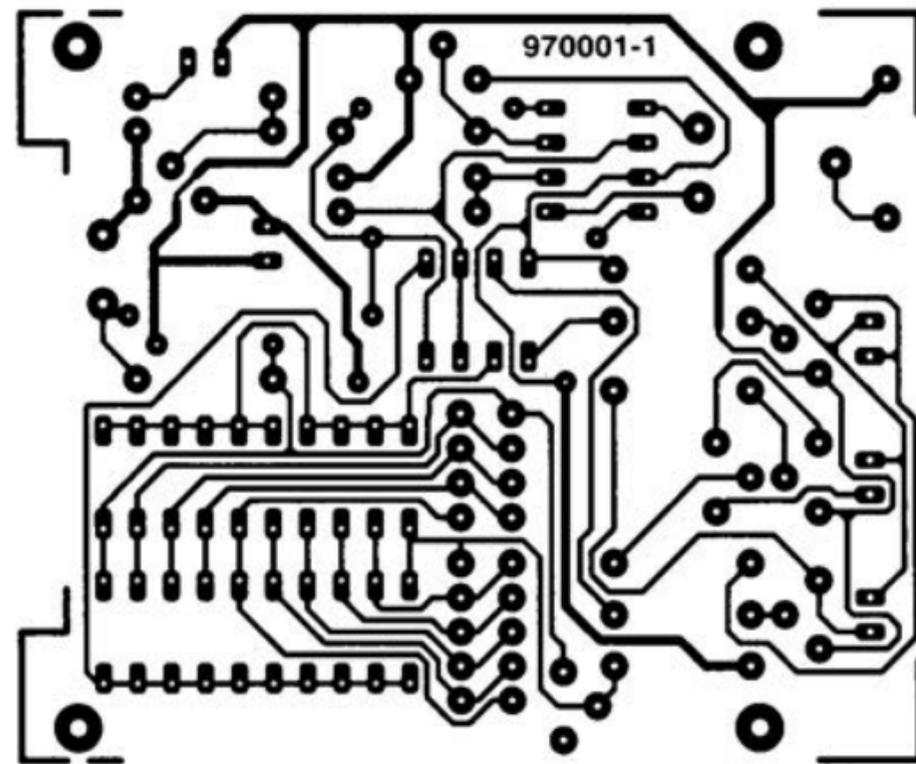
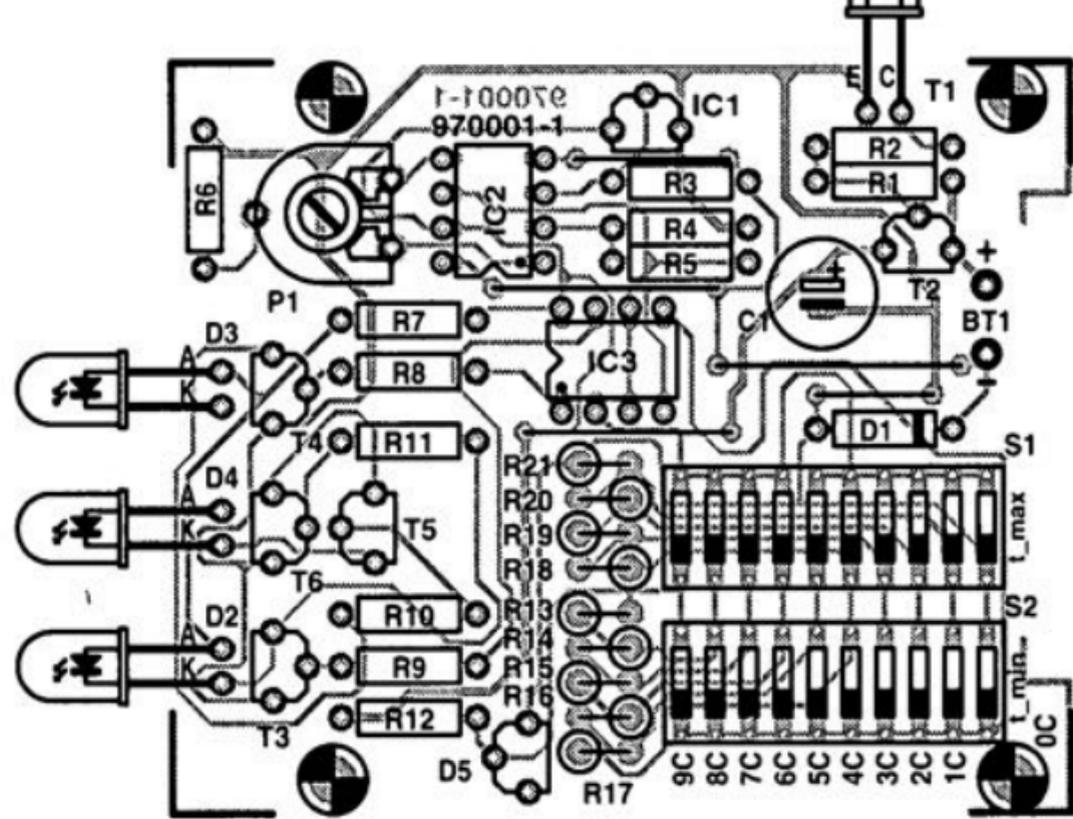
LM35 se voit appliquer une tension négative, grâce à l'entremise de la diode D1. Sur sa cathode règne une tension de -0,6 V par rapport à la masse du montage. Elle sert aussi de tension négative d'alimentation pour IC2 et IC3 et assure à la sortie de IC1 la latitude de descendre dans le négatif, de manière à couvrir la gamme de température complète, y compris le 0 °C.

LA CONSTRUCTION

Compacité, c'est le maître mot qui a présidé à la conception de la platine (cf. figure 2). Notre prototype, nous l'avons logé dans un boîtier Pac-Tec HM-9VB, de concert avec la pile de 9 V. Il faut commencer par scier dans le circuit imprimé le petit évidement prévu pour bloquer la pile. Ensuite, on soude les cinq ponts de câblage, le potentiomètre ajustable, les résistances et les deux barrettes d'interrupteurs DIP. Les résistances R16 à R21 se tiennent debout, il convient pour cela de les mettre en forme à l'aide d'une petite pince. Attention à la polarité de D1 et de C1 ! Le transistor T1 (notre cellule photoélectrique) et les LED D2, D3 et D4 (tous méritent aussi qu'on respecte leur polarité) sont pliés à angle droit de manière à ce qu'ils dépassent légèrement du boîtier lors de l'assemblage. En conséquence, on pratique aussi dans le coffret quatre trous correspon-



970001 - 12





à la poursuite de
l'électro-smog

teslamètre

À une époque où l'électronique s'insinue jusqu'au sein du moindre appareil, nous voilà confrontés à une nouvelle forme de pollution de l'environnement.

Celui qu'on appelle dans certains milieux « électro-smog »

a fait son apparition un peu partout, et même là où on ne s'attendait pas du tout à le trouver. Selon certains scientifiques, ce brouillard électronique invisible exerce une notable influence sur la condition physique de l'homme. Il nous apparaît donc important de rechercher les sources de pollution et de déterminer la densité de ce « smog ». Dans un grand nombre de cas, une intervention simple permettra d'en réduire très fortement l'influence.



Quand on parle de « smog », la plupart des gens pensent immédiatement à ce ciel grisâtre qui apparaît parfois lors d'une calme et chaude journée d'été. Un mélange de gaz d'échappement se concentre alors dans l'atmosphère. La teneur en ozone augmente, résultat de l'action des rayons solaires sur la pollution. Elle est à la base de différents effets désagréables tels que maux de tête, asthme et un sentiment diffus de malaise. L'électro-smog n'a lui rien à voir avec les gaz d'échappements mais bien avec les polluants qui apparaissent sous la forme d'un large spectre de champs magnétiques à basse fréquence (20 à 1 200 Hz) et qui prennent naissance dans les appareils électriques. Les gens qui, par exemple, passent des heures devant un

écran de mauvaise qualité ou qui vivent à proximité de lignes à haute tension en savent quelque chose.

La recherche a montré entre-temps que ce « smog » peut provenir d'endroits insoupçonnés. Que penser d'un radio-réveil qui se trouve durant toute la nuit à quelques décimètres de la tête ? Le champ magnétique répandu par le transformateur de beaucoup de ces appareils est tellement intense que

Spécifications techniques

Domaine de mesure de l'affichage à LED :	de 100 nT à 2,3 μ T
Type de l'échelle :	logarithmique
Domaine de mesure sur voltmètre :	de 50 nT à 2 μ T
Type de l'échelle :	linéaire
Domaine de fréquences :	de 40 Hz à 10 kHz (+/- 1,5 dB)
Précision :	5% (pour R2, R3, R7, R10, R11, R12, R19, R20, R21 à 1%)
Consommation :	10 mA
Alimentation :	9 V (pile)

l'on peut parler de brouillard électrique (dense). Si l'un de vos collègues fait montre chaque matin d'une humeur assez chagrine, cela peut très bien provenir de son radio-réveil. L'appareil troublerait le sommeil de l'utilisateur sans qu'il en soit conscient le moins du monde !

Le teslamètre que nous vous présentons ici ne résout pas le problème de l'électro-smog. En revanche, ce dont il se charge très bien, c'est du dépistage des sources de rayonnement. Par la suite, il sera plus facile de prendre les mesures nécessaires en vue d'en réduire l'intensité.

ASPECTS CLINIQUES

Les brouillards électriques ne sont pas sans danger, tout le monde en convient plus ou moins. Cependant, c'est sur la gravité du phénomène que les avis divergent. En 1990, une étude publiée aux Etats-Unis a décrit les conséquences possibles d'une exposition aux effets électromagnétiques. Selon certaines sources, l'analyse de données recueillies sur une période de 15 ans a montré que ce type de rayonnement augmente les risques de maladie, principalement certaines formes de cancer, comme la leucémie, ainsi que de sérieuses atteintes du système nerveux central.

La législation aux Etats-Unis et en Suède interdit une exposition des populations à des champs d'une intensité supérieure à 200 à 300 nT (nanotesla) soit 2 à 3 milligauss. Dans d'autres pays, on reste dans l'expectative, les autorités ont décidé d'attendre les résultats d'études plus fouillées. Dans le domaine de l'informatique, l'influence de la politique est très nettement perceptible. La plupart des moniteurs modernes satisfont aux très sévères normes MPR-II et TCO. Ces standards définissent clairement les limites admissibles de rayonnement que ces appareils peuvent émettre. Qui travaille devant un tel moniteur sait alors qu'il n'est soumis qu'à un brouillard électrique aussi réduit que possible.

À défaut de certitude, il est prudent de s'exposer le moins possible à ces champs. Contrôlez donc l'émission de champs électromagnétiques au niveau de tous les systèmes électriques dans votre habitation et ses alentours. Le teslamètre, sujet du présent article, vous sera d'une aide précieuse. Une petite remarque en passant, mais qui a de l'importance : lors de la mesure de l'intensité des champs, prenez en compte des distances « réelles ». Par exemple, mesurez le rayonnement d'un moniteur à l'endroit où se trouve la tête de l'utilisateur quand il fait face à l'écran. À l'inverse, un bref séjour

dans un champ très intense (par exemple dans un local de transformation) ne présente pas nécessairement de danger, à cet égard du moins !

L'IDÉE DE BASE

À la figure 1, le schéma bloc du coeur de notre teslamètre. Le capteur à bobine chargé de détecter les champs magnétiques est représenté par une source de tension variable (V_i) dont le niveau moyen de tension est de l'ordre de $1 \mu\text{V}$. Le signal de cette source de

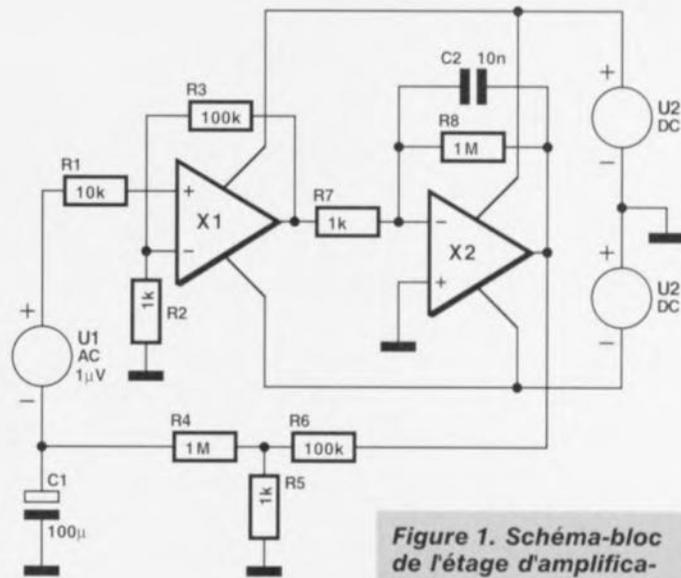


Figure 1. Schéma-bloc de l'étage d'amplification qui transforme le champ magnétique capté par la bobine de détection en une tension variable indépendante de la fréquence.

bon marché. En outre, l'atténuation ainsi introduite limite à 101 l'amplification en continu ($1 + R_6/R_5$). Le rapport R_6/R_5 définit par ailleurs la limite inférieure du domaine de fréquence. La figure 2 donne le schéma complet du teslamètre. Bien que le montage semble relativement compact, on peut

Un petit peu de théorie

Tout le monde sait bien que les bobines et les champs magnétiques ont mauvaise réputation auprès des électroniciens. Nous nous limiterons donc à un minimum de théorie au sujet du présent montage. Il est cependant intéressant de savoir que la tension induite e_i dans la bobine dépend de la fréquence.

Dans le cas de la bobine du capteur, elle vaut :

$$e_i = -N \times A \times 2\pi f \times B_{\max} \times \cos(\omega t)$$

Il apparaît clairement ici que la tension sera d'autant plus élevée que la fréquence sera grande.

Dans la formule, la variable N représente le nombre de spires de la bobine, A représente la

surface de la bobine et B_{\max} la valeur maximum de l'induction magnétique. Il est donc nécessaire de prévoir un amplificateur dont le facteur d'amplification dépend de la fréquence, un intégrateur par exemple. La fonction de transfert d'un intégrateur construit autour d'un amplificateur opérationnel (H_i) se décrit par la formule suivante :

$$H_i = -1 / (j \times 2\pi f \times R_i \times C_i)$$

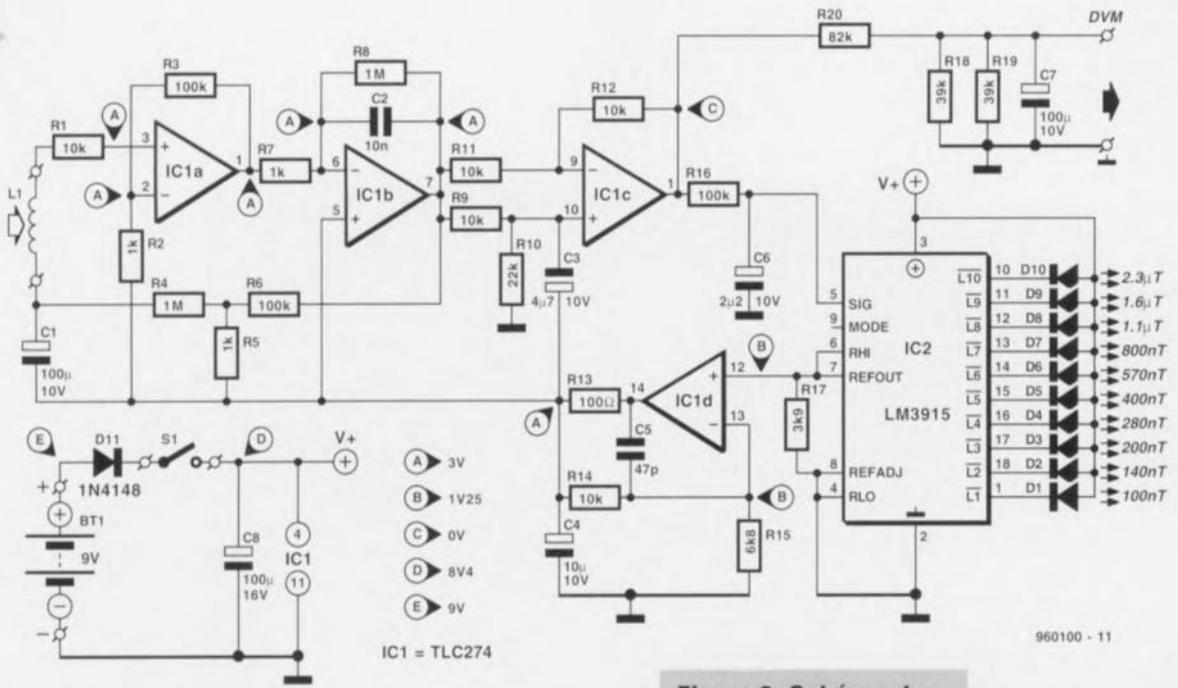
En plaçant l'intégrateur en aval de la bobine du capteur, on obtient donc la relation suivante :

$$e_i \times H_i = (N \times A \times B_{\max}) / (R_i \times C_i) \times \sin(\omega t)$$

Nous disposons donc maintenant d'une tension qui est indépendante de la fréquence du signal.

tension variable est amplifié d'un facteur 101 par l'amplificateur opérationnel X1 qui est lui alimenté symétriquement. Derrière le préamplificateur se trouve un intégrateur (X2) dont le gain dépend de la fréquence. L'amplification avoisine 1 000 pour les signaux continus et 0 en radiofréquence. Le point de coupure est choisi de telle sorte que, sur tout le spectre à considérer (40 Hz à 10 kHz), l'amplification soit la plus régulière possible. La rétroaction construite autour de R4, R5 et R6 assure à toute la section la stabilité jusqu'au continu, ce qui a pour avantage de permettre l'utilisation d'amplificateurs opérationnels relativement

y distinguer sept fonctions (amplificateur d'entrée, intégrateur, correction automatique de décalage, redresseur avec élimination du continu, affichage avec son pilotage, alimentation et connexion pour voltmètre numérique). L'amplificateur d'entrée construit à partir de IC1a (l'un des quatre amplificateurs opérationnels contenus dans un TLC274) s'occupe de plusieurs fonctions très importantes. Il amplifie d'un facteur 101 le signal récolté par le capteur (L1). En outre, il assure une liaison à haute impédance de la bobine et enfin en tamponne le signal de sortie. La fonction d'intégration est confiée à IC1b, un des amplificateurs



IC1 = TLC274

960100 - 11

Figure 2. Schéma du teslamètre. À l'aide de ce montage, le brouillard électrique peut être rapidement détecté.

opérationnels du TLC274. Une particularité intéressante de ce montage c'est le redresseur actif construit sur IC1c. Il s'agit d'un amplificateur différentiel qui soustrait de la moyenne la tension de sortie de l'intégrateur. Comme l'amplificateur opérationnel est alimenté en asymétrie, on retrouve en sortie une tension variable redressée à simple alternance. La cel-

lule R16 et C6 (ou pour un voltmètre numérique comme afficheur, R18 à R20 et C7), la transforme en valeur moyenne. Le facteur de forme de 2,22 est introduit par le redresseur actif. Cette adaptation de niveau est réalisée à dessein dans le redresseur parce que son amplificateur

opérationnel dispose d'un plus grand débattement de sortie que IC1a et IC1b, lesquels véhiculent ainsi une tension alternative

plus pure, répartie symétriquement autour d'une tension continue de 3 V, alors que IC1c est amené à descendre jusqu'à près de 0 V. Un facteur d'amplification réduit à 2,2 donne moins l'occasion à l'amplificateur opérationnel d'entrer en saturation. La tension aux bornes de C6 est envoyée au pilote d'affichage IC2 (un LM3915) pour représenter l'intensité du champ. Le pilote d'affichage possède sa propre source de tension de référence. Elle délivre 1,25 V, également utilisé dans le montage comme tension auxiliaire aux amplificateurs IC1a et IC1b. Au point de jonction A, on retrouve une tension de $(R14 + R15)/R15 \times 1,25$ V, soit environ 3 V.

La tension minimale pour laquelle le LM3915 peut afficher un débattement maximum est de 1,2 V. Comme il est piloté par une tension moyenne, l'amplitude maximale est atteinte pour un signal de $1,2 \times \pi = 3,77$ V crête à crête. Puisque l'amplification du signal a lieu dans le redresseur (l'amplificateur opérationnel qui dispose de la plus grande capacité d'attaque), une diminution de la tension de la batterie n'a pas de conséquences immédiates sur l'exactitude du teslamètre.

Le circuit d'affichage comporte dix LED. Au vu du schéma, il est simple de déterminer laquelle des LED s'allume pour une intensité de champ

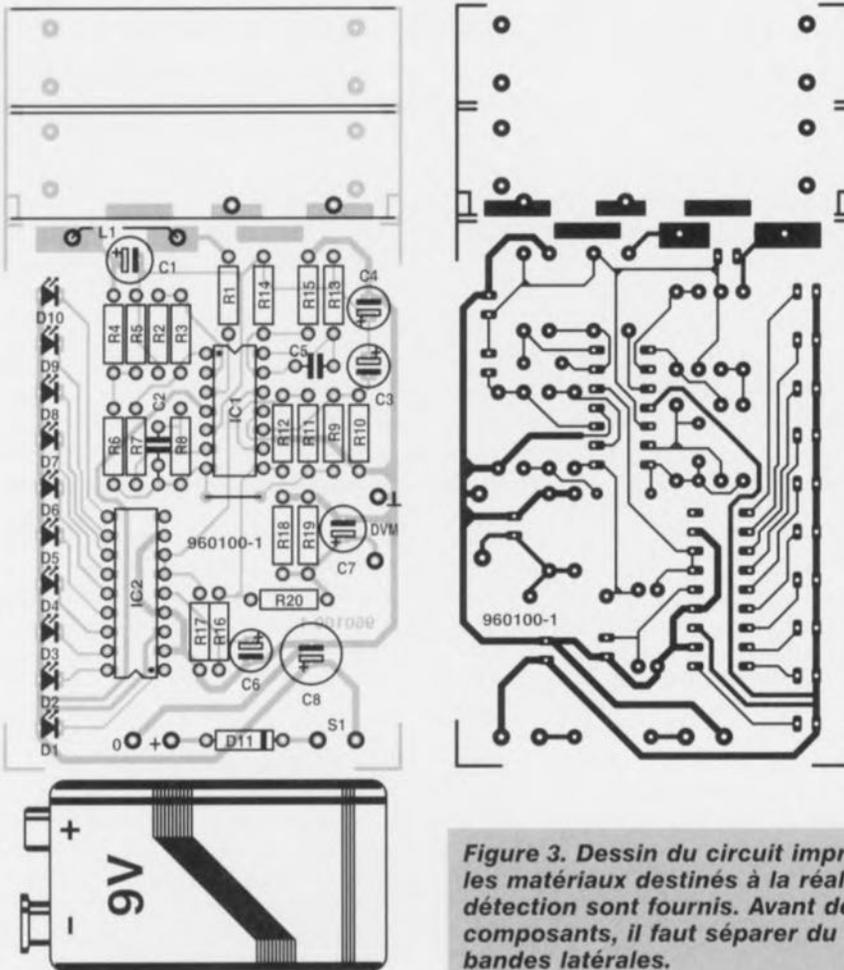


Figure 3. Dessin du circuit imprimé de l'appareil de mesure. Même les matériaux destinés à la réalisation du noyau de la bobine de détection sont fournis. Avant de commencer la mise en place des composants, il faut séparer du circuit imprimé principal les deux bandes latérales.

Une bobine sur mesure

Ce montage est construit autour d'un capteur à bobine compact. Le choix des dimensions a été fait en fonction d'un compromis entre la surface et le nombre de spires. Plus la bobine est petite, plus le nombre de spires nécessaires est élevé. Le désavantage d'un grand nombre de spires, c'est l'imprécision qui naît lors de la fabrication elle-même. Si un grand nombre de spires se chevauchent, la surface de la bobine augmente et donc sa sensibilité. De plus, on commet facilement une erreur de comptage. Il est bien entendu possible de fabriquer sa propre bobine. Sans entrer dans trop de détails,

il est bon de savoir que, dans le cas présent, le produit du nombre de spires (N) par la surface de la bobine (A) doit valoir $51,66 \times 10^{-3}$.

À titre de vérification : la bobine décrite ici a une surface de $426 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Le nombre de spires doit donc être de :

$$(51,66 \times 10^{-6}) / (426 \times 10^{-6}) = 121$$

Quand on connaît les dimensions du noyau d'une nouvelle bobine, il est donc très facile de déduire le nombre de spires nécessaires.

Si le nombre de spires dépasse la centaine, il est possible d'ajuster la valeur de la bobine à 1% en jouant sur le nombre de spires. Il est alors intéressant de disposer d'un signal de référence et de l'appareil de mesure ad hoc.

RÉALISATION

Un circuit imprimé a été développé pour ce projet (cf. figure 3). Même le capteur, qui est habituellement le composant qui pose le plus de problèmes, peut être réalisé sans difficulté. Cette bobine doit toutefois être réalisée à la main ; le noyau autour duquel viennent s'enrouler les spires est fabriqué tout simplement à partir de morceaux de la platine elle-même et de quatre picots à souder. Séparez du reste les deux minces bandes de circuit imprimé. Les quatre picots (de 1,3 mm de section) sont ensuite soudés, aux emplacements indiqués, sur la bande la plus large. Les deux bandes de circuit sont enfin assemblées en sandwich, face cuivrée orientée vers le circuit principal. La photo de la figure 4 montre clairement comment nous avons assemblé le prototype. Sur la bande de circuit la plus large se trouvent deux îlots à souder sur lesquels viennent se fixer les connexions de la bobine. Le troisième îlot est uniquement destiné à améliorer la stabilité mécanique de l'ensemble. Enroulez 121 spires de fil de cuivre émaillé de 0,2 mm de diamètre autour du noyau ainsi réalisé. Prenez soin d'enrouler délicatement ces spires les unes à côté des autres de façon à former cinq couches. Placez la bobine ainsi réalisée contre le circuit principal, de sorte que les trois surfaces de cuivre au bord du circuit principal tombent bien en face des points de contact correspondants de la bobine. Les deux éléments sont ensuite solidement fixés l'un à l'autre à l'aide d'un peu de soudure. Le capteur à bobine est prêt !

Le reste du montage est très simple à assembler. Montez d'abord le pont de câblage au milieu du circuit. Après installation des deux bornes à souder, les résistances et les condensateurs prennent place à leur tour. Veillez à bien respecter la polarité des condensateurs électrochimiques. Les deux circuits intégrés peuvent se souder sur le circuit imprimé, bien qu'en cas de doute l'utilisation de supports soit toujours un bon choix. Montez en dernier lieu les LED. Ces composants sont divisés

en trois groupes de couleurs différentes. La couleur verte pour les LED D1 à D3 correspond à un niveau de sécurité. Dès que les LED jaunes (D4 à D6) s'allument, cela indique un niveau de rayonnement douteux. L'allumage des LED rouges (D7 à D10) indique un niveau de rayonnement clairement trop élevé et dès lors des mesures s'imposent.

Après la mise en place de l'interrupteur S et de la pile de 9 V, le montage est prêt à l'emploi. Une fois l'ensemble installé dans le boîtier (comme le Heddic recommandé), nous disposons d'un instrument de mesure compact et élégamment réalisé. Le respect des valeurs de composants et une réalisation soignée du capteur à bobine rendront inutile l'étalonnage de l'instrument.

(960100)

déterminée. Lorsque la dernière LED s'allumera, nous serons en présence d'un champ de plus de $2,3 \mu\text{T}$, soit largement plus que la valeur de 250 nT définie par la norme MPR-II comme limite admissible.

Si le teslamètre est raccordé à un multimètre numérique, il faudra le positionner sur le calibre 200 mV continu. Le domaine des valeurs mesurables s'étend alors de 50 à $2\,000 \text{ nT}$. Le minimum de 50 nT est dû en majeure partie au bruit ambiant.

Liste des composants

Résistances :

R1, R9, R11, R14 = $10 \text{ k}\Omega$
 R2, R5, R7 = $1 \text{ k}\Omega$
 R3, R6, R16 = $100 \text{ k}\Omega$
 R4, R8 = $1 \text{ M}\Omega$
 R10, R12 = $22 \text{ k}\Omega$
 R13 = 100Ω
 R15 = $6,8 \text{ k}\Omega$
 R17 = $3,9 \text{ k}\Omega$
 R18, R19 = $39 \text{ k}\Omega$
 R20 = $82 \text{ k}\Omega$

Condensateurs :

C1, C7 = $100 \mu\text{F}/10 \text{ V}$ radial
 C2 = 10 nF MKT 5%
 C3 = $4,7 \mu\text{F}/10 \text{ V}$ radial
 C4 = $10 \mu\text{F}/10 \text{ V}$ radial
 C5 = 47 pF
 C6 = $2,2 \mu\text{F}/10 \text{ V}$ radial
 C8 = $100 \mu\text{F}/16 \text{ V}$ radial

Bobine :

L1 = 121 spires de fil CuL de $0,2 \text{ mm}$ de diamètre (voir texte)

Semi-conducteurs :

D1 à D3 = LED verte à haut rendement
 D4 à D6 = LED jaune à haut rendement
 D7 à D10 = LED rouge à haut rendement

D11 = 1N4148

IC1 = TLC274

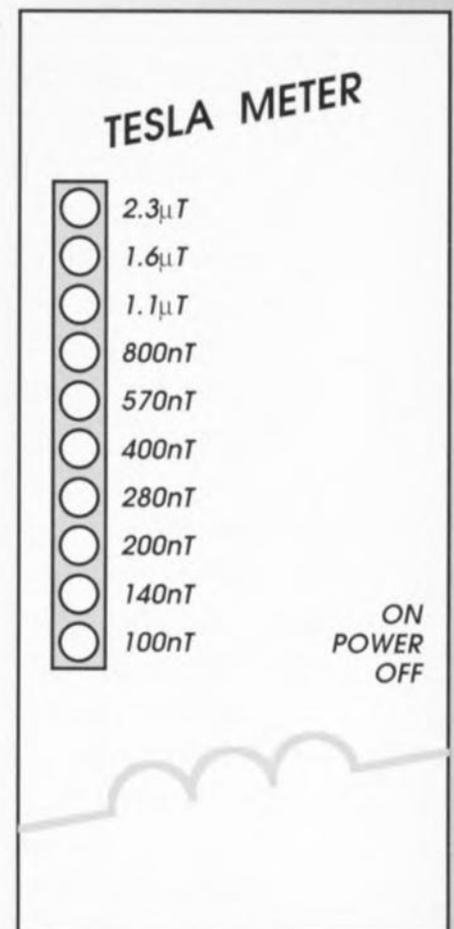
IC2 = LM3915

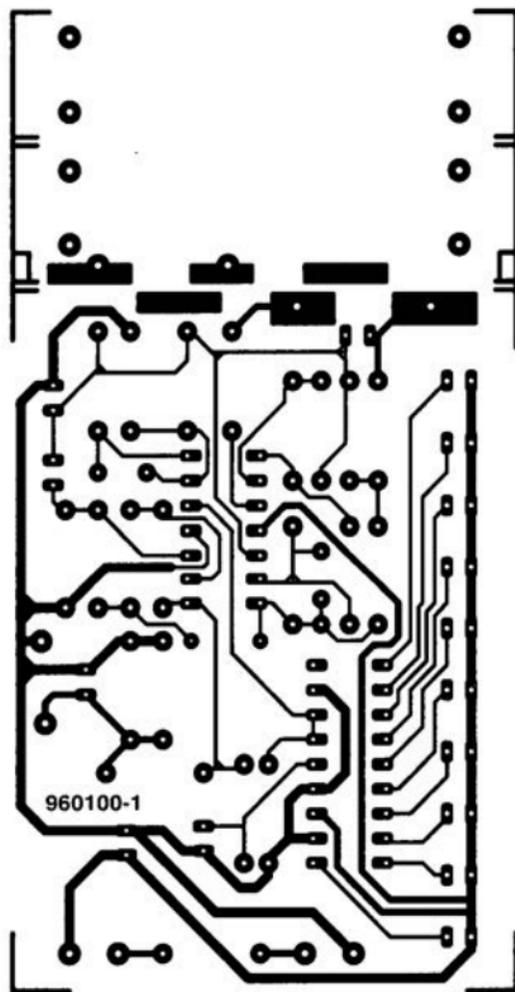
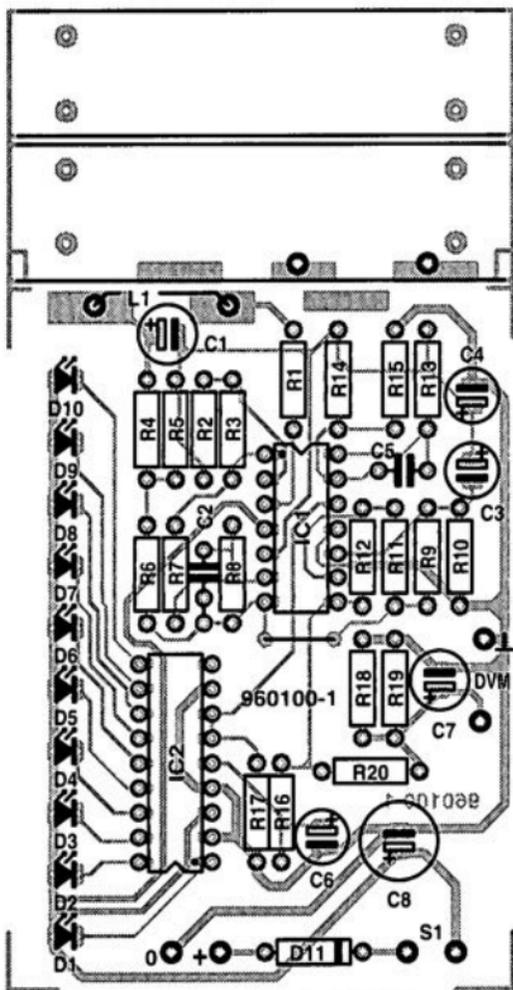
Divers :

S1 = interrupteur unipolaire
 PC1 à PC4 = picots de $1,3 \text{ mm}$ de diamètre pour circuit imprimé
 Bt1 = pile de 9 V
 boîtier Heddic Profi 222, par exemple

Figure 4. Exemple de face avant. Grâce aux indications données par les LED, on dispose d'une mesure fiable de l'intensité du brouillard électrique ambiant.

4





occasion à l'amplificateur opérationnel d'entrer en saturation. La tension aux bornes de C6 est envoyée au pilote d'affichage IC2 (un LM3915) pour représenter l'intensité du champ. Le pilote d'affichage possède sa propre source de tension de référence. Elle délivre 1,25 V, également utilisé dans le montage comme tension auxiliaire aux amplificateurs IC1a et IC1b. Au point de jonction A, on retrouve une tension de $(R14 + R15)/R15 \times 1,25$ V, soit environ 3 V.

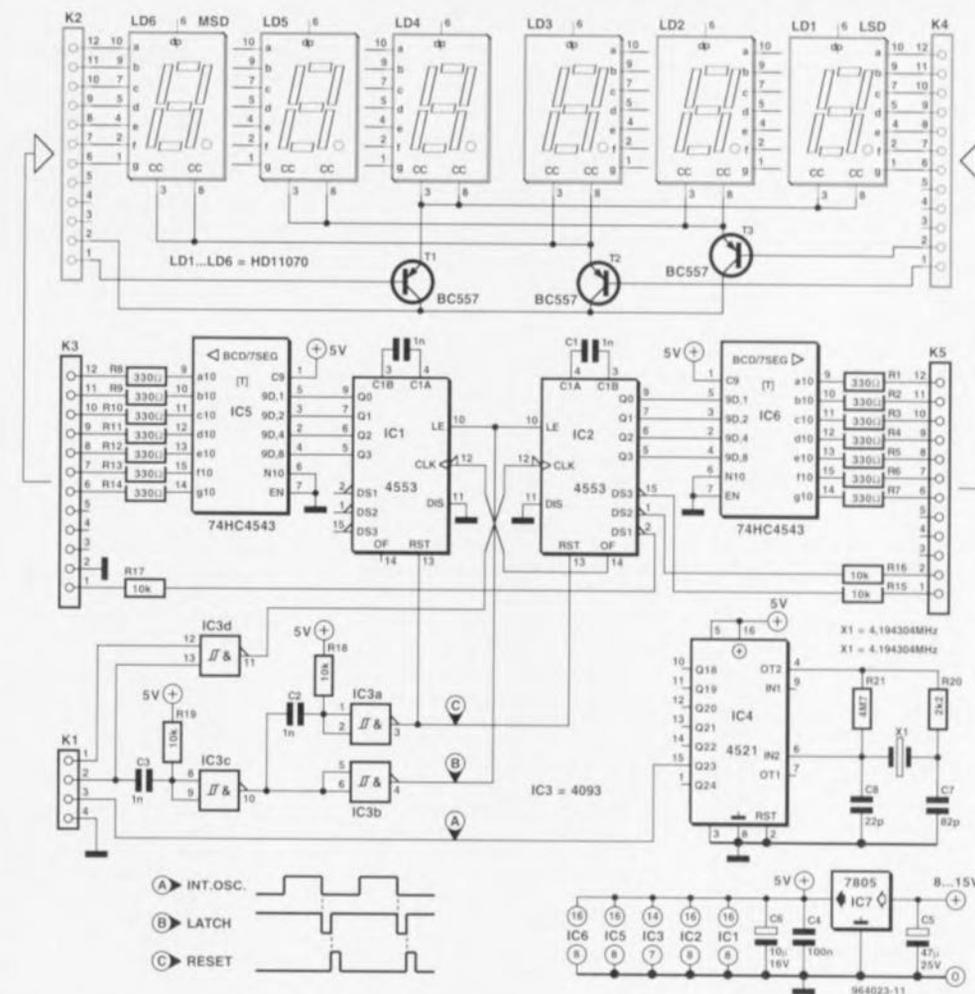
La tension minimale pour laquelle le LM3915 peut afficher un débattement maximum est de 1,2 V. Comme il est piloté par une tension moyenne, l'amplitude maximale est atteinte pour un signal de $1,2 \times \pi = 3,77$ V crête à crête. Puisque l'amplification du signal a lieu dans le redresseur (l'amplificateur opérationnel qui dispose de la plus grande capacité d'attaque), une diminution de la tension de la batterie n'a pas de conséquences immédiates sur l'exactitude du teslamètre.

Le circuit d'affichage comporte dix LED. Au vu du schéma, il est simple de déterminer laquelle des LED s'al-

À la rédaction
d'Elektor

Petit fréquencemètre (HG '96)

Comme le veut la tradition, chaque numéro Hors-Gabarit comporte, outre le montage-bidon classique, également un schéma truffé d'erreurs. Cet honneur « insigne » est échu, en 1996, au montage n°75, un petit fréquencemètre. Il apparaît que le schéma de notre « petit fréquencemètre » comporte un certain nombre d'erreurs sur lesquelles l'un de nos lecteurs, Mr Capel de Goes, a attiré notre attention. Nous l'en remercions. L'erreur la plus grave est la disparition de la liaison entre la broche 15 de IC4 et la broche 3 de K1. Il faut en outre que la broche 5 de IC4 soit mise au +5 V, la broche 3 devant elle se trouver à la masse. Il y a eu en outre intervention entre les broches 6 et 4 de IC4. Nous en arrivons à IC1 et IC2. Il y a eu, à ce niveau, intervention entre les lignes d'horloge et de dépassement (overflow). Ce problème peut être résolu par connexion de la broche 11 de IC3d à la broche 12 de IC2 en non pas 12



de IC1. Il reste, pour finir, à interconnecter la broche 14 de IC2 à la broche 12 de IC1. La broche 14 de IC1 reste en l'air. Il est en outre préférable d'ajouter un condensateur additionnel de 1 nF entre les broches 3 et 4 de IC1 et de couper la liaison entre les

broches 4 de IC1 et IC4. Ajoutons, qu'en cas d'utilisation d'afficheurs à cathode commune la broche 6 de IC5 et IC6 ne doit pas être reliée au +5 V, mais à la masse, sous peine d'inversion des chiffres apparaissant à l'affichage. Vu la complexité relative

de toutes ces modifications, nous vous proposons la version actualisée du « petit fréquencemètre », sans erreur cette fois, espérons-le. En tout état de cause, après ces modifications, l'exemplaire de Mr Capel fonctionne impeccablement.

Tort d'Elektor

teslamètre

Elektor n° 223, janvier 1996, page 22 et suivantes

Une fois n'est pas coutume, le schéma comporte une petite erreur: la résistance R12 vaut non pas 10 kΩ, mais bien les 22 kΩ mentionnés dans la liste des composants. Un certain nombre de nos lecteurs s'est étonné de la divergence entre le texte référent à la figure 4 et la figure 4 réellement publiée dans le magazine.

champmètre pointeur d'antennes satellites

Elektor n° 213, mars 1996, page 38 et suivantes

Le schéma comporte une inversion: en effet, les connexions du galvanomètre M1 sont interverties. La broche + doit être reliée au curseur du potentiomètre P2, sa borne - devant l'être au point A par le biais du condensateur de transfert.

MULTIMET

Elektor n° 223, janvier 1997

Bien que l'auteur, F. Mocq, nous ait donné les informations nécessaires, il manque, sur le schéma, les valeurs des composants utilisés. Les voici: R1, R2 = 47 kΩ, R3 = 12 kΩ, D1 = BAT42, D2, D3 = 1N4148, D4 = REF252, C1 = 1 μF, C2 = 10 μF, IC1 = LTC1286 (Linear Technology).

10 ANS

ULTIBOARD

valable jusqu'au 31 Mars 1997

OFFRE SPÉCIALE

ULTIboard Challenger 700 composé de sa saisie de schéma ULTIcap, de son module de conception de carte ULTIboard et d'ULTIroute son Autorouteur GXR Ripup & Retry pour seulement Ffr. 2.495/Bfr. 16.980 excl. TVA (FFR. 2.931,63 incl. TVA). Selon vos besoins vous pouvez faire évoluer la capacité de votre système ou le doter de nouveaux modules comme par exemple l'Automateur SPECCTRA basé sur un système de reconnaissance de forme et placement automatique. **Démo gratuite sur CD ROM.**

ULTIMATE TECHNOLOGY

Ultimate Technology Bureaux centraux • Eregistraat 36
NL 1411 At Noorden • tel: (+31)35.694444 • fax: (+31)35.6943345
E-mail: sales@ultiboard.com Internet: http://www.ultiboard.com

MAINTENANT AUSSI WINDOWS 95 & NT

Belgique: Ultimate Technology
tel: 02-4672488 • fax 02-4616024
France: Sté. MDS Electronique FR 89430 MELISEY
tél.: 03 86 75 83 03 • fax: 03 86 75 83 04

ne pas GRATUITS

0800-901904 FR
0800-71937 BE
0800-559736 CH



panorama des CD-ROM composants

**lorsque
la résine
remplace
le papier**



Le lecteur de CD-ROM étant devenu un périphérique indispensable de tout ordinateur moderne, de plus en plus de fabricants optent pour une possibilité de choix entre une version sur papier ou sur CD-ROM de leurs recueils de fiches de caractéristiques. Il y a quelques mois nous avons pensé qu'il était temps de faire le point et de voir où en était ces fameux « Data sheets » sur CD-ROM.

L'intérêt indiscutable des CD-ROM est la place qu'ils offrent, 650 moctets dans le meilleur des cas aujourd'hui, plusieurs gigaoctets, dès le début de l'année prochaine si l'on en croit les communiqués de presse concernant le DVD. Lorsque l'on sait qu'une représentation graphique d'une page peut se compter en centaines de kilooctets, on comprend mieux que l'on ait opté pour ce mode de support. Le CD-ROM a en outre l'avantage d'être insensible, si tant est que l'on manipule le support avec un minimum de soins, à l'usure et surtout aux « cornes » inévitables en cas d'utilisation intensive d'un ouvrage quel qu'il soit. Le coût de fabrication est également un argument auquel sont sensibles les fabricants. Après une centaine de contacts en tous genres avec les fabricants de composants de toutes sortes, voici notre moisson de CD-ROM présentée dans

un ordre purement aléatoire.

**SGS-THOMSON
MICROELECTRONICS
DATA ON DISC
DECEMBER 1995**



Le CD-ROM est accompagné d'un petit manuel d'installation. Tourne sur PC Windows®. Pas de men-

NdlR : Cet article décrit un nombre plus important de CD-ROM qu'il n'en apparaît sur la photo illustrant le début de cet article. Cela est dû à des impératifs techniques, les photographies étant faites bien avant l'ultime mouture de l'article. Que les « oubliés » ne nous en tiennent pas rigueur, l'important est que l'on parle de leur CD-ROM n'est-ce pas ?

tion de l'installation sous Windows '95, mais l'installation par Winsetup ne semble pas poser de problème pour Windows '95.

Possibilités d'installation très étendues : tout sur le HD, mixte et rien sur le HD (mais accès sensiblement plus lent).

Documentation pour WorldView. Le CD-ROM le plus proche du véritable recueil de fiches de caractéristiques classique que nous ayons rencontré ici.

Une quantité d'information très importante puisque l'on a accès à près de 2 800 documents à consulter, soit un total de près de 17 000 pages de textes, tableaux et graphiques!!!

SGS-Thomson n'en est pas à son premier DATAonDISC.

Une fois le DATAonDISC installé, il suffit de cliquer sur l'icône pour lancer le programme. On voit le programme de visualisation, WorldView, se charger avec son écran proche de celui de l'Acrobat Reader. On voit s'afficher la fenêtre principale offrant diverses options :

- Informations sur la compagnie
- Table des matières
- Index aphanumérique
- Astuces & trucs

La solution la plus simple consiste à cliquer sur la table des matières pour entrer dans la... matière.

On peut définir un certain nombre de repères (*bookmark*) si l'on veut pouvoir revenir rapidement à un endroit donné.

Il existe même une possibilité d'envoyer un courrier électronique. En résumé : extrêmement utile et très bien fait.

Adresse Internet :

<http://www.sgs.com>

SIEMENS TECHNICAL PRODUCT INFORMATION EDITION 7

À voir le numéro de la version, Siemens est sans doute le premier fabricant à avoir mis ses fiches de caractéristiques sur CD-ROM, ou alors celui qui les réactualise aux intervalles les plus courts.

L'installation ne pose pas le moindre problème.

Sous Windows on se retrouve avec une fenêtre Tebis for Windows avec 2 icônes, Wintebis et Addresses.

Possibilité de recherche de composant à partir de ses caractéristiques électriques.

Il existe un certain nombre de composants où apparaît un téléphone pour signaler qu'il n'existe pas encore de fichier correspondant sur CD-ROM. Attention, si un fichier de caractéristiques est déjà ouvert, il n'est pas possible d'en ouvrir un second. Ceci pourrait donner à croire que certains fichiers existent bien dans la liste mais ne donnent pas accès à un quelconque fichier. Rien n'est plus faux. Les fiches de caractéristiques sont selon le cas en anglais ou en allemand. Possibilité de feuilleter et de faire faire des rotations de 90° aux pages. La qualité est très bonne.

Le menu propose :

- Fiches de caractéristiques, de mémoires (DRAM, modules de DRAM, DRAM synchrone, DRAM multibancs, SRAM CMOS, mémoires non volatiles), de circuits intégrés dédiés, pour l'industrie, l'automobile, les communications, de mémoires en tous genres, de microcontrôleurs, de semi-conducteurs de toutes sortes (SIPMOS et autres), d'opto-composants (LED, afficheurs, détecteurs, émetteurs IR, optocoupleurs et autres). Toute la palette des produits de Siemens en fait.

- Carnet d'adresses sous forme de base de données.

Le CD-ROM comporte également un sous-répertoire contenant les éléments des semi-conducteurs de Siemens en format WKS ainsi qu'une liste alphabétique des données disponibles en format .XLS (EXCEL). Liste des tous les composants énumérés dans les documents du CD-ROM. La qualité des reproductions est très bonne, leur impression sur papier excellente.

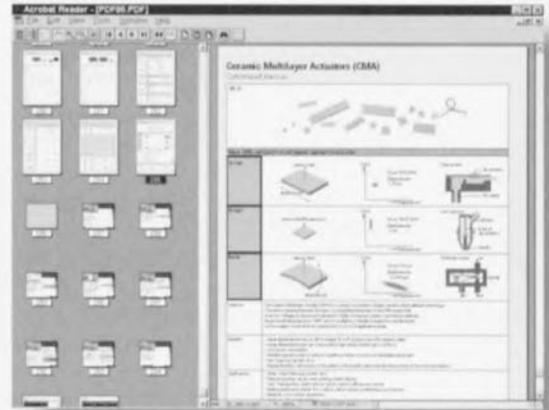
En résumé : approche polie et repolie, 7ème édition. Facile à utiliser.

Adresse Internet :

<http://www.siemens.com>

PHILIPS PASSIVE COMPONENT

3 021 pages de fiches de caractéristiques, 10 recueils de fiches de caractéristiques, 64 pages d'application, un catalogue d'informations condensé de 120 pages, 385 fiches de caractéristiques, dit la notice, voici ce que représente ce CD-ROM. Comme le dit le titre, il ne s'agit là que des composants passifs fabriqués par Philips Semiconductors et lorsque l'on sait qu'ils représentent 10% de la documentation, on voit qu'il reste du pain sur la planche. Travaille également avec le Reader d'Acrobat Version 2.1 Une fois le pro-



gramme démarré, l'accès est très logique. On a en effet le choix entre :

- aller au menu principal, où l'on trouve les catégories : Votre partenaire, Adresses, Comment passer commande, Sélection d'un produit, Index séries et Aide et
- un copyright. Une fois dans le menu principal on retrouve l'aspect classique de l'arborescence Acrobat Reader, très accessible. On retrouve là les fiches de caractéristiques des :

- Condensateurs, résistances, thermistances (NTC et PTC) et varistances (ZnO), filtres en peigne et lignes à retard, quartz et oscillateurs. On peut également considérer que l'on se trouve en présence d'un livre dont on feuilletera les pages une à une. Il y a même une sorte de mode d'emploi en ligne entre les pages 287 et 294. Et tout cela en couleur!!! À quand un CD-ROM composants actifs Philips Semiconductor pour remplacer les dizaines de recueils de fiches de caractéristiques de ses composants actifs ?

Adresse Internet :

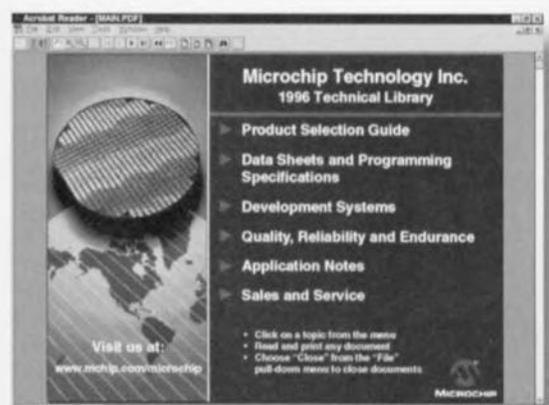
<http://www.semiconductors.philips.com>

MICROCHIP 1996 TECHNICAL LIBRARY

Documentation faite pour tourner sous Acrobat 2.1 (ce qui implique une possibilité d'impression des fichiers). Tourne sous PC Windows® et Macintosh®.

Le contenu du CD-ROM est très varié, proposant :

- Un guide de sélection de produit,
- Les fiches de caractéristiques et spécifications de programmation des



PIC16/17,

- Les fiches d'application des produits de la gamme Microchip,
- Les fiches de caractéristiques EEPROM sérielles et parallèles et celles des EPROM
- Les caractéristiques physiques des produits MicroChip,
- Des aides matériel + logiciel au développement
- Des notes d'application
- Un carnet d'adresses

Au total près de 200 fichiers pdf.

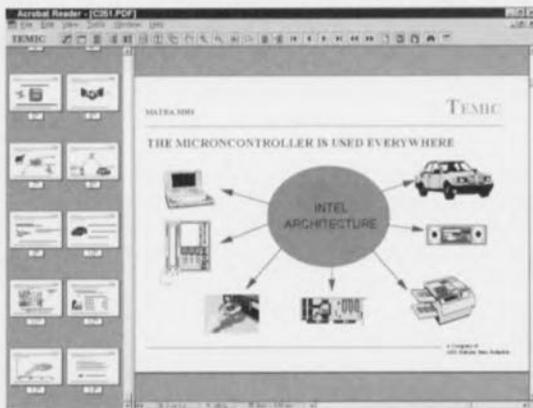
En résumé : extrêmement utile et bien fait, directement lisible depuis le CD-ROM, ce qui simplifie, voire élimine purement et simplement toute installation et ne prend pas de place sur le disque dur.

Adresse Internet :

<http://www.mchip.com/microchip>

TEMIC SEMICONDUCTORS TECHNICAL LIBRARY DECEMBER 1995

Documentation pour Acrobat 2.0 avec



adjonction d'outils au Toolbar d'Acrobat dit le texte. Attention, le texte dit de ne pas utiliser la version 2.1 d'Acrobat. En effet, la version est 2.0 (d'où possibilité d'une impression de bonne qualité des fichiers).

Tourne sur PC Windows® et Unix.

Nécessite un Setup mais peut ensuite être facilement effacé.

Comme on le voit ici, il est difficile de ne pas faire de fautes d'orthographe (MICRONCONTROLLER)

Démarre par activation de l'icône.

Près de 1 000 fichiers pdf représentant plus de 7 000 pages, ce qui se traduit par une certaine difficulté de trouver ce que l'on cherche, mais qui se plaindra d'une telle masse d'informations.

Quelque 50 notes d'application + une pléthore d'informations additionnelles

Le Menu :

- Guide de sélection de produit
- Fiches de caractéristiques et Notes d'application pour divers composants de Telefunken Semiconductor, Siliconix, Matra MHS et Dialog Semiconductor

- Carnet d'adresses

En résumé : Bien fait et marche bien

Adresse Internet :

<http://www.temic.de>

ANALOG DEVICES DESIGNER'S CD REFERENCE MANUAL 1996

L'installation est facile. On fait Setup et l'affaire est réglée. Le programme installe également Acrobat Reader (attention si l'on a déjà installé une version du Reader d'Acrobat et que l'on n'installe pas celle d'Analog Devices; il vaut mieux installer le Reader V2.1). Une fois le programme installé il suffit d'activer l'icône Analog Devices CD Reference pour se retrouver dans le vif du sujet. Petit mode d'emploi pour l'installation et l'utilisation du CD-ROM. L'utilisation du Reader d'Acrobat, devenu semble-t-il le standard de fait des producteurs de CD-ROM de fiches de caractéristiques.

Le menu principal après lancement du programme comporte 4 boutons permettant la sélection de l'une des fonctions suivantes :

- Product Selection

Permet le choix d'un composant pour une application donnée. L'activation de ce bouton ouvre la porte sur 3 autres boutons, Category Search Selection Trees

Detailed Short Form

Main Menu pour revenir

- Databook

Contient tous les produits du CD-ROM. On utilisera cette fonction lorsque l'on connaît la dénomination exacte d'un composant. On arrive ainsi directement à sa fiche de caractéristiques.

Un système de recherche (Databook Search) permet d'entrer la dénomination d'un composant. Une action sur ∇ ouvre la liste de tous les composants connus.

Quelques fonctions additionnelles utiles telles que Data Sheet, Price, etc

- Cross Reference

Finding a Competitive Part Number

offre 3 options

préfixe (Prefix), numéro de composant (Part Number) et suffixe (Suffix)

- Sales Information

En résumé : Joliment présenté, facile à utiliser et très utile.

Adresse Internet :

<http://www.analog.com>

HITACHI ELECTRONIC COMPONENTS DATABOOK EDITION 4.0 MARS 1996



Documentation pour Acrobat 2.0 (ce qui implique une possibilité d'impression des fichiers).

Tourne sur PC Windows® et Macintosh®.

Installe Acrobat Reader comme le fait nombre d'autres CD-ROM de fiches de caractéristiques.

C'est le recueil des composants de la famille H8 sous forme électronique.

Le CD-ROM propose 309 fichiers .pdf soit au total plus de 1 200 pages à consulter.

Au menu du CD-ROM :

- Microcontrôleurs : Familles H8/300L, H8/300H, H8/500, H8S, SH7000, SH7600, SH7700, H8, contrôleurs LCD, fiches de caractéristiques et applications, outils de développement

- Fiches de caractéristiques mémoires, dont mémoires volatiles (RAM dynamique, Fast Page Mode, EDO, Synchrones, modules de RAM dynamique, RAM statique), mémoires non volatile (EPROM, EEPROM, ROM masquée), spécifiques applications (RAM vidéo, FIFO, RAM cache), faible tension.

- Semi-conducteurs : tout sur les boîtiers et leur conditionnement

- Adresses des distributeurs

- Fiches de caractéristiques composants, microprocesseurs, mémoires

- Caractéristiques physiques des boîtiers

- Aides matériel + logiciel au développement

- Compilateur-C pour les microcontrôleurs des familles H8 et SH.

- Notes d'application

- Manuels Adresses

En résumé : une masse importante



d'informations indispensables aux amateurs de la famille H8
Adresse Internet :
<http://www.hitachi.com>

NEC 78K/0 FAMILY



Si certains CD-ROM ne sont pas obtenus directement du fabricant il existe dans certains cas des chemins détournés pour obtenir les informations. N'hésitez pas à consulter les magazines professionnels où l'on retrouve de temps à autre des offres de documentation sur CD-ROM très intéressantes.

Ce CD-ROM a été mis à notre disposition par la société Fortec Electronic AG, le CD-ROM lui-même étant cependant d'origine NEC. Le programme installe une version provisoire de Toolbook et du Acrobat Reader d'Adobe modifié par les soins de NEC avec fonctions additionnelles. On a le choix, à l'installation, d'installer ou non l'Acrobat Reader, et comme il est devenu quasiment indispensable, il y a de fortes chances qu'il ne soit plus nécessaire de l'installer.

Très joliment présenté, en couleur, avec une version provisoire de TechView. Il s'agit là d'un CD-ROM consacré à une seule famille de circuits intégrés, les 78K/0 de NEC, pas moins de 80 types. Quelques fonctions intéressantes telles que définition des tailles de ROM et de RAM nécessaires ce qui se traduit par une sélection automatique des processeurs répondant à ces caractéristiques. Pour peu que l'on relève le niveau des exigences on voit le nombre de composants diminuer comme une peau de chagrin. Extrêmement intéressant pour ceux qui auraient besoin de plus d'information sur les processeurs de la famille vu que l'on y trouve également les manuels utilisateurs, plusieurs centaines de pages à chaque fois.

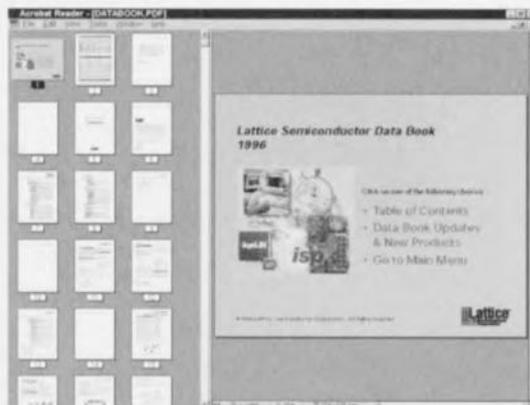
En résumé : extrêmement plaisant à utiliser, se lit en fait comme un livre, un compliment.
Adresse Internet :
<http://www.nec.com>

LATTICE SEMICONDUCTOR CORPORATION ISPTM Synario Starter Software & ISP Encyclopedia

Comme le laisse imaginer son titre, ce CD-ROM est consacré aux ispLSI (isp = *in-site-programmable*) de Lattice Semiconductor.

Ici encore il est fait appel à Acrobat Reader pour la visualisation des fichiers. Le CD-ROM est subdivisé en 2 parties comportant elles-mêmes plusieurs répertoires. ISP Encyclopedia consacrée à tout ce qui a rapport aux ISP avec

- un menu principal (3 pages)
- Le recueil de fiches de caractéristiques (Data Book) 1996 (998 pages)
- Le manuel des ISP (147 pages)
- Le recueil des applications Lattice Semiconductor (501 pages)



- Un calcul de coût (13 pages avec fichiers Excel)
- Le guide de sélection de produit (9 pages). Notons que toutes ces pages sont accessibles sans installation sur le disque dur à condition de disposer du Acrobat Reader.

La seconde partie, ISP Synario Starter Software, que, vu qu'elle sort en fait du cadre de cet article, nous ne mentionnons qu'en raison de son intérêt indéniable, fait la part belle à la version d'évaluation (Entry and Fonctionnal Simulation Starter Software) de Synario, un logiciel puissant supportant les ispLSI 2032 et 1016 ainsi que toutes les GAL de Lattice Semiconductor. De ce logiciel font partie Project Navigator, Schematic Capture, les fonctionnalités de ABEL-HDL Entry and Compiler ainsi que Functional Simulator. Et bien d'autres modules. Sans oublier bien entendu une documentation complète concernant le dit logiciel. En tout un bon 20 Moctets de fichiers. Sans oublier la possibilité d'obtenir 25% de réduction...

NATIONAL SEMICONDUCTOR National Semiconductor Technical Literature Database

Le set que nous avons reçu de National Semiconductor comportait 2 CD-ROM :

- 1) Datasheets and Physical Dimensions et
- 2) Applications Notes

Le tout est daté de juillet 1996. On ne fait guère plus récent. Ces CD-ROM sont très faciles à utiliser vu qu'ils n'exigent pas d'installation à condition bien entendu que l'on ait déjà installé le Reader d'Acrobat puisque c'est par l'intermédiaire de cette interface que se fait la visualisation des fichiers.

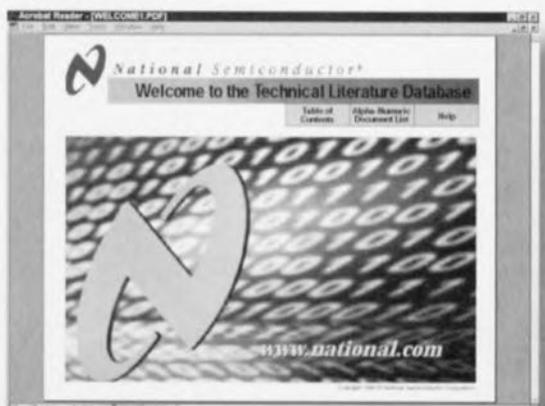
On lance l'opération à l'aide d'une activation du fichier Welcome1. La première page offre 3 options :

- La table des matières (Table of Contents)
- Un accès alphanumérique (Alphanumeric Document List)
- Une aide (Help).

Avec la première option, un sas sur des milliers de pages s'ouvre à nos yeux. Le premier niveau, compte à lui seul 219 pages !!! Si l'on clique sur l'un des repères on passe au niveau suivant qui donne à nouveau accès à un composant spécifique dont la documentation peut comporter plusieurs dizaines de pages, comme c'est le cas de la rubrique Microcontrôleurs ou Microprocesseurs... Heureusement que le Reader connaît une fonction Retour en Arrière (Back) Ctrl+ - pour revenir à la page ou au niveau précédent et un Ctrl+3 pour aller à la page suivante.

Qu'y a-t-il au menu? De la logique BiCMOS aux Communications sans fil en passant par toute la famille CMOS, les 4000, les FACT, les HC, HCT, VHC et bien d'autres, les mémoires, les microcontrôleurs, les microprocesseurs sans oublier les ECL et les TTL. Cette énumération est loin d'être exhaustive. Et le CD-ROM des notes d'application direz-vous. Là encore de quoi passer de longues heures devant votre écran. L'arborescence présente la même structure. Si l'on passe au niveau suivant. 41 pages de repères correspondant chacun à une, plusieurs pages. Nous laissons le plaisir de la découverte.

Adresse sur Internet :
<http://www.national.com>



1996 IC MASTER CD-ROM PLUS

datant de juin 1996 et dont le sponsor est Harris Semiconductor.

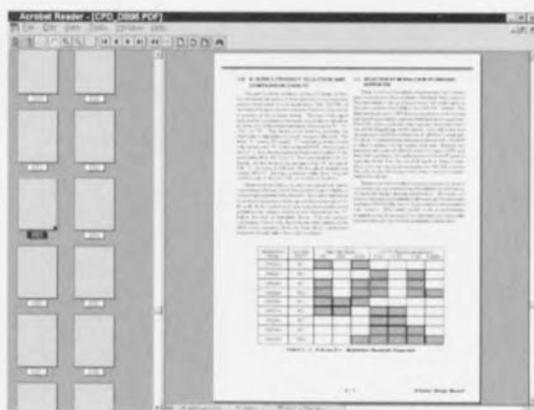
Son utilisation est très accessible. Après installation, attention à bien utiliser le fichier VBDB300.dll fourni sur le CD-ROM sous peine de ne pas pouvoir démarrer le programme.

On voit alors apparaître une liste dans l'ordre alphabétique de composants dotés des références Farnell, fabricant et d'une description. Un clic et l'on se retrouve dans la fiche de caractéristiques correspondante. Très bien fait. Un exemple à suivre. Adresse Internet :

<http://www.farnell.co.uk>

Et encore en vrac, un certain nombre de CD-ROM pouvant intéresser l'amateur d'électronique, mais qu'il est difficile de classer dans la catégorie des CD-ROM de «Data-sheets».

SILICON SYSTEMS 1996 VOLUME 1



Documentation pour Acrobat 2.0 Tourne sur PC Windows[®]. Plus proche du véritable recueils de fiches de caractéristiques classique. Certains des documents ne sont cependant pas disponibles sous format électronique.

Importante quantité d'information puisque plus de 1 200 pages à consulter. Le contenu :

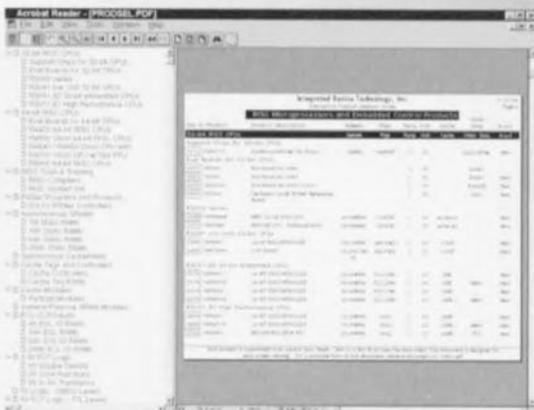
- Fiches de caractéristiques composants
- Caractéristiques physiques
- Aides matériel + logiciel au développement
- Notes d'application
- Manuels
- Carnet d'adresses

En résumé : Une approche classique

Adresse Internet : <http://www.ssi.com>

INTEGRATED DEVICE TECHNOLOGY, INC MARCH 1996

Tourne sous Acrobat Reader V2.1 Possibilité d'accès à partir d'un



WEB Browser. Le format des documents est le format .HTML, celui des pages du Web.

3 Fichiers NUMINDEX : (et non pas PRODNOS comme indiqué sur le « mode d'emploi ») tri par numéro de produit avec description et référence à une fiche de caractéristiques.

DOCINDEX : donne le titre et la référence de tous les documents présents sur le CD, faxback, databooks, triés par sujet.

PRODSEL : guide de sélection de tous les produits. Chaque produit possède sa fiche de caractéristiques.

En résumé : confort d'utilisation étonnant
Adresse Internet : <http://www.idt.com>

MOTOROLA CSIC

WEB Site Tour Kit CSIC Family of Microcontrollers 68HC05 et 68HC08

La documentation est présentée en format pdf

(Adobe Acrobat Reader) ou encore, approche inédite, accessible à l'aide d'un Web Browser. Installer Adobe Reader 2.1 et QuickTime 4 Windows 2.04.

Tourne sur PC, Mac et Unix.

Propose une série (relativement limitée) de notes d'applications. En résumé : c'est une sorte de Web Site sur CD-ROM avec une masse importante d'informations concernant les Développement Tools.

Le CD-ROM propose également un certain nombre de logiciels de développement tels que MMDS05, M68HC705JICS, ou M68HC705KICS.

Adresse Internet : <http://www.motorola.com>

POUR CLORE UNE LONGUE QUÊTE...

Il nous semble, en cette époque de protection de l'environnement que la tendance de remplacer les recueils de fiches de caractéristiques sur papier par leur homologue sur support plastique, lire CD-ROM, ne peut être qu'encouragée.

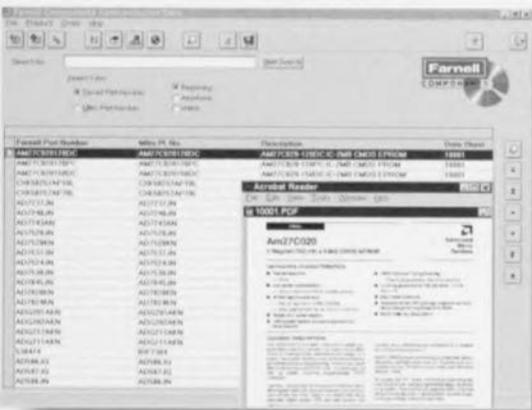
970002-1

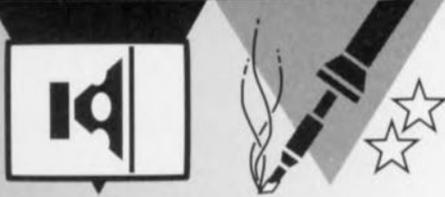
S'il est une source d'informations c'est bien le IC MASTER, ouvrage de référence dont la majorité d'entre nos lecteurs travaillant dans l'industrie connaît sans aucun doute l'existence. Ce CD-ROM se distingue par rapport aux autres par un manuel sensiblement plus épais que celui que l'on retrouve avec n'importe lequel des autres CD-ROM de fiches de caractéristiques, mais le prix explique bien des choses... La recherche d'un composant demande un rien d'habitude, mais on a vite fait de s'y faire.

Notons à l'intention de ceux que ce produit intéresse l'existence d'un site Web : <http://icmaster.com> auquel on peut accéder en tant qu'invité si l'on ne dispose pas du code (le numéro d'identification du CD-ROM acheté).

Nos recherches tous azimuts nous ont appris qu'il existe également des revendeurs de composants qui, sur leur catalogue, reprennent un certain (!!!) nombre de fiches de caractéristiques de fabricants de composants, c'est le cas, par exemple, de Farnell qui, pour une somme abordable, propose un CD-ROM comportant 30 000 pages de fiches de caractéristiques. De quoi occuper les longues soirées d'hiver...

SEMICONDUCTOR DATA FROM OVER 50 MAJOR MANUFACTURERS Farnell Components sort un CD-ROM



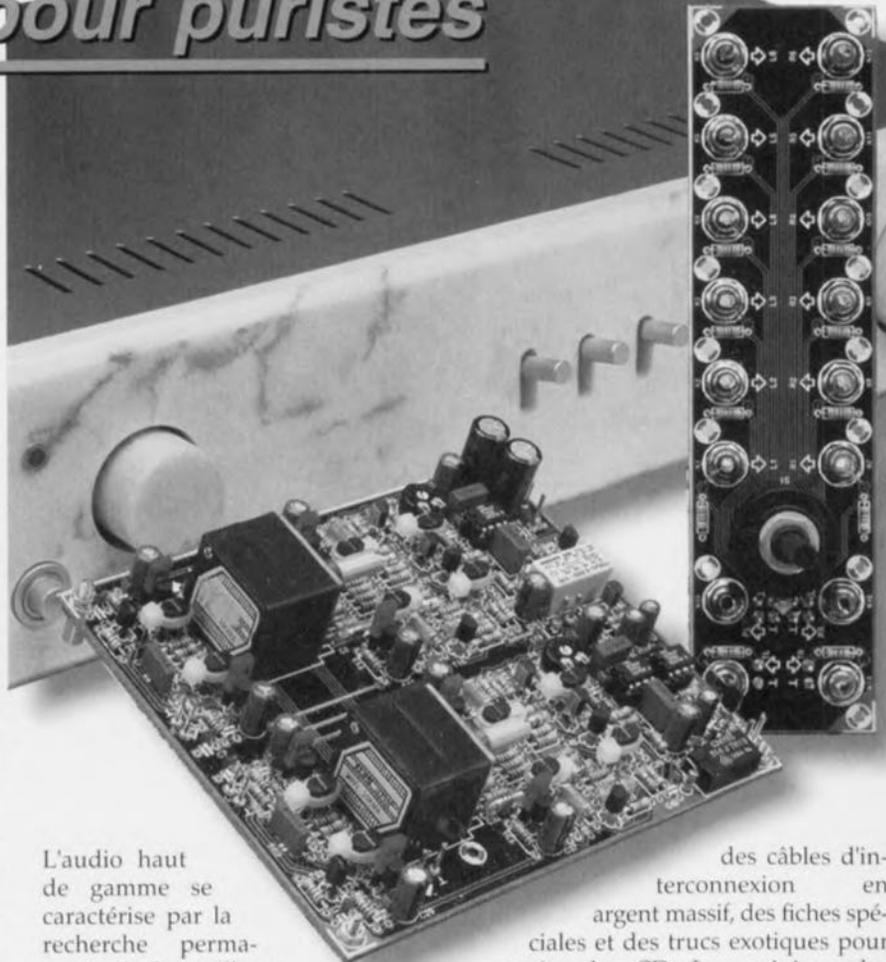


préamplificateur alimenté par piles

*première
partie*

*circuit haut de gamme
pour puristes*

Cette réalisation est destinée à ceux des audiophiles qui ne se satisfont que du meilleur. Le préamplificateur entièrement conçu en composants discrets se distingue par des taux de distorsions exprimés en dix-millièmes de pour-cent et affiche pour le reste des spécifications irréprochables. Bien, mais ce n'est pas tout. Pour éviter toute perturbation du traitement du signal par le secteur, le préamplificateur est alimenté par une batterie d'accumulateurs NiMH. Nous nous limiterons dans cette partie au préamplificateur lui-même et nous examinerons le mois prochain le chargeur d'accumulateurs conçu spécialement pour cette application.



L'audio haut de gamme se caractérise par la recherche permanente de la meilleure qualité possible. Cette branche de la technique audio ne s'abaisse pas à des artifices comme les *bass-boost*, égaliseurs et autres affichages science-fictionnelles; elle repousse même négligemment du pied tous ces gadgets. Tout ce qui compte ici, c'est la qualité du traitement du signal. Les vrais audiophiles recherchent cette qualité résolument et consciencieusement, sans concession à quoi que ce soit. Dans ces petits cercles, seule une qualité de signal sans compromis mérite la désignation « Hi-Fi ».

Que faire maintenant si les spécifications d'un amplificateur, par exemple, sont si bonnes qu'elles dépassent les limites des appareils de mesure? Les améliorations essentielles ne sont plus possibles ou en tout cas ne sont plus mesurables. Les puristes audiophiles cherchent les améliorations dans des machins psycho-acoustiques comme

des câbles d'interconnexion en argent massif, des fiches spéciales et des trucs exotiques pour manier des CD. Les opinions des audiophiles divergent fortement sur ces sujets. Rien de tout cela n'est mesurable, il est discutable que ce soit audible.

L'exclusion de tout ce qui peut influencer sur le trajet normal du signal est une façon plus tangible d'améliorer les performances. L'une des premières choses auxquelles on pense est le secteur. La tension du secteur produit en temps normal des ronflements indésirables, de plus les pointes et autres irrégularités ne sont pas exceptionnelles. D'où la supposition (justifiée) qu'un gain de qualité est possible si l'appareil n'est pas alimenté directement par le secteur, et la conception de préamplificateur à laquelle nous avons abouti. Pour éviter toute influence indésirable du secteur, l'appareil est conçu pour fonctionner en permanence sur des accumulateurs. La tension du secteur n'est utilisée que pour recharger les accumulateurs quand le préamplificateur est arrêté.

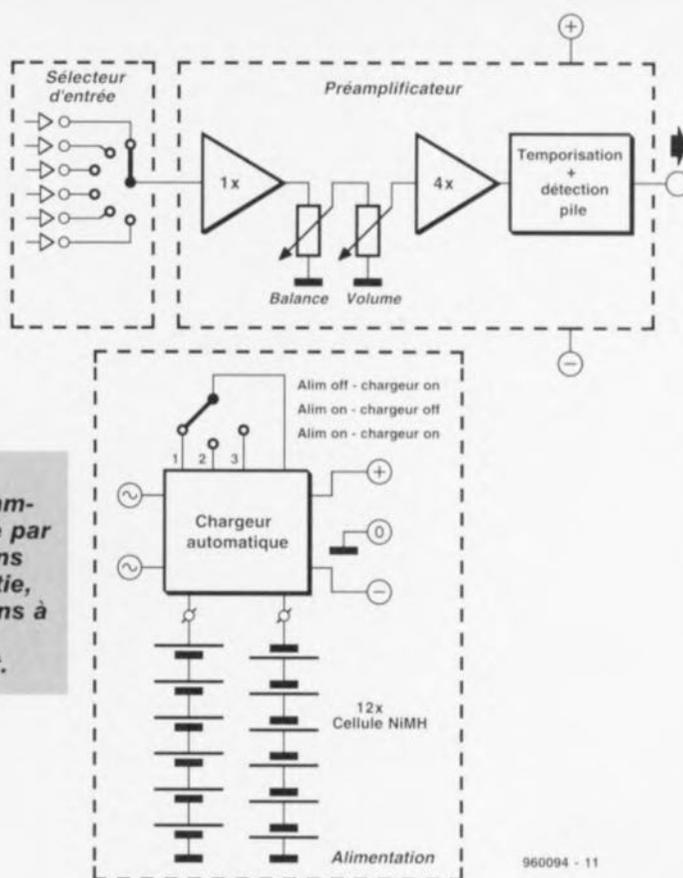
UN SCHEMA EN TROIS PARTIES

Le préamplificateur lui-même n'est pas exceptionnel. Aucun circuit intégré ne se trouve sur le trajet du signal, c'est un détail remarquable, mais pas unique. Les excellentes spécifications ne sont pas uniques non plus, puisque des réalisations antérieures du laboratoire d'Elektor en proposaient déjà d'aussi bonnes. La particularité de ce préamplificateur, ce qui le distingue de ses congénères, c'est le fait que toutes ces caractéristiques sont alliées à une alimentation par accumulateurs.

La figure 1 représente le schéma synoptique du préamplificateur. On peut voir que l'ensemble est divisé en trois parties. Nous verrons plus loin que ces trois parties sont réalisées sur des platines distinctes.

Le « sélecteur d'entrée » est une version passive qui appelle peu de commentaires. On trouve sur presque tous les amplificateurs une sélection d'entrée comparable, par un commutateur. La partie active comporte quatre blocs avec des fonctions distinctes : tampon d'entrée, réglage de volume et de balance, amplificateur proprement dit, enfin un circuit à relais pour éviter les bruits à la mise en marche et à l'arrêt et pour détecter la tension de la batterie. L'amplificateur est calculé pour

Figure 1 - Schéma synoptique du préamplificateur alimenté par accumulateurs. Dans cette première partie, nous nous limiterons à la description des deux blocs du haut.



une tension d'alimentation symétrique de 7,2 V. Un peu d'arithmétique nous apprend que cela correspond à deux batteries de six éléments CdNi ou NiMH de 1,2 V.

Le bloc inférieur de la figure 1 représente l'alimentation du préamplificateur, constituée des deux batteries d'accumulateurs et d'un chargeur piloté par microprocesseur. Le commutateur

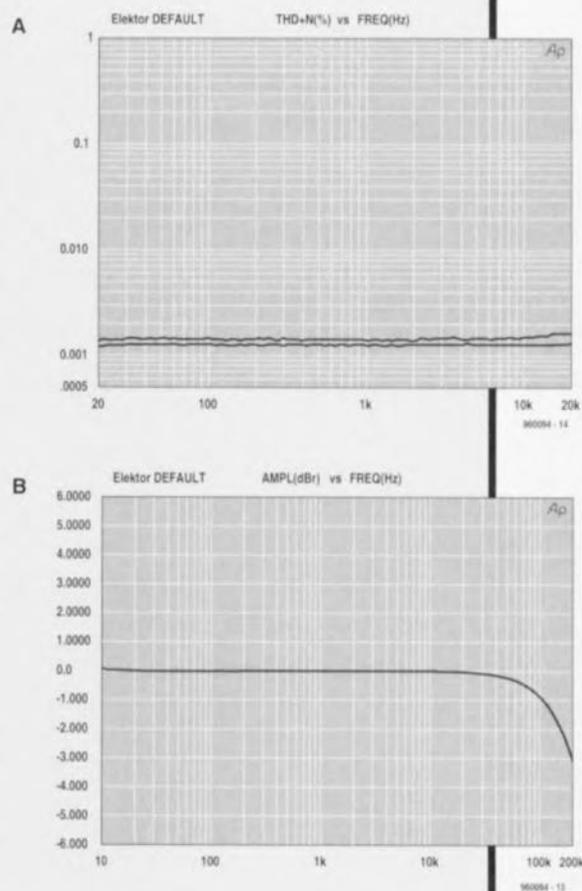
Résultats de mesures

rapport signal/bruit à $1 V_{eff}$ en sortie	(P2 fermé) : 108 dBA (P2 ouvert) : 106 dB
distorsion harmonique totale + bruit à 1 kHz et $1 V_{eff}$ en sortie :	0,00070%
séparation des canaux (1 kHz) :	(bande passante 22 kHz) > 92 dB (20 kHz) : > 67 dB (1 kHz) : < -107 dB (20 kHz) : < -84 dB
diaphonie	
impédance d'entrée :	23,6 k Ω
impédance de sortie :	100 Ω
impédance de sortie magnétophone :	500 Ω
sensibilité (pour $1 V_{eff}$ en sortie) :	260 mV

(gain 3,82)	
bande passante :	0 à 200 kHz
tension d'entrée maximale :	4,5 V_{eff}
tension de sortie maximale :	5,5 V_{eff}
consommation :	21 mA

Toutes les mesures sont effectuées sous une tension d'alimentation de $\pm 8 V$ (accus à pleine charge), avec une résistance de bouclage de 560 Ω sur l'entrée utilisée. Nous vous offrons quelques courbes en prime. La figure A montre la distorsion harmonique totale + bruit pour deux niveaux d'entrée différents. La courbe supérieure a été relevée avec un niveau d'entrée de $2 V_{eff}$, la courbe inférieure avec un niveau d'entrée de $260 mV_{eff}$. Dans les deux cas, la tension de sortie était réglée à $1 V_{eff}$ et la bande passante utilisée de 80 kHz. Comme on le voit, la différence est minime : la distorsion est de 0,0014% dans un cas et de 0,0012% dans l'autre.

La figure B donne pour finir la courbe de réponse en fréquence du préamplificateur. Conformément aux spécifications de bande passante données ci-dessus, nous trouvons le point supérieur à -3 dB exactement à 200 kHz.



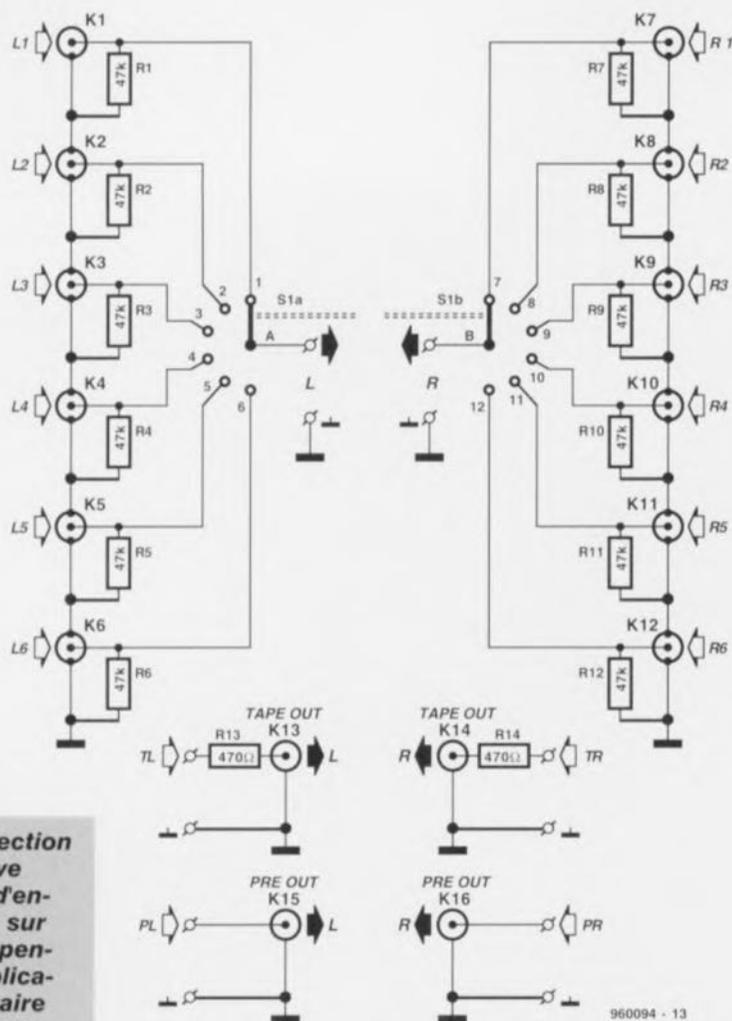


Figure 2 - La sélection d'entrée se trouve avec les prises d'entrée et de sortie sur une platine indépendante. Toute explication supplémentaire semble superflue.

autorise le choix entre deux états normaux et une sorte d'état de réserve. Dans l'état 1 (*power off*), l'alimentation du préamplificateur est déconnectée et les accumulateurs sont en charge. Dans l'état 2 (*power on*), les accumulateurs alimentent le préamplificateur et le chargeur est déconnecté. L'état 3 est une sorte d'état d'urgence pour le cas où, pour une raison ou une autre, on se trouve avec des accus déchargés et une envie irrésistible d'utiliser le préamplificateur ; dans cet état, les accumulateurs alimentent le préamplificateur tout en étant raccordés au chargeur. En pratique, on ne devrait jamais avoir recours à l'état 3, puisque l'appareil est conçu pour fonctionner au moins 50 heures avec une charge d'un jeu d'accumulateurs NiMH (au format AA), alors que la charge complète ne dure que deux à trois heures.

Quand le préamplificateur n'est pas utilisé, les accumulateurs sont maintenus en condition parfaite par le chargeur. Une fois la procédure de charge rapide terminée, il commute automatiquement sur la charge au goutte à goutte. Nous reviendrons sur le chargeur en détail dans la deuxième partie.

SCHEMA COMPLET

Bien qu'il existe des circuits intégrés pour presque toutes les fonctions spéciales, la partie traitement du signal est confiée entièrement à des composants

discrets. De plus, les composants utilisés sont, à quelques exceptions près, de type standard, ordinaires. Nous ne faisons pas appel à des semi-conducteurs insolites, dont la disponibilité serait problématique. La **figure 2** développe le premier bloc du schéma synoptique, à savoir le circuit de sélection des entrées. Nous ne nous y attarderons pas puisque la totalité du matériel nécessaire se résume à un commutateur rotatif et une pincée de résistances de bouclage. Le commutateur S1 permet le choix entre six entrées au niveau ligne, ce qui est plus que suffisant en pratique. Cette partie du circuit est réalisée sur une platine-connecteur séparée, qui porte en plus les prises de sortie ; c'est pourquoi la figure 2 représente aussi les connecteurs de sortie ligne (K15/K16) et les prises de sortie magnétophone (K13/K14).

Les choses intéressantes commencent vraiment avec la **figure 3**, puisqu'elle contient toute la partie active du préamplificateur. Ce schéma est assez étendu, aussi allons-nous l'envisager d'abord globalement. Il apparaît d'abord que tout ou presque se trouve en double exemplaire dans ce schéma. Il représente en fait les deux voies stéréophoniques, le canal droit en haut, le gauche en bas. Pour que la description reste claire, nous ne nous référons qu'à un canal, le droit.

Les fonctions annoncées par le schéma synoptique ne sont pas difficiles à

reconnaître. Le tampon d'entrée est constitué par la section dessinée autour des transistors T1 à T7. Les potentiomètres P1 et P2 remplissent les fonctions de réglage de volume et de balance. L'amplificateur proprement dit utilise la partie qui s'étend de T8 à T22 ; le circuit intégré IC1 en fait partie aussi. Enfin nous trouvons la partie commune aux deux moitiés stéréophoniques, chargée de la suppression des clics à la mise en marche et de la mesure de la tension des batteries.

TAMPON

Comme il existe une limite pratique et raisonnable au nombre d'éléments de la batterie, l'alimentation par accumulateurs se fait sous une tension relativement basse ; avec les douze éléments mis en oeuvre ici, la tension nominale est de $\pm 7,2$ V. Du fait de cette basse tension, nous avons choisi de n'apporter une amplification qu'après les potentiomètres, de façon à pouvoir traiter encore des signaux de quelques volts. L'étage tampon situé avant les potentiomètres n'est donc en fait qu'une sorte d'émetteur-suiveur amélioré. Le raccordement de deux émetteurs-suiveurs (les paires T1/T3 et T2/T4) l'un derrière l'autre donne à l'étage tampon, en théorie, une entrée et une sortie exemptes de décalage (*offset*) ; cela présente l'énorme avantage de permettre un couplage continu du signal. En pratique, cela suppose toutefois que les paires de transistors NPN/PNP soient appariées, en gain et en tension de seuil base-émetteur, et couplées thermiquement. Le courant continu de polarisation (fixée en classe A) du tampon est fourni par les sources de courant construites autour de T5 et T6. Les LED D1 et D2 servent de référence pour les sources de courant, elles sont elles-mêmes alimentées à courant constant par le FET T7. Pour limiter la dérive à un minimum, les transistors T5 et T6 sont couplés thermiquement aux LED correspondantes.

Un filtre passe-bas (R1/C1) disposé à l'entrée supprime les parasites à haute fréquence. La sortie de l'étage tampon attaque l'étage de réglage de volume et de balance et alimente aussi la sortie d'enregistrement.

ÉTAGE AMPLIFICATEUR

Les conditions imposées à l'étude de l'étage amplificateur étaient la faible tension d'alimentation et une consommation de courant aussi faible que possible. Comme on le voit, la conception de l'étage est entièrement symétrique. Nous trouvons à l'entrée deux amplificateurs différentiels complémentaires (T8 à T11), équipés chacun d'une source de courant comme celle de l'étage tampon (T12 et T13). Pour assurer la stabilité, il est important que les paires de transistors des amplifica-

teurs différentiels, T8/T9 et T10/T11, soient couplées thermiquement. Pour limiter le décalage, il est souhaitable ensuite (comme pour l'étage tampon) que les transistors NPN et PNP soient appariés.

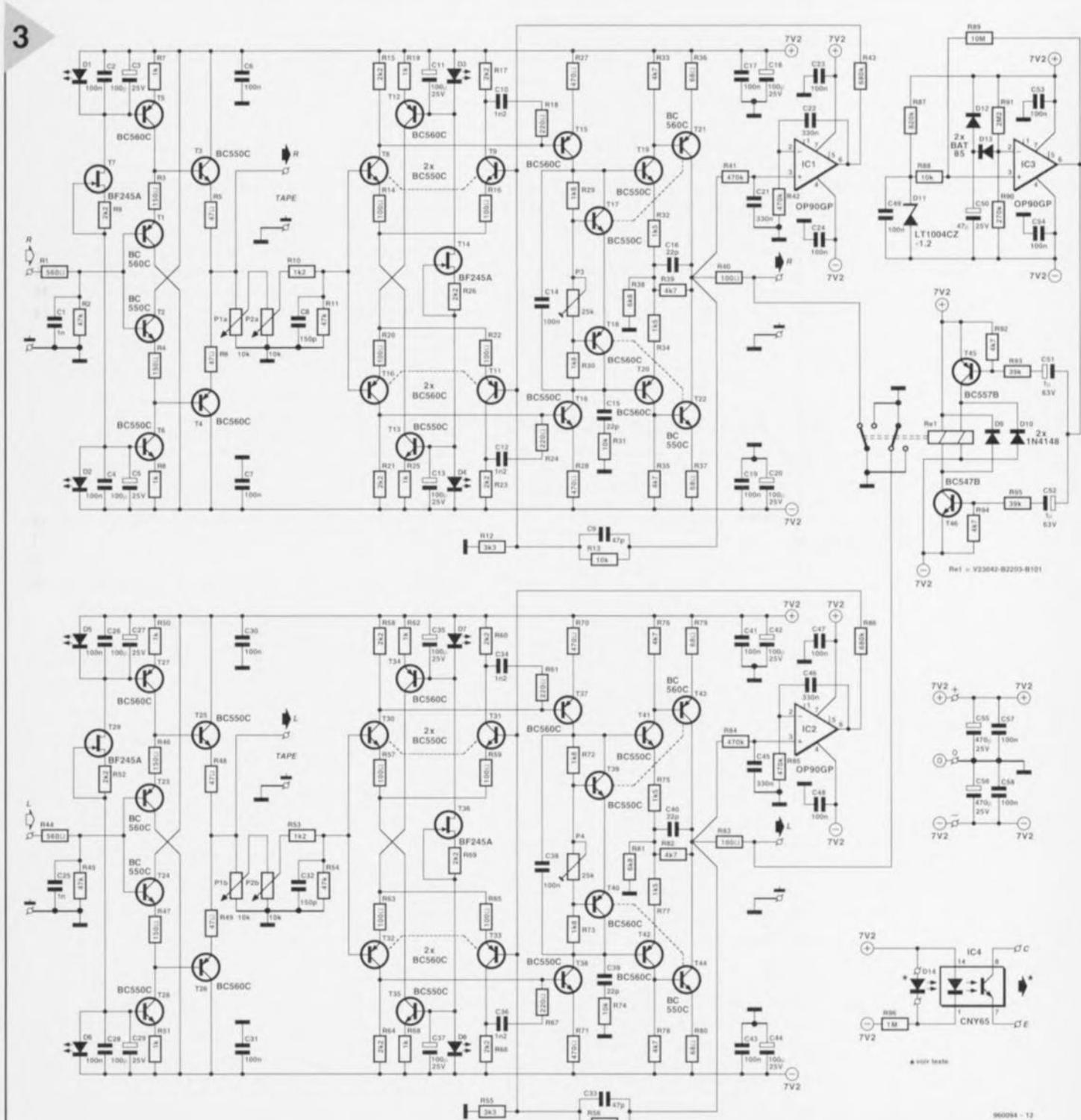
Les sorties des amplificateurs différentiels attaquent l'étage push-pull T15/T16, lequel attaque à son tour l'étage de sortie. Il s'agit ici d'un étage *compound* (une sorte de Darlington), à cause de la faible tension d'alimentation, qui apporte un gain de 1,7 environ. Ce gain laisse en quelque sorte une certaine latitude aux autres étages et la conception de l'étage (avec des transistors en émetteur commun) per-

met à la tension de sortie d'approcher de la tension d'alimentation. Le courant de repos de l'étage de sortie est maintenu constant par le circuit T17/T18 qui relie les bases de T21 et T22. Il s'agit d'une sorte de « Zener à transistors » ; le potentiomètre P3 règle la tension de Zener, et par là le courant de repos des transistors de sortie (aux environs de 2 mA).

Les réseaux R18/C10, R24/C12, R31/C15 et C16 forment la compensation de l'amplificateur. Le gain en boucle ouverte est de 17000 avec une bande passante de 2 kHz.

Comme la symétrie ne sera jamais parfaite, malgré l'appariement des com-

Figure 3 - Le préamplificateur est composé d'un tampon et d'un amplificateur, les potentiomètres sont intercalés entre les deux. Le décalage est compensé par un système asservi autour d'IC1 (et IC2), alors que la section autour d'IC3 et Re1 se charge du retard à la mise sous tension et de la mesure de la tension d'alimentation.



3

posants, les décalages sont compensés par un circuit asservi additionnel. Ce circuit de compensation est construit autour d'un amplificateur opérationnel de précision à faible tension et faible consommation, du type OP90GP (IC1). La faible consommation (20 μ A au maximum) et la faible tension de décalage en entrée (typiquement 0,13 mV) font de l'OP90GP l'idéal pour cette application. La tension de décalage présente à la sortie est appliquée par R43, après amplification, à la base de T9/T11. Le décalage en sortie de l'amplificateur reste ainsi dans des limites raisonnables.

CIRCUIT À RELAIS

Pour supprimer les effets désagréables de la mise sous tension et de l'arrêt, nous faisons appel à la solution habituelle du relais. La seule particularité est que le contact n'est pas en série dans le trajet du signal, mais qu'il le court-circuite à la masse. L'avantage est que le relais n'est pas dans le trajet du signal en marche normale et ne peut pas avoir d'influence défavorable sur sa qualité. La résistance R40 évite que l'étage de sortie ait à souffrir du court-circuit. Autre particularité : le relais Re1 n'est pas un modèle ordinaire, mais un type bistable. Une impulsion de quelques millisecondes suffit à le faire basculer d'un état à l'autre, ce qui évite une

consommation supplémentaire inutile. Le relais possède deux bobines distinctes, l'une sert à fermer le contact, l'autre à l'ouvrir. Les transistors T45 et T46 produisent les impulsions de commande du relais. L'impulsion dure le temps de la charge des condensateurs C51 ou C52. Lequel des condensateurs va se charger ? Cela dépend de l'état de la sortie d'IC3. Ce comparateur a une triple fonction ; il introduit le retard à la mise sous tension, il mesure la tension d'alimentation et il assure une déconnexion rapide lors de l'arrêt du préamplificateur. Les deux dernières fonctions n'en sont qu'une en fait, qui revient à faire basculer le relais dès que la tension d'alimentation tombe en-dessous de 12 V. Pour ce faire, il compare à la tension de référence la tension prélevée au point nodal du diviseur R90/R91. La tension de référence est fournie par une source spéciale à faible consommation (LT1004-1.2) qui se contente de 10 μ A. La rétro-action positive appliquée par R90/R91 assure un fonctionnement franc du comparateur aux alentours du seuil de basculement. Le retard à l'enclenchement est provoqué par C50. Après la mise sous tension, il faut que C50 se charge à travers D13 avant que le comparateur IC3 bascule. La diode D13 assure une réaction immédiate à la chute de la tension

d'alimentation. La diode D12 décharge le condensateur quand la tension est proche de 0 V. La valeur de C50 est choisie de telle façon que le retard soit de 10 à 15 secondes, suivant la tension d'alimentation. Le temps s'allonge quand la tension baisse. Un retard extrêmement long indique que quelque chose se passe mal dans les accumulateurs ou le chargeur. Le temps peut être raccourci par une réduction de la valeur de C50.

INDICATEURS

Pour signaler que le préamplificateur est en service, on peut éventuellement alimenter une LED à fort rendement par l'intermédiaire de R96 ; dans ce cas, sa valeur sera ramenée à 6,8 k Ω . On peut aussi choisir un opto-coupleur (IC4) qui permettra de donner une indication de l'état des accumulateurs au moyen d'une LED bicolore. L'avantage est que l'opto-coupleur ne prélève que 15 μ A (R96 = 1 M Ω) sur les accumulateurs et que le courant de la LED est fourni par l'alimentation du chargeur. Nous reviendrons sur les indicateurs dans la deuxième partie, lors de la description du chargeur. Dans ce numéro, nous donnerons le dessin des circuits imprimés et la description du montage du préamplificateur complet.

(960094-61)

AIDES À LA RÉALISATION

Elektor ne fait pas la vente de composants. Ceux-ci sont normalement à trouver chez un revendeur de composants. Il nous a cependant semblé nécessaire, suite à de nombreuses lettres, de résumer sur cette demi-page les informations cruciales pour la lecture et la compréhension des articles publiés dans Elektor. Nous utilisons, pour l'indication des valeurs de composants, les préfixes (classiques) suivants :

E (exa) = 10^{18}	a (atto) = 10^{-18}
P (peta) = 10^{15}	f (femto) = 10^{-15}
T (tera) = 10^{12}	p (pico) = 10^{-12}
G (giga) = 10^9	n (nano) = 10^{-9}
M (mega) = 10^6	μ (micro) = 10^{-6}
k (kilo) = 10^3	m (milli) = 10^{-3}
h (hecto) = 10^2	c (centi) = 10^{-2}
da (deca) = 10^1	d (deci) = 10^{-1}

Dans certains schémas et dans la liste des composants nous préférons utiliser, contrairement aux recommandations IEC et BS, le préfixe + symbole comme caractère délimiteur en remplacement de la virgule. 2 exemples :

3k Ω 9 = 3,9 k Ω 4 μ F7 = 4,7 μ F

Sauf mention contraire, la tolérance des résistances est $\pm 5\%$ et leur wattage 1/3 à 1/2 watt. La tension de service des condensateurs est de ≥ 50 V.

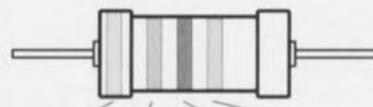
Lors de la mise en place des composants on commencera en règle générale par l'implantation des composants passifs de la taille la plus faible, c'est-à-dire les ponts de câblage, les résistances et les petits condensateurs ; on passera ensuite aux supports pour circuits intégrés, aux relais, aux condensateurs de forte capacité tels que les électrolytiques et aux connecteurs et autres embases. Les semi-conducteurs vulnérable et les circuits intégrés fragiles seront montés en dernier.

Le soudage. On utilisera un fer à souder d'une puissance de 15 à 30 W doté d'une pointe fine et de la soudure à âme de résine (60/40). On enfiche les connexions du composant concerné dans les orifices prévus à cette intention, on les replie légèrement, on les coupe à la bonne longueur et on procède à leur soudure ; on attend de 1 à 2 secondes jusqu'à ce que l'alliage étain/plomb devienne liquide et vienne souder relier la connexion au métal de l'orifice. On peut alors enlever le fer à souder. Attention à éviter de surchauffer le composant en particulier les circuits intégrés et les semi-conducteurs. S'il faut dessouder un composant on utilisera de préférence un fer à dessouder à pompe aspirante ou un appareil spécialement prévu à cet effet.

Le dépannage. Si le circuit ne fonctionne pas correctement, il faudra comparer soigneusement les composants mis en place sur la platine avec la sérigraphie de l'im-

plantation des composants et vérifier leurs caractéristiques à l'aide de la liste des composants. Tous les composants se trouvent-ils à leur place (celle prévue sur la sérigraphie) ? Les polarités des composants en ayant une a-t-elle bien été respectée. N'avez-vous pas fait d'erreur dans le branchement des lignes d'alimentation ? Toutes les soudures faites sont-elles « saines » ? N'avez-vous pas oublié de pont de câblage ? Si le schéma de la réalisation en cause comporte des valeurs de mesure, les éléments mesurés sur le circuit imprimé correspondent-ils à ces valeurs – on peut accepter une dérive de $\pm 10\%$ des dites valeurs.

La valeur d'une résistance est indiquée à l'aide d'un code de couleurs qui définit comme suit :



couleur	1 ^{er} chiffre	2 ^{ème} chiffre	facteur multiplicateur	tolérance
noir	--	0	--	--
marron	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
rouge	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
orange	3	3	$\times 10^3$	--
jaune	4	4	$\times 10^4$	--
vert	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0,5\%$
bleu	6	6	$\times 10^6$	--
violet	7	7	--	--
gris	8	8	--	--
blanc	9	9	--	--
or	--	--	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
argent	--	--	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
rien	--	--	--	$\pm 20\%$

Exemples :

marron-rouge-marron-or = 120 Ω , $\pm 5\%$
jaune-violet-orange-marron = 47 k Ω , $\pm 1\%$

Il arrive que nous ayons à publier des corrections éventuelles concernant l'une ou l'autre réalisation, ce que nous faisons dans les plus brefs délais dans l'un des magazines publiés ultérieurement. On notera que la rubrique « le coin du lecteur » contient de temps à autre des commentaires ou/et des informations additionnelles concernant des montages publiés dans un numéro précédent.

DS 1620

Capteurs/Transducteurs

Thermomètre numérique et thermostat

Fabricant

Dallas Semiconductor
4401 South Beltwood
Parkway, Dallas, TX

75244-3292, U.S.A. Tél. 214-450-448, Fax 214-450-0470, Internet: WWW.dalsemi.com

DALLAS
SEMICONDUCTOR

Description

Le thermomètre numérique et thermostat DS1620 fournit une indication de température sur 9 bits qui rend compte de la température du dispositif lui-même. Grâce à trois sorties de commande, le DS1620 peut aussi servir de thermostat. T_{high} sera positionné à l'état haut si la température du DS1620 est supérieure ou égale à la température T_H définie par l'utilisateur. T_{low} sera positionné à l'état haut si la température du DS1620 est inférieure ou égale à la température T_L définie par l'utilisateur. T_{com} sera positionné à l'état haut quand la température dépassera T_H et restera à l'état haut jusqu'à ce que la température descende en dessous de T_L .

Les valeurs de température définies par l'utilisateur sont stockées dans une mémoire non volatile, de sorte que les composants peuvent être programmés avant leur mise en place dans un système, de même qu'ils peuvent être utilisés dans des applications autonomes sans processeur. Les paramètres de température et les valeurs de température relevées sont tous échangés avec le DS1620 via une simple interface à trois fils.

Caractéristiques

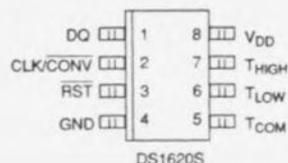
- Ne nécessite aucun composant externe
- Capable de mesurer des températures de -55°C à $+125^{\circ}\text{C}$ par pas de $0,5^{\circ}\text{C}$
- Résolution en température de 9 bits
- Convertit la température en numérique en 1 seconde
- Paramètres du thermostat définissables par l'utilisateur et non volatiles
- Les données sont lues/écrites par interface série à trois fils (CLK, DQ, RST)

ELEKTOR

INFOCARTE 01/97

- Le champ d'application couvre le contrôle thermostatique, les systèmes industriels, les produits grand public, les thermomètres ou tous systèmes sensibles à la chaleur
- Boîtiers DIP à 8 broches ou SOIC

Brochage



DQ	entrée/sortie de l'interface trifilaire
CLK/CONV	entrée de l'horloge trifilaire et entrée de conversion autonome
RST	entrée de RAZ trifilaire
GND	masse
T_{high}	déclencheur de température haute
T_{low}	déclencheur de température basse
T_{com}	déclencheur de combinaison high/low
V_{DD}	tension d'alimentation positive (+5 V)

Correspondance température/données

Température	Sortie numérique (binaire)	Sortie numérique (hexadécimal)
$+125^{\circ}\text{C}$	0 11111010	00FAh
$+25^{\circ}\text{C}$	0 00110010	0032h
$\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$	0 00000001	0001h
0°C	0 00000000	0000h
$-\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$	1 11111111	01FFh
-25°C	1 11001110	01CEh
-55°C	1 10010010	0192h

CNY 65

Opto-semiconducteurs

Opto-isolateur

Fabricant

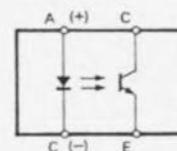
Temic (Telefunken)
Semi-conductors,
Theresienstr. 2,

D-74072 Heilbronn, Germany
Bureaux de vente au Royaume-Uni, tél. (01344)-485757

Internet: www.temic.de

TEMIC

Brochage



Applications

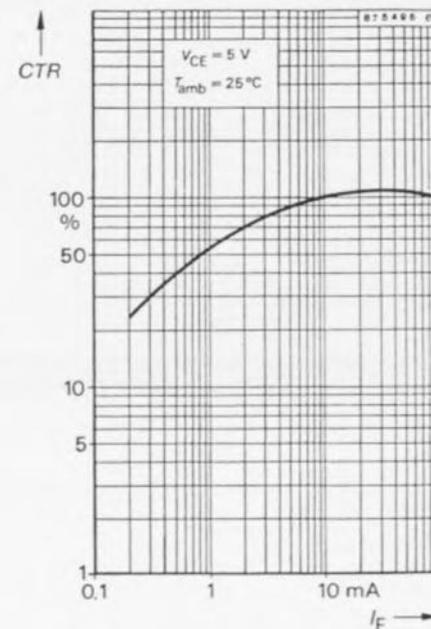
- sécurité intrinsèque des circuits
- appareils électriques utilisés en atmosphère potentiellement explosive

Exemple d'applications

Préamplificateur alimenté par accumulateur, Elektor, janvier 1997

Caractéristiques

- adapté à la sécurité intrinsèque des circuits selon le certificat de test PTB n°. Ex-81/2158
- tensions d'isolation nominales en conformité à VDE 0110 B72.79 :
Groupe B 1000 VAC/1200 VDC,
Groupe C 750 VAC/900 VDC
- matériaux d'isolation conformes à la classe d'inflammabilité UL94
- CTR à faible coefficient de température
- résistance des matériaux d'isolation galvanique conforme à VDE 0303/DIN 53480 ;
 $KC \geq 475$
- tension de test d'isolation 11,6 kV
- classe de test 25/100/21 DIN 40045
- capacité de couplage très faible (typ. 0,2 pF) donnant une grande immunité au bruit
- gain interne en courant (CTR) = 50 à 300%



973001 - 13



Caractéristiques électriques ($T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$)

	Min.	Typ.	Max.	Unité		
Émetteur						
Tension directe	$I_F = 50\text{ mA}$	V_F	1,25	1,6	V	
Tension de claquage	$I_R = 100\ \mu\text{A}$	$V_{(BR)}$	5		V	
Récepteur						
Tension de claquage collecteur/émetteur	$I_C = 1\text{ mA}$	$V_{(BR)CEO}$	32		V	
Tension de claquage émetteur/collecteur	$I_E = 100\ \mu\text{A}$	$V_{(BR)ECO}$	7		V	
Courant d'obscurité au collecteur	$V_{CE} = 20\text{ V}, I_F = 0, E = 0$	I_{CEO}		200	nA	
Composants couplés						
Tension continue en test d'isolation	$t = 1\text{ min}$	V_{IS}	11,6		kV	
Résistance d'isolation	$V_{IO} = 1\text{ kV}, 40\% \text{ rel. hum.}$	R_{IS}		10^{12}	Ω	
Courant de collecteur	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_F = 10\text{ mA}$	I_C	5,0	10	30	mA
Gain en courant	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_F = 10\text{ mA}$	CTR	50	100	300	%
Tension de saturation de collecteur	$I_F = 10\text{ mA}, I_C = 1\text{ mA}$	V_{CEsat}			0,3	V
Fréquence de coupure	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_F = 10\text{ mA}, R_L = 100\ \Omega$	f_c	110			kHz
Capacité de couplage	$f = 1\text{ MHz}$	C_k	0,3			pF

Caractéristiques de commutation

	Min.	Typ.	Max.	Einheit
$V_S = 5\text{ V}, I_C = 5\text{ mA}, R_L = 100\ \Omega^*$				
Délai	t_d		2,6	μs
Temps de montée	t_r		2,4	μs
Temps de déblocage	t_{on}		5,0	μs
Temps de conservation	t_s		0,3	μs
Temps de chute	t_f		2,4	μs
Temps de blocage	t_{off}		3,0	μs
$V_S = 5\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}, R_L = 1\text{ k}\Omega^*$				
Temps de déblocage	t_{on}		25	μs
Temps de blocage	t_{off}		42,5	μs

* V_S = tension d'alimentation du transistor, I_C = courant de collecteur du transistor, R_L = résistance d'émetteur du transistor

Mode opératoire – lecture de température

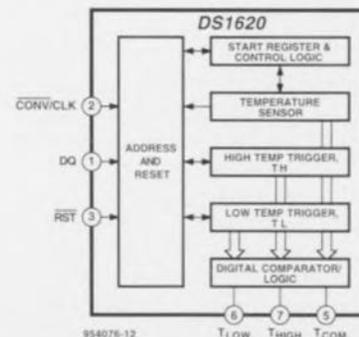
Le DS1620 mesure la température selon une technique de mesure propriétaire embarquée. La valeur de température est fournie au format de 9 bits en complément à deux. La table décrit l'exacte relation entre les données fournies et la température mesurée. Les données sont transmises en mode sériel à travers une interface trifilaire, LSB en premier. Le DS1620 est capable de mesurer la température entre -55°C et $+125^{\circ}\text{C}$ par pas de $0,5^{\circ}\text{C}$. Pour l'utilisation en unités Fahrenheit, il faut recourir à une table de correspondances ou un facteur de conversion.

Comme les données sont transmises via la liaison à trois fils en commençant par le LSB, la température peut se lire ou s'écrire dans le DS1620 soit en un mot unique de 9 bits (en forçant RST à l'état bas après le neuvième bit), soit en deux octets, dont les sept bits les plus significatifs du second seront ignorés ou forcés à zéro comme le montre la table. Après le MSB, le DS1620 transmettra des zéros.

Notez que la résolution en température du DS1620 est de $0,5^{\circ}\text{C}$, ce qui donne le résultat suivant :

MSB LSB
 xxxxxxx1 11001110
 pour $T = -25^{\circ}\text{C}$

Structure interne:



Jeu de commandes

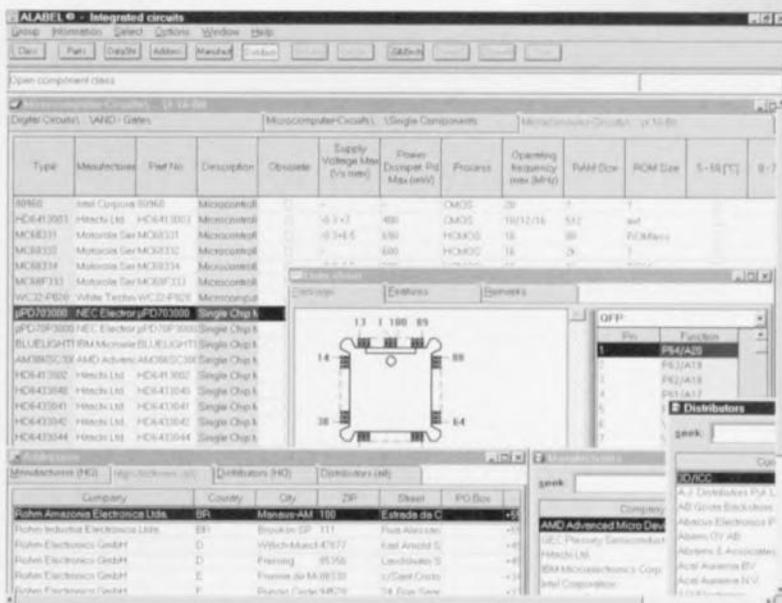
Instruction	Description	Protocole	état du bus après émission du protocole	Notes
Commandes de conversion de température				
Lecture de température	Lecture de la dernière température convertie à partir du registre de température	AAh	<read data>	
Début de conversion T	Lance la conversion	EEh	inactif	1
Fin de conversion T	Arrête la conversion	22h	inactif	1
Commandes du thermostat				
Écriture TH	Place la valeur supérieure dans le registre TH	01h	<write data>	2
Écriture TL	Place la valeur inférieure dans le registre TL	02h	<write data>	2
Lecture TH	Lit la température supérieure dans le registre TH	A1h	<read data>	2
Lecture TL	Lit la température inférieure dans le registre TL	A2h	<read data>	2
Écriture configuration	Écrit les données dans le registre de configuration	0Ch	<write data>	2
Lecture configuration	Lit la configuration dans le registre de configuration	ACh	<read data>	2

Notes :

- En mode de conversion continue, une commande « Fin de conversion T » arrête la conversion continue. Pour la redémarrer, il faut envoyer une commande « Début de conversion T ». En mode coup par coup, une commande « Début de conversion T » est nécessaire pour chaque conversion de température désirée.
- L'écriture vers le E2 nécessite 10 ms à température ambiante. Après l'envoi d'une commande d'écriture, aucune demande de lecture ou d'écriture ne peut être émise pendant au moins 10 ms.

La bible des composants électroniques

Contrairement à ce que pourrait donner à penser son nom, il ne s'agit pas là d'un programme permettant de choisir le nom de l'un de ses rejets, mais l'abréviation de **ALI ABOUT Electronics**. Et une fois n'est pas coutume, ce programme mérite bien son nom. Vous allez voir pourquoi.



ALABEL[®], un programme créé de toutes pièces outre-Rhin par NOVA Elektronik, peut se targuer d'être la nouvelle génération de produits très connus tels que IC-FINDER[®] (integrated circuits, circuits intégrés), COMP-FINDER[®]-1 (Composants passifs) associée à des bases de données de composants électromécaniques, de semi-conducteurs discrets et de composants d'opto-électronique. ALABEL[®] ne prétend pas se substituer aux recueils de fiches de caractéristiques (databooks). Sur un seul et unique CD-ROM on trouve les caractéristiques les plus importantes des composants électroniques produits par les plus grands fabricants mondiaux. Cet outil permet de gagner du temps et comme... *time is money*, partant de l'argent, lors de développements, d'achats et de distribution, de sorte que l'on peut le considérer comme indispensable pour le professionnel. Il contient :

- ✓ > 9,5 millions de composants individuels;
- ✓ > 900 fabricants mondiaux;
- ✓ les adresses de plus de 2 750 fabricants;
- ✓ celles de 5 750 distributeurs. Si on le ramène à son prix, cela fait 11 904 composants + les adresses de 3,4 fabricants + celles de 7,2 distributeurs pour chacun des DM qu'il coûte. Nous avons passé quelques heures à nous en servir.

La base de données est subdivisée en 4 groupes : les circuits intégrés, les semi-conducteurs discrets, les pièces électromécaniques et les composants passifs. Les 3 premiers sous-ensembles tournent sous Windows, 3.1 ou '95, le

dernier travaillant sous DOS. Dans sa version actuelle ALABEL[®] donne, pour le premier groupe, 298 fabricants, 2 316 distributeurs, 46 240 circuits intégrés de base, pour le second, 64 fabricants, 625 distributeurs et 17 526 composants; pour le 3ème 107 fabricants, 493 distributeurs et 33 994 groupes; 285 fabricants, 1 144 distributeurs et 18 241 groupes pour le dernier.

Et le côté hardware?

Comme il s'agit du traitement d'une quantité importante de données il est préférable de disposer d'un ordinateur puissant, le minimum étant un 386SX/33, le minimum recommandé un 486DX/50, un CD-ROM, bien évidemment vu la taille des fichiers concernés, 9 Moctets d'espace sur le disque dur.

L'un des aspects les plus cruciaux de ce genre de bibliothèque, la première de cette taille à notre connaissance, est son actualité. Nous avons ainsi été surpris de ne pas trouver mention du 686 qu'il soit de IBM, ou de Cyrix ni même du 586, mais lorsque l'on sait que l'édition dont nous disposions datait de mai 96, et vu les délais nécessaires à l'organisation d'une telle masse d'information et à la production d'un CD-ROM cette lacune devient plus compréhensible.

Renseignements pris, sur la nouvelle version disponible d'ici quelques semaines - ceci est écrit début novembre - un pourcentage sensible de son information sera réactualisé et le tout tournera sous Windows. Nous ne disposons pas de ce nouveau CD-ROM. Il est prévu 2 éditions réactualisées par an d'ALABEL[®], l'une en mai, l'autre en novembre. Ce délai semble

être un compromis acceptable entre une fréquence de réactualisation indispensable aussi grande que possible vu les changements rapides qui marquent le monde de l'électronique et une fréquence de production aussi petite que possible pour étaler les coûts; cette réactualisation n'en est pas moins indispensable sachant qu'il est prévu que dans les 2 années à venir le nombre de fabricants pris dans la base de données devrait passer de quelque 900 à 1 500 qui tous ensemble mettront plus de 10 millions de composants sur le marché. Le moteur de recherche dispose de très nombreuses entrées : sélection d'un composant par sa dénomination de type, son groupe de fonction, une spécification de ses paramètres, une description de sa fonction, son fabricant; on peut en rechercher un remplaçant, en définir un à l'aide de son boîtier, ses dimensions ou son brochage; on peut également sélectionner tous les produits d'un fabricant donné, rechercher les adresses de ses distributeurs, etc, etc...

Il n'existe malheureusement pas de distributeur de ce produit ni en France ni en Grande Bretagne mais bien aux Pays-Bas et aux U.S.A. sans parler de l'Allemagne, pays d'origine du dit produit. La fibre commerciale des Bataves serait-elle plus sensible que celle des Gaulois? En guise de conclusion : un outil d'une puissance inconnue jusqu'à présent, mais que son prix réserve en pratique aux sociétés et (malheureusement) aux particuliers fortunés, encore qu'un abonnement permette d'économiser 20% sur le prix d'achat de chaque CD-ROM.

(975005)

Logiciels en compétition

résultats de notre concours 1996-97



Le concours de logiciels que nous avons organisé dans le numéro Hors-Gabarit de juillet-août 1996 a provoqué un afflux de programmes très intéressants, que nous avons plaisir à présenter à nos lecteurs. Nous commençons dans ce numéro par les vainqueurs des cinq prix internationaux.

Tous les logiciels présentés ici sont disponibles sur un CD-ROM intitulé «Software for Electronics

1996-97» qui contient plus de 80 programmes intéressants. Bien que les projets superbes qui sont arrivés dès l'annonce du concours nous confirment que l'ordinateur est un outil important de l'amateur d'électronique, nous ne nous attendions pas à d'aussi beaux programmes. Tous les programmes, avec la documentation associée (le cas échéant), les schémas des circuits, les dessins de circuits imprimés et les codes sources (si l'auteur les a fournis) ont été rassemblés sur un CD-ROM, si bien que tous les lecteurs peuvent profiter des résultats du concours. Les cinq programmes lauréats des prix internationaux sont décrits brièvement dans les pages qui suivent.



Premier prix international

Educational PLC Simulation V4.8

Le programme EPLCS (*Educational PLC Simulation*) simule l'utilisation et le fonctionnement d'un véritable PLC (*Programmable Logic Circuit*, en clair automate programmable). Les automates programmables sont des appareils électroniques utilisés pour la commande de machines dans des systèmes automatiques. Le logiciel sera utile à toute personne qui veut apprendre la programmation des automates et réaliser un véritable automate. Malheureusement, le prix d'un automate serait prohibitif pour de nombreuses écoles et collèges ; de plus, l'automate devrait être raccordé à des d'organes d'entrée/sortie, ce qui obligerait à construire une maquette pour tester l'environnement. Ces deux problèmes peuvent être résolus d'un coup, par un programme qui tournerait sur un simple PC et simulerait le fonctionnement d'un automate dans un environnement virtuel proche de la situation réelle.

Programme de
Panayiotis Stassinopoulos

Le programme EPLCS peut réaliser tout cela à l'aide d'écrans animés. Il est idéal pour l'enseignement, parce que la plupart des établissements

ont de nombreux PC, ce qui permet aux professeurs d'enseigner la programmation sans disposer de nombreux automates. Pour finir, de véritables automates peuvent être utilisés pour l'enseignement de techniques de programmation avan-

cées. Le programme écrit par l'utilisateur donne à lire à l'automate virtuel d'EPLCS les entrées d'un environnement virtuel, les traite et modifie l'environnement en conséquence. Ainsi est réalisée une simulation complète du système automatique.

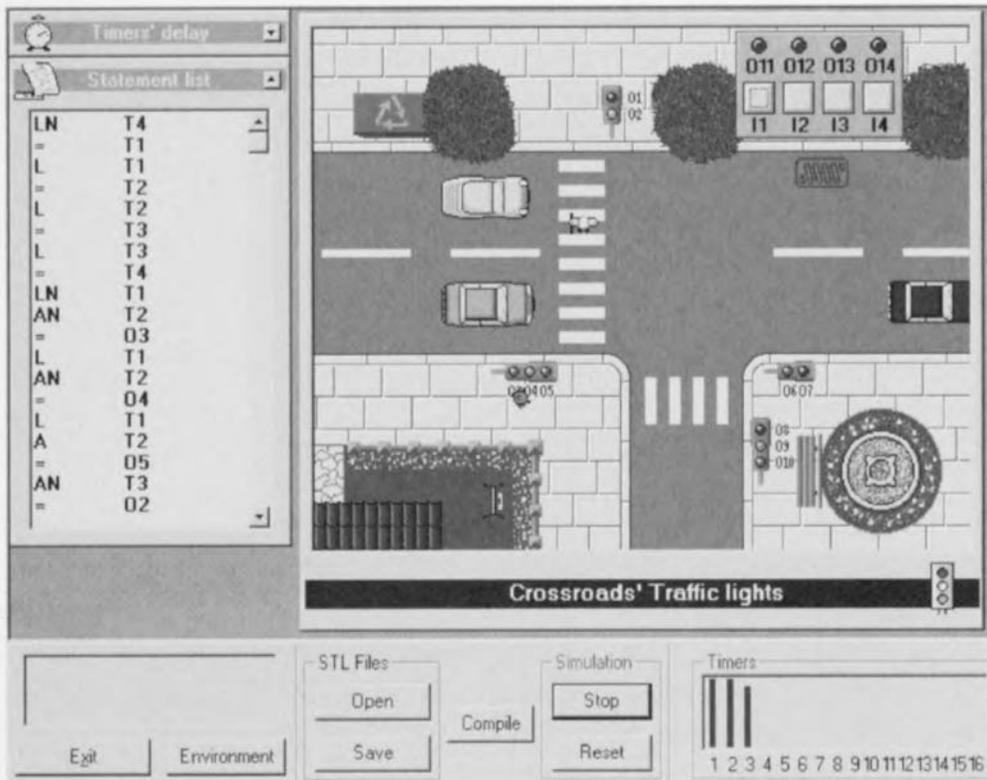
Ces dernières années, dans le domaine de l'automatisation industrielle, les systèmes à microprocesseur ont remplacé les automates basés sur des circuits classiques. Ces automates programmables numériques envahissent l'automatisme. *Educational PLC Simulation V4.8* réalise la simulation d'applications basées sur des automates programmables, en offrant un bon départ à qui veut commencer à les utiliser.

Les exigences du programme sont :

- ✓ un PC avec un 386 ou mieux ;
- ✓ au moins 4 Mo de mémoire vive ;
- ✓ une carte graphique supportant au moins 256 couleurs (résolution recommandée 800x600 en mode high-colour) ;
- ✓ occupation du disque dur : moins de 5 Mo ;
- ✓ clavier et souris ;
- ✓ DOS 5.0 ou ultérieur avec

Windows 3.1 ou Windows 95. Il est recommandé de faire tourner le programme sous Windows 95, pour plusieurs raisons. L'une d'elles est que le programme a été écrit conformément aux standards de cette interface graphique. La raison la plus importante, cependant, est que la simulation est notablement plus rapide et plus coulante que sous Windows 3.1. Quel que soit le système choisi, il est important de sélectionner « Small Fonts » (96 dpi) dans la configuration de l'affichage (Control Panels).

L'automate simulé par EPLCS ne connaît que des entrées et sorties tout ou rien et utilise le langage de programmation STL. Ce langage est basé sur des équations logiques et sur l'algèbre de Boole. Pour vous permettre de créer les équations nécessaires à l'écriture d'un programme STL, vous utilisez la méthode logique appropriée, combinatoire ou séquentielle. Toutes les instructions STL acceptées par le programme sont expliquées dans la documentation. Le langage STL comporte un jeu d'instructions qui traite les adresses des entrées et sorties de l'automate. Un résumé des adresses et du



jeu d'instructions est donné dans l'encadré.

La taille du code source final (en Visual Basic et C++) atteignait quelque 5000 lignes. La taille totale des fichiers source sur le disque (avec les BMP, icônes, etc.) était de 6 Mo environ. Du fait de cette taille, seuls les blocs les plus intéressants du code source sont repris sur le disque. Vous les trouverez dans le fichier source.txt.

Exemple de programme STL. Nous voulons réaliser l'automatisme suivant :

Cinq boutons sont raccordés aux adresses de l'automate I1, I2, I3, I4 et I5. Quand l'utilisateur appuie sur les boutons qui satisfont l'expression logique $(I1 + I2) \cdot (I3 + I4)$, la sortie O1 doit être mise à 1 après un délai. La sortie doit être remise à zéro par le bouton I5.

Le programme STL approprié apparaît ci-dessous.

STL	Commentaire
L I1	RR=I1
O I2	RR=I1+I2
= M1	M1=I1+I2
L I3	RR=I3
O I4	RR=I3+I4
A M1	RR=(I1+I2)%(I3+I4)
S T1	if RR=1 then T1 starts to count
L T1	RR=output of T1
S O1	if RR=1 then set to logic '1' the O1
L I5	RR=I5
R O1	if RR=1 then reset to logic '0' the O1,
R T1	and the input of T1
PE	return to the beginning and start again

Langage de programmation EPLCS

Résumé du format des instructions. La description complète se trouve dans le fichier de documentation.

Addresses:

Type	Range
Input addresses (In)	I1 to I16
Output addresses (On)	O1 to O32
Auxiliary Output addresses (Mn)	M1 to M128
Timer addresses (Tn)	T1 to T16
Result register	-

Instruction Set

Function

Read Commands:
Load

Process commands:

OR O <address>, ON <address>
AND A <address>, AN <address>
XOR X <address>, XOR <address>

Write Commands:

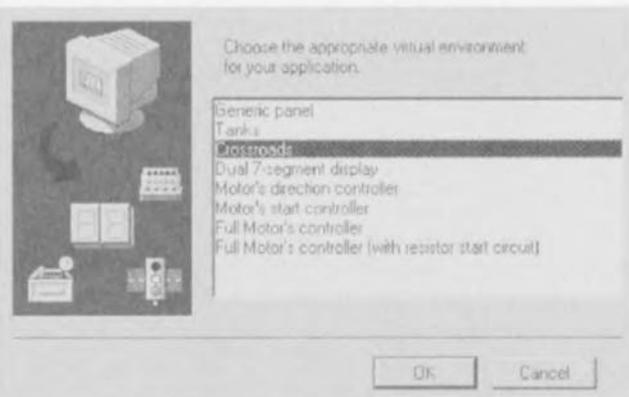
write to RR = <address>, =N <address>
set address S <address>, R <address>

System Commands:

Program end, return PE

Syntax

L <address>, LN <address>



Le Lauréat



Selon Panayiotis Stassinopoulos, l'idée de mettre au point son programme est née de la nécessité à laquelle il s'est heurté au laboratoire d'automatisme de ASETEM/SELETE où il travaille. Laissons-le parler :

« Bien que nous ayons des automates dans le laboratoire, nous ne pouvions pas réaliser un système automatique complet parce qu'il nous manquait le reste du matériel pour reproduire le reste de l'environnement réel. Ainsi, je décidai de donner aux étudiants un moyen de mieux comprendre un système automatique complet. En fait, c'était une bonne occasion pour moi de mettre en pratique ma connaissance de Visual Basic. Après le premier essai réussi, j'ai continué à ajouter des environnements virtuels au programme initial. Quand j'ai lu l'annonce de votre concours international de logiciels, j'ai pensé que c'était une excellente incitation à améliorer le programme. J'ai ré-écrit en peu de temps la quasi-totalité du code. Je l'ai modifié par une amélioration spectaculaire du graphisme, l'adjonction de personnages animés et la transposition de grandes portions du code dans une bibliothèque en langage C, pour accélérer l'exécution. J'ai changé aussi le mécanisme du traitement STL avec des tables. Après un gros effort (y compris des nuits difficiles), j'ai terminé le programme juste dans les délais. »

Né à Athènes en 1971, Stassinopoulos est sorti de l'université en 1988. Il poursuit ses études à ASETEM/SELETE (une école de formation de professeurs de l'enseignement technique) et obtint son diplôme avec mention en 1993. Ensuite, il passa avec succès les examens de NTUA (National Technical University of Athens) et obtint la troisième place. Il enseigne actuellement au département Electrical Engineering and Computer Science de l'université. En même temps, il travaille comme professeur au laboratoire Control Systems à ASETEM/SELETE depuis 1993. Stassinopoulos occupe ses loisirs à lire des magazines scientifiques, à écouter de la musique, à regarder la télévision. Il aime le sport et possède le Sailing Certificate du Hellenic Offshore Club. Il pratique aussi le para-pente et compte suivre des cours de plongée en scaphandre autonome.

Deuxième prix international

Analyseur de spectre audio

Le programme FFT.EXE transforme votre PC en analyseur de spectre au moyen d'une carte Soundblaster-16 (ou compatible à 100%) qui numérise des signaux analogiques entre 20 Hz et 20 kHz. Le programme se caractérise par des graphiques somptueux, une interface utilisateur bien conçue et une réponse rapide aux variations du signal d'entrée.

Programme de
H. Thomassen (Pays-Bas)

Cet analyseur de spectre audio exécute une transformée de Fourier rapide sur un signal analogique appliqué à l'entrée et affiche les fréquences composant le signal dans la plage de 20 Hz à 20 kHz, avec leur niveau. Les exigences minimales sont un processeur 386 avec co-processeur mathématique, une carte VGA à seize couleurs, MS-DOS 6 ou plus, une souris et une carte son compatible SB16 (c'est-à-dire qu'une SB AWE32 fonctionnera aussi).

Options

En mode FFT, plusieurs fenêtres peuvent être sélectionnées pour l'analyse, y compris une fenêtre Hanning. Le programme n'est pas seulement capable d'exécuter une transformée de Fourier rapide sur le signal d'entrée, mais il offre aussi les fonctions d'oscilloscope pour visualiser le signal appliqué à la carte sonore.

D'autres friandises comprennent un générateur de fonctions interne (qui fournit une simple sinusoïde avec un peu de bruit, principalement pour permettre l'utilisation de l'analyseur en l'absence de carte Soundblaster), une option de calibrage pour la sensibilité d'entrée, et une option de gel de l'affichage, pour permettre la visualisation des valeurs individuelles des mesures. Autre possibilité utile : la copie d'écran (en couleurs ou en noir et blanc) directement à partir du programme.

Réglages de la Soundblaster

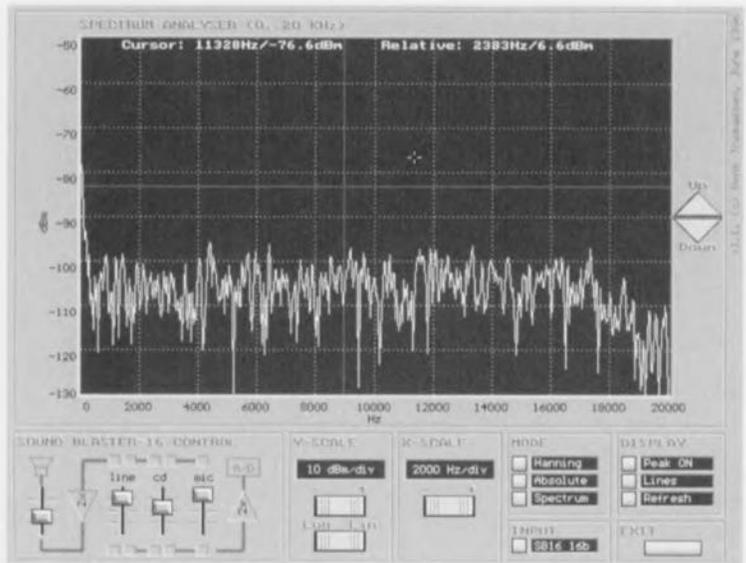
Tous les réglages de mélange utiles de la Soundblaster sont accessibles depuis la « face avant » et peuvent être modi-

fiés avec la souris. Une fois lancé, le programme recherche les réglages de la carte son dans l'environnement « blaster » (normalement dans l'autoexec.bat). Si ces variables ne sont pas trouvées, le programme prend les réglages par défaut : DMA-low = 1, DMA-high = 5, I/O address = 220. Si le programme ne trouve pas une SB16 standard, la console de mélange est supprimée de l'interface utilisateur. La sélection de l'une des entrées est réalisée en cliquant (bouton gauche) sur l'un des

petits boutons en-dessous des commandes de volume pour line/cd/mic (l'entrée sélectionnée est verte). Du fait des différences de sensibilité d'entrée, il n'est pas possible de choisir plus d'une entrée à la fois. Toutefois, il est permis d'utiliser les canaux gauche et droit en même temps.

Les petits champs indicateurs au-dessus des commandes de volume vous permettent de voir quelles entrées sont conduites à

la souris sur le bouton, maintenir le bouton gauche appuyé et déplacer le curseur en haut ou en bas, puis relâcher). L'échelle de l'affichage est adaptée automatiquement quand le volume du canal actif varie. En d'autres termes, vous voyez une variation du rapport signal/bruit. Enfin, il existe des blocs de gain séparés pour les entrées et les sorties ($\times 1$, $\times 2$, $\times 4$, $\times 8$). Le gain peut être modifié par un clic sur le coin supérieur gauche



la sortie de la carte son. Le volume peut être réglé par le déplacement de potentiomètres à glissière (pointer la

ou droit des symboles de l'amplificateur dans la section mélange de la SB.

(97004-2)

Utilisation

Le programme est entièrement piloté par la souris. Les seules touches de fonction sont :

F2

créer une copie d'écran avec le nom de fichier FFTxxx.PCX

alt-F2

créer une copie d'écran avec le nom de fichier FFTxxx.PCX

La plupart des fonctions peuvent être activées par le bouton gauche quand le curseur est placé sur le bouton adéquat.

Y-scale +/-

agrandir/réduire l'échelle Y

Y-scale Log/Lin passage alterné de l'échelle logarithmique (dBm) à l'échelle linéaire (mW)

X-scale +/-

agrandir/réduire l'échelle X

Mode (haut)

sélection du type de fenêtre FFT

Mode (milieu)

passage alterné de l'analyseur de spectre à l'oscilloscope

Mode (bas)

avec/sans rafraîchissement

Exit

quitter le programme

Up/Down

déplacement vertical de l'affichage

Input sélection successive échantillonnage 16 bits/ échantillonnage 8 bits/ signal interne

SB16 controls

tous les réglages essentiels de la SB16

Décodeur télétexte pour PC

communication par le bus I²C

Ce décodeur télétexte comporte une partie matérielle simple et un programme nommé VT6. Il communique avec le PC par une interface I²C. Quand un signal vidéo est appliqué au montage terminé, le logiciel de commande, VT6, permet d'afficher les pages télétexte sur l'écran du PC.

Par A. Aigner et W. Schaffner
(Autriche)

Le programme VT6 est écrit en Turbo-Pascal pour IBM PC et compatibles ; il permet la lecture des pages télétexte. En ce qui concerne la partie matérielle, elle se résume à ce qui suit : un décodeur constitué de

trois circuits intégrés et la carte d'interface I²C décrite dans Elektor de janvier 92 (page 23). Si vous voulez éviter de changer toutes les adresses dans I²C Unit, l'interface doit être logée à l'adresse 310_H. Le matériel et le logiciel sont capables de lire quatre pages télétexte à la fois (Multipage) pour l'affichage sur

le moniteur. Le programme est extrêmement simple à utiliser, puisque le menu ne comporte que trois options. Le menu **File** propose *Reset* pour la remise à zéro du matériel et *Quit* pour quitter le programme. **Acquisition** (unique choix *A.Window X*) active et désactive le tableau télétexte X. Il est possible de choisir le tableau dans le système : *Page Control* ouvre une fenêtre de dialogue pour l'entrée du numéro de page désiré et la confirmation par *enter*. Le logiciel n'est pas compatible avec Windows 95, il fonctionne sous DOS (ou dans une fenêtre DOS de Windows).

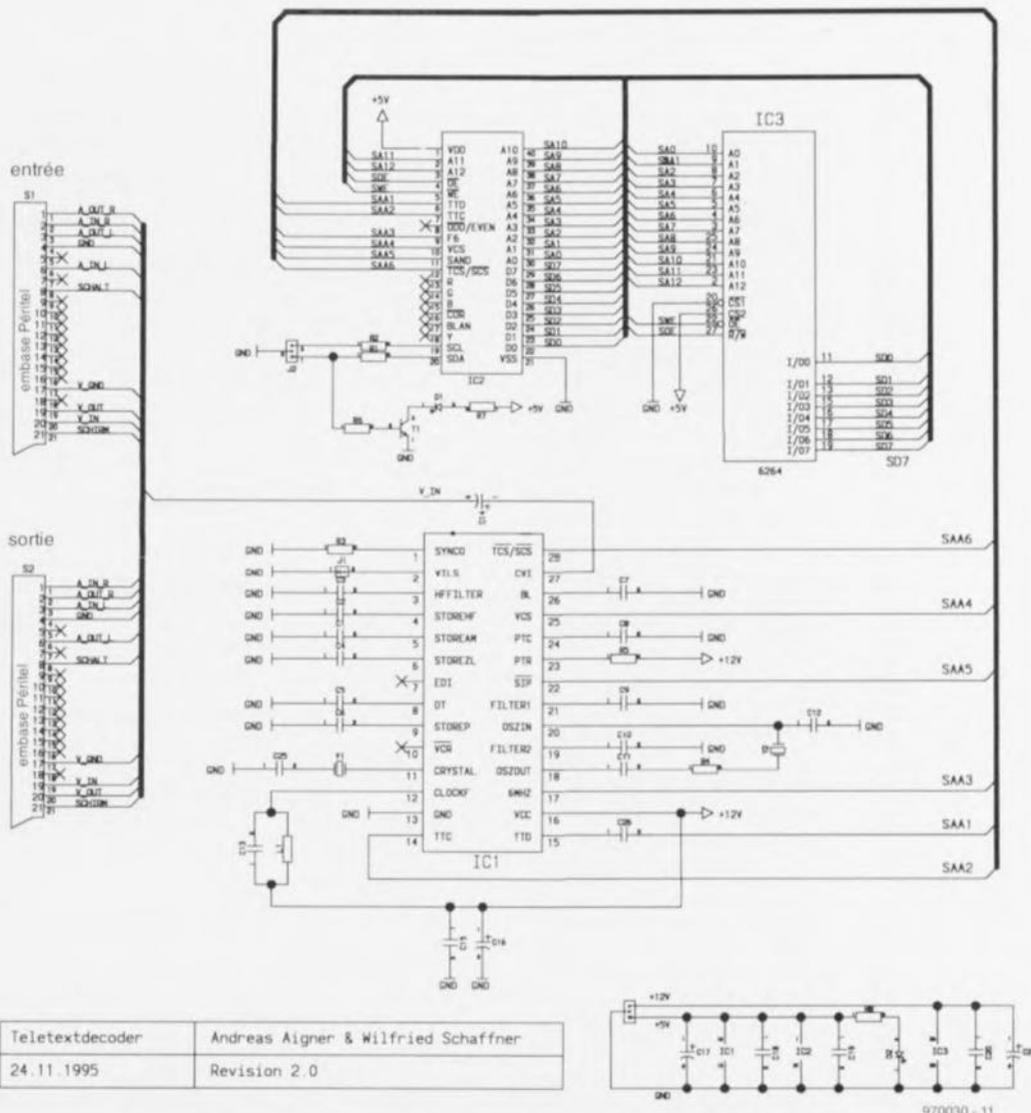
Matériel : un must

L'élément essentiel du montage est un circuit I²C de type SAA5243, dit *Enhanced Computer Controlled Teletext Circuit* (ECCT), pour « circuit télétexte perfectionné commandé par

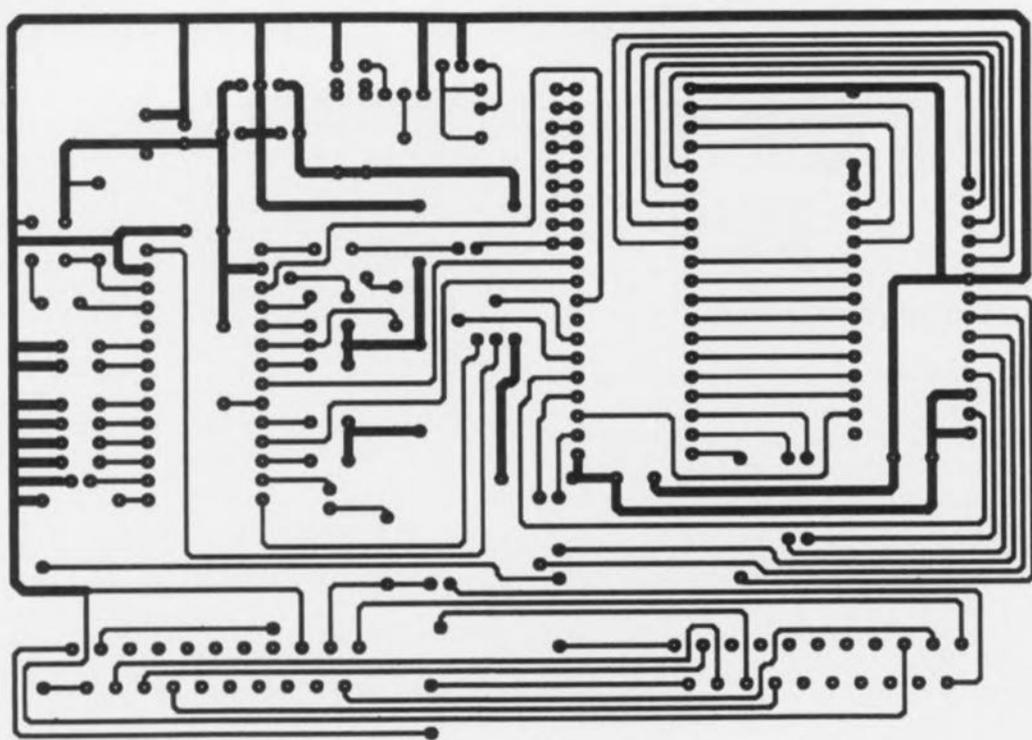
ordinateur ». Ici, une RAM de 8 Ko est connectée au circuit intégré. Comme le SAA5243 est incapable de traiter lui-même les signaux vidéo, son compagnon SAA5231 est indispensable, pour extraire les signaux télétexte du signal vidéo. Ensuite l'ECCT écrit la page télétexte du numéro désiré dans la mémoire. Les détails du montage qui entoure ces deux puces se trouvent dans les feuilles de caractéristiques publiées par Philips Semiconductors.

Il n'est pas absolument nécessaire de recourir à une carte d'extension pour lire les informations télétexte dans la mémoire par le bus I²C et les transférer sur le PC. Le détournement par la prise Centronics est une solution intéressante, d'autant plus que la solution est presque à 100% logicielle.

Une paire de portes suffit à éviter les conflits de bus. La pro-



Multitpage Videotextdecoder
(c) Aigner Andi & Schaffner Willi 1996



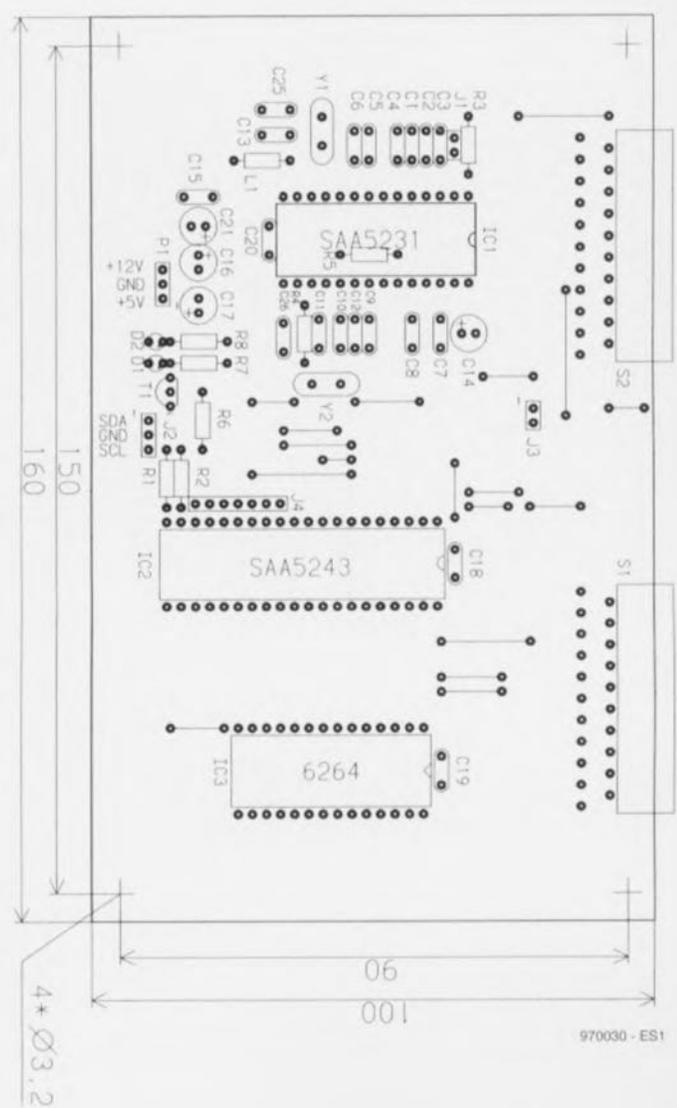
designed for use with IIC-Bus

970030 - EL1

- Liste des composants**
- Résistances:**
R1, R2 = 470 Ω
R3 = 1kΩ
R4, R7 = 330 Ω
R5 = 68 kΩ
R6 = 2 kΩ
- Condensateurs:**
C1 = 470 pF
C2 = 1 nF
C3, C25 = 15 nF
C4, C15 = 22 nF
C5 = 270 pF
C6 = 100 pF
C7 = 68 nF
C8 = 220 pF
C9, C10 = 47 nF
C11, C12 = 18 pF
C13 = 27 pF
C14 = 2μF/16 V
C16 = 22μF/16 V
C18, C19, C20 = 100 nF
C26 = 10 nF
- Semiconducteurs:**
D1 = LED 5 mm vert
D2 = LED 5 mm rouge
T1 = BS170
IC1 = SAA5231
IC2 = SAA5243
IC3 = 6264-100
- Divers:**
J1...J3 = connecteur HE-14, simple rangée, 2 contacts
P1 = connecteur HE-14, simple rangée, 3 contacts
L1 = self 15 μH
Y1 = Quartz 13,875 MHz
Y2 = Quartz 6,000 MHz
S1, S2 = embase Péritel encartable

cedure de base a été décrite dans Elektor de juin 93 (page 38). Le processeur ECCT offre de nombreuses fonctions annexes. Par exemple, il est possible d'appliquer les sorties RVB et la synchronisation à un convertisseur RGB-PAL comme l'AD722, ce qui permet à l'information télétexte d'être présentée sous la forme d'un signal CVBS. Un commutateur vidéo comme le TEA2014A utilise alors le signal de commutation rapide de l'ECCT pour passer de l'image télé à la page télétexte. C'est le logiciel qui décide si l'information télétexte doit être visible en arrière-plan ou non. Le processeur ECCT comporte une pléthore de registres dont la description figure dans les feuilles de caractéristiques. Il y a peu à dire au sujet de la programmation, le logiciel de commande est largement documenté. Il peut cependant être nécessaire de se reporter à un ancien article d'Elektor qui décrit le fonctionnement du bus I²C ou, mieux, à l'excellent livre de Publitronec *Le manuel du bus I²C*. Parmi les extensions possibles, toujours par logiciel, citons la possibilité d'écrire ses propres données dans la RAM, pour combiner par exemple du texte et des graphiques sur l'écran du PC.

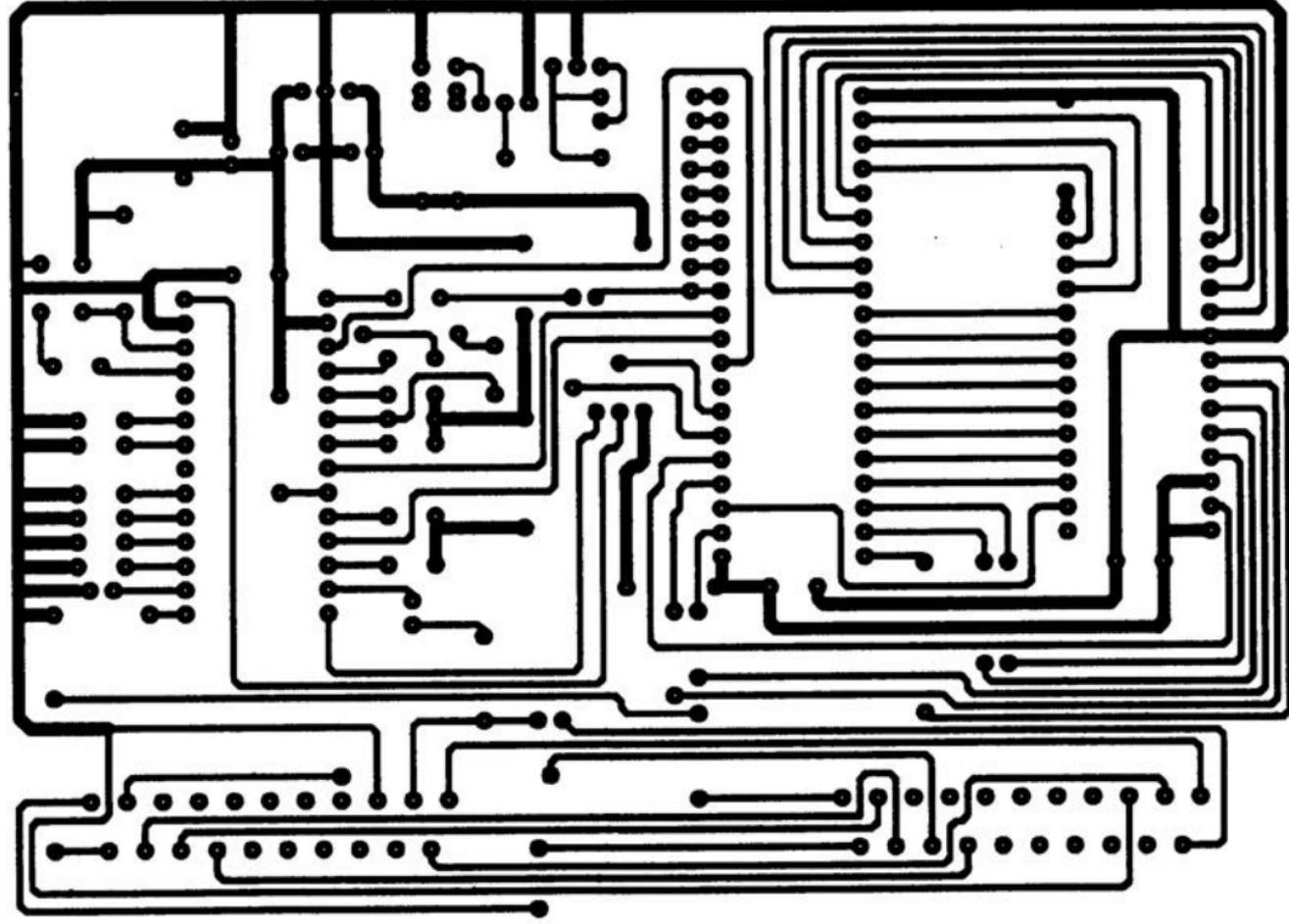
(970004-3)



970030 - ES1

Multitpage Videotextdecoder

(c) Aigner Andi & Schaffner Willi 1996



designed for use with IIC-Bus

970030 - EL1

Quatrième prix international

Outil de conception et simulation en logique floue

La logique floue devrait permettre la mise au point de systèmes passablement complexes avec peu ou pas de connaissances mathématiques ou scientifiques. Un paquet logiciel composé de quatre modules a été programmé pour aider l'utilisateur à concevoir et tester ses automates en logique floue. Le module principal est un programme de conception d'automatisme en logique floue. Les trois autres modules sont des simulateurs et des applications diverses. L'ensemble est écrit pour Windows de Microsoft en Visual C++/C++, avec le souci d'un environnement convivial. L'échange dynamique des données (*Dynamic Data Exchange*) est exploité pour coupler n'importe quel programme de simulation au programme *Fuzzy Control Design*, et pour transférer l'automatisme dans l'application. La réalisation matérielle des automatismes mis au point est réalisée facilement par le transfert en EPROM.

Programme de Carmelo Gala

Le module principal du paquet permet à l'utilisateur de concevoir des automatismes à une entrée et une sortie ou à deux entrées et une sortie. Les étapes principales de la mise au point d'un automatisme avec ce programme sont :

- ✓ définition des variables
- ✓ définition des ensembles flous
- ✓ définition des règles floues
- ✓ création des tables de référence

Le problème à résoudre avant de s'attaquer à ces tâches était celui des niveaux de quantification à utiliser pour chaque environnement envisageable. La mise en oeuvre matérielle de l'automatisme devait être prise en compte dès le début pour fixer ces facteurs. L'automatisme mis au point est censé être transféré dans une EPROM, d'où l'importance de la taille de la table de référence. Si les variables d'entrée sont converties en grandeurs binaires par un convertisseur analogique/numérique à n bits, cela implique 2^n niveaux de quantification. Pour un automatisme flou à q entrées, la taille de l'EPROM devrait être $(2^n)^q$. Ainsi, en utilisant un convertisseur à 10 bits, il faudrait une EPROM de 1 mégabit. La valeur la plus adéquate est un convertisseur à 8 bits, il se contente d'une EPROM de 64 kilobits, ce qui est plus raisonnable. Le nombre de

leur donner un nom, leurs fixer des limites, et déclarer s'il s'agit d'entrées ou de sorties. C'est fait au moyen d'une boîte de dialogue *ad hoc*.

Ensuite, on peut définir les **ensembles flous** qui expliquent la variable. L'utilisateur peut choisir entre trois types d'ensembles flous : triangulaire, gaussien et fonction-S. De plus, l'utilisateur peut dessiner l'ensemble flou s'il ne correspond à aucun des types pré-définis. La définition des ensembles peut aussi être affinée par des cor-

dialogue spéciale.

La définition des règles, *rule entry*, est la phase suivante, toujours au moyen d'une boîte de dialogue. Toutes les règles peuvent être revues après leur définition, effacées ou remplacées si nécessaire.

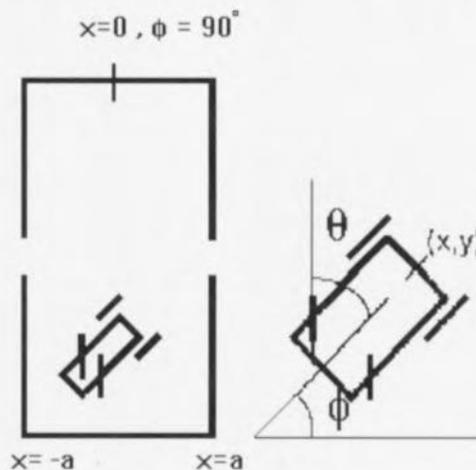
Après la définition de tous les ensembles flous et de toutes les règles floues, l'étape suivante est la création de la table de référence (*look-up table*). Il s'agit, autrement dit, de trouver la valeur de sortie pour chaque combinaison possible des valeurs d'entrée. La table de référence est affichée sous la forme d'un graphe à deux dimensions en fonction du type d'automatisme. L'illustration montre un graphe en surface typique.

Le programme est capable de produire un fichier binaire (avec l'extension .bin) dans lequel les valeurs minimales et maximales de l'entrée sont normalisées entre 00_{16} et FF_{16} . Ces données normalisées peuvent être transférées facilement dans une EPROM de 64 Kbits, pour la réalisation de l'automatisme flou.

Exemple : marche arrière d'un camion

La marche arrière d'un camion dans un hangar est un problème non linéaire. C'est un bon exemple de processus qu'un humain exécute mieux qu'une machine. Le but de l'automatisme est de faire reculer le camion au milieu du hangar ; si l est la longueur du hangar, $y = 1$, $x = 0$ et $\phi = 90^\circ$.

Ce programme de simulation résout deux équations jusqu'à ce que la position du camion coïncide avec un mur. L'angle initial du camion et la longueur

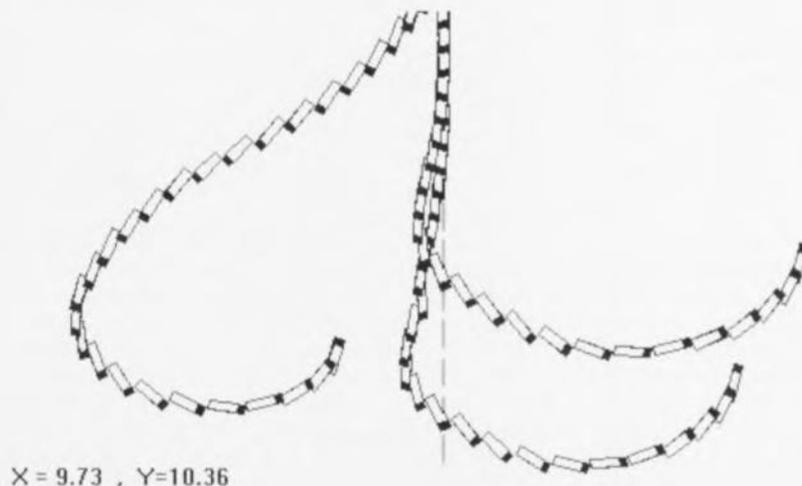


niveaux de quantification est donc $2^8 = 256$.

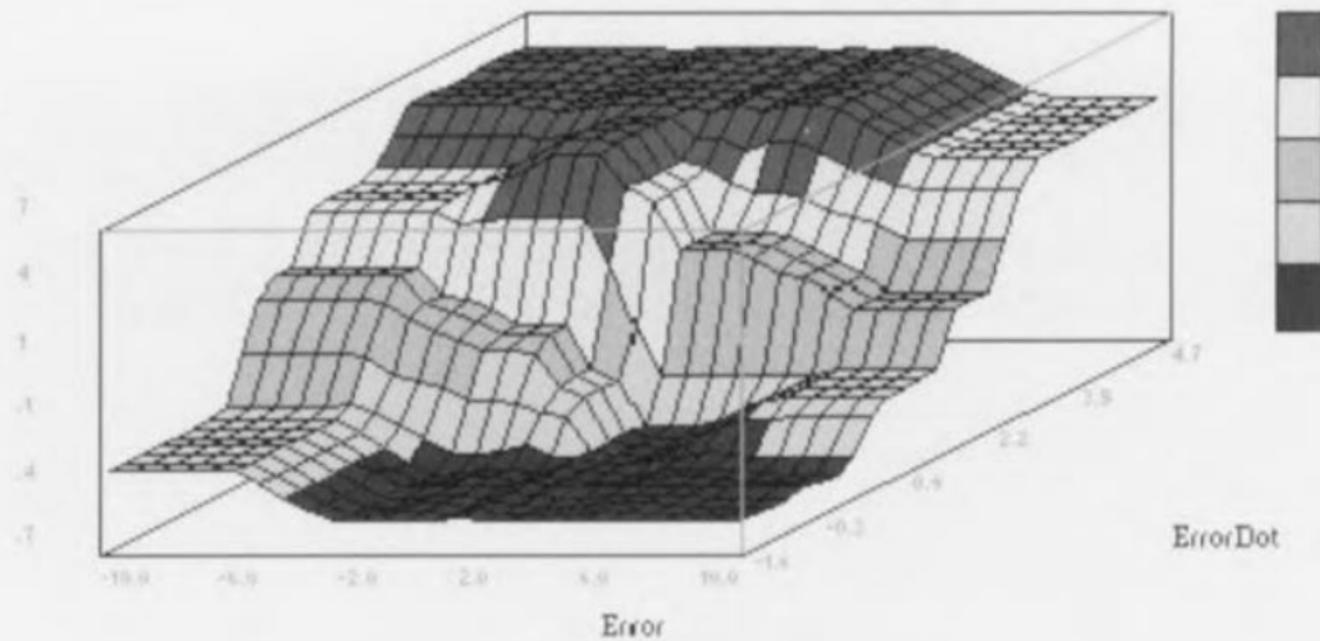
Processus de mise au point

La première étape consiste à définir les **variables** à utiliser,

rections linguistiques comme *rather* (plutôt) ou *very* (très), ou par le changement du nom ou de la couleur. Tout cela est très facile au moyen d'une boîte de



peuvent être définis par l'utilisateur au moyen d'une boîte de dialogue. L'entrée d'une position se fait en cliquant sur la position adéquate à l'écran. La commande de position du camion peut être importée. Le dessin montre un trajet typique du camion quand il est conduit par l'automatisme flou. D'autres exemples proposés par le programme incluent un pendule inversé et des applications à usage général.



Cinquième prix international

MULTIMET

appareil de mesure virtuel sur PC

Comme son nom le dit si bien, MULTIMET est un instrument de mesure (MET de METER) MULTI-usage capable de remplir un nombre étonnant de fonctions. Le logiciel seul n'est bien évidemment pas en mesure de faire tout cela tout seul, il lui faut l'aide d'une interface de conversion A/N miniature venant se brancher sur le port parallèle.

projet: F. Mocq

Nous avons été impressionnés par la présentation de cette réalisation. Il ne s'agit pas ici d'un programme purement logiciel puisqu'il lui faut, pour fonctionner, une petite interface de conversion, montage qui prend l'aspect physique d'une coquille enfichable dans le port Centronics d'un PC doté d'un côté d'un connecteur mâle pour l'interface parallèle et de l'autre d'une prise BNC. Nous vous proposons le schéma et les dessins des pistes recto/verso. Ils sont reproduits ici à l'échelle 100% pour vous permettre de réaliser une interface parfaite.

Le schéma

L'entrée analogique est protégée par diodes contre les surtensions. L'alimentation est fournie par le port parallèle du PC, de sorte qu'il n'est pas prévu de fils ou de prise d'alimentation. Le convertisseur utilisé est un 12 bits (4 096 valeurs), faible consommation. La sortie des données

vers le PC se fait en série, le port parallèle étant chargé de l'interfaçage. La vitesse d'acquisition dépend, dans une certaine mesure, de la vitesse du matériel, les tests ayant donné 9 300 échantillons/s sur un 386DX40 et 16 500 sur un Pentium 100. Le convertisseur que le fabricant limite à 12,5 kHz est donc utilisable à une fréquence plus rapide sans problème. Les programmes faisant appel à un affichage graphique sont mieux servis par un Pentium ou un 486DX4/100. L'entrée analogique couvre de 0 à 5 V en 4095 pas, la précision obtenue est de l'ordre du mV. L'impédance d'entrée de 100 K Ω environ ne posera pas de problème particulier pour la connexion d'interfaces divers dont la sortie fournira une tension comprise entre 0 et 5 V (température, pression, humidité, vitesse, courant, lumière,...). Voilà de quoi trouver une utilisation à un « vieux » 386 effrayé par Windows '95. Vu le nombre d'en-

Caractéristiques techniques:

- Voltmètre analogique
- Voltmètre numérique
- Oscilloscope
- Enregistreur de données
- À base de LTC1286 (Linear Technology)
- Résolution 12 bits
- Une entrée analogique différentielle
- Alimentation 4,5 à 9 V
- Consommation 250 μ A, 1 nA en veille
- Échantillonneur/bloquer intégré
- Vitesse d'horloge max 200 kHz
- Fréquence d'échantillonnage max 12,5 kHz
- Matériel nécessaire : un PC compatible 386 ou mieux, une carte VGA, le maximum de mémoire conventionnelle pour les acquisitions rapides)

trées/sorties restant disponibles sur l'interface parallèle du PC, on pourra également envisager d'autres extensions: plusieurs convertisseurs, des sorties pour piloter la rotation d'une antenne, la charge d'une batterie, une isolation optique par des 6N139 pour protéger le PC, etc...

Le logiciel

Note : Inutile de copier les fichiers sur le disque dur, le processus d'installation se fait impérativement depuis la disquette.

Le programme est écrit en C; il a été développé dans l'environnement de la version 3.0 de C++. Le programme source est fourni, y compris les extensions BORLAND nécessaires à la compilation. Le programme se décompose en modules, ce qui en a facilité le développement et ne peut qu'en rendre la maintenance plus aisée.

MULTI.H est le fichier d'en-tête où sont déclarées les fonctions utilisées dans le programme.

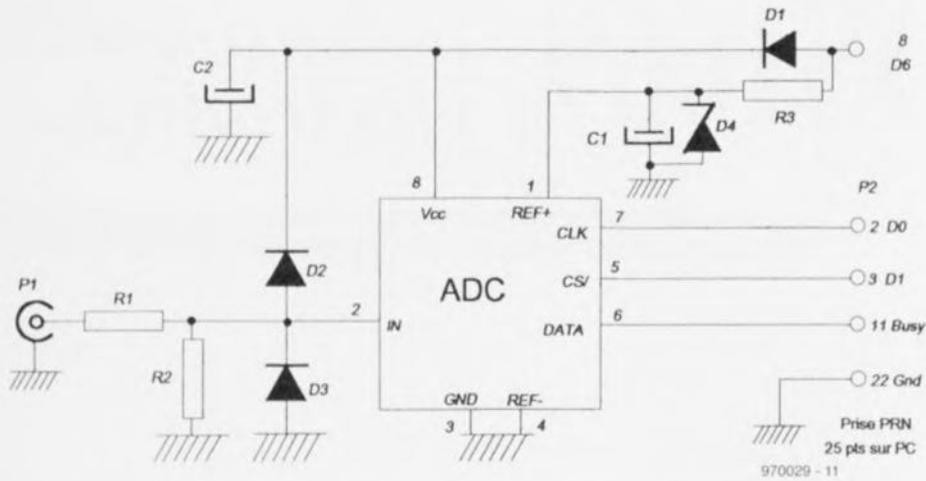
MULTI.C est le programme principal, chargé des initialisations et du lancement des appareils de mesure virtuel.

MULTI_GEN.C contient les fonctions d'usage général, dont read_data().

VOLTMET.C est un voltmètre analogique et digital.

OSCILLO.C est un oscilloscope destiné à des observations de signaux mais permettant également d'enregistrer les écrans sur disque dur (16 dans la version présente).

FAST OSCILLO est une variante du module précédent, et elle en fait d'ailleurs partie. Fast-Oscillo affiche les courbes



à l'écran après avoir acquis les données, d'où une vitesse plus élevée d'acquisition.

DATA_LOG.C un enregistreur de données sur disque, depuis 10 000 échantillons par

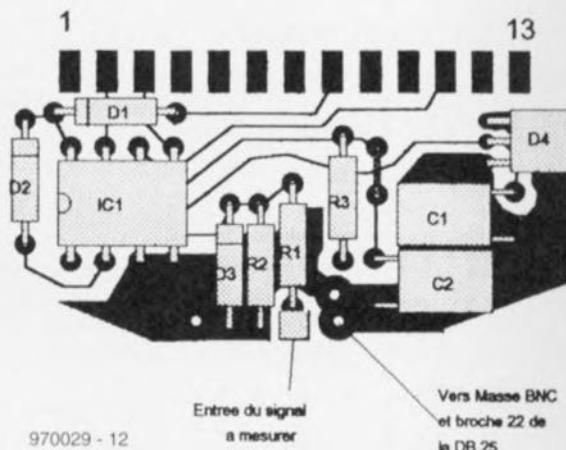
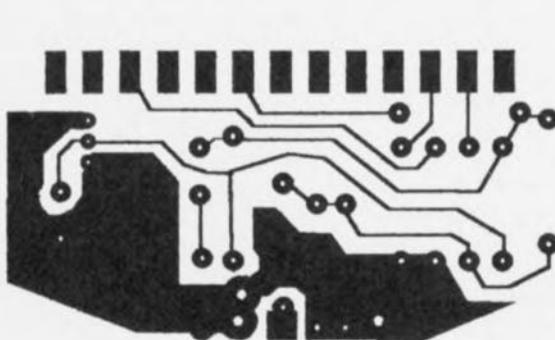
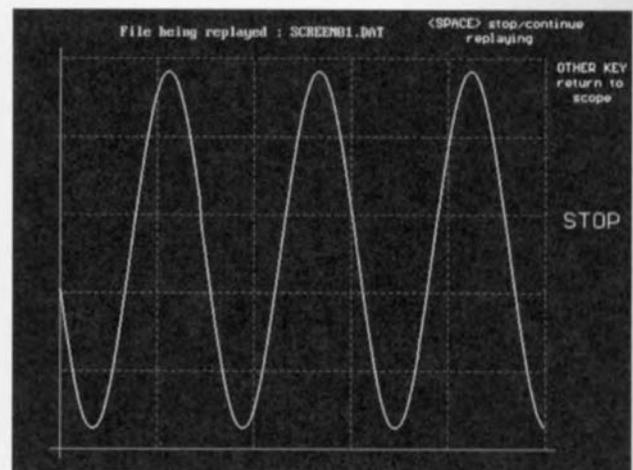
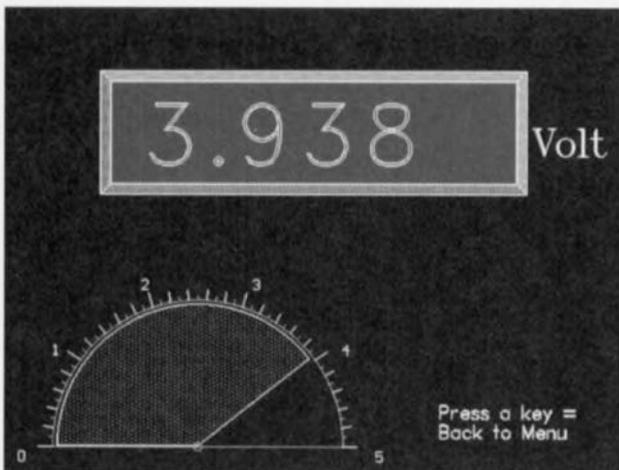
seconde jusqu'à 1 échantillon toutes les 18 heures environ. La taille du fichier de données est limitée par la capacité de mémoire conventionnelle (<640 Koctets) pour les acquisitions rapides, et par la

taille du disque pour les acquisitions lentes.

MULTIHELP fournit des informations sur l'utilisation du programme.

Les écrans d'oscilloscope et les données enregistrées sur le disque dur sont en format ASCII, et exploitables directement dans un tableur. Des exemples joints, signaux alternatifs classiques capturés en mode oscilloscope, et charge d'une batterie CdNi enregistrés en mode collecteur de données (data recorder). Ces enregistrements de données ont été repris avec EXCEL sous forme graphique. EXCEL importe sans problème des fichiers codés en ASCII, avec séparateur.

Les 2 recopies d'écran servant d'illustration donnent une très faible idée des nombreuses possibilités de cette combinaison « hard + software ». 970029-1



Publicité

10 ANS

ULTIBOARD

valable jusqu'au 31 Mars 1997

OFFRE SPÉCIALE

ULTIMATE TECHNOLOGY

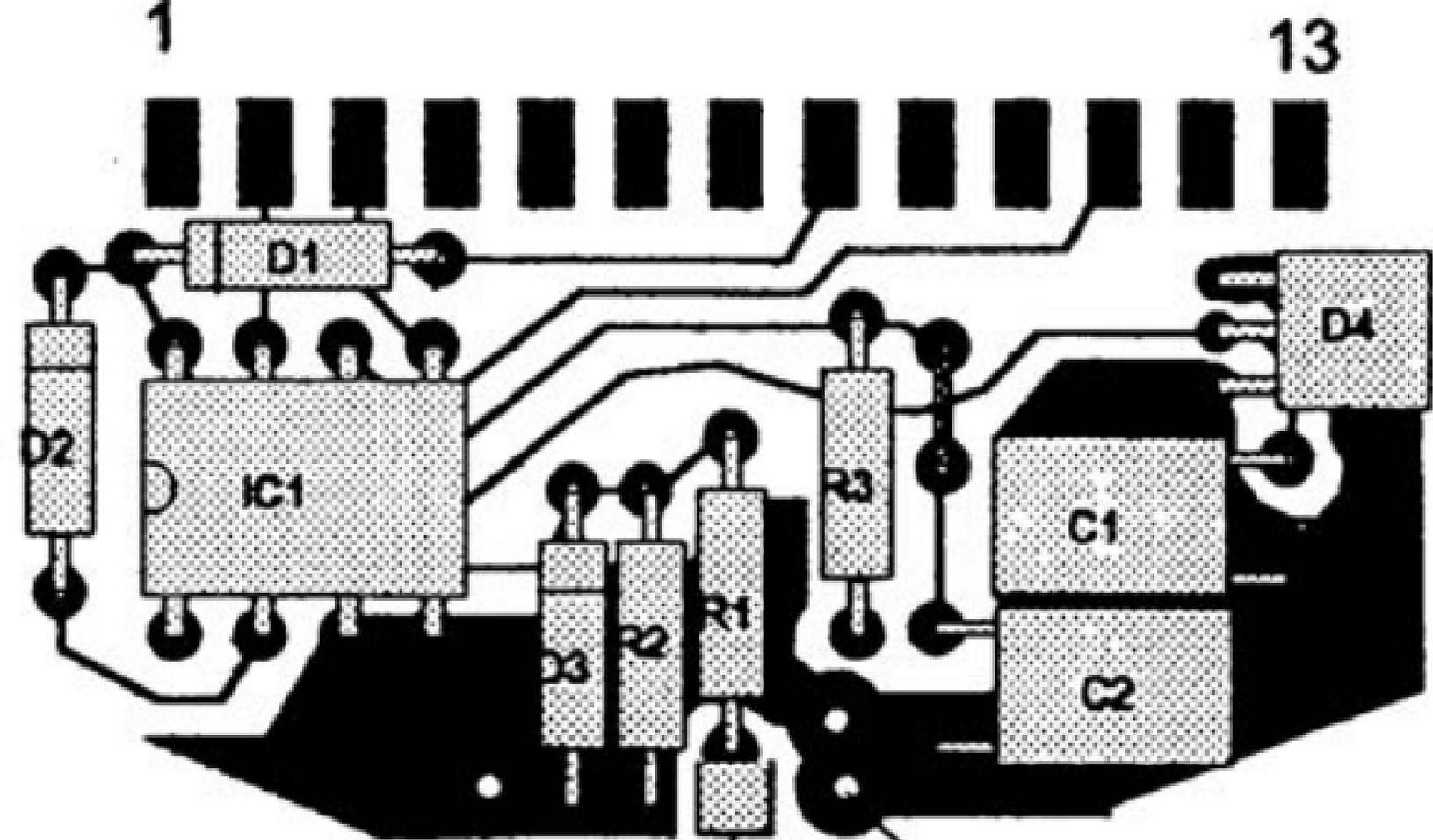
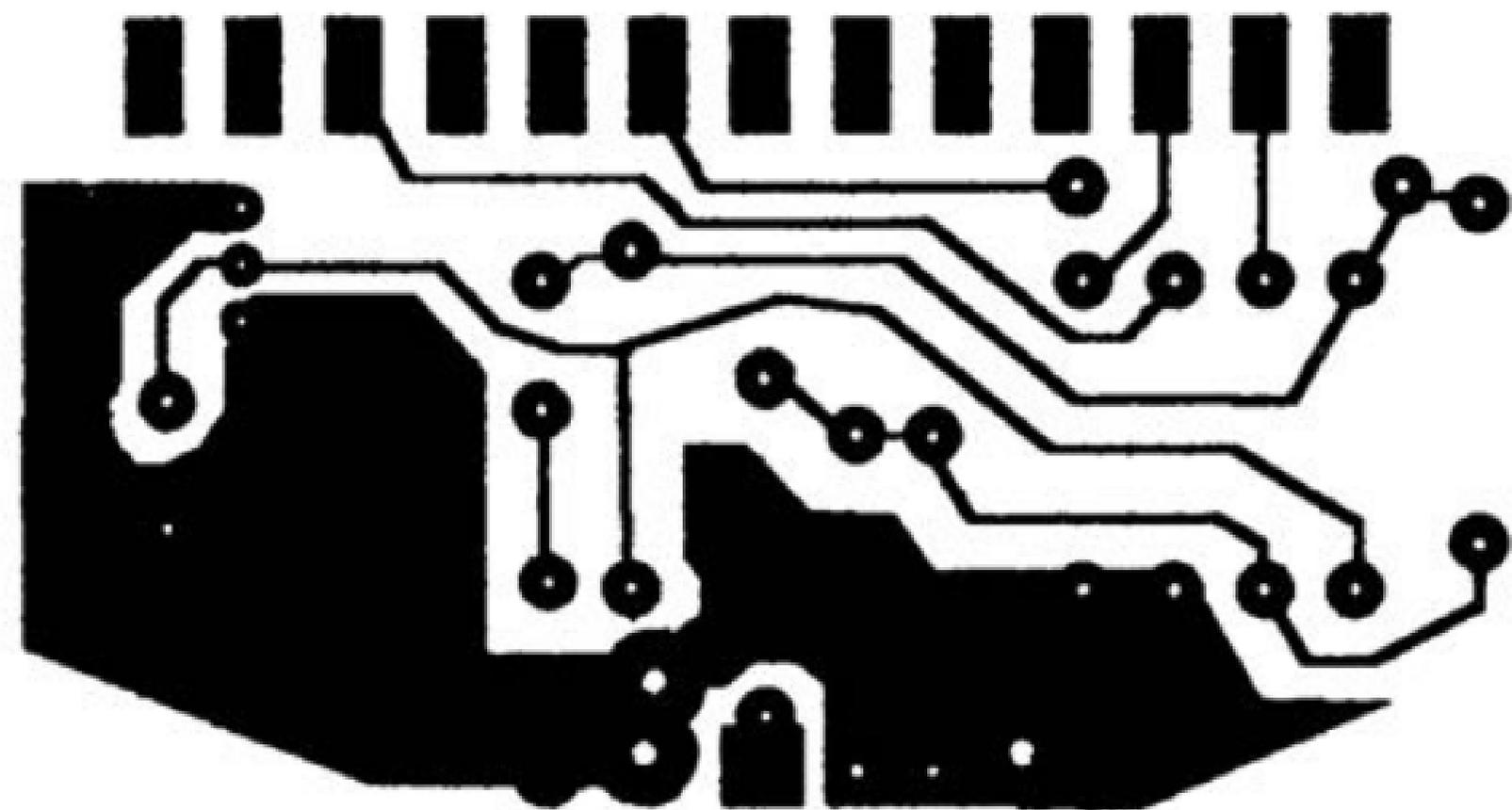
MAINTENANT AUSSI WINDOWS 95 & NT

ULTIboard Challenger 700 composé de sa saisie de schéma ULTIcap, de son module de conception de carte ULTIboard et d'ULTIroute son Autorouteur GXR Ripup & Retry pour seulement Ffr. 2.495/Bfr. 16.980 excl. TVA (FFR. 2.931,63 incl. TVA). Selon vos besoins vous pouvez faire évoluer la capacité de votre système ou le doter de nouveaux modules comme par exemple l'Autorouteur SPECTRA basé sur un système de reconnaissance de forme et placement automatique. Démo gratuite sur CD ROM.

Belgique: Ultimate Technology
tel. 02-4612486 • fax 02-4615054
France: Sté. MDS Electronique FR 89430 MELISEY
tel. 03 86 75 83 63 • fax: 03 86 75 83 64

0800-901904 FR
0800-71937 BE
0800-559738 CH

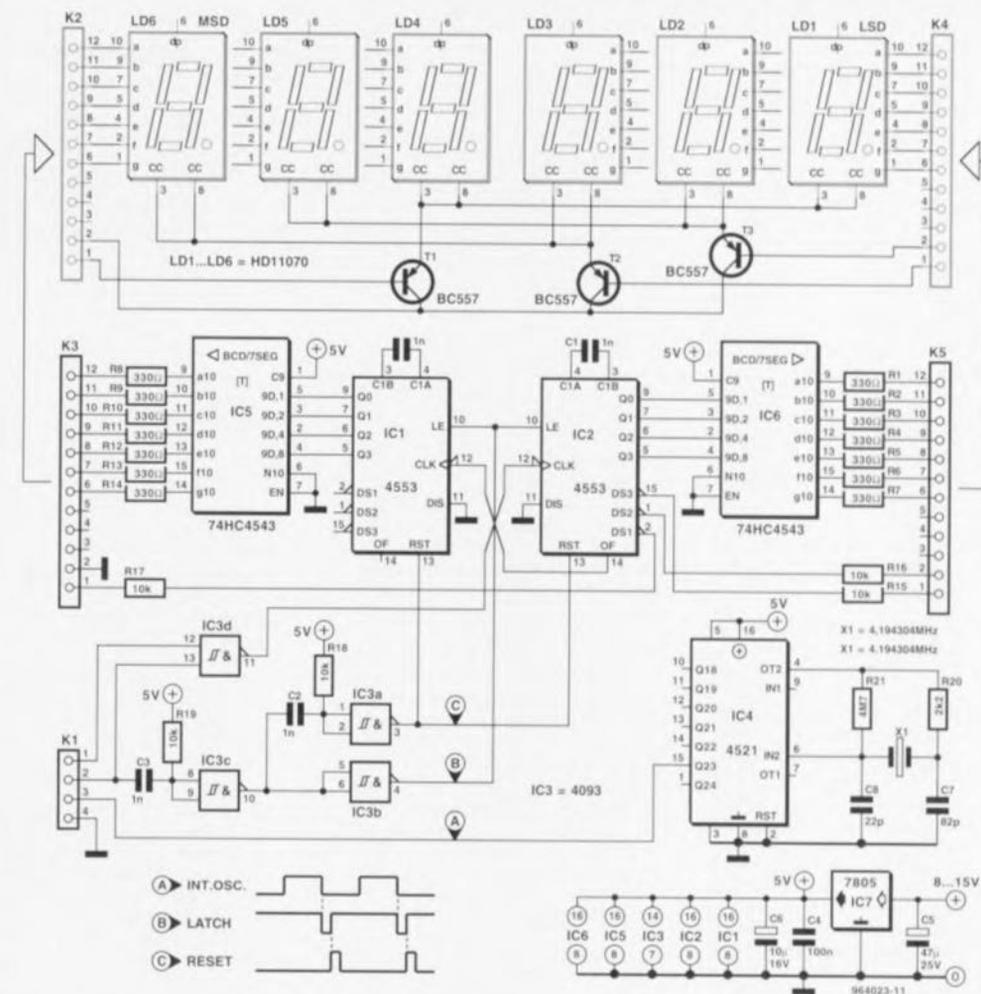
NEWS GRATUITS



À la rédaction
d'Elektor

Petit fréquencemètre (HG '96)

Comme le veut la tradition, chaque numéro Hors-Gabarit comporte, outre le montage-bidon classique, également un schéma truffé d'erreurs. Cet honneur « insigne » est échu, en 1996, au montage n°75, un petit fréquencemètre. Il apparaît que le schéma de notre « petit fréquencemètre » comporte un certain nombre d'erreurs sur lesquelles l'un de nos lecteurs, Mr Capel de Goes, a attiré notre attention. Nous l'en remercions. L'erreur la plus grave est la disparition de la liaison entre la broche 15 de IC4 et la broche 3 de K1. Il faut en outre que la broche 5 de IC4 soit mise au +5 V, la broche 3 devant elle se trouver à la masse. Il y a eu en outre intervention entre les broches 6 et 4 de IC4. Nous en arrivons à IC1 et IC2. Il y a eu, à ce niveau, intervention entre les lignes d'horloge et de dépassement (overflow). Ce problème peut être résolu par connexion de la broche 11 de IC3d à la broche 12 de IC2 en non pas 12



de IC1. Il reste, pour finir, à interconnecter la broche 14 de IC2 à la broche 12 de IC1. La broche 14 de IC1 reste en l'air. Il est en outre préférable d'ajouter un condensateur additionnel de 1 nF entre les broches 3 et 4 de IC1 et de couper la liaison entre les

broches 4 de IC1 et IC4. Ajoutons, qu'en cas d'utilisation d'afficheurs à cathode commune la broche 6 de IC5 et IC6 ne doit pas être reliée au +5 V, mais à la masse, sous peine d'inversion des chiffres apparaissant à l'affichage. Vu la complexité relative

de toutes ces modifications, nous vous proposons la version actualisée du « petit fréquencemètre », sans erreur cette fois, espérons-le. En tout état de cause, après ces modifications, l'exemplaire de Mr Capel fonctionne impeccablement.

Tort d'Elektor

teslamètre

Elektor n° 223, janvier 1996, page 22 et suivantes

Une fois n'est pas coutume, le schéma comporte une petite erreur: la résistance R12 vaut non pas 10 kΩ, mais bien les 22 kΩ mentionnés dans la liste des composants. Un certain nombre de nos lecteurs s'est étonné de la divergence entre le texte référent à la figure 4 et la figure 4 réellement publiée dans le magazine.

champmètre pointeur d'antennes satellites

Elektor n° 213, mars 1996, page 38 et suivantes

Le schéma comporte une inversion: en effet, les connexions du galvanomètre M1 sont interverties. La broche + doit être reliée au curseur du potentiomètre P2, sa borne - devant l'être au point A par le biais du condensateur de transfert.

MULTIMET

Elektor n° 223, janvier 1997

Bien que l'auteur, F. Mocq, nous ait donné les informations nécessaires, il manque, sur le schéma, les valeurs des composants utilisés. Les voici: R1, R2 = 47 kΩ, R3 = 12 kΩ, D1 = BAT42, D2, D3 = 1N4148, D4 = REF252, C1 = 1 μF, C2 = 10 μF, IC1 = LTC1286 (Linear Technology).

10 ANS

ULTIBOARD

valable jusqu'au 31 Mars 1997

OFFRE SPÉCIALE

ULTIboard Challenger 700 composé de sa saisie de schéma ULTIcap, de son module de conception de carte ULTIboard et d'ULTIroute son Autorouteur GXR Ripup & Retry pour seulement Ffr. 2.495/Bfr. 16.980 excl. TVA (FFR. 2.931,63 incl. TVA). Selon vos besoins vous pouvez faire évoluer la capacité de votre système ou le doter de nouveaux modules comme par exemple l'Automateur SPECCTRA basé sur un système de reconnaissance de forme et placement automatique. **Démo gratuite sur CD ROM.**

ULTIMATE TECHNOLOGY

Ultimate Technology Bureaux centraux • Eregistraat 36
NL 1411 At Noorden • tel: (+31)35.694444 • fax: (+31)35.6943345
E-mail: sales@ultiboard.com Internet: http://www.ultiboard.com

MAINTENANT AUSSI WINDOWS 95 & NT

Belgique: Ultimate Technology
tel: 02-4672488 • fax 02-4616024
France: Sté. MDS Electronique FR 89430 MELISEY
tél.: 03 86 75 83 03 • fax: 03 86 75 83 04

ne pas GRATUITS

0800-901904 FR
0800-71937 BE
0800-559736 CH



DS1669 *potentiomètre électronique*

Caractéristiques techniques du DS1669

paramètre	min.	typ.	max.	unité
tension d'alimentation	4,5		8	V
niveau logique 1	2,4			V
niveau logique 0			0,8	V
consommation		1	2	mA
tolérance des résistances			±20	%
linéarité relative			±0,3	LSB
courant dans les résistances			1	mA
résistance de boucle			1	kΩ
fréquence limite à -3 dB :				
version 10 kΩ		1		MHz
version 50 kΩ		200		kHz
version 100 kΩ		100		kHz
largeur d'impulsion entrée D	1			μs
entrées manuelles	1			ms
répétition automatique après		1		s
répétition manuelle après		100		ms
temps de mise en route			10	μs
coefficient de température			±800	ppm/°C
domaine de température	0		+70	°C

Les potentiomètres servent à régler manuellement l'amplitude, la luminosité, la saturation des couleurs et ainsi de suite. Veut-on télécommander la manoeuvre, il faut recourir aux services d'un potentiomètre électronique tel que le DS1669 de Dallas Semiconductors. Sa progression, vers le haut comme vers le bas, est tributaire d'impulsions et sa position finale est mémorisée en EEPROM pour se reproduire exactement lors de la prochaine mise sous tension.

Ing. G. Kleine

Le nouveau diviseur commutable intégré, le DS1669 de Dallas Semiconductors, à commande purement électronique, se présente en boîtier à huit broches et dispose d'un multiplexeur à 64 pas de réglage. C'est lui qui définit l'atténuation désirée et retient la position en la chargeant dans une mémoire non volatile intégrée, de sorte qu'elle revienne, identique à elle-même, lors de l'enclenchement suivant. Comme il s'agit d'une EEPROM, le circuit ne réclame pas de pile de sauvegarde, il relit automatiquement la valeur mémorisée au cours du cycle de mise en marche.

Le changement de position, on l'opère par impulsions, produites au choix par un ou de deux boutons poussoirs ou encore par microprocesseur. Avec deux boutons, l'un permet d'augmenter et l'autre de diminuer la résistance. Dans le cas d'une commande par un seul poussoir, la rotation du curseur imaginaire s'opère dans un sens jusqu'en butée, puis s'inverse d'elle-même et parcourt toute la gamme dans l'autre sens. Mais on peut aussi l'attaquer par microcontrôleur, auquel cas, on peut réduire sensiblement la durée des impulsions. Aussi bien en manuel que commandé par microprocesseur, le sens de réglage du potentiomètre s'inverse dès qu'apparaît une pause de plus d'une seconde entre deux impulsions.

Rien n'empêche de monter le circuit

intégré en association à deux poussoirs, un pour chaque sens de rotation. Les deux configurations disposent d'une fonction de répétition automatique qui continue à produire des impulsions aussi longtemps que la touche est enfoncée.

Le potentiomètre électronique est disponible en deux de boîtier : le DS1669 est livré en DIP à huit broches, tandis que la version CMS, en boîtier SO8, porte l'immatriculation DS1669S. Sur les deux versions, le suffixe -10, -50 ou -100 indique la valeur de résistance maximale, 10 kΩ, 50 kΩ ou 100 kΩ. Leur prix (unitaire) est tout aussi intéressant, sous les 35 F.

SCHÉMA DE PRINCIPE

La figure 1 vous révèle la constitution du DS1669. La piste du potentiomètre (R) est comprise entre les bornes RL et RH. Elle se subdivise en 64 segments commutés par le multiplexeur 64 à 1 (MUX). Sa sortie communique avec l'extérieur par la broche RW (W pour *wiper*, curseur). Le multiplexeur est en liaison avec une EEPROM qui mémorise la dernière position du curseur, même en l'absence d'alimentation.

Il y a trois accès pour la commande du potentiomètre :

- DC (*Down Contact*) pour le raccordement direct d'un poussoir dont la fonction est de tourner le curseur vers la borne « basse » R,
- UC (*Up Contact*) pour glisser vers le

audioélectronique paranormale

Bien avant l'engouement actuel pour l'ésotérisme, Elektor a publié des articles sur les phénomènes paranormaux liés à l'électronique, en expliquant le comment, si pas le pourquoi, et a décrit des montages susceptibles d'en reproduire les effets. Pour preuve, le numéro 2 de la revue— cela nous ramène en juillet 1977— proposait déjà un (légal) dispositif de photographie paranormale basé sur l'effet Kirlian, platines comprises! Elektor a décrit aussi un générateur à très basse fréquence pour la production de champs électriques et l'expérimentation dans ce domaine (toujours) controversé. Quant à l'interprétation de ces phénomènes plus ou moins paranormaux, à chacun de donner la sienne.

En revanche, personne n'avait, jusqu'à présent, pensé à cultiver l'ésotérisme dans les technologies audiophoniques. Nous avons toujours cru dans les progrès de la technique pour améliorer la fidélité. Notre idéal, c'était un amplificateur qui multipliait l'amplitude du signal, sans l'entacher de souffle ou de déformations. Au début des années 80, le but semblait d'ailleurs pratiquement atteint. L'introduction des techniques numériques et du disque compact sont venus couronner le tout: le signal est transféré virtuellement sans imperfection entre le microphone de la salle de concert et le haut-parleur du salon. Comparé aux innombrables insuffisances du disque vinyle, on ne peut vraiment plus parler de déformations audibles dans le chef du disque audionumérique. Mais l'esprit humain semble ainsi fait que, s'il ne trouve plus de différence, il s'en invente à plaisir; ainsi passe-t-on insensiblement de l'irrationnel au paranormal.

Tout a commencé en fait avec la «renaissance» des tubes électroniques. L'incandescence des filaments procure l'agrément d'une chaleur à laquelle la froideur et l'asepsie du silicium des circuits intégrés ne peuvent faire de l'ombre. Même en studio d'enregistrement, on a préchauffé les signaux à travers des étages à lampes pour leur conférer cette noble infidélité avant de les graver numériquement sur le disque argenté. On est aujourd'hui en mesure de comprendre les déformations encourues et d'expliquer en détail les effets psychoacoustiques connus qui en découlent. Mais les choses n'en sont pas restées là. On trouve aujourd'hui, noir sur blanc dans un magasin de haute fidélité, l'inventaire de phénomènes inexplicables par la science et donc de nature paranormale. C'est ainsi qu'on y apprend qu'un disque audionumérique, au sortir du congélateur, rend une sonorité plus fraîche que s'il vient de l'armoire. A quand le lecteur-surgélateur de CD? Un lecteur de disque entraîné par courroie donnerait ainsi plus de douceur à la musique, tandis qu'une copie numérique exactement identique paraîtrait plus fade, quant au lecteur de CD suspendu par quatre ressorts, là c'est le fin du fin! N'oublions pas le magnétiseur (à aimants permanents, bien sûr) qui purifie le son, c'est évident! Il serait de même bienfaisant de monter dans chaque lecteur une LED bleue pour apaiser la quantification trop nerveuse induite par le rayon laser. Nous n'avons pas encore parlé des câbles coaxiaux et fiches Cinch dont l'impédance s'adapte au timbre des haut-parleurs, pourquoi pas?

Nous respectons au plus haut point la fantaisie et l'imagination, mais ne comptez pas sur Elektor pour avaliser les superstitions enjolivées de technicité dont nous abreuve l'époque post-moderne et qui sont inconciliables avec une saine logique scientifique, car, quitte à ce que René Descartes se retourne dans sa tombe, aujourd'hui comme jamais, chassez les gogos, ils reviennent au galop!

Ernst Krempelsauer

N.B. Le préamplificateur à accumulateurs proposé dans ce numéro ne constitue pas une exception. Il présente de réels avantages. Quant à savoir s'il mérite la dépense, c'est à vous de voir.

haut en direction de RH, - D est la liaison logique (Digital) destinée à la commande par microprocesseur ou tout autre circuit numérique, sans avoir à utiliser de poussoir.

Les trois entrées sont pourvues de résistances de rappel au niveau haut de 100 k Ω , nul besoin donc de composant supplémentaire, l'interrupteur suffit. La gestion est interne. En cas de commande à une seule touche, on polarise à V⁺ l'entrée DC et le DS1669 reconnaît ainsi le mode de travail et attend ses informations d'un poussoir relié à UC. Afin d'éviter une réduction de la durée de vie de l'EEPROM, l'opération d'écriture n'a lieu que deux secondes après la modification et à condition que la variation soit supérieure à 12,5 %, soit huit pas. À titre indicatif, la mémoire du DS1669 résiste à plus de 80 000 cycles d'écriture et même si l'une ou l'autre cellule est endommagée, la fonction première du potentiomètre n'en souffre pas.

sions présentes aux points RH, RW et RL doivent rester dans la fourchette de l'alimentation, elles ne peuvent donc être inférieures à 0 V ni supérieures à +5 V. Au cas où ce ne serait pas possible, il faut envisager, si faire se peut, une alimentation flottante du circuit intégré. Si l'on veut utiliser le DS1669 dans un circuit dépourvu de polarisation continue et soumis, par exemple, à un signal alternatif de 1 V_{pp}, la tension d'alimentation devra atteindre au minimum de 3 V. Les touches UC et UD se relient alors à V⁻. Les contacts des interrupteurs mécaniques ont une fâcheuse propension à rebondir de nombreuses fois avant de se stabiliser. La logique interne du DS1669 se charge de nettoyer les signaux: elle ne prend en compte l'impulsion qu'après 1 ms et en délivre une seule pour autant que le contact ne dure pas plus d'une seconde. Si la touche reste enfoncée, le circuit fournit alors une salve au rythme de dix impulsions par seconde, le parcours complet prend ainsi

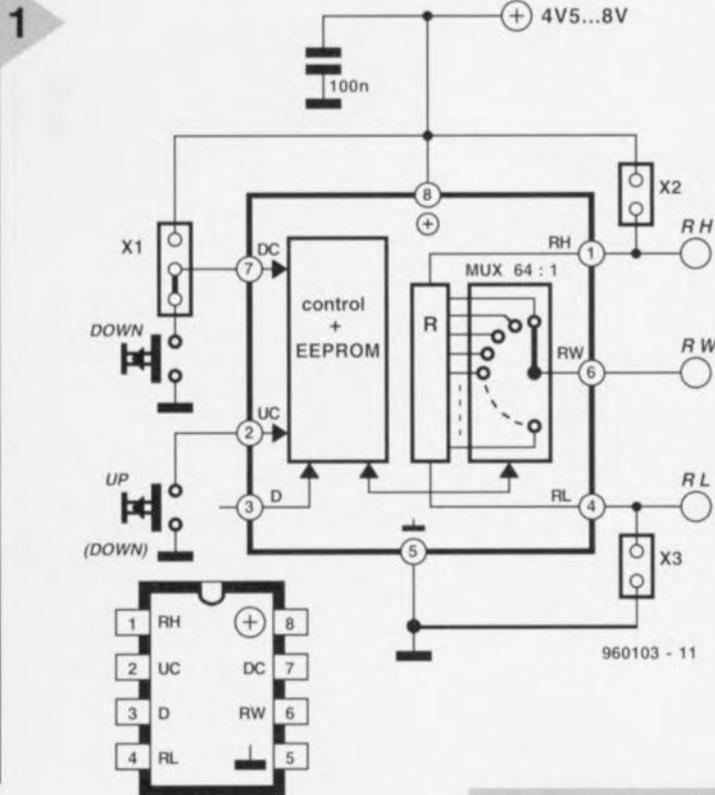


Figure 1. Le schéma de principe du DS1669

APPLICATION

Le câblage externe du DS1669 s'accommode bien d'un montage universel de contrôle. Le cavalier X1 permet de choisir entre un (X1 en haut) ou deux boutons (tel qu'il est représenté). X2 et X3 relient les bornes RH et RL aux tensions d'alimentation. On dispose alors en broche RW d'une tension variable en 64 pas. S'il s'agit de connecter le potentiomètre à un circuit qui est déjà soumis à une autre tension, il faut respecter certaines conditions. Les ten-

sept secondes. L'entrée numérique D réagit selon le même scénario, sauf que la durée minimale d'impulsion est d'une microseconde au lieu d'une milliseconde.

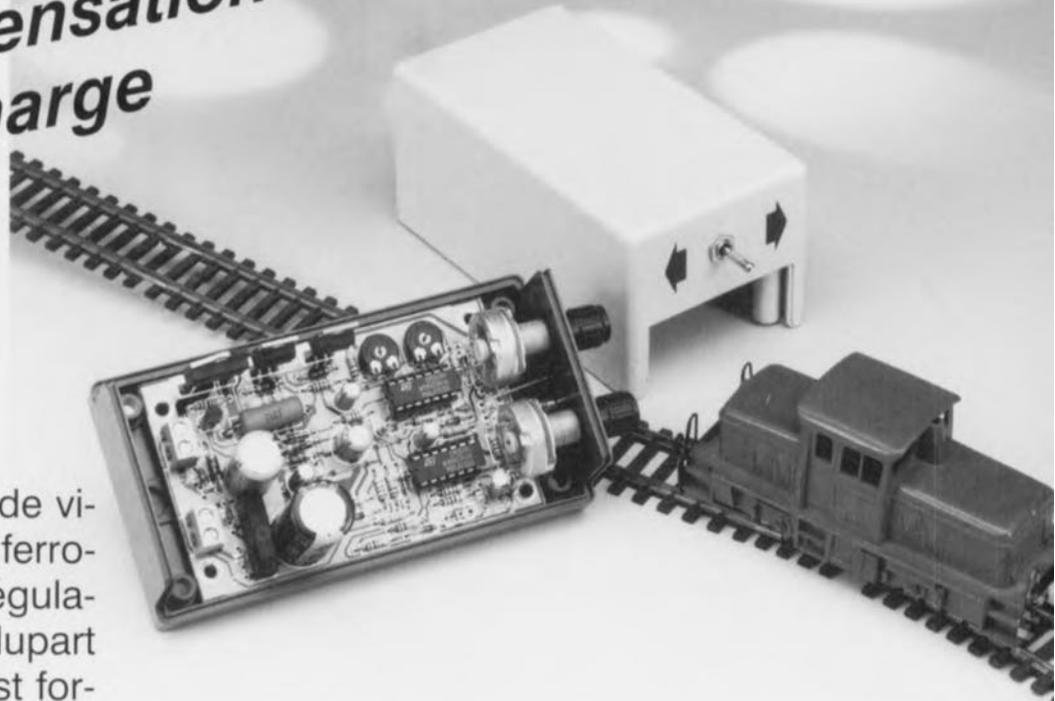
Sous l'immatriculation DS1869, Dallas Semiconductors propose une version 3,3 V de ce potentiomètre, disponible aussi en 10 k Ω , 50 k Ω et 100 k Ω , qui admet des tensions d'alimentation comprises entre 3 et 8 V.

960103



régulateur de vitesse pour modèle réduit ferroviaire

*avec compensation
de la charge*



Peu de régulateurs de vitesse pour maquette ferroviaire réalisent une régulation idéale. Dans la plupart des cas, la vitesse est fortement dépendante de la charge. Les tentatives de compensation aboutissent souvent à une perte de la force de traction, ce qui est loin d'être souhaitable, bien sûr. Le circuit décrit ici utilise la force contre-électromotrice du moteur de la locomotive comme grandeur de correction d'un système de régulation en modulation de largeur d'impulsions. Le résultat est une très bonne compensation des variations de charge, avec une vitesse qui reste très constante en pratique.

N. de Graaf

Si nous voulons faire rouler un train à une vitesse aussi constante que possible, nous devons chercher une grandeur qui soit une image de la vitesse, de façon à l'utiliser comme référence du système de régulation.

Nous trouvons un signal utilisable sous la forme de la force contre-électromotrice produite par le moteur du train. Nous savons qu'un moteur en rotation fonctionne comme une dynamo et produit lui-même une tension. Cette force contre-électromotrice est indépendante de la tension appliquée et de la charge, elle est déterminée exclusivement par la vitesse de rotation du moteur. Donc, si nous introduisons cette tension dans une boucle de régulation, il doit être assez facile de réaliser un régulateur qui maintienne la vitesse constante en toutes circonstances, quelles que soient la charge et la pente de la voie.

Nous en arrivons à la question de savoir comment mesurer la force contre-électromotrice, c'est-à-dire comment la distinguer de la tension d'alimentation du moteur. En fait cela semble se passer parfaitement si nous alimentons le moteur avec une tension pulsée. Nous pouvons alors exécuter la mesure de tension pendant les pauses entre les

impulsions. Comme il n'y a pas de tension d'alimentation à ce moment, la tension mesurée est seulement celle de la force contre-électromotrice (*f_{cem}*) du moteur.

MODULATION DE LARGEUR D'IMPULSION

Comme le schéma complet du régulateur comporte de nombreux composants (nécessaires) qui risquent d'empêcher quelque peu la compréhension du principe de fonctionnement, nous avons rassemblé les éléments essentiels dans le schéma synoptique simplifié de la figure 1.

En bref, nous avons affaire à une régulation de vitesse par modulation de largeur d'impulsions, la largeur des impulsions est pilotée par la *f_{cem}* correspondant à la vitesse du moteur. Si la vitesse du moteur (et la *f_{cem}*) est trop faible, la largeur des impulsions est augmentée, si elle est trop forte, la largeur des impulsions est réduite. Les impulsions sont produites par la comparaison (par IC1d) d'une onde triangulaire à une tension de consigne. La sortie du comparateur délivre un signal carré dont le rapport cyclique dépend de la hauteur de la tension de consigne. Cette tension de consigne est

déterminée par deux facteurs : l'état du potentiomètre de vitesse P1 et la hauteur de la tension (f_{cem}) mesurée pendant les créneaux. La force contre-électromotrice est comparée par IC1b à la tension qui provient du potentiomètre P1. Si la tension (donc la vitesse du moteur) est trop faible, le signal de commande, à la sortie d'IC1b, est au niveau « bas » et inversement. Il en résulte une correction de largeur reproduite par IC1d.

Deux détails méritent d'être relevés. D'abord, le système a besoin d'un certain temps pour réagir de façon adéquate ; la constante de temps de l'intégrateur en série avec IC1b nous pourrait un peu la vie. Si nous choisissons un temps d'intégration trop court, le train avance par saccades ; si le temps est trop long, la régulation réagit mal dans les côtes. Tout est donc une affaire de compromis. Nous voyons ensuite un deuxième potentiomètre dans la figure 1. Il ne joue aucun rôle dans la régulation proprement dite, mais il fait partie de l'intégrateur réglable évoqué plus haut. Son rôle est de donner un comportement réaliste au train, avec des accélérations

1

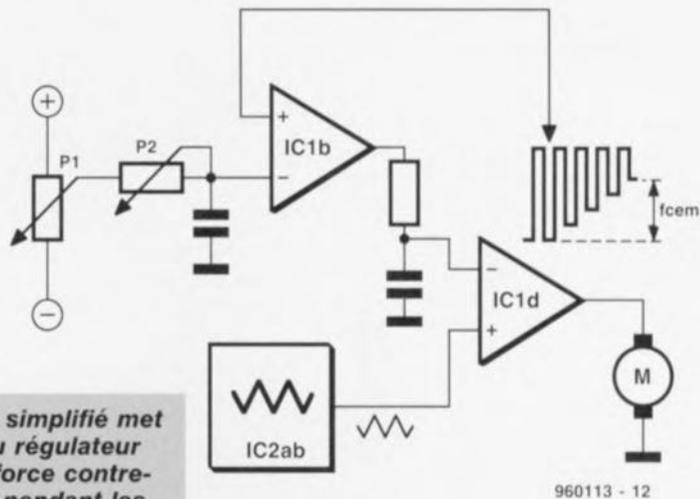


Figure 1 - Ce schéma très simplifié met en évidence le principe du régulateur de vitesse. On mesure la force contre-électromotrice du moteur pendant les pauses entre les impulsions, le résultat de la mesure est utilisé pour réguler la largeur des impulsions.

et des freinages progressifs. Remarquons enfin que les repères de composants du synoptique de la figure 1 correspondent à ceux du schéma complet.

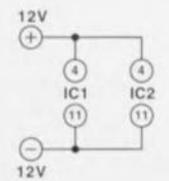
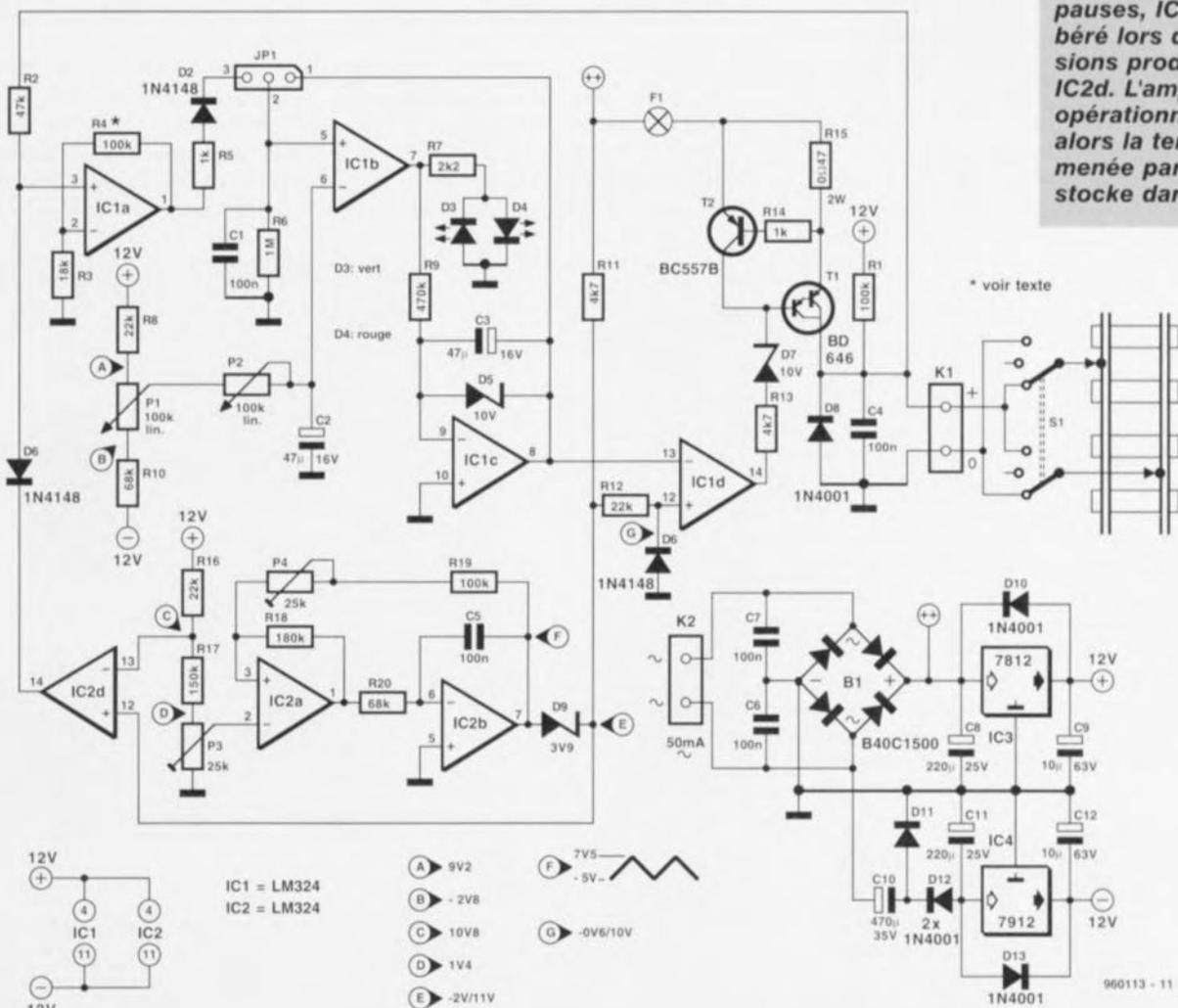
RÉALISATION PRATIQUE

Le schéma complet du régulateur est celui de la figure 2. La conception générale esquissée sur la figure 1 est reconnaissable sans trop de peine, parmi

les quelques composants ajoutés. La combinaison du trigger de Schmitt IC2a et de l'intégrateur IC2b constitue le générateur de signal triangulaire. La fréquence est de 50 Hz approximativement. L'amplitude du signal peut être réglée dans certaines limites par le potentiomètre P4, alors que P3 permet de décaler quelque peu le niveau continu. Le réglage de P3 et P4 n'est nullement critique pour le fonctionnement

Figure 2 - La mesure de la force contre-électromotrice est un des détails intéressants du circuit. Au milieu des pauses, IC1a est libéré lors des impulsions produites par IC2d. L'amplificateur opérationnel mesure alors la tension ramenée par R2 et la stocke dans C1.

2



IC1 = LM324
IC2 = LM324

- A) 9V2
- B) -2V8
- C) 10V8
- D) 1V4
- E) -2V/11V
- F) 7V5
- G) -5V

960113 - 11

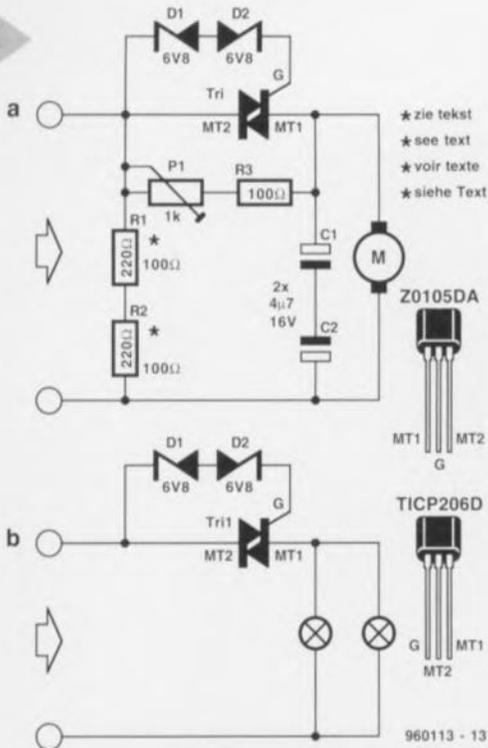


Figure 3a - Si ce circuit est installé dans la motrice, la sensibilité peut être réglée individuellement.

Figure 3b - Ce circuit auxiliaire supprime toute influence de l'éclairage du train sur le comportement de la régulation.

du reste du circuit ; il est possible dans la plupart des cas de laisser simplement les curseurs à mi-course.

La tension triangulaire est comparée par IC1d, comme nous l'avons déjà dit, à une tension continue déterminée (la tension de consigne). C'est le niveau de cette tension qui détermine à son tour la largeur de l'impulsion de sortie. Les valeurs sont calculées de telle façon que le rapport cyclique ne dépasse jamais 90%. L'impulsion de sortie parvient au connecteur de sortie K1 après inversion par le Darlington T1, où elle sert à alimenter le moteur du train après la commutation par l'inverseur S1.

Venons-en à la mesure de la force contre-électromotrice. Le commentaire du schéma synoptique de la figure 1 n'a encore rien dit du fonctionnement. La grandeur à mesurer est présente sur le connecteur K1, d'où elle est ra-

Figure 4 - Le prototype construit par l'auteur présente quelques différences de détail par rapport au modèle définitif.

menée à l'amplificateur opérationnel IC1a par la résistance R2. Nous avons déjà dit que la mesure de la f_{cem} ne peut et ne doit avoir lieu que lorsque le moteur n'est pas alimenté, pendant les pauses entre les impulsions. Pour arriver à ce résultat, des impulsions courtes sont produites par IC2d lors des pointes de la tension triangulaire. Elles sont synchronisées précisément au milieu du temps de blocage de T1, si bien que nous sommes sûrs que la tension lue pendant cet intervalle de temps est exclusivement la f_{cem} du moteur. Pendant ces impulsions de mesure, l'entrée de l'amplificateur opérationnel IC1a est libérée par la diode D1 ; il peut donc amplifier la tension fournie par R2 et charger le condensateur C1. La diode D2 évite ici la décharge du condensateur.

Le comparateur IC1b compare la tension de C1, correspondant à la f_{cem} , à la tension fixée par le potentiomètre de consigne P1 ; il adapte sa tension de sortie jusqu'à ce que les deux tensions d'entrée soient égales. L'inégalité des tensions est signalée par l'illumination des LED D3 ou D4 : si la vitesse est trop basse, D3 s'allume, si elle est trop élevée, c'est D4 qui s'allume. La tension de sortie d'IC1b est ensuite « lissée » par l'intégrateur construit autour d'IC1c avant d'être appliquée à l'entrée inverseuse du comparateur IC1d et de commander ainsi la largeur d'impulsion.

DÉTAILS

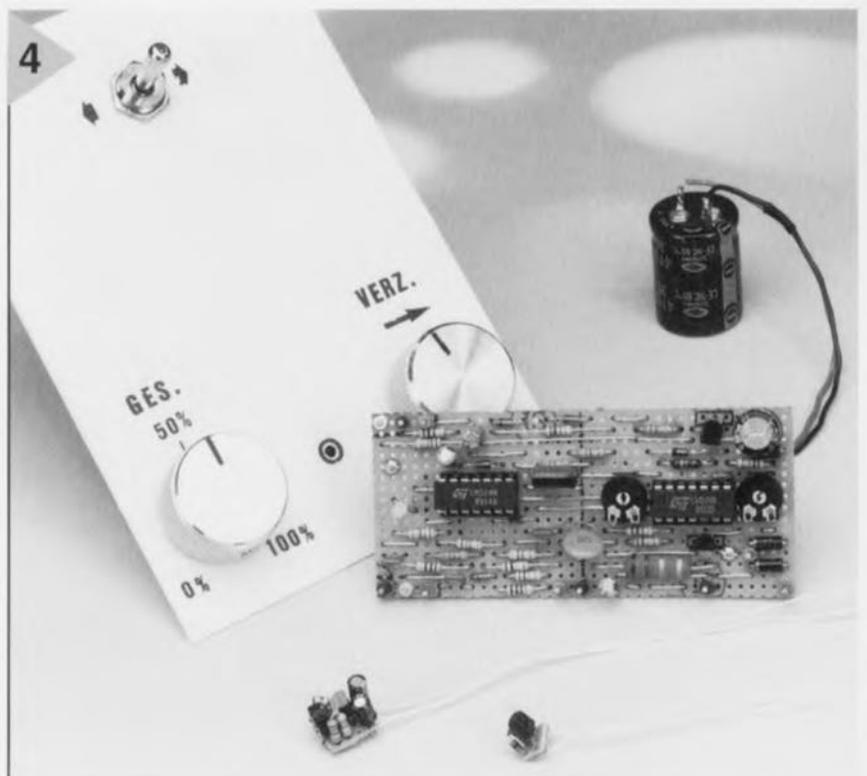
Nous avons examiné le circuit dans ses grandes lignes, passons aux quelques détails qui restent. Le réseau P2/C2 constitue, comme nous l'avons vu, un intégrateur réglable qui rend possible

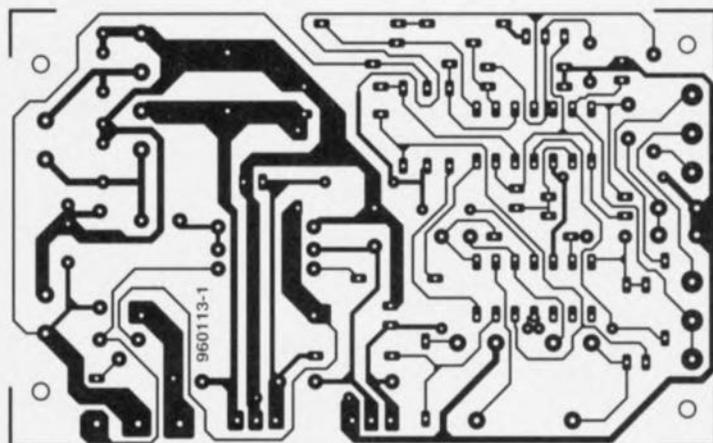
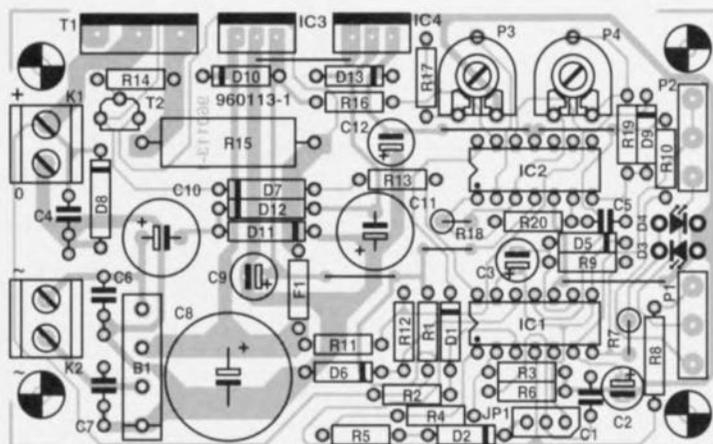
les démarrages et freinages progressifs du train. Le cavalier JP1 permet à l'utilisateur de choisir entre la marche avec et sans compensation de la f_{cem} ; dans le premier cas, les points 2 et 3 sont réunis, dans le deuxième, les points 1 et 2.

Le transistor T2 assure une protection contre les courts-circuits. Si la tension entre les rails est court-circuitée par un déraillement ou une autre cause, il entre en conduction du fait de l'augmentation de la tension aux bornes de R15 et limite l'intensité à travers T1 à 1,5 A environ. C'est suffisant pour échauffer fortement le transistor de puissance que quelques secondes ; à ce moment le fusible à réarmement automatique F1 (*polyswitch*) aura coupé le circuit. En pratique, les déraillements sont réparés si rapidement que le fusible n'a même pas le temps de réagir.

Le réseau R1/C4 connecté en parallèle sur la sortie du régulateur détermine son comportement en l'absence de charge, quand le train n'est pas sur les rails ou dans le cas de mauvais contacts. Sans ce réseau, la tension de f_{cem} mesurée serait nulle et le régulateur donnerait la tension maximale. Le réseau R1/C4 intègre la tension des rails, de telle façon que la durée de l'impulsion diminue jusqu'au minimum au fur et à mesure que le condensateur se charge, faute de moteur pour le décharger.

Le dernier détail du circuit est l'alimentation. Une tension alternative comprise entre 12 V et 16 V est appliquée au connecteur K2. Après redressement par B1 et lissage par C8, la tension continue est utilisée directement





pour la traction (ligne « ++ »). La tension symétrique de 12 V nécessaire aux amplificateurs opérationnels est obtenue à l'aide de deux régulateurs tripodes (IC3 et IC4). La tension négative non régulée est obtenue par un artifice (C10, D11 et D12), parce que nous avons préféré un redressement des deux alternances pour l'alimentation du moteur.

UTILISATION

Rappelons que le comportement du régulateur dépend largement de la constante de temps de l'intégrateur. Pour que la régulation réagisse rapidement à des variations brutales de la charge, il est souhaitable que C3 soit choisi aussi petit que possible. Cependant une valeur trop faible provoque une marche irrégulière de la locomotive. La qualité des rails et de la motrice joue aussi un rôle déterminant. L'expérimentation permettra dans tous les cas de trouver une valeur convenable pour C3.

C'est l'expérimentation aussi qui permettra de trouver la valeur correcte du condensateur de « moyenne » C4 et de C2, qui fait partie du circuit de retard. Tenez compte, lors du réglage du potentiomètre P1, du fait qu'il y a toujours un certain temps mort au début d'un trajet. La locomotive n'est alimentée que quand la tension du curseur est positive. C'est nécessaire parce que sans

cela la locomotive ne s'arrêterait jamais et continuerait sa course indéfiniment. Une petite intervention sur le bouton devrait résoudre le problème.

Toutes les locomotives n'ont pas la même *fcm*. En cas de besoin, la sensibilité du circuit peut être adaptée à l'aide de R4 (plus la résistance est grande, plus le circuit est sensible). Si plusieurs motrices circulent, elles rouleront à des vitesses différentes pour une même position du bouton. Ceux qui trouvent cela gênant peuvent installer dans chaque locomotive un circuit semblable à celui de la figure 3a. L'intérêt de ce circuit est que le triac laisse passer le courant de traction mais qu'il bloque la *fcm*. La fraction de tension renvoyée vers les rails est donc déterminée uniquement par le potentiomètre ajustable P1. Maintenant chaque motrice peut être réglée de façon à rouler à sa vitesse maximale quand le bouton de commande du régulateur est au maximum. Le condensateur chimique bipolaire C1/C2 évite que le triac soit enclenché pendant les pauses par des pointes de *fcm* éventuelles.

Les perfectionnistes qui voudront encore améliorer le montage peuvent installer aussi dans la motrice le circuit de la figure 3b. Il fait en sorte que l'éclairage du train ne charge pas la tension de *fcm* et que la vitesse du train n'en soit pas affectée. Cette alimentation par triac de l'éclairage présente un avantage supplémentaire : le

Figure 5 - Le câblage du circuit imprimé n'est pas vraiment difficile. Les dimensions sont accordées au boîtier Bopla cité dans la liste des composants.

Liste des composants

Résistances

R1, R19 = 100 k Ω
 R2 = 47 k Ω
 R3 = 18 k Ω
 R4 = 100 k Ω (voir texte)
 R5, R14 = 1 k Ω
 R6 = 1 M Ω
 R7 = 1 M Ω
 R8, R12, R16 = 22 k Ω
 R9 = 470 k Ω
 R10, R20 = 68 k Ω
 R11, R13 = 4,7 k Ω
 R15 = 0,47 Ω /2 W
 R17 = 150 k Ω
 R18 = 180 k Ω
 P1, P2 = 100 k Ω linéaire
 P3, P4 = 25 k Ω ajustable

Condensateurs

C1, C5 = 100 nF, pas 5 mm
 C2, C3 = 47 μ F/16 V radial
 C4, C6, C7 = 100 nF
 C8 = 2200 μ F/25 V radial
 C9, C12 = 10 μ F/63 V radial
 C10 = 470 μ F/35 V radial
 C11 = 220 μ F/25 V radial

Semi-conducteurs

B1 = B40C1500
 D1, D2, D6 = 1N4148
 D3 = LED verte
 D4 = LED rouge
 D5, D7 = zener 10 V/400 mW
 D8, D10 à D13 = 1N4001
 D9 = zener 3,9 V/400 mW
 T1 = BD646 ou équivalent
 T2 = BC557B
 IC1, IC2 = LM324
 IC3 = 7812
 IC4 = 7912

Divers

JP1 = barrette 3 points
 F1 = polyswitch 1,1 A (Conrad/Farnell)
 K1, K2 = bornier à vis 2 points pas 5 mm
 S1 = inverseur bipolaire avec position neutre, p. ex. MS500C (Miyama)
 coffret : Bopla E430BB (120 x 65 x 40 mm)

moteur qui fonctionne en dynamo lorsqu'il tourne en roue libre ne voit aucune charge, ce qui améliore le réalisme des arrêts. Le thyristor utilisé dans les figures 3a et 3b peut être du type Z0105DA de SGS-Thomson ; son courant maximal est de 1 A, son courant de gâchette est de 5 mA. D'autres types sont utilisables aussi, pourvu

6

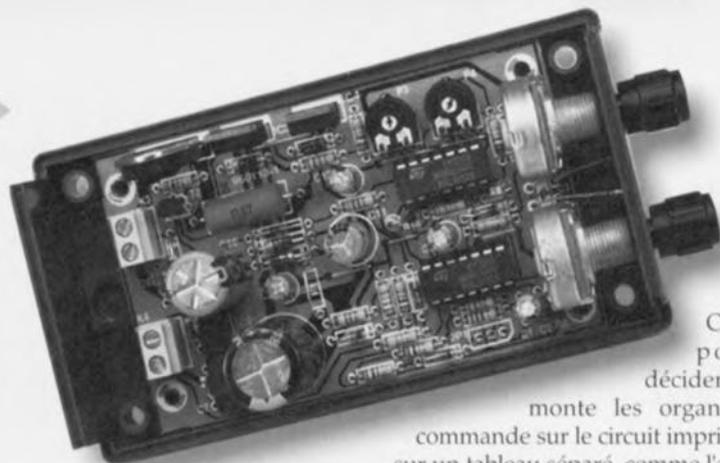


Figure 6 - Les potentiomètres peuvent se placer directement sur le circuit imprimé. Les LED doivent être montées de façon à rester visibles de l'extérieur après la mise en boîte.

Chacun pourra décider s'il monte les organes de commande sur le circuit imprimé ou sur un tableau séparé, comme l'auteur. Il ne reste pas grand-chose à dire sur le câblage du circuit imprimé. Il n'y a pas de difficulté particulière, toutes les informations nécessaires se trouvent sur le plan d'implantation et dans la liste des composants. Les circuits intégrés IC3 et IC4, tout comme T1 qui travaille en commutation, s'échauffent à peine en fonctionnement et aucun n'a

7

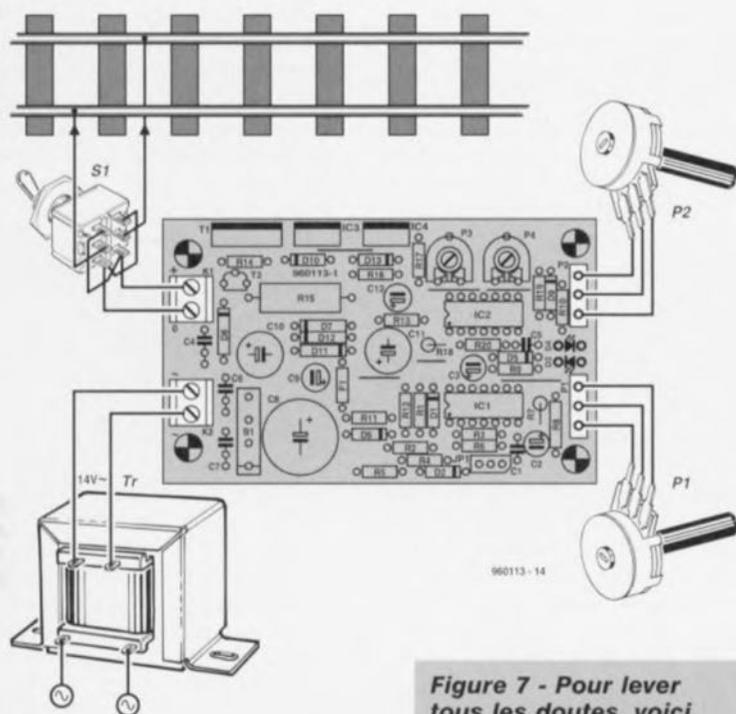


Figure 7 - Pour lever tous les doutes, voici une fois de plus les détails de raccordement.

qu'ils se contentent de 5 mA de courant de commande, comme le TICP206D de Texas.

CONSTRUCTION

La figure 4 montre l'allure du prototype construit par l'auteur. Les deux potentiomètres et l'inverseur de sens de marche ont été montés sur un tableau de commande séparé. Comme ce prototype avait encore à subir des modifications et des améliorations, un nouveau circuit imprimé a été dessiné dans les laboratoires d'Elektor. Il est conçu de façon très claire et représenté à la figure 5 avec l'implantation des composants. Les raccordements d'entrée et de sortie se trouvent sur un côté, ceux des organes de commande, P1, P2, D3 et D4 sur le côté opposé.

besoin d'un radiateur.

La figure 6 représente le circuit imprimé terminé. Grâce à ses dimensions réduites, l'ensemble, y compris les potentiomètres, peut se loger dans un petit coffret en plastique Bopla E430BB (120 × 65 × 40 mm) ; seul l'inverseur de sens de marche sera disposé en-

Figure 8 - Les petits circuits auxiliaires des figures 3a et 3b doivent être montés dans la locomotive ; il faut donc qu'ils soient aussi petits que possible.

hors du circuit imprimé. Naturellement, chacun décidera du boîtier à utiliser.

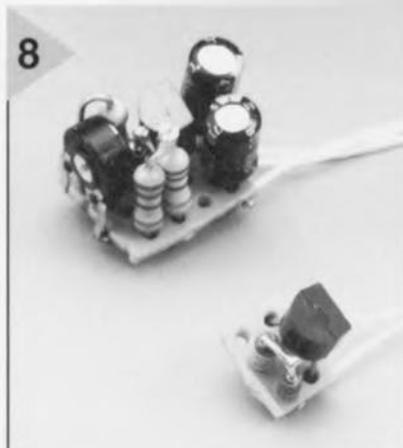
MISE EN SERVICE

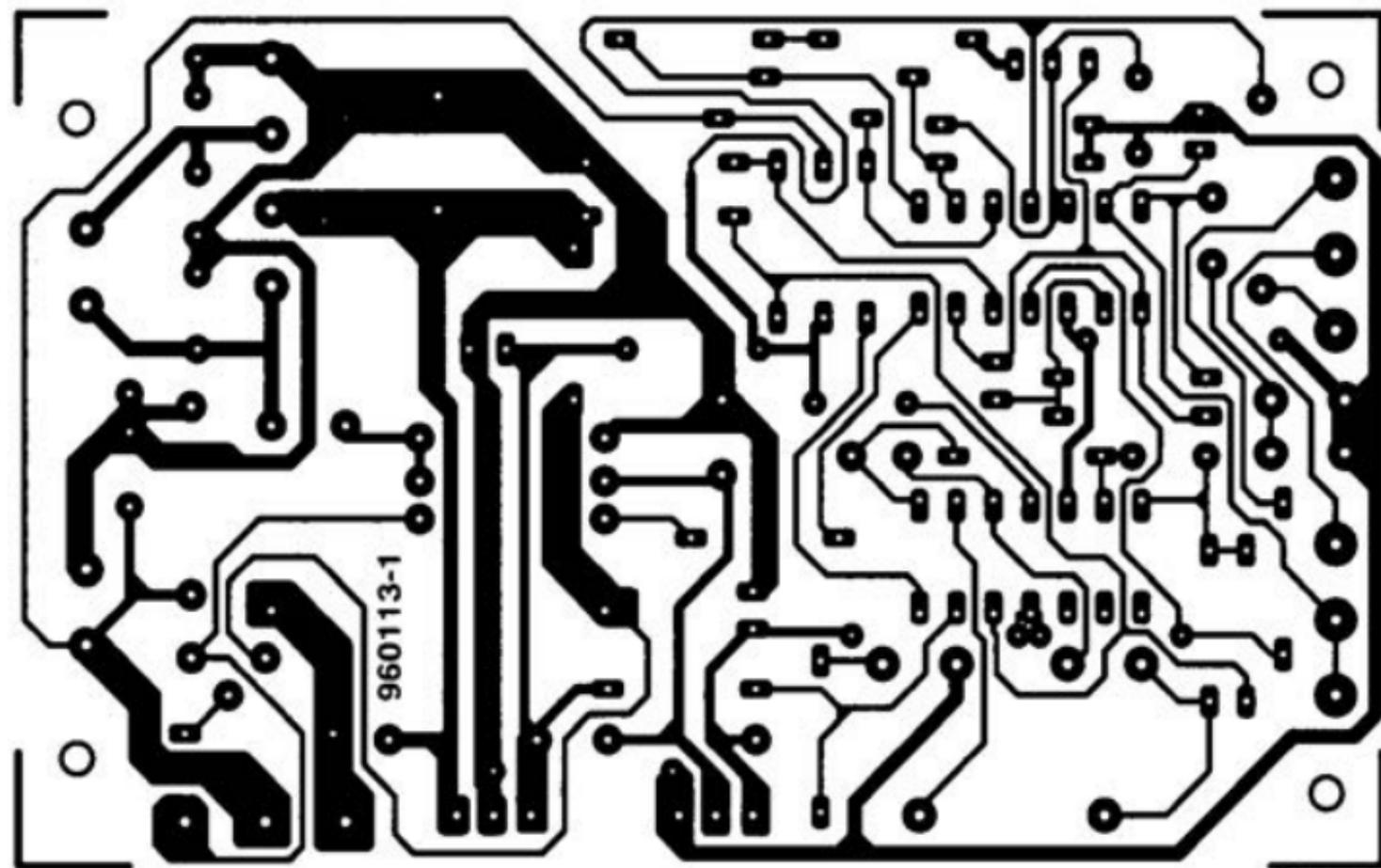
N'oubliez pas, lors de l'assemblage du circuit imprimé, de mettre en place l'un des deux cavaliers JP1, faute de quoi rien ne fonctionnera. Une fois le circuit complètement assemblé, la tension alternative peut être appliquée à K2. Il est logique ensuite de vérifier la présence des deux tensions stabilisées (plus et moins 12 V). La figure 7 montre, pour être complet, la façon de raccorder les divers organes extérieurs au circuit imprimé. Le réglage de P3 et P4 est loin d'être critique ; il suffira en général de les mettre à mi-course. Il est difficile sans oscilloscope de savoir si des impulsions sont présentes sur la broche 14 d'IC2d, mais le réglage correct peut être trouvé aussi en tournant P3 ou P4 jusqu'à ce que la tension mesurée au multimètre sur la broche 14 atteigne -10 V à -12 V.

Pour contrôler le bon fonctionnement, reportez-vous au schéma de la figure 2 et vérifiez au multimètre les valeurs indiquées. La tension triangulaire à la sortie d'IC2b oscille entre -5 V et +7,5 V ; il est possible de mesurer au multimètre une tension moyenne de 1,25 V. Sans courant de traction, le circuit consomme un courant alternatif de 50 mA environ.

FIGNOLAGES

Les circuits auxiliaires de la figure 3 n'ont pas fait l'objet d'un dessin de circuit imprimé, parce que ses dimensions dépendraient de l'espace disponible dans chaque type de motrice. Dans la plupart des cas, la place est très mesurée et il faut monter les circuits en fils volants sur un morceau de plaquette perforée. Ce travail délicat demande une grande patience et une main très sûre. La figure 8 illustre la façon dont l'auteur a réalisé ces deux mini-circuits. (960113)





- $R5, R14 = 1 \text{ k}\Omega$
 $R6 = 1 \text{ M}\Omega$
 $R7 = 1 \text{ M}\Omega$
 $R8, R12, R16 = 22 \text{ k}\Omega$
 $R9 = 470 \text{ k}\Omega$
 $R10, R20 = 68 \text{ k}\Omega$
 $R11, R13 = 4,7 \text{ k}\Omega$
 $R15 = 0,47 \text{ }\Omega/2 \text{ W}$
 $R17 = 150 \text{ k}\Omega$
 $R18 = 180 \text{ k}\Omega$
 $P1, P2 = 100 \text{ k}\Omega$ linéaire
 $P3, P4 = 25 \text{ k}\Omega$ ajustable

Condensateurs

- $C1, C5 = 100 \text{ nF}$, pas 5 mm
 $C2, C3 = 47 \text{ }\mu\text{F}/16 \text{ V}$ radial
 $C4, C6, C7 = 100 \text{ nF}$
 $C8 = 2200 \text{ }\mu\text{F}/25 \text{ V}$ radial
 $C9, C10 = 10 \text{ }\mu\text{F}/25 \text{ V}$ radial

cours pratique d'électronique

Un rapide aperçu sur la simulation de circuits

3^{ème} partie :

les amplificateurs opérationnels.

Ainsi que nous l'avons vu dans la deuxième partie, les primitives SPICE telles que les résistances, les capacités et les sources de tension sont définies dans la netliste par un code approprié, en une lettre (R, C, V), suivi par des numéros ou des lettres d'identification et enfin par les noeuds de connexion et la valeur. La syntaxe exacte dépend de l'élément et est plus compliquée pour les sources de tension et autres éléments du même type.

MODÉLISATION

Un certain nombre d'éléments nécessitent une définition du type .MODEL. En SPICE2, il s'agit des éléments correspondants aux codes D, NPN, PNP, NJE, PJE, NMOS et PMOS et dont la fonctionnalité se déduit aisément à partir des codes eux-mêmes. SPICE3 comporte un peu plus d'éléments de ce type dont, par exemple, des interrupteurs contrôlés en tension et en courant et les MES-FETs. Tous ces éléments ont besoin de se voir attribuer un nom de modèle, comme les QONE ou 2N2222A que nous avons utilisés dans les netlistes proposées le mois dernier. Ces noms sont tout à fait arbitraires et leur choix est laissé à la discrétion de l'utilisateur. Si plusieurs transistors se sont vu attribuer le même nom de modèle, une seule et unique instruction .MODEL dans la netliste suffira pour décrire le comportement de tous ces transistors. Dans le cas de deux ou trois types de transistors différents dans la netliste, il faudra fournir deux ou trois noms de modèle différents et il faudra prévoir une instruction .MODEL pour chaque nom de modèle. Les modèles

dont il est question dans ces instructions indiquent à l'ordinateur quels sont les ensembles d'équations ou d'algorithmes prédéfinis qui modélisent le comportement de ce type d'éléments et ce en fonction de différents paramètres donnés dans l'instruction elle-même. Ni SPICE2 ni SPICE3 ne disposent de primitives représentant un amplificateur opérationnel. Si vous utilisez SPICE et plutôt que d'acquérir à cet effet une extension commerciale, vous pouvez modéliser un « ampli op » en tant que sous-circuit. Le plus simple de ceux-ci est une source de tension contrôlée (figure 15) qui peut être considérée comme un modèle idéal (idéal dans le sens où il s'agit d'un modèle théorique et non dans celui d'être le meilleur substitut pour un amplificateur opérationnel) car elle possède une impédance d'entrée infinie, une impédance de sortie nulle et un gain en boucle ouverte très élevé. Le sous-circuit permettant de définir un tel modèle d'ampli op est :

```
.SUBCKT OPAMP 1 2 3
E1 3 0 1 2 1E
ENDS OPAMP
```

La ligne .SUBCKT définit le nom du sous-circuit et donne la liste des numéros de noeuds auxquels sont connectées les terminaisons d'entrée et de sortie, ces numéros correspondant à ceux des hexagones de la figure 16. Vient ensuite la netliste du sous-circuit qui, dans le cas présent, ne comporte qu'un seul et unique composant. E est le code d'une source de tension contrôlée. La ligne E1 indique les noeuds de connexion de la source de tension dans l'ordre n+, n- nc+, nc- et le paramètre de gain. La sortie au point n+ vaut la différence entre les tensions présentes aux entrées (de contrôle) nc+ et nc- et multipliée par le paramètre de gain. Dans notre exemple, il s'agit de 1×10^6 , ce qui équivaut au gain en boucle ouverte de l'ampli op.

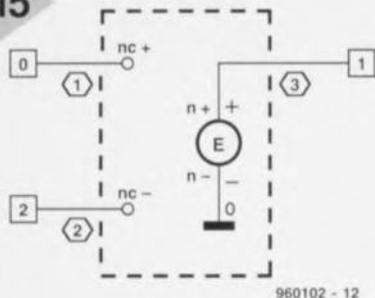
C'est un des sous-circuits les plus simples puisque constitué d'un seul élément. Les sous-circuits peuvent comporter un nombre d'éléments virtuellement illimité.

La netliste ci-dessous représente un amplificateur inverseur et est basée sur le sous-circuit de l'ampli op. Le nom de l'amplificateur opérationnel commence par X, code utilisé pour un sous-circuit, suivi par des chiffres ou des lettres de façon à différencier les amplis ops entre eux au cas où il y en aurait plusieurs. Le sous-circuit est identifié par son nom de sous-circuit :

```
* AMPLIFICATEUR INVERSEUR
XOA 0 2 1 OPAMP
R1 1 2 100K
R2 2 3 10K
R3 1 0 10M
V1 3 0 SIN(0 1 1K 0 0)
.END
```

Vous pouvez introduire ceci dans MC5 par le biais des netlistes ou en tant que schéma (figure 16). Pour atteindre la source E1, sélectionnez « Components -> Analog Primitives -> Dependent Sources -> VofV ». Après l'avoir positionnée, entrez VALUE = 1E6 à partir de la fenêtre « Components ». R3 joue le rôle d'une charge à haute impédance. Une fois le circuit complet, vérifiez son fonctionnement en lançant une analyse transitoire sur une durée de 5 ms et en demandant le tracé simultané de V(3) et V(1) en fonction du temps. Vérifiez qu'il fonctionne en amplificateur inverseur avec un gain en boucle fermée de 10 comme cela est montré à la figure 17. Observez l'effet d'une variation de R1 et R2 et d'une variation de l'amplitude et de la fréquence de V1. Bien que ce modèle fonctionne parfaitement avec certaines valeurs de résistances et d'entrée, il n'est pas difficile de lui faire produire des résultats incohérents. Modifiez R1 et R2 de façon à obtenir un gain en boucle ouverte de $100 \times$ et ajustez l'amplitude de V1

15



960102 - 12

Figure 15. Les chiffres dans les hexagones sont ceux qui apparaissent dans la ligne SUBSKT qui elle-même définit le nom du sous-circuit.

Figure 16. Diagramme du circuit de l'amplificateur inverseur.

à 25 V. L'amplitude de sortie est alors de 2 500 V, ce qui est évidemment impossible. Changez la valeur de R3 en 2Ω et vous pourrez « tirer » de la sortie 5 A sous 10 V. A 1 MHz, le gain en boucle ouverte est toujours de $\times 100$, alors qu'avec un ampli op réel il aurait chuté à cette fréquence aux environs de $\times 1$. Certains de ces défauts peuvent être éliminés en ajoutant d'autres composants au sous-circuit. Ajoutez des résistances pour simuler les impédances d'entrée et de sortie, ainsi qu'un courant de polarisation à l'entrée. Ajoutez une capacité pour réduire le gain aux hautes fréquences. Ajoutez des diodes pour limiter le champ de la tension de sortie à des valeurs plus réalistes. La précision de modélisation d'un ampli op réel augmentera avec le nombre d'ajouts. Par contre, le temps nécessaire à l'ordinateur pour le calcul de son comportement à chaque itération de l'analyse augmentera dans les mêmes proportions.

A la limite, il est possible de modéliser exactement un ampli op à partir d'une netliste comprenant tous les composants d'un circuit ampli op réel. Il comportera environ 30 noeuds et le fait d'inclure un modèle aussi détaillé dans la netliste augmentera le temps d'analyse de manière très significative. Le meilleur compromis se situe sans doute dans une netliste ne correspondant pas à la structure d'un ampli op réel mais qui, en y incluant des sources de tension contrôlées (qui n'existent pas dans les amplificateurs opérationnels réels), se comportera pratiquement exactement comme un ampli op réel, et ce bien que le nombre d'éléments et de noeuds soit inférieur à 20.

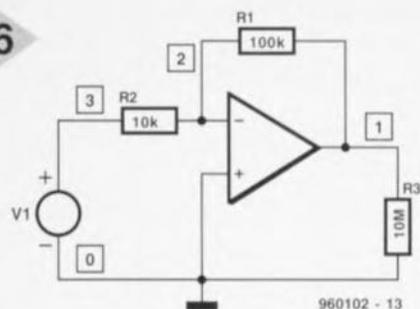
LES AMPLIFICATEURS OPÉRATIONNELS DE MC5

MC5 et la plupart des autres versions améliorées de SPICE comportent d'origine leurs propres modèles d'amplificateurs opérationnels. Il n'est donc pas nécessaire de développer de netlistes pour simuler un ampli op. Celui-ci est utilisable en faisant simplement référence à un modèle d'ampli op et en précisant ses paramètres., tout comme vous le feriez pour un modèle de transistor SPICE. Des exemples sont disponibles à partir du fichier OPAMP1.CIR fourni avec MC5 et qui

peut être chargé dans une fenêtre de schéma par « File -> Open -> opamp1.cir ». Il s'agit d'une démonstration de trois modèles différents d'amplificateurs opérationnels, tous pilotés à partir d'une unique impulsion en provenance d'un générateur. Les amplis ops sont montés en suiveurs et leurs sorties respectives devraient donc théoriquement suivre exactement leurs entrées. Lancez une analyse transitoire pour visualiser ce qui se passe (figure 18). Les impulsions rectangulaires à l'entrée et à la sortie de l'ampli op 01 (le modèle idéal) sont confondues. On pourrait penser que c'est exactement ce à quoi on pouvait s'attendre; notez cependant qu'il s'agit d'une impulsion d'une durée extrêmement courte et qu'un ampli op réel ne pourrait pas suivre un changement de tension aussi rapide à cause de la limitation du temps de montée. Le modèle double pôle (02, marqueurs en forme de carrés évidés sur la courbe) possède une réponse beaucoup plus réaliste mais n'arrive pas à atteindre les 10 V avant la fin de l'impulsion. Le modèle Boyle (03, marqueurs en forme de croix), effectue une brusque pointe au début de l'impulsion, ce qui lui permet d'atteindre les 10 V juste avant la fin de l'impulsion. Nous avons ici trois modèles disposant de trois degrés de ressemblance avec un ampli op réel.

Retournez à la fenêtre de schéma et examinez ces modèles plus en détail en vous attachant à leurs instructions de modélisation dans la fenêtre de texte (cliquez sur le coin inférieur droit de la fenêtre de schéma). Les modèles sont dénommés respectivement 01, 02 et 03 et possèdent tous le même type de modèle, OPA (ce qui signifie « Operational Amplifier », soit ampli op). Leurs paramètres commencent par une instruction de niveau : 1, 2 ou 3. Le modèle 01 correspond au niveau 1 et possède le moins de paramètres; il est par conséquent le moins réaliste mais aussi le plus rapide à évaluer. Il sera donc utile mais seulement dans un nombre limité de cas. Ses paramètres précisent seulement son gain en boucle ouverte et son impédance de sortie en environnement c.a. et c.c. Le modèle 02 possède les mêmes paramètres que 01 avec, en plus, des temps de montée positifs et négatifs, une bande passante de gain et une marge de phase. L'importance de la modélisation des temps de montée a

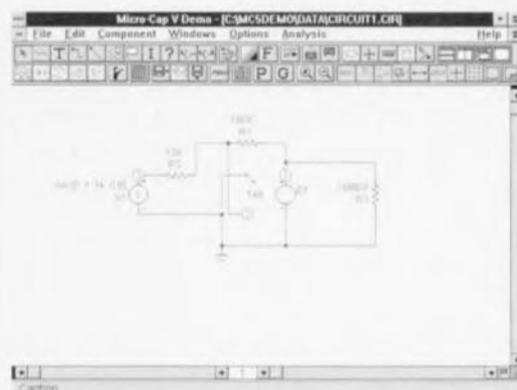
16



960102 - 13

Figure 17. Schéma du diagramme de la figure 16.

17

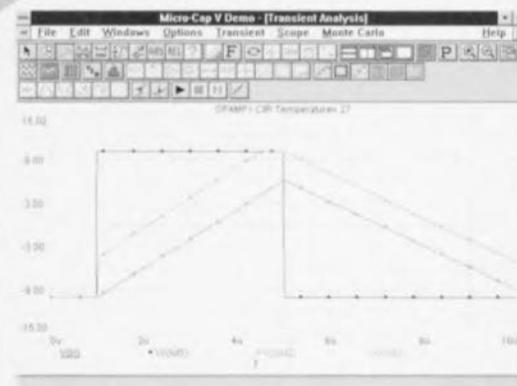


déjà été indiquée à la figure 18. Enfin, le modèle 03 possède les mêmes spécifications que les deux modèles précédents mais également une tension de décalage, un courant de polarisation à l'entrée et un taux de réjection en mode commun.

Essayez de modifier certains des paramètres de ces modèles et observez comment leur comportement s'en trouve altéré. Modifiez également le schéma de façon à remplacer le générateur d'impulsions par un générateur sinusoïdal; faites varier sa fréquence. Finalement, modifiez le circuit de façon à reproduire certaines configurations d'amplificateurs opérationnels standards, comme un amplificateur inverseur, un amplificateur non-inverseur et un intégrateur. Découvrez

Figure 18. Analyse transitoire pour visualiser l'action d'un amplificateur opérationnel.

18



19

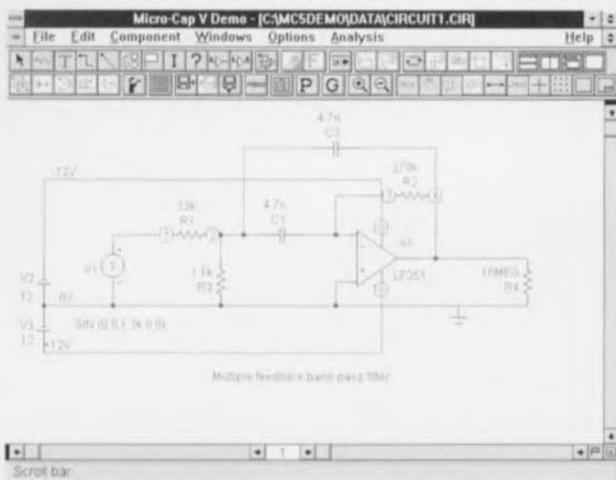


Figure 19. Filtre actif basé sur un amplificateur opérationnel.

En partant d'un jeu de feuilles de caractéristiques techniques qui en spécifient les paramètres, il est possible de construire un modèle d'ampli op ayant les caractéristiques de n'importe quel type de n'importe quel fabricant. MC5 possède une librairie de modèles qui peuvent être utilisés quand on a besoin d'une modélisation de grande précision. Par exemple, cliquez sur « Components -> Analog Library -> Op Amp -> LF0000 -> LF147 -> LF347 ». Le symbole d'un ampli op que vous pouvez positionner librement apparaît à la place du curseur. Cliquez sur la flèche de sélection et double-cliquez sur le symbole de l'ampli op. Dans la fenêtre « Component », activez la boîte « Display » de sorte que le type de l'ampli op est affiché sur le schéma. Vous pouvez aussi activer la boîte « Display Pin Names » pour provoquer l'affichage sur le schéma des noms de toutes les pattes de l'ampli op mais cela gêne parfois la vision claire des connexions. Pour examiner les paramètres de l'instruction .MODEL, cliquez sur « Edit -> Add Model Statement » -> symbole

combien ces circuits fonctionnent bien (ou mal).

dèle. Nous trouvons ici, entre autres choses, que le gain en boucle ouverte du modèle LF347 est de $\times 105$, que son courant de polarisation d'entrée est de 50 pA et que sa tension de décalage à l'entrée est de 5 mV .

FILTRE ACTIF

La figure 19 représente un filtre actif basé sur un ampli op. Puisqu'il n'y a dans ce circuit qu'un seul ampli op, il n'est pas nécessaire de s'inquiéter du temps que prendra l'analyse. Nous pouvons donc utiliser un modèle de niveau 3 basé sur un type particulier. Nous avons choisi le LF351, un ampli op possédant des entrées JFET et un temps de montée assez rapide ($13 \text{ V}/\mu\text{s}$). Le circuit fonctionne par rétroactions multiples pour constituer un filtre de bande. Les valeurs de la figure 20 sont calculées pour obtenir une fréquence centrale f_c de 3 kHz mais en utilisant les valeurs standard les plus proches plutôt que les valeurs exactes calculées. L'utilisation de valeurs standards est assez pratique mais dans quelle mesure cela influe-t-il sur la position de la fréquence f_c requise ? Ce filtre peut être ajusté sur n'importe quelle f_c en modifiant R_3 ; quelle valeur devra donc avoir R_3 pour positionner f_c exactement à 2 kHz ? Les valeurs des composants sont calculées pour donner au filtre une bande passante

20

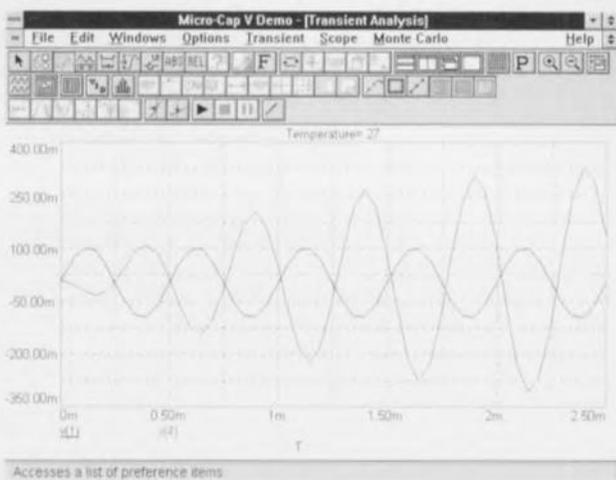


Figure 20. Analyse transitoire pour vérifier le fonctionnement correct du filtre actif.

de 250 Hz et un gain de $\times 4$ et nous devons vérifier qu'il rencontre bien ces spécifications.

Commençons par introduire le circuit; pour l'ampli op, sélectionnez « Analog Library » comme décrit précédemment. Notez que le symbole de l'ampli op s'affiche avec l'entrée non-inverseuse (+) au-dessus de l'entrée inverseuse (-) quand l'ampli op « pointe » vers la droite. Le dessin du circuit sera plus clair si l'ampli op est affiché dans l'autre sens (cliquez un certain nombre de fois avec le bouton droit de la souris) mais nous devons alors inverser les connexions des batteries. Pour nous en rappeler, nous avons étiqueté les fils d'alimentation. Cliquez sur la touche de texte « T » et cliquez ensuite sur le point ou le texte doit s'afficher. Une fenêtre de saisie apparaît; tapez le texte et cliquez ensuite sur OK.

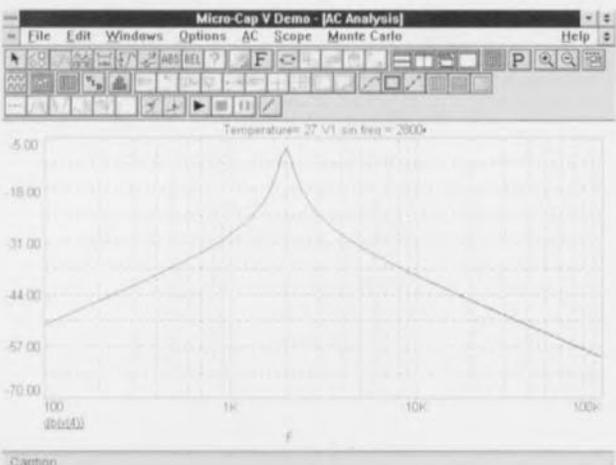
Vérifiez que le circuit fonctionne convenablement en lançant une analyse transitoire. $2,5 \text{ ms}$ fera un intervalle de temps convenable. Tracez $V(1)$

Figure 21. Analyse AC de la variation de l'amplitude de sortie en fonction de la fréquence.

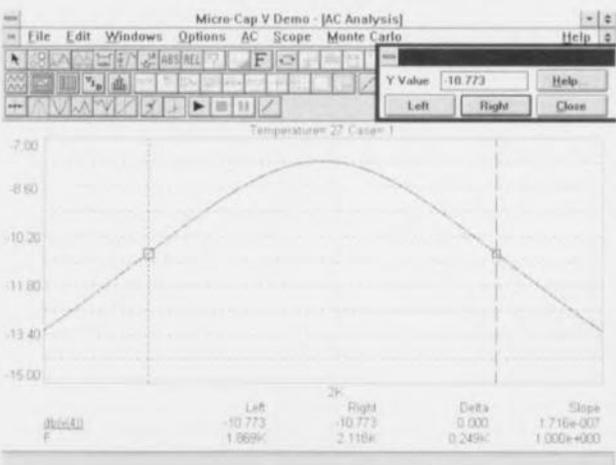
Text Area » en bas à droite de la fenêtre qui affiche les instructions du mo-

Figure 22. En plaçant les curseurs de manière appropriée, on peut lire les deux fréquences de coupure et donc la bande passante.

21



22



et V(4) en fonction du temps. Le résultat est donné à la figure 20. L'amplitude de V(1) est constante mais celle de V(4) augmente régulièrement. Est-ce que cette tendance se confirmera ou s'agit-il seulement de la charge initiale de la capacité durant les tout premiers cycles ? En lançant l'analyse sur une durée de 20 ms, on constate que l'amplitude de V(4) se stabilise à 346 mV après environ 4 ms, ce qui indique un gain de $\times 3,45$, soit sensiblement moins que ce qui était demandé dans les spécifications.

Pour évaluer comment l'amplitude de la sortie évolue en fonction de la fréquence, essayez une analyse AC. Ajoutez tout d'abord « AC 0.01 0 » aux paramètres de V1. Fixez l'étendue de fréquence à « 100K, 100 » et le nombre de points à 1001. Pour obtenir une courbe assez douce, sélectionnez « Fixed Linear » pour le champ « Frequency Step ». Ceci permettra le tracé de 1 001 points au lieu de voir ce nombre limité par la valeur par défaut de « 5% Maximum Change ». Activez la boîte « Auto Scale Range ». Tracer db(V(4)) en fonction de F vous donnera la figure 21. L'affichage est ici en mode « curseur » et nous avons cliqué sur le bouton « Advance to Global High », ainsi que sur le bouton gauche de la souris pour amener le curseur gauche au niveau de la pointe de la courbe de réponse. La valeur affichée est de 1 990 kHz, ce qui est très proche des 2 kHz demandés. L'amplitude est de -7,773 dB. Pour découvrir la bande passante, nous devons déterminer les valeurs Y aux points situés à 3 dB en dessous de cette pointe, c'est-à-dire à -10,773 dB. En cliquant sur le huitième bouton depuis la gauche, le curseur se met dans un mode qui le positionne automatiquement à une valeur Y donnée. Cliquez sur le bouton de gauche et ensuite sur le bouton de droite (deux fois si c'est nécessaire) pour placer les curseurs de part et d'autre de la pointe (figure 22). En dessous du graphe, nous pouvons lire les valeurs X du curseur de gauche, soit 1,869 kHz et du curseur de droite, soit 2,118 kHz. La bande passante est donc de $2\,118 - 1\,869 = 249$ Hz, remarquablement proche des 250 Hz demandés.

ÉCHELONNEMENT

Une des fonctionnalités remarquables de la simulation est la possibilité de parcourir une série de valeurs de composants sur une étendue et selon un pas donnés. C'est en effet beaucoup plus facile que d'expérimenter en dessoudant et ressoudant ou en montant une série de composants de valeurs consécutives sur une plaquette d'essai. Nous utilisons la fonction de « Stepping » pour ajuster la réponse de notre

filtre à exactement 2 kHz en faisant varier R3. En mode d'analyse AC, cliquez sur le bouton « Stepping » ce qui a pour effet de faire apparaître la fenêtre du même nom. Avant tout, définissons ce que nous allons échelonner; le bouton de sélection sur la droite affiche la liste des composants « échelonnables »; sélectionnez R3. La boîte en dessous montre quel(s) paramètre(s) peuvent varier, dans le cas présent seulement sa valeur (Value). Dans les trois boîtes suivantes, entrez les valeurs « From », « To » et « Step » (« depuis », « jusqu'à » et « par pas de »). Essayez 900, 1 300 et 100. Activez les boutons « Status On », « Method Linear » et « Type Component » et cliquez ensuite sur OK. Ceci active l'échelonnement, lequel implique que l'analyse est automatiquement répétée pour chacun des 5 pas. Réduisez « Frequency Range » à « 2.2k, 1.8k » pour obtenir une vue plus précise de la courbe de réponse et lancez l'analyse (figure 23). La troisième courbe (en partant de la droite) est la meilleure, centrée sur 2 kHz; elle correspond à la valeur $R3 = 1\,100 \Omega$. Notez que la pointe en sortie reste inchangée car nos ajustements n'ont pas plus d'effet sur le gain. Ils n'en ont pas non plus sur la bande passante. A partir de là, nous réduisons la bande de fréquences et le pas afin de trouver la valeur de R3 qui donnera exactement 2 kHz. Il apparaît rapidement que cette valeur se situe quelque part entre $1\,085 \Omega$ et $1\,095 \Omega$. Si nous relançons l'analyse sans échelonnement avec $R3 = 1\,085 \Omega$ et une nouvelle fois avec $R3 = 1\,095 \Omega$, nous obtenons des pointes à respectivement 2 003 kHz et 1 994 kHz. En interpolant, nous trouvons la meilleure valeur pour R3, soit 1,088 k Ω .

La température est une autre valeur qui peut également être échelonnée. Dans la fenêtre « Limits », entrez la température sous la forme « maximum, minimum, pas ». Par exemple « 0, 100, 10 » signifie un échelonnement de 0 °C à 100 °C par pas de 10 degrés. Dans notre circuit, une telle variation ne fait virtuellement pas de différence au niveau de la sortie. Enfin, nous pouvons également échelonner les valeurs des composants sur l'étendue de leurs limites de tolérances normales.

SOLUTION DE L'ÉTUDE DE CAS N° 2

L'étude de cas du mois dernier concernait l'amélioration de la réponse aux basses fréquences d'un amplificateur. La modification de C1 ou de C2 ne fait pratiquement pas de différence mais l'augmentation de C3 a un effet marqué. Cela stabilise plus fortement la

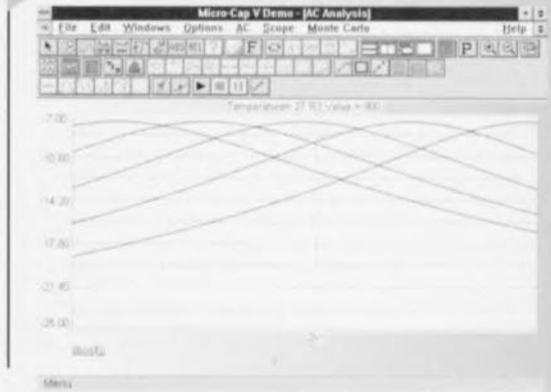


Figure 23. Courbe obtenue en balayant une palette de valeurs de composants en utilisant un pas donné.

tension d'émetteur, empêchant ainsi les basses fréquences d'aller se perdre vers la masse.

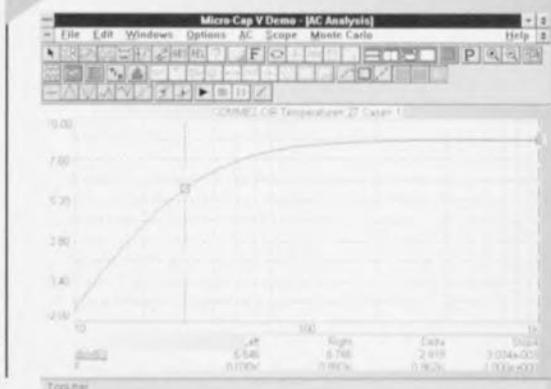
La meilleure réponse est atteinte pour $C3 = 330 \mu\text{F}$ comme le montre la figure 24. La bande de fréquence tracée est réduite à 10 Hz - 1 kHz, ce qui représente la région qui nous intéresse. Le signal au noeud 6 est tracé sur une échelle logarithmique. En utilisant le mode « curseur », placez le curseur droit aussi loin que possible vers la droite de façon à pouvoir lire le niveau de sortie maximum (8,766 dB). Placez le curseur gauche sur 30 Hz, soit la plus basse fréquence à traiter. Le niveau à ce point est de 5,846 dB et la colonne Delta indique une différence de 2,919 dB en dessous du maximum, assez proche donc des -3 dB, et en utilisant pour cela une valeur de capacité standard.

ÉTUDE DE CAS N° 3

En prenant les valeurs suivantes pour le circuit de la figure 20 : $R1 = 3,6 \text{ k}\Omega$, $R2 = 22 \text{ k}\Omega$, $R3 = 36 \Omega$, $R4 = 10 \text{ M}\Omega$, $C1 = C2 = 1 \text{ nF}$, déterminez la fréquence centrale f_c , la bande passante et le gain au point f_c .

960102-III

Figure 24. Solution du problème de réponse aux basses fréquences de l'amplificateur de l'étude de cas n° 2.



un laboratoire chez soi

inventaire et mode d'emploi

Tout électronicien amateur ou semi-professionnel se trouve tôt ou tard confronté à la question : de quoi ai-je besoin, quels appareils de mesure sont indispensables ? Comme le budget loisirs est forcément limité, mieux vaut peser le pour et le contre avant de se lancer dans les investissements. Voici quelques tuyaux pour vous installer et, en prime, un logiciel PC pratique pour vous assister dans l'interprétation des codes de résistances, bobines et condensateurs.



La constitution d'un laboratoire d'amateur ne va pas sans une dose de réflexion. Pour vous y aider, nous voudrions vous livrer quelques idées puisées dans nos vingt ans d'expérience en électronique créative. À mesure que se développera la pratique de votre passe-temps, vous pourrez compléter la galerie de vos instruments et équipements.

Comme établi, choisissez une table solide et bien stable, sinon, vos appareils ou votre fer à souder vous échapperont, soyez-en sûr, au moment le plus inopportun, avec les conséquences que l'on devine ! Et puisqu'il s'agit de souder, prévoyez donc dès le

départ un revêtement résistant à la chaleur, du Formica ou du (vrai) bois. Si vous vous orientez plutôt vers les réparations, un tapis spécial de caoutchouc évitera de détériorer l'habillage des appareils à démonter. Vous pouvez le constituer vous-même en choisissant un matériau à la fois antistatique et résistant à la chaleur.

L'installation électrique sur votre établi est de première importance : presque chaque instrument réclame son alimentation du secteur, mais en outre, vous aurez à faire des mesures sur des appareils qui y sont reliés et là, votre sécurité est en jeu. La ligne qui alimente les prises doit impérativement

être munie d'un disjoncteur de 30 mA relié à la terre. Si votre installation domestique n'est pas encore pourvue de cette protection, intercalez un tableau divisionnaire équipé de la sorte. Pendant que vous y êtes, prévoyez-y un interrupteur général et un voyant de contrôle: d'une simple action, vous pourrez à tout moment isoler du secteur tout votre ouvrage. La photographie de la **figure 1** en donne un exemple. Un minimum de cinq prises est loin d'être un luxe inutile. Prévoyez pour vos instruments fixes des cordons d'alimentation aussi courts que possible, de préférence posés à demeure, pour l'éclairage et le poste de soudage. C'est à cette condition que vous éviterez de vous retrouver à brève échéance devant un indescriptible spaghetti.

DE L'ORDRE AVANT TOUT

La quantité de matériel est à la mesure de l'engouement pour le passe-temps. Aussi, mieux vaut prévoir de la place pour tous les câbles, cordons de raccordement, le petit outillage et l'assortiment de composants. Leur rangement doit vraiment vous mobiliser, sous peine d'être rapidement dépassé par les événements. Vous pouvez opter pour des blocs de tiroirs, mais vous pouvez aussi personnaliser le mode de classement. Il

existe, dans les magasins de bricolage, quantité de solutions. Les tiroirs transparents sont tellement pratiques que les professionnels en font un usage courant, parce qu'on voit directement ce qu'ils contiennent et qu'en plus, on peut y glisser une étiquette. C'est toujours une bonne idée de prévoir un casier à compartiments pour y ranger les pièces détachées, dans l'ordre du démontage, lors d'un dépannage, ou à l'inverse pour une construction. Les câbles de mesure méritent aussi un espace de rangement ordonné. Il en existe des supports tout faits, mais une plaque de

plexiglas ou de contreplaqué, percée d'entailles de différentes largeurs peut parfaitement convenir. Vous en trouverez à la **figure 2** un exemple de réalisation.

Le petit outillage (en ce qui concerne l'inventaire, nous allons y revenir) peut se loger dans un petit coffre à outils. Plus démonstrative, la plaque perforée munie de supports métalliques ou plastiques, que l'on trouve dans tous les supermarchés de bricolage.

LE MATÉRIEL DE SOUDAGE

À chaque occupation, ses ustensiles. Un électronicien ne peut se passer de fer à souder. Le mieux, c'est bien sûr un modèle thermostatique, mais c'est aussi le haut de gamme, en termes de prix. Pour débiter, un simple fer de puissance moyenne, disons 30 W, convient à la plupart des travaux. Il est très abordable et rendra service des années durant. Un support dans lequel on peut ranger la panne brûlante est si pratique et surtout évite tellement d'accidents qu'on ne devrait pas y renoncer. En outre, il offre généralement place à une éponge qui, régulièrement humectée, permet de nettoyer la pointe du fer à tout moment, ce qui assure des soudures rapides et impeccables. Une petite bouteille de récupération du genre de celles pour le nettoyage des lentilles de contact servira de réservoir. Tant qu'on parle de soudure, choisissez-en une de bonne qualité, de préférence fine (0,7 mm) à noyau de résine non corrosive. La composition la plus répandue

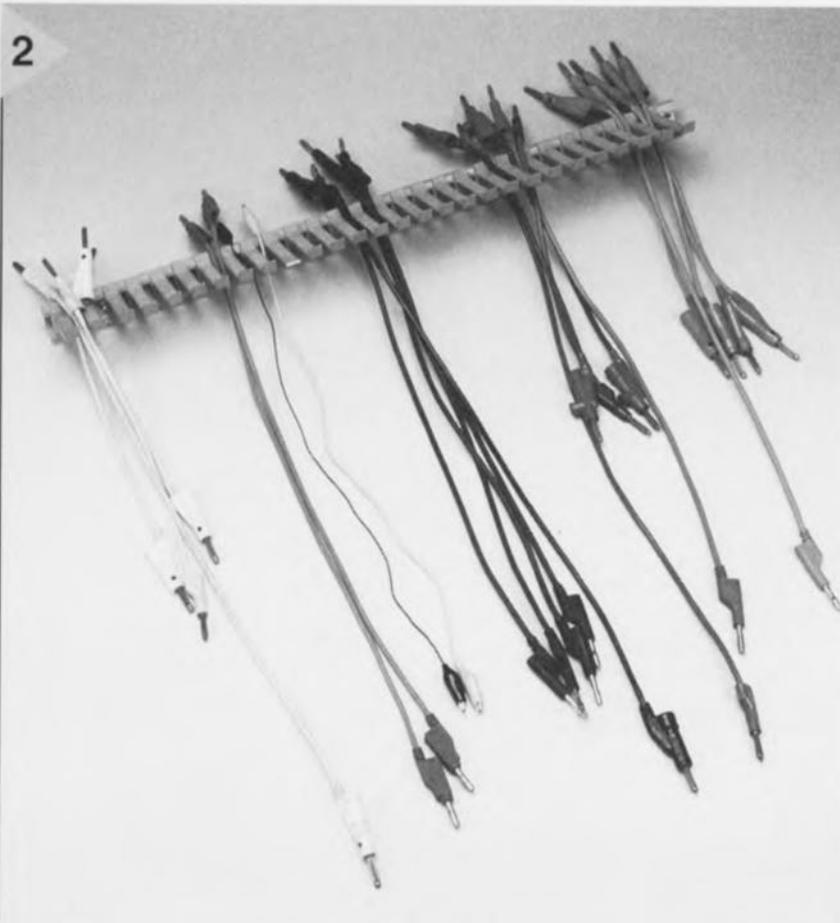


Figure 2. D'une chute de bois ou de plastique, vous aurez vite fait une étagère crantée pour ranger vos câbles, mais si vous préférez l'acheter, en voici un modèle.



3

Rien ne remplace un bon gabarit de pliage, d'ailleurs peu coûteux, pour les diodes, résistances et condensateurs à fils axiaux. On en trouve dans les magasins spécialisés. Lors du pliage, il est important d'assurer aux conducteurs un arrondi suffisant pour ne pas les abîmer. Comme il faudra bien couper des fils ou ouvrir des emballages, un canif est indispensable. En revanche, avec un peu de pratique, on se passe bien de pince à dénuder; des ciseaux, un couteau ou une pince cou-

Figure 3. Quelques mini-pinces, le début de la panoplie d'électronicien.

est de 60 % d'étain pour 40 % de plomb. Elle revient moins cher par quantité, par exemple 250 g. Pour la maniabilité, on en prélève généralement une certaine longueur que l'on enroule sur un bout de carton ou une vieille bobine de fil. Terminez toujours le soudage par un décapage approfondi de toutes les traces de résine, qui ne manqueraient pas de défigurer votre chef-d'oeuvre, sans parler des atteintes à sa fiabilité.

Souder ou dessouder, c'est toujours travailler! Il arrive régulièrement qu'on doive défaire une connexion et ce n'est pas ce qu'il y a de plus facile. La meilleure manière, c'est de réchauffer la soudure, puis de l'aspirer. Il y a deux méthodes pour y arriver: la pompe ou la tresse à dessouder. Il y a de chauds partisans des deux voies. Pour les travaux de précision, la tresse présente des avantages indéniables, elle évite les court-circuits et les dégâts aux pistes. On en place un bout sur la soudure à éliminer et on chauffe le tout de la pointe du fer. Après quelques instants, la tresse va aspirer par capillarité la soudure fondue et la retenir. Il n'y a plus qu'à éliminer le morceau utilisé.

ON EN PINCE POUR ELLE

L'électronique, bien sûr, et son cortège de composants qui doivent souvent passer par la mise en plis avant de siéger sur la platine. On se sert couramment de petites pinces ou d'un gabarit de pliage. L'outillage élémentaire comprend aussi une pince coupante en biais, une à bec plat et une à fin bec. Le plus important, c'est qu'elles soient effectivement petites, parce que la plupart des composants sont légers et fins.

pante font l'affaire. Mais pour le confort, sachez qu'on trouve des pinces à dénuder pour quelques dizaines de francs.

On peut difficilement faire l'économie d'une panoplie de tournevis. Le plus pratique, c'est le jeu de tournevis miniatures que l'on voit dans toutes les grandes surfaces de bricolage. Il faut aussi quelques modèles dits d'horloger. Ils coûtent plus cher, parce qu'ils doivent être de bonne qualité. Inutile d'acheter ces ustensiles qui en ont l'apparence, mais cassent au premier effort. Surtout qu'on est souvent tenté d'en mésuser, comme levier ou pied de biche pour retirer des circuits intégrés de leur support, par exemple. Mieux vaut encore employer dans ce cas un petit testeur de tension qui rend de multiples autres services.

Comme beaucoup de fabricants détestent les petits bricoleurs qui ouvrent leurs appareils, ils se servent de plus en plus de vis à tête cruciforme (*torx*), qui nécessitent des tournevis aux formes et dimensions correspondantes; on les trouve dans les bonnes quincailleries. On ne tarde pas à s'apercevoir de la

nécessité de quelques cordons de mesure, qu'on peut acheter tout faits, mais aussi confectionner soi-même. Choisissez un câble très souple dont vous garnissez les extrémités de fiches banane ou crocodile.

APPAREILS DE MESURE

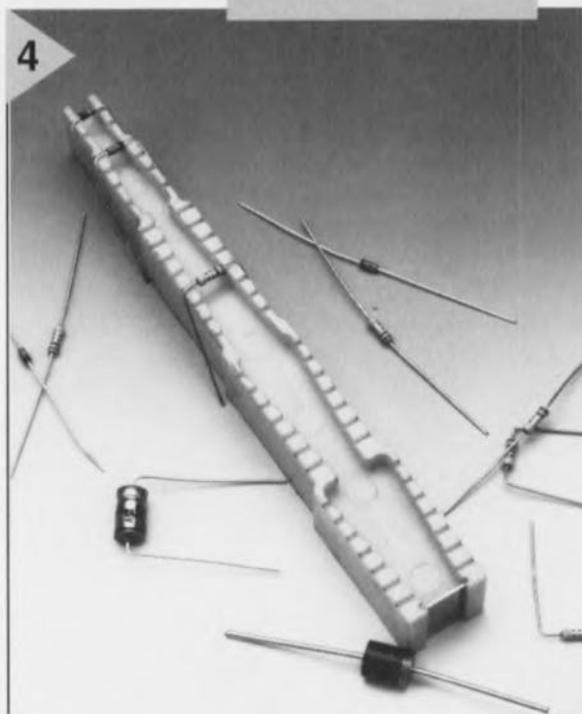
Pour essayer ses montages, il faut avant tout disposer d'une alimentation. Au début, on peut se contenter d'un bloc d'alimentation secteur et de quelques régulateurs fixes intégrés comme les 7805, 7809 et 7812. La plupart des adaptateurs présentent une impédance interne suffisante pour se comporter en source de courant s'ils sont (brièvement) court-circuités. Une alimentation réglable, capable de fournir 20 V et 2 A en sortie convient à presque toutes les applications, mais coûte évidemment plus cher.

Un multimètre est bien sûr un outil indispensable de l'électronicien. Il en existe aujourd'hui qui, pour une dépense minime, offrent une précision suffisante. Ce qui les différencie des modèles coûteux, c'est le nombre de gammes, la solidité mécanique et la largeur de bande en alternatif.

L'ASSISTANT SUR DISQUETTE D'ELEKTOR

Vous souvenez-vous de ces cartes où figuraient les codes de couleurs pour résistances, condensateurs, etc? Si vous avez déjà acquis une certaine expérience, vous les connaissez sans

Figure 4. Quand les fils sont pliés exactement à la bonne dimension, la fini s'en ressent.



4

5



Figur 5. Un simple fer à souder, d'un prix très abordable, servira des années durant, mais une bonne station à thermostat assure plus vite un travail de qualité.

doute de mémoire. Pour les débutants, il est parfois ardu de déchiffrer et calculer la valeur d'un composant. Le nouvel assistant sur disquette d'Elektor (EPS 966022-1) propose un programme sous environnement Win-

dows (aussi bien 3.1 que 95) très efficace pour décrypter les codes des composants. Il connaît aussi les séries normalisées (comme E6, E12, E24, E48 et E96) et vous aide à les combiner pour former des valeurs différentes. Une

option souvent utile quand par exemple le circuit requiert des valeurs de la série E96, parfois difficiles à se procurer. Le logiciel montre à l'écran comment procéder pour composer la valeur souhaitée en faisant appel uniquement à des éléments de la série E24, actuellement disponible en précision de 1%. Il indique du même coup la fourchette qu'implique cette tolérance. La figure 5 présente une copie d'écran extraite de ce logiciel ; il s'agit ici de la manière de composer une résistance de 490 Ω en se servant de deux résistances de la série E24, mais il travaille aussi bien avec des inductances ou des condensateurs.

On le voit, ce programme convivial trouve sa place chez l'amateur, à côté des recueils de caractéristiques et autres aide-mémoire, surtout qu'il dévoile aussi les codages moins fréquents, tels que ceux des coefficients de température et des tolérances. Il n'a que peu d'exigences vis-à-vis de l'ordinateur, si le vôtre fonctionne normalement sous Windows, il intégrera sans difficulté l'assistant Elektor.

970014-1

6

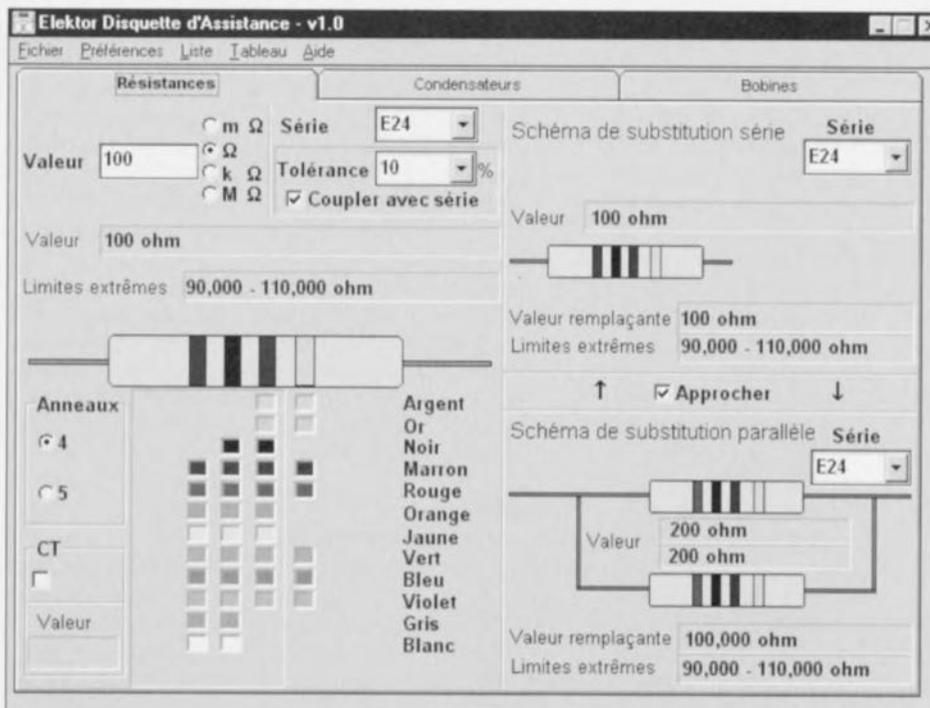


Figure 6. Copie d'écran du logiciel d'assistance, un nouveau produit d'Elektor. Les codes de couleur des résistances, condensateurs et bobines n'auront plus de secret pour vous.



Caisson de graves actif

Dans le numéro d'avril 1996, vous avez décrit une version active du caisson de graves publié en mars, faisant appel à des IGBT dans l'étage final. Je préférerais y incorporer l'amplificateur de puissance du Crescendo et ma question est la suivante: comment adapter le Crescendo pour qu'il présente les caractéristiques adaptées au caisson?

C. Van Valkenburg

La seule condition que l'amplificateur doit respecter, c'est que sa fréquence limite inférieure se situe approximativement à 18Hz. Il faut en effet éviter que l'ensemble du montage, filtre actif et étage final, ne présente un gain trop élevé en infrasons. Si vous voulez adapter le Crescendo, il faut échanger le condensateur d'entrée de l'amplificateur,

C1 en parallèle sur C2, par un condensateur unique de 330 nF et le nouveau pôle sera bien accordé.
(la rédaction)

Projets

Chaque mois, Elektor vous propose quantité de projets à construire. Certains proviennent en droite ligne de nos laboratoires, d'autres sont envoyés par des lecteurs. Vous pouvez vous en rendre compte aisément, le nom de l'auteur figure alors en tête de l'article. Cela ne veut pas dire que nous profitons gracieusement de la bonne volonté de ces correspondants occasionnels. Pour chaque article publié, un de nos laborantins étudie en détail le projet et réalise un prototype pour le soumettre à des mesures. Après les essais, les modifications et éventuellement la conception d'un circuit imprimé, le dossier est envoyé à la rédaction qui en fait un article.

Nous sommes certains que beaucoup de nos lecteurs ont développé chez eux un joli montage, utile ou simplement amusant. Ce serait une bonne idée de nous en faire part. Si nous estimons qu'il mérite d'être publié, vous risquez fort de voir votre nom dans nos colonnes. En outre, votre contribution sera rémunérée équitablement. Voilà

deux bonnes raisons de nous proposer votre collaboration! Encore une remarque: ne nous envoyez pas de réalisation terminée; dans un premier temps, une courte description et un schéma nous suffisent.
(la rédaction)

Configuration du convertisseur de taux d'échantillonnage

Abonné depuis près de vingt ans à votre revue, j'ai mis en oeuvre de nombreux schémas d'Elektor, aussi bien pour mon plaisir que dans mon travail.

Le convertisseur de taux d'échantillonnage publié en octobre dernier a retenu toute mon attention. Si j'ai bien compris, il peut également nous débarrasser du « copy-bit » en utilisation sur un système à MiniDisc, sans avoir à y apporter de modification interne. En revanche, je ne vois pas très bien comment positionner les interrupteurs DIP S1 et S2 en pareil cas. Faut-il encore d'autres réglages? Je ne suis probablement la seule personne intéressée par le sujet.

J.-P. Demarsin

Vous avez parfaitement raison. Mais il y a de fait tellement de configurations possibles qu'on peut très vite y perdre son latin. Nous avons dû nous creuser

pour trouver les bonnes positions de S1 et S2 en pareil cas. Nous n'avons que peu d'expérience du lecteur de MiniDisc, mais il ne doit y avoir en principe aucune difficulté à repasser des signaux numériques. Sa fréquence d'échantillonnage est fixée à 44,1kHz. Pour une fonction de pure copie du convertisseur, voici comment positionner les interrupteurs:

S2:		tous ON
S1:	1:	OFF
	2:	OFF
	3:	OFF
	4:	ON
	5:	OFF
	6:	OFF
	7:	OFF
	8:	ON

(pour fixer les idées, interrupteur fermé=ON, ouvert=OFF)

Ces réglages s'appliquent à une fréquence de sortie du convertisseur de 44,1kHz; la fréquence du quartz vaut alors 33,8688MHz. Lors de la lecture d'une bande DAT (48kHz), l'interrupteur 6 doit être sur ON et le 7 surOFF, la fréquence du quartz doit alors être de 36,864MHz.

N'oubliez pas les droits d'auteurs relatifs aux oeuvres que vous copiez.
(la rédaction)

La réglementation CEM

Les montages Elektor et la Compatibilité ElectroMagnétique, consignes générales de réalisation

La réglementation CEM

À compter du 1^{er} janvier 1996, tout appareil de réalisation personnelle doit tenir compte de la réglementation CEM. Cette réglementation dit qu'un appareil, quel qu'il soit, ne doit pas produire de rayonnement gênant (parasites) et qu'il ne doit pas non plus être sensible aux rayonnements parasites extérieurs. Sous le terme générique de parasites on entend toutes sortes de phénomènes tels que champs magnétiques et décharges électrostatiques, sans oublier le parasitage des lignes du secteur dans l'acceptation la plus large de cette notion.

La législation

Même l'amateur n'est autorisé à utiliser son appareillage que lorsqu'il s'est assuré que celui-ci répond à la législation en vigueur. Les toutes instances sont relativement réticentes lorsqu'il s'agit d'appareils de réalisation personnelle et ne procédera à un contrôle du respect des dispositions légales qu'en cas de plainte. S'il s'avère que l'appareillage en question ne respecte pas les recommandations de la législation l'utilisateur (vous en l'occurrence) peut être tenu pour responsable des dommages encourus.



La marque CEM

L'amateur de réalisations personnelles n'est pas tenu à apposer la marque d'approbation CEM sur son appareil.

Elektor

Les réalisations proposées par Elektor s'attachent à respecter la recommandation légale. Nous faisons de notre mieux, dans le cas de réalisations critiques, de donner le maximum d'informations additionnelles dans l'article. Il n'y a cependant aucune obligation légale à ce sujet pour Elektor qui ne peut pas non plus être tenu pour responsable des (ou mis en cause pour les) conséquences au cas où un appareil ne répondrait pas aux exigences fixées par la recommandation. Cette page donne un certain nombre de mesures pouvant être prises pour que le montage réponde aux exigences de la réglementation. Cela ne signifie en rien qu'il soit nécessaire à chaque fois de recourir à ces mesures. Ce n'est que dans certains cas qu'il pourra s'avérer nécessaire d'appliquer les recommandations données ici. Il y a bien longtemps que d'autres mesures, pour l'appareillage audio en particulier, sont prises et il n'y a donc rien de neuf sous le soleil.

La CEM, pourquoi ?

L'avantage majeur (à long terme) pour le consommateur est que tous les appareils électriques et électroniques pourront, chez soi ou au bureau fonctionner tranquillement les uns avec les autres.

Émission

La forme la plus ancienne et la plus courante de problème CEM est une émission trop importante : l'appareil émet de l'énergie HF gênante par l'intermédiaire de son boîtier ou de ses câbles. Il est bon de savoir qu'il existe, outre des limites à l'émission, également une interdiction d'appliquer à la ligne du secteur une énergie source de parasites même s'ils se trouvent dans le spectre des basses fréquences.



Exemples de filtres de ferrite pouvant être utilisés pour le passage de câbles.

Immunité

Les exigences posées au niveau de l'insensibilité (ou immunité) sont elles au contraire toutes neuves. L'appareil doit, dans un environnement pollué électriquement dans certaines limites définies bien entendu, continuer de fonctionner normalement. Les exigences sont très variées et s'adressent à toutes les sources de parasites imaginables.

Appareillage micro-informatique

Les appareils micro-informatiques forment le groupe concerné par l'application de la recommandation. Non seulement en raison du fait que les ordinateurs et les microprocesseurs sont des générateurs notoires de parasites mais aussi parce qu'ils sont, de par l'exécution séquentielle des instructions, particulièrement sensibles aux parasites. Le fameux crash sans raison d'un PC est l'expression la plus courante.

Le boîtier selon CEM

Un micro-ordinateur de réalisation personnelle ne pourra respecter les exigences CEM que s'il a été mis dans un coffret métallique. Il faudra au minimum faire en sorte que le fond et le dos du coffret aient une forme de L en une seule pièce. Tous les câbles se rejoignant sur la dite pièce ou y subissant un filtrage. Si l'on a besoin de connecteurs sur la face avant il faudra utiliser un fond de coffret en U. On obtient encore de meilleurs résultats par la mise en place sur toute la largeur de la face arrière d'un ruban de cuivre (2 cm de large, 1 mm d'épaisseur). Ce ruban pourra être doté d'intervalles réguliers de serre-câbles qui serviront à la fixation des câbles de terre. Le ruban est fixé tous les 5 cm à la face arrière à l'aide d'une liaison à vis non isolée. Un coffret fermé donne de meilleurs résultats qu'un fond en L ou en U. Il faut en outre s'assurer que les lignes de contact ont parfaitement été étanchées au rayonnement HF, caractéristique obtenue par l'utilisation d'un nombre suffisant de vis, caoutchouc conducteur ou ressorts de contact. Il ne faudra pas oublier d'enlever la couche de peinture ou d'oxydation éventuellement présente.

L'alimentation selon CEM

Il faudra tenir compte, lorsque l'on réalise une alimentation avec les parasites entrants et sortants. On utilisera donc un filtre secteur standard qui se trouve, par l'intermédiaire de son enveloppe métallique, directement en contact avec le coffret métallique ou la surface de terre en métal. Il n'est pas recommandé de tenter de réaliser soi-même de type de filtre sachant qu'il est extrêmement difficile de mettre la main sur les composants sophistiqués qu'ils nécessitent. On utilisera de préférence un exemplaire de filtre à entrée secteur incorporée (embase euro) éventuellement dotée d'un porte-fusible et d'un interrupteur marche/arrêt incorporés. La simple utilisation d'un filtre de ce genre permet quasiment automatiquement de respecter une bonne part des exigences de sécurité électrique. On terminera le primaire du filtre avec son impédance caractéristique, dans la plupart des cas à l'aide d'une résistance-série de 50 Ω /1 W et un condensateur de 10 nF/250 V-, classe X2.

Les périphériques et leur mise à la terre

Tous les câbles allant vers des périphériques, des capteurs de mesure, des relais de commande, etc doivent traverser l'enveloppe métallique ou le profil en L. Les lignes de terre des câbles sont reliés directement au ruban de mise à la terre à l'intérieur du boîtier à l'aide d'une liaison courte (< 5 cm). En cas d'utilisation d'embases le blindage devra être fixé à un connecteur métallique à blindage total. En principe, toutes les lignes de signal non blindées doivent être pourvues d'un filtre composé au minimum d'un tore de ferrite (30 mm) par câble, disposé le cas échéant autour de l'ensemble des câbles véhiculant des signaux. Il est permis de disposer ce tore à l'extérieur du boîtier (sur un PC par exemple). Les lignes dont il est admis qu'elles puissent avoir une résistance-série de 150 Ω seront dotées à l'intérieur du coffret d'une résistance-série de 150 Ω connectée au connecteur. Si cela est techniquement réalisable on pourra en outre doter ce point d'une capacité vers la masse (ruban de mise à la terre). Il est également admis d'utiliser des filtres en T ou en pi plus coûteux vendus dans le commerce. Dans tous les autres cas les liaisons doivent être faites à l'intérieur du boîtier à l'aide de câbles blindés mis à la terre des 2 côtés sur le circuit imprimé d'un côté

et sur le ruban de terre de l'autre. Les lignes symétriques sont faites de conducteur double blindé torsadé également mis à la terre à ses 2 extrémités.

Le plan de masse CEM du circuit imprimé du montage doit être relié du mieux possible au ruban de masse, si possible même à l'aide d'une mise à la terre flexible ou d'un nombre de conducteurs parallèles, un morceau de câble multibra par exemple.

L'électricité statique

Toutes les pièces du montage accessibles de l'extérieur doivent être constituées, de préférence, par du matériau antistatique non conducteur. Tous les organes traversant le boîtier et accessibles de l'extérieur (potentiomètres, inverseurs, interrupteurs et autres axes) doivent être reliés galvaniquement à la terre (par le biais d'une résistance de 1 M Ω dans le cas d'un appareil de classe II). Toutes les entrées et sorties des conducteurs ou les âmes d'embases sont accessibles doivent être dotées d'un blindage (un enclos métallique mis à la terre par exemple), par l'intermédiaire duquel pourront s'écouler d'éventuelles décharges. La solution la plus simple pour ce faire est d'utiliser des contacts en retrait (embase sub D par exemple) à protection métallique mise à la terre et/ou dotés d'une protection des contacts.

Les alimentations

Un transformateur d'alimentation doit être doté d'un réseau RC d'amortissement (snubber) tant au primaire qu'au secondaire. Les ponts de redressement doivent être filtrés à l'aide de réseaux RC. Le courant de charge (de crête) au secondaire dû aux condensateurs électrochimiques doit être limité par l'intermédiaire de la résistance interne du transformateur ou par le biais d'une résistance-série additionnelle. Il est recommandé de mettre du côté 230 V, un varistor (350 V/2 W) pris entre la phase et le neutre par rapport à la terre, au entre la phase et le neutre. Il peut être nécessaire, côté secondaire, d'ajouter un suppresseur de transitoires que l'on placera de préférence en aval du condensateur de l'alimentation. Si l'alimentation est destinée à système numérique on pourra prendre, en vue de limiter les émissions, une self en mode commun dans les lignes alternatives du secondaire. Pour les applications audio il est recommandé en outre de prendre un blindage de terre entre le primaire et le secondaire du transformateur secteur. On reliera le dit blindage au ruban de mise à la terre à l'aide d'une courte liaison. L'alimentation doit être en mesure de compenser 4 périodes d'absence de tension du secteur et de supporter des variations de -20 à +10% de la tension du secteur.

Les montages audio

Dans le cas des montages audio c'est l'immunité qui constitue l'exigence la plus importante. On blindera de préférence tous les câbles. Cette précaution est souvent impossible dans le cas des câbles allant vers les haut-parleurs de sorte qu'il faudra les doter d'un filtrage distinct. On trouve dans le commerce des filtres en T ou en pi spéciaux forts courants n'ayant pas d'effet néfaste sur la reproduction des graves. On plante un filtre de ce genre dans chaque ligne, filtre à placer dans le coffret de protection métallique entourant les boîtes de connexion des câbles.

Les champs magnétiques Basse Fréquence

Les câbles blindés à l'intérieur du boîtier ne fournissent pas de protection contre les champs magnétiques BF générés par le transformateur d'alimentation; cela n'est vrai que pour une fréquence supérieure à quelques kHz. De ce fait, il faudra disposer ces câbles le plus près possible des parties métalliques du boîtier et les mettre, à l'une de leur extrémité, à la terre prévue pour les champs électriques. On pourra, dans les cas extrêmes, envisager de mettre l'alimentation dans un compartiment métallique distinct. On pourra obtenir une réduction additionnelle du ronflement par l'utilisation d'un transformateur spécial à anneau de distribution.

Les champs Haute Fréquence

Les champs magnétiques HF ne doivent pas pouvoir entrer dans le boîtier métallique (il est déconseillé d'utiliser un boîtier en plastique pour un système haut de gamme). Tous les câbles audio externes doivent être blindés et le blindage doit être fixé à l'extérieur du boîtier. L'encore on utilisera uniquement des connecteurs totalement métalliques. Tous les blindages internes de câble doivent être connectés au ruban de mise à la terre à l'intérieur du boîtier. Il est recommandé d'utiliser un boîtier d'une épaisseur suffisante (> 2 cm) en raison de l'effet pelliculaire (skin effect), vu que sinon les champs intérieur et extérieur ne sont pas suffisamment séparés l'un de l'autre. Les éventuels orifices percés dans le



Exemple de filtre secteur standard. Il comporte une entrée secteur euro, un interrupteur marche/arrêt et un filtre efficace. Son enveloppe en métal doit être reliée au métal du boîtier.

boîtier doivent rester de faible diamètre (< 2 cm) et seront dotés de treillis métallique.

Les radiateurs

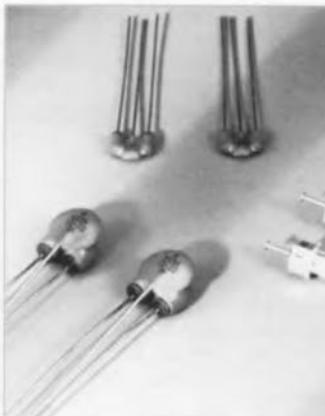
On mettra les radiateurs, que l'on placera de préférence à l'intérieur du boîtier, à autant d'endroits que possible à la terre par rapport au rayonnement HF. Les radiateurs d'une alimentation à découpage que l'on a omis de mettre à la terre sont une source garantie de problèmes ! On pourra éventuellement disposer un blindage de terre entre le transistor et le radiateur. Les orifices percés dans les radiateurs doivent être de faible diamètre et dotés de treillis métallique. Les ventilateurs aussi doivent être mis à l'intérieur du boîtier.

Câbles

Sous l'aspect CEM les câbles peuvent faire office d'antennes (d'émission) et sont éminemment aptes à émettre des parasites (voire à en capter). Ceci est également vrai pour les câbles blindés. Le blindage d'un câble (coaxial) doit venir se glisser dans un connecteur faisant contact sur tout son pourtour. Le blindage pourra être utilisé comme conducteur de retour de courant pour la réalisation d'un blindage magnétique HF. Il est préférable, pour la protection magnétique BF, d'utiliser des paires de câbles torsadés (twisted pair) avec blindage. Dans le cas d'un câble multibra il est préférable que chaque ligne de signal soit séparée de l'autre par un conducteur de terre et que l'ensemble du câble soit doté d'un blindage général. Les câbles dont une composante du signal qu'ils véhiculent dépasse 10 kHz, et qu'il n'est pas possible de filtrer à l'intérieur du boîtier seront dotés d'un tore en ferrite faisant office de self en mode commun.

Mise en coffret

Les circuits imprimés dessinés par Elektor sont actuellement dotés d'orifices de fixation entourés d'un îlot de cuivre ou relié à la masse du circuit. Il est facile ainsi, par l'utilisation d'entretoises métalliques, d'assurer automatiquement une bonne liaison (HF) entre la platine et le plan de terre. Des réalisations critiques ont un plan de terre que l'on pourra, par exemple, relier au ruban de terre à l'aide d'un morceau de câble multiconducteur à 25 brins. Sur ce type de platine il n'est pas prévu d'autres points de fixation, de même, les orifices de fixation ne comportent pas de cuivre et portant sont vides.



Les filtres en T ou en pi évitent l'entrée ou la sortie de parasites par les lignes de signal. Il en existe divers modèles pour différents courants et plages de fréquence.