

elektor

électronique pour labo et loisirs

mensuel

no.64

octobre 1983

12 FF/97 FB

- **anémomètre à maxima et minima**

- **thermostat extérieur**

- **Basicode: l'espéranto des BASIC**

- **quantificateur: module pour synthétiseur**

**enquête elektor:
les résultats**



SOMMAIRE

selektor	10-19
A la découverte de l'univers infra-rouge.	
régulateur transistorisé pour alternateur	10-22
Il reste encore de grands progrès à faire en matière d'électronique automobile! Commençons par le plus urgent . . .	
éprogrammateur sans interface	10-26
M. Seiler et R. Kisse Depuis la parution du schéma de l'éprogrammateur, de très nombreux lecteurs nous ont demandé s'il n'existait pas de possibilité d'utiliser ce circuit sans la carte d'interface du Junior Computer.	
thermostat extérieur	10-27
Plébiscité lors de sa première publication, ce montage reparait amélioré, en tous cas revu et corrigé, et avec un dessin de circuit imprimé.	
commutateur d'antennes	10-34
d'après une idée de C. Abegg	
anémomètre	10-36
Un nouvel appareil de la série "météo" d'elektor. Il permet de lire la vitesse du vent (sur un galvanomètre) et offre également la possibilité de mémoriser les minima et maxima.	
Basicode-2	10-42
Encore quasiment inconnu en France, cet espéranto des BASIC fait rage dans le nord de l'Europe. S'acclimatera-t-il chez nous?	
circuits imprimés en libre service	10-45
tort d'Elektor	10-46
64 K sur la carte 16 K DRAM. Décodage morse avec le Z80A. Cadenas électronique à combinaison de trois chiffres. Vigi-LED.	
adaptateur pour le secteur	10-49
le Junior Computer et Basicode-2	10-52
Cet article décrit à grands traits le protocole de communication entre interpréteurs BASIC selon le standard Basicode-2.	
circuit de remise en forme pour signal FSK	10-58
Lorsque votre ordinateur n'accepte plus des signaux FSK détériorés, régénérez-les grâce à ce petit montage très efficace.	
quantificateur	10-62
Ce module inédit pour synthétiseurs de musique délivre, à partir de signaux quelconques, des échelles musicales plus ou moins complexes, programmées par l'utilisateur.	
alimentation programmable	10-68
E. Stöhr Le mariage des techniques numériques et analogiques au service du confort et de la précision: une alimentation à transistor-série dont la tension de sortie est programmée par un port de 8 bits.	
enquête elektor	10-71
En guise de remerciement, à nos lecteurs qui ont fait le sacrifice d'un timbre-poste pour répondre à l'enquête du numéro de vacances, nous en proposons ici les résultats globaux.	
marché	10-73



The answer, my friend, is blowin' in the wind . . . Non, l'anémomètre sur la couverture de ce numéro n'est pas une allusion aux très nombreuses réponses que vous, lecteurs, avez bien voulu donner aux questions de notre enquête . . . bien qu'à certains moments (généralement juste après le passage du facteur) c'est bien un vent de panique qui soufflait sur la rédaction! Au contraire, ce montage très sérieux est un nouvel appareil pour la série "météo" qui comporte déjà un baromètre et divers thermomètres.

Le mois prochain:
 La nouvelle carte CPU présentée d'une part comme un module autonome, et d'autre part en association avec la carte VDU pour constituer un nouveau terminal vidéo.
 Un régulateur de vitesse pour modèle réduit ferroviaire. Les modélistes se réjouiront également de trouver un convertisseur alternatif/continu pour les locos de la marque Märklin.
 Un métronome à deux sons qui permet non seulement d'indiquer les temps forts, mais aussi les temps faibles d'une mesure.
 Un témoin lumineux pour sonnerie de porte d'entrée ou sonnerie de téléphone, appelé le phonophone
 Bref! Un sommaire taillé sur mesure pour les premières longues soirées d'hiver . . .

Infocarte et encart entre les pages 10-18/10-19 et 10-74/10-75

régulateur transistorisé pour alternateur

La quasi-totalité des véhicules quittant les chaînes d'assemblage actuelles est pourvue d'un alternateur à régulateur électronique, alternateur qui constitue la "centrale" du système électrique du véhicule. Le montage que nous allons décrire ici devrait intéresser les possesseurs de voitures un peu plus anciennes dont l'alternateur est équipé d'un régulateur électromécanique. A la fin de l'article, nous indiquerons comment procéder au montage dans le véhicule et donnerons les réglages à effectuer.

de
l'électronique
automobile

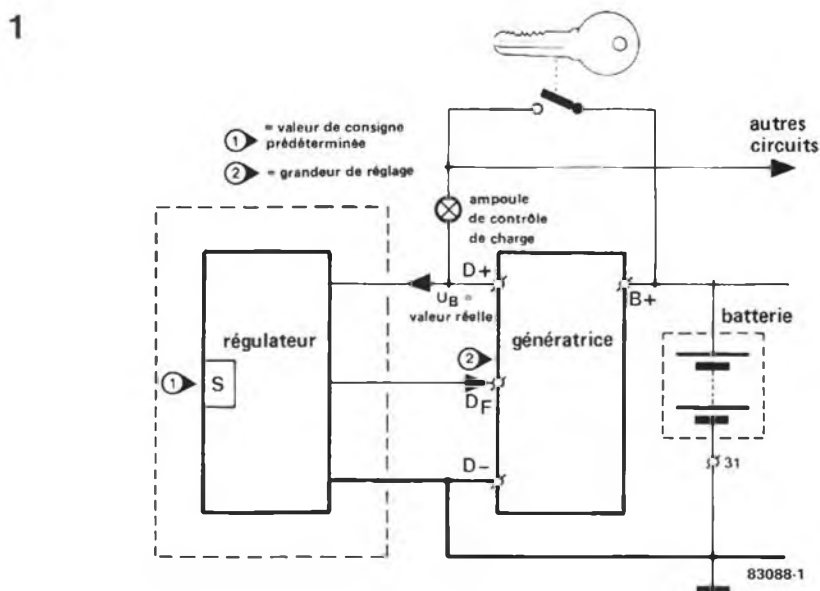
Comme nous le disions en début d'article, les voitures modernes quittent la chaîne équipées d'un régulateur électronique. Certains constructeurs nostalgiques ont mis un certain temps avant de se résigner à passer du régulateur électromécanique à son homologue électronique.

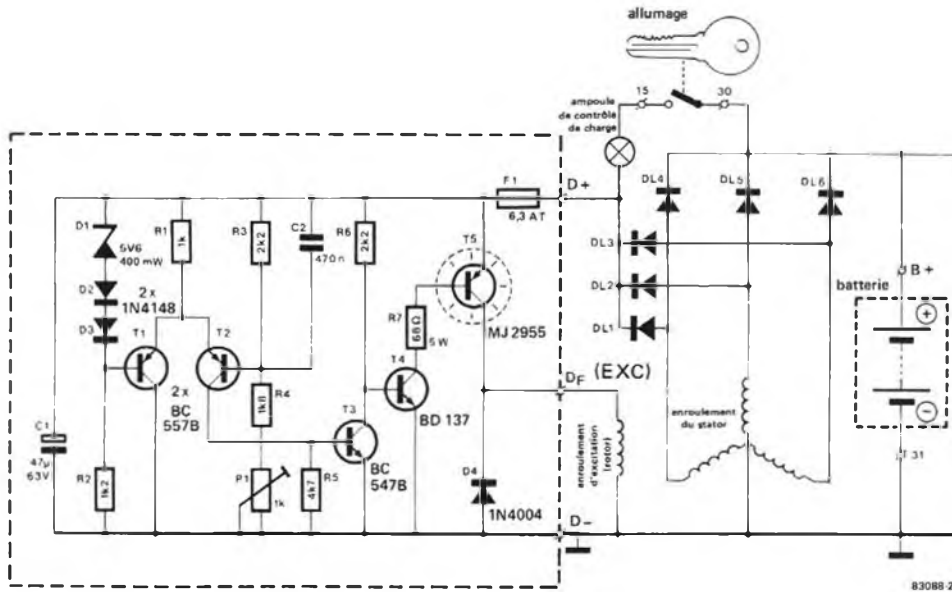
La durée de vie d'un régulateur électromécanique n'est pas éternelle: au bout d'un "certain temps" (aurait dit Fernand Raynaud), les contacts sont grillés, le ressort de rappel est "fatigué". Si la seule conséquence de ces pannes est une mauvaise charge de la batterie, il n'y a que demi-mal. Il suffira de pousser sa voiture jusqu'au garage le plus proche et de faire remplacer le régulateur de tension défectueux. Si, au contraire, les suites de la panne du régulateur provoquent une surcharge de la batterie, les conséquences sont tout

autres, puisque la batterie se met simplement à bouillir et ne tarde pas à rendre l'âme et, dans le pire des cas, le régulateur de tension la suit dans son décès: la facture risque d'être salée.

Le régulateur de tension électronique ne connaît pas d'usure et possède d'autre part deux avantages non négligeables. Si le circuit est monté à proximité de la batterie, la température de cette dernière est également prise en compte dans la boucle de régulation. Le remplacement d'un régulateur électromécanique par sa version électronique élimine d'autre part une grande partie des parasites occasionnés par le premier cité, ce qui permet de jouir "à pleins tubes" de l'installation stéréo dont on vient de doter son véhicule (restent les parasites dus à l'allumage, malheureusement).

Figure 1. Schéma synoptique illustrant le principe de la régulation. Il est le même, que le régulateur soit électromécanique ou électronique.





Réguler: pourquoi et où ?

Pour éviter de devoir démarrer son véhicule à la manivelle, comme cela était fréquent il n'y a guère plus d'un quart de siècle, les voitures se sont vues dotées l'une après l'autre d'une batterie, d'un démarreur et d'une génératrice (une dynamo remplacée plus tard par un alternateur). Les lampes à acétylène qui équipaient les premières Renault et autres Ford furent elles aussi remplacées par des phares électriques. Si on veut recharger la batterie, il faut disposer d'une certaine tension. Il est bien évident qu'il est impossible de faire dépendre l'intensité lumineuse des phares de la vitesse de rotation du moteur. Il faut faire en sorte que la tension fournie par le générateur reste constante dans un domaine bien défini. Mais comme la vitesse de rotation de la génératrice est fonction de celle du moteur (puisqu'elle lui est accouplée) et qu'elle varie de ce fait constamment, et que parallèlement à la vitesse de rotation du moteur c'est également la tension fournie par l'enroulement d'excitation du rotor qui détermine la tension de sortie, le régulateur a bien évidemment un effet sur cette tension.

La figure 1 donne le schéma synoptique du système électrique d'un véhicule. La tension de sortie du générateur disponible au point D+ sert aussi de tension de fonctionnement et de valeur réelle pour le régulateur. Le régulateur, qui possède une valeur de consigne interne, déduit une grandeur de réglage de la différence entre la valeur réelle et la valeur de consigne. Dans ce cas-ci, cette valeur de réglage est la tension d'excitation du générateur. Si la tension de sortie du générateur augmente (à la suite d'une augmentation de la vitesse de rotation), le régulateur diminue la tension d'excitation jusqu'à ce que la tension de sortie corresponde à la valeur de consigne.

Le circuit

L'ensemble du circuit est illustré par le schéma de principe de la figure 2. On y retrouve le régulateur, la batterie et l'alternateur (rotor + stator). Nous aurions bien évidemment pu remplacer l'alternateur soit par une génératrice de courant continu, soit par une génératrice triphasée à double redressement au lieu du redressement simple phase réalisé à l'aide des diodes DL4...DL6. Cela n'aurait rien changé au principe de fonctionnement du régulateur de tension. Il nous faut cependant signaler une limitation du montage: le régulateur décrit ici est destiné aux véhicules fonctionnant en 12 V, et ne s'applique pas pour cette raison aux véhicules plus anciens fonctionnant en 6 V, ni aux poids lourds dont le système électrique travaille en 24 V.

Nous n'avons pas l'intention d'entrer dans les détails de fonctionnement d'une génératrice. Si le sujet vous intéresse, nous ne pouvons que vous conseiller de vous pencher sur un manuel d'électricité décrivant le principe d'une génératrice de courant triphasé. Il n'y a qu'un fait important à nos yeux: lorsqu'un courant traverse l'enroulement d'excitation, et que le rotor tourne (le courant d'excitation doit pour cette raison être envoyé par l'intermédiaire de la bague du collecteur), il naît un "courant" triphasé dans l'enroulement du stator. Ce "courant" triphasé est redressé par l'intermédiaire de DL1...DL3 pour le régulateur, et à l'aide de DL4...DL6 pour la batterie et autres circuits consommateurs annexes. Ce courant continu pulsé arrive au régulateur à travers la borne D+. Nous en arrivons ainsi à l'objet de notre intérêt: le circuit du régulateur.

Le condensateur C1 est chargé de fournir une tension de fonctionnement lissée au régulateur. Les diodes D1, D2 et la diode zener D3 fournissent à elles trois la valeur

Figure 2. Schéma de principe du régulateur électronique. Pour plus de clarté il comprend également la génératrice triphasée (l'alternateur), l'allumage, l'ampoule de contrôle de charge et la batterie.

de consigne. La chute de tension sur cette triplète atteint 6,9 V environ. Les transistors T1...T3 forment un amplificateur différentiel. La base de T1 constitue l'entrée inverseuse, la base de T2 l'entrée non-inverseuse. La sortie se trouve au collecteur de T3.

Lors d'un démarrage, un courant arrive à la base de T4 après avoir traversé l'ampoule de contrôle de charge et la résistance R6. T4 devient passant, ce qui permet à T5 de conduire et d'ouvrir au courant la voie vers l'enroulement d'excitation. Le moteur (et la génératrice) commencent à tourner et, à partir de 150 tr/mn environ, l'enroulement du stator se met à produire une tension en rapide augmentation. L'ampoule de contrôle de charge s'éteint parce que les tensions de cathode de DL1...DL3 et DL4...DL6 sont identiques. Comme le "fournisseur de valeur de consigne" (D1...D3) maintient la tension de base de T1 à une valeur constante et que T2 se voit appliquer à travers le diviseur de tension R3/R4/P1 une tension de base en rapide augmentation, T2 devient passant. T3 reçoit alors une tension de base et force ainsi le potentiel de la base de T4 vers la masse. T4 et, par son intermédiaire, T5 s'ouvrent, ce qui a pour effet de faire chuter le courant d'excitation. La tension totale

fournie par la génératrice chute; la tension de base de T1 (qui reste constante) dépasse alors la tension de base de T2. T2 se ferme et entraîne T3 dans le même mouvement, T4 et T5 deviennent passants. Le cycle de régulation est bouclé.

Il nous reste à préciser les fonctions de deux composants; C2 sert de condensateur d'antiparasitage et arrête les signaux parasites produits par le système électrique du véhicule, avant qu'ils ne puissent atteindre le régulateur. La diode D4 a une fonction très importante lors de l'arrêt du moteur. Comme n'importe quelle bobine, la bobine d'excitation emmagasine de l'énergie (magnétique). Lors de l'arrêt, il peut naître des tensions d'induction très élevées qui s'opposent à la tension originelle. Dans ce cas, la bobine d'excitation est court-circuitée par l'intermédiaire de la diode D4.

Lors de l'introduction, nous avons indiqué que les véhicules les plus récents possédaient un régulateur électronique. Dans la plupart des cas, il est intégré dans le boîtier de l'alternateur. Cette intégration présente bien évidemment quelques avantages, mais souffre également d'un défaut: pour ce type de régulateur aussi, la valeur de consigne est très souvent fixée à l'aide de diodes. Les diodes D2 et D3 possèdent

Liste des composants

Résistances:

R1 = 1 k
R2 = 1k2
R3,R6 = 2k2
R4 = 1k8
R5 = 4k7
R7 = 68 Ω/5 ... 9 W

Condensateurs:

C1 = 47 μ/63 V
(électrolytique)
C2 = 470 n

Semiconducteurs:

T1,T2 = BC 557B
T3 = BC 547 B
T4 = BD 137/139
T5 = MJ 2955
D1 = diode zener
5V6/400 mW
D2,D3 = 1N4148
D4 = 1N4004

Divers:

F1 = fusible lent 6,3 A
radiateur TO-3 pour T5

3

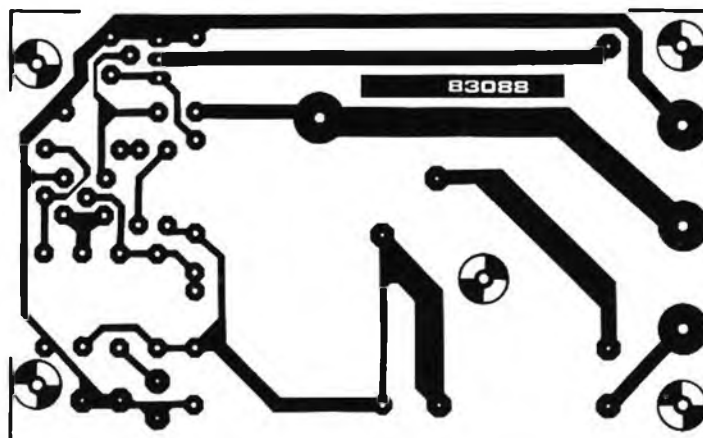
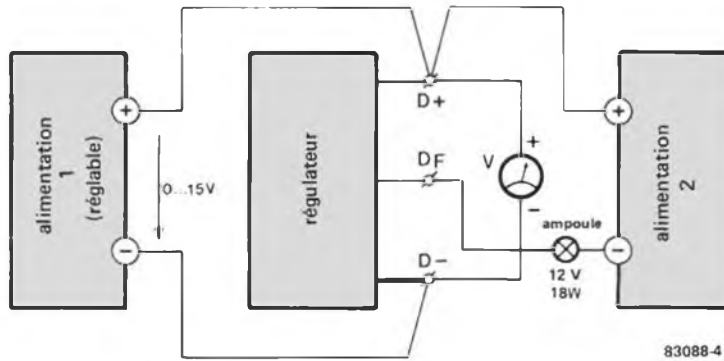


Figure 3. Représentation du dessin du circuit imprimé et implantation des composants. On retrouvera le premier dans les pages spéciales "circuits imprimés libre service".



83088-4

un coefficient de température négatif. Ainsi, une augmentation de la température entraîne une diminution de la valeur de consigne et de la tension totale fournie par la génératrice. Si, au contraire, on positionne le circuit du régulateur aux alentours de la batterie, lorsque la température de cette dernière augmente, sa charge diminue automatiquement: un processus d'autorégulation très utile qui ne peut qu'être bénéfique pour la durée de vie de la batterie, avantage dont il ne peut être question de disposer dans le cas d'un régulateur intégré.

Montage et réglage

Le dessin du circuit imprimé correspondant au montage que nous venons de décrire est donné en figure 3. L'utilisation d'une platine reprenant ce dessin devrait permettre de se prémunir contre un certain nombre de problèmes. Le transistor de puissance MJ2955 doit être monté sur radiateur T0-3.

L'étalonnage est un peu plus délicat. Il est important de le faire avant de mettre le montage en place dans le véhicule. Pour effectuer ce réglage, nous avons besoin d'un voltmètre numérique (à défaut un voltmètre analogique haute impédance très précis), de deux alimentations indépendantes (si possible), et d'une ampoule de voiture 12 V/18 W.

La figure 4 donne le câblage provisoire à effectuer pour pouvoir procéder au réglage. L'alimentation numéro 1 doit pouvoir fournir 100 mA au minimum à une tension devant pouvoir monter jusqu'à 15 V (cette fois-ci, le mieux n'est pas l'ennemi du bien !!!). L'alimentation numéro 2 est chargée de donner la puissance, et doit pouvoir fournir une tension stable de 12 V. Si l'on dispose d'une seconde alimentation, on la règle de manière à ce qu'elle fournisse une tension de 12 V environ, et ceci avant de commencer la procédure de réglage proprement dite. Cette alimentation doit pouvoir délivrer un courant de 1,5 A au minimum. Si l'on ne dispose que d'une seule alimentation répondant aux critères fixés pour la pre-

mière, la batterie du véhicule (extraite de son logement) peut tenir lieu de seconde alimentation.

Lorsque le câblage décrit par le schéma de la figure 4 est en place, on augmente la tension de sortie de l'alimentation 1 en partant de la tension la plus faible qu'elle puisse fournir, et l'on suit attentivement l'indication donnée par le voltmètre (l'indication donnée par le galvanomètre propre de l'alimentation n'est pas fiable !). A partir de 3...5 V, l'ampoule devrait commencer à briller. L'intensité de l'illumination de l'ampoule suit l'augmentation de la tension. A 14,3 V l'ampoule doit s'éteindre. Ce point de basculement est fixé par action sur P1. Au cours de ce réglage, il faut procéder par augmentation de tension et donc abaisser à chaque fois suffisamment la tension.

Lorsque l'on a effectué le réglage correct de ce point de basculement, on procède à une ultime vérification. Pour cela, on fixe la tension de sortie de l'alimentation 1 à 15 V et on la diminue lentement. L'ampoule devrait se rallumer aux alentours de 13,9...14 V. Cette hystérésis de quelques 0,3 V est influencée par la valeur de R3. Les diverses valeurs citées ont été relevées à une température ambiante de 20° C environ. Si vous effectuez cet étalonnage cet hiver, il faudra le faire à l'intérieur, ou dans un garage chauffé.

Ceux qui ne disposent que d'une seule alimentation puissante appliqueront la procédure de réglage suivante: supprimer "mentalement" l'alimentation 2; la connexion de l'ampoule libérée par cette manœuvre (figure 4) est tout simplement reliée à la masse. La suite du réglage est identique à celui décrit plus haut.

Pour vous simplifier la mise en place dans le véhicule, nous avons repris la dénomination des bornes selon les normes DIN (figure 2). Si vous possédez un véhicule ne répondant pas à ces normes, il faudra faire preuve d'un peu d'imagination et déterminer avec certitude les bornes D+, D- et DF. Cela ne devrait pas poser de problème insurmontable, sachant que le régulateur électromécanique est pourvu lui aussi de ces trois connexions.

Figure 4. Avant de mettre le régulateur en place dans son véhicule, il faut effectuer un réglage soigné. Ce schéma donne le "câblage" provisoire permettant de le réussir. Le texte décrit par ailleurs comment effectuer ce réglage si l'on ne dispose que d'une seule alimentation.

Dans le courrier de nos lecteurs il est une question qui revient souvent: "Comment puis-je utiliser l'éprogrammeur avec la carte principale du Junior Computer sans interface ?" ou encore "Comment réaliser un programmeur d'EPROM simple mais autonome à partir d'un Junior Computer ?" Avec la contribution de deux lecteurs qui nous ont soumis les propositions de modification décrites ci-après, nous pensons donner une réponse satisfaisante à ces questions.

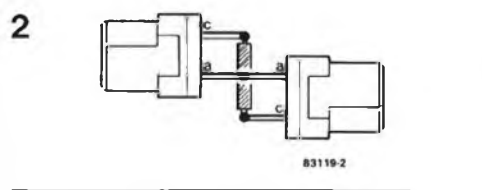
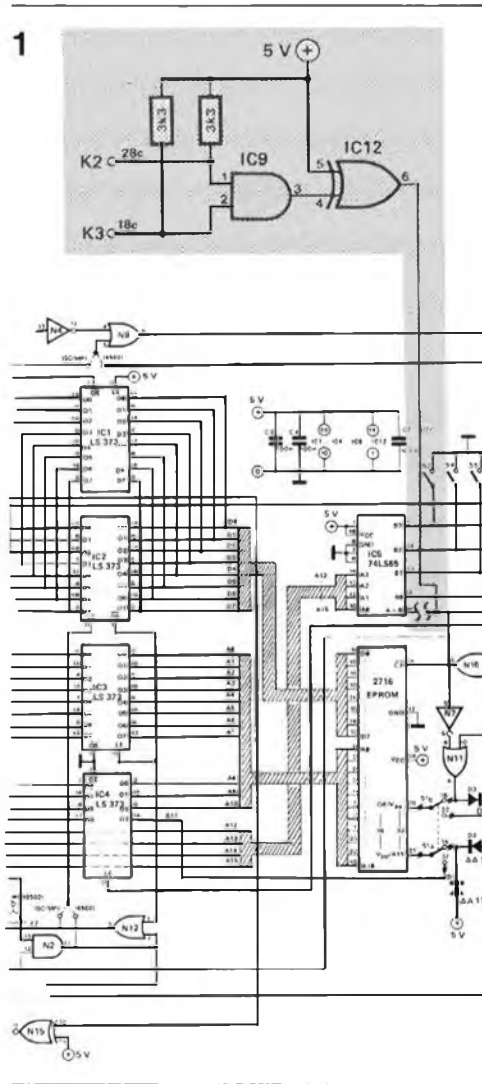
eprogrammeur sans interface

les EPROM 2716 programmées facilement avec le Junior Computer!

Figure 1. Tant que l'on se contente de programmer des 2716, il est très facile d'utiliser le programmeur d'EPROM avec la carte principale du Junior Computer sans carte d'interface. Le nouveau décodage d'adresses est effectué sur la carte principale du Junior Computer. Deux portes logiques encore disponibles sur l'éprogrammeur combinent les signaux de décodage prélevés sur le connecteur à 64 broches conformément au tableau 1.

Figure 2. Suggestion de couplage des deux cartes à l'aide de connecteurs à 64 broches. Faites des essais préalables et veillez à respecter l'orientation des connecteurs !

Tableau 1. Pour adresser une EPROM de 2 K, il faut deux signaux K que l'on combine selon ses besoins.



Adresse	Décodage	
0800 - 0FFF	K2 - 28c	K3 - 18c
0C00 - 13FF	K3 - 18c	K4 - 17a
1000 - 17FF	K4 - 17a	K5 - 15a
1400 - 1BFF	K5 - 15a	K6 - 15c

L'utilisation des mémoires mortes programmables et effaçables se généralise dans les applications les plus diverses. Sous leur forme la plus courante (2716 = 2 Koctets), ces composants servent au stockage non seulement de programmes, mais aussi, et de plus en plus, de tables de consultation établies à des fins de conversion de code et autres générations de caractères; voir par exemple les applications récentes dans l'Elekterminal (nouveau générateur de caractères avec minuscules), le nouveau clavier ASCII (conversion de code), ou encore dans le quantificateur de ce mois-ci (échelles musicales), etc... Pour une utilisation réellement commode, il est indispensable de disposer d'un programmeur grâce auquel l'introduction des données (tamponnées en RAM) dans l'EPROM soit aisée.

Un compromis

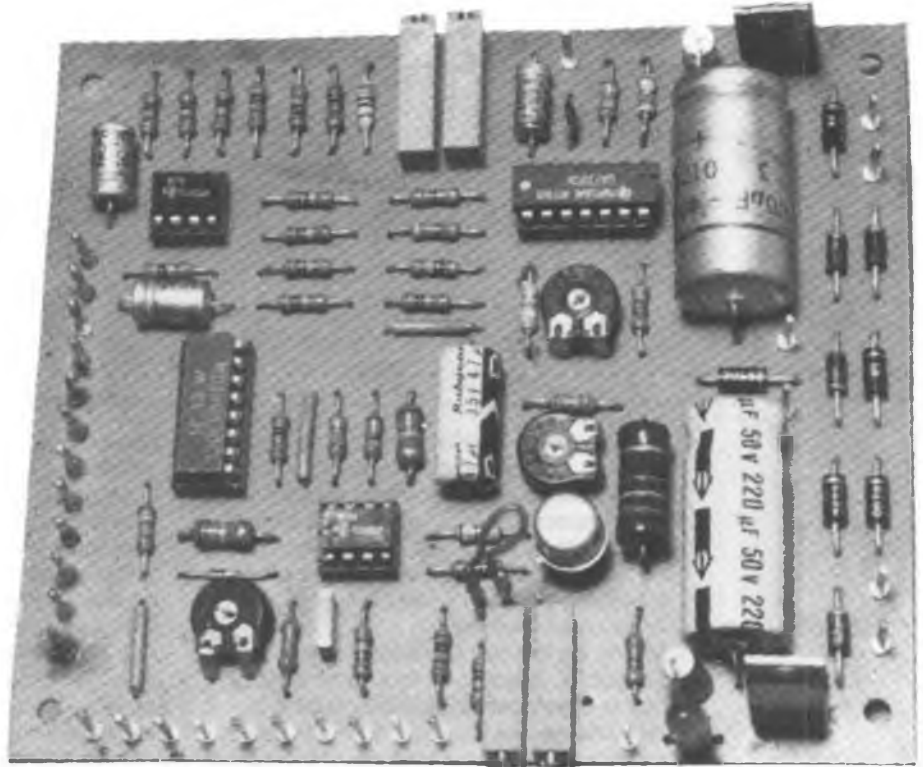
La combinaison de la carte principale du Junior Computer et de l'éprogrammeur publié en Janvier 1982, Elektor n° 43 page 1-60, se présente comme un compromis intéressant, moyennant une petite modification du décodage d'adresses. Hormis deux résistances supplémentaires, il n'y a aucun nouveau composant. Au contraire, certains composants initialement prévus sur l'éprogrammeur peuvent être omis: R1...R4, S3...S6, et surtout IC5. Si l'on ne souhaite pas supprimer ce circuit intégré (74LS85), il faut toutefois interrompre la liaison entre sa broche 6 et la broche 5 d'IC 10 (N7) ainsi que les broches 2 et 12 d'IC 8 (FF1/FF2).

De sorte que le circuit de décodage d'adresses original de l'éprogrammeur est définitivement mis hors de service. Il sera remplacé par le nouveau circuit de la partie supérieure de la figure 1. Cette combinaison de deux portes logiques délivre un signal Chip Select (actif au niveau logique haut) à partir de deux signaux K (1 Koctet chacun) produits par IC 6 de la carte principale du Junior Computer.

La porte OU exclusif est disponible dans IC 12 (sortie broche 6, entrées broches 4 et 5), tandis que la porte ET est disponible dans IC 9 (sortie broche 3, entrées broches 1 et 2; on remarque au passage que ces deux entrées doivent être munies de résistances de polarisation au niveau logique haut !). Il reste à établir deux des huit liaisons indiquées sur le tableau 1; le choix sera fait en fonction du décodage d'adresses souhaité. Celui-ci ne permet la programmation que d'EPROM 2716 (la programmation de 2732 nous a paru sortir du cadre de ce genre de bricolage...)

On trouve sur la figure 2 une suggestion pour la réalisation du couplage entre les deux cartes à l'aide de deux connecteurs à 64 broches (femelles). Comme on le voit sur ce croquis, il est chaudement recommandé de munir les connexions "c" d'une gaine isolante.

Pour toute information complémentaire, on se référera à l'article mentionné ci-dessus ainsi qu'aux livres consacrés au Junior Computer.



- utilisable tant avec une installation de chauffage central (C.C.) au gaz qu'avec un C.C. fonctionnant au fuel avec vanne de mélange (pour ce dernier type, d'où nécessité d'une adaptation personnalisée)
- réglage aisé de la courbe de chauffage par définition de deux de ses points
- étalonnage facile: les températures sont lisibles sans conversion à l'aide d'un multimètre (voltmètre)
- hystérésis variable
- la position nocturne ne consiste pas en un simple décalage de la courbe diurne; le système dispose en effet de deux courbes de chauffage (diurne et nocturne) totalement indépendantes

A la suite de l'article "thermostat extérieur pour chauffage central" publié l'an dernier avant le début de la nouvelle saison de chauffe, les lettres n'ont cessé d'affluer, comportant plus de questions que de réponses; certaines d'entre elles comportaient même des photographies de réalisations nées de cet article. Nous avons été quelque peu surpris de prime abord par le nombre important de lecteurs intéressés par les économies d'énergie. Après quelques secondes de réflexion, nous les comprenons mieux. Quelques lettres réclamaient un dessin de circuit imprimé (c'est tellement plus facile), d'autres auraient bien aimé trouver une nouvelle version du montage dotée de possibilités supplémentaires. Nous avons repris le tout à zéro, l'avons pourvu d'un dessin de circuit imprimé et espérons que cela répondra à de nombreux souhaits.

thermostat extérieur

à courbe
de chauffage
ajustable
à 100 %

Note: Nous ne recommandons pas l'usage de ce thermostat sur des installations à brûleur unique commun au circuit des radiateurs et au circuit de l'eau sanitaire.

Pour commencer, nous nous permettons de rafraîchir la mémoire de nos lecteurs par quelques rappels. A quoi peut bien servir un thermostat extérieur ? Un thermostat extérieur est un interrupteur thermostatique connecté en série avec le thermostat d'ambiance et chargé de faire en sorte que la température de l'eau de l'installation de chauffage central garde une relation "raisonnable" avec la température extérieure. Un thermostat extérieur de ce type comporte deux capteurs de température: le premier prend la température de l'eau du chauffage central, le second détecte la température extérieure. Si, pour une raison ou une autre, la température de l'eau de chauffage dépasse celle qui, en fonction des conditions de température extérieure, paraît suffisante, le thermostat extérieur prend la décision

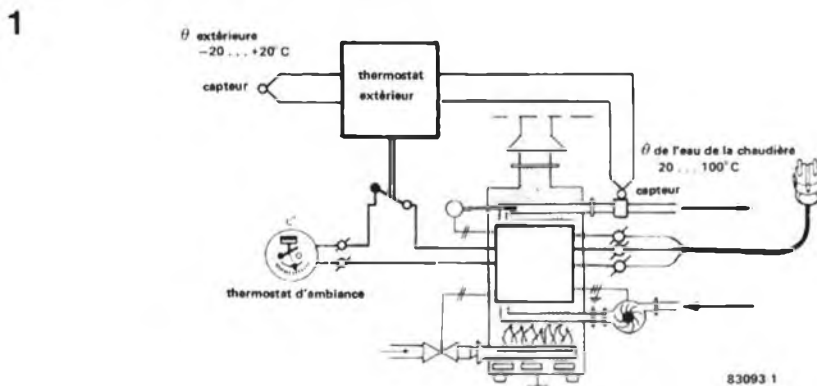
de couper le chauffage central.

Le schéma de principe de la figure 1 montre l'agencement d'une installation de chauffage central ordinaire auquel on a ajouté le thermostat extérieur. Certaines installations de chauffage ne possèdent même plus de thermostat d'ambiance. Pour en savoir plus à ce sujet, nous vous renvoyons à l'article précité daté du mois d'octobre 1982 (pages 10-49 à 10-53). Par défaut de place, nous ne pouvons reprendre ici toutes les informations.

L'adjonction d'un thermostat extérieur permet-elle des économies d'énergie ? Car c'est en fait de cela qu'il s'agit dans le fond, n'est-ce pas ?

Une réponse de Normand convient parfaitement ici: (peut-être ben qu') oui et (peut-être ben qu') non. Dans le cas d'une installation de chauffage bien dimensionnée

Figure 1. Par l'intermédiaire des deux capteurs dont il est équipé, un thermostat extérieur prend en compte la température de l'air extérieur et celle de l'eau quittant la chaudière. Si la relation entre ces deux températures devient "anti-économique", il corrige les instructions du thermostat d'ambiance.



dont on utilise le thermostat avec discernement, un thermostat extérieur n'apporte pas d'amélioration. Mais dans tous les autres cas, sa caractéristique "économies d'énergie" permet de diminuer les frais de chauffage de manière sensible (certains appareils n'hésitent pas à parler de 15 à 20 % !!!). Prenons un exemple.

Si l'on ne fait pas attention à bien fermer les portes, il pourrait fort bien se faire que le thermostat d'ambiance réglé à 20°C, rafraîchi par les courants d'air nés de ces ouvertures de portes répétées, demande au chauffage central "d'envoyer de l'eau chaude". Ce processus peut entraîner une augmentation conséquente de la température de l'eau, bien que cela ne soit guère utile pour une température extérieure de 18°C par exemple. Dans de telles conditions, un thermostat extérieur devient intraitable et coupe résolument l'arrivée de gaz à la chaudière, quelles que soient les demandes frénétiques du thermostat d'ambiance. On peut évidemment, dans ce cas-ci, parler d'économies d'énergie.

La courbe de chauffage

Le lecteur curieux peut trouver des informations supplémentaires en (re)lisant l'article précédemment cité. Le fond du problème est qu'il est toujours anti-

économique de travailler avec une température d'eau de la chaudière supérieure à ce qui est strictement nécessaire. Un thermostat extérieur peut très souvent faire en sorte que la relation entre la température extérieure et celle de l'eau de chauffage soit plus "raisonnable".

Même en l'absence de thermostat extérieur, il y a toujours une certaine relation entre ces deux températures. C'est ce que l'on appelle la courbe de chauffage, dont on retrouve un exemple en figure 2. En ordonnée est indiquée la température de l'eau de chauffage en degrés Celsius, tandis qu'en abscisse est donnée la température extérieure. Le début de la courbe, 20°C dans l'exemple choisi, s'appelle point origine; lorsque la température extérieure dépasse celle du point origine, il n'y a pas de chauffage. Chaque installation de chauffage possède sa courbe de chauffage propre au tracé légèrement différent. La forme optimale de la courbe dépend de plusieurs facteurs: la capacité de la chaudière, le type des radiateurs utilisés, les dimensions de la maison, et (à ne pas perdre de vue) le confort désiré. En ce qui concerne ce dernier: chaque courbe de chauffage est un compromis entre ce confort d'une part, et la meilleure utilisation (donc la plus économique) de l'énergie nécessaire. Si l'on choisit le confort maximal, la courbe

Figure 2. La relation entre la température extérieure et la température moyenne de l'eau de la chaudière d'un chauffage central est exprimée sous la forme d'une courbe que l'on appelle la "courbe de chauffage".

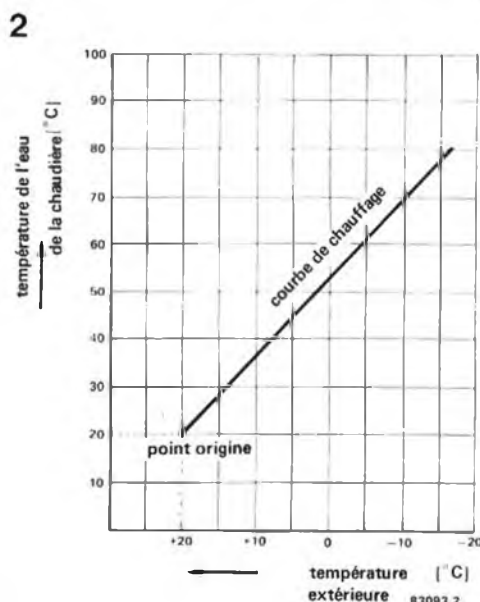
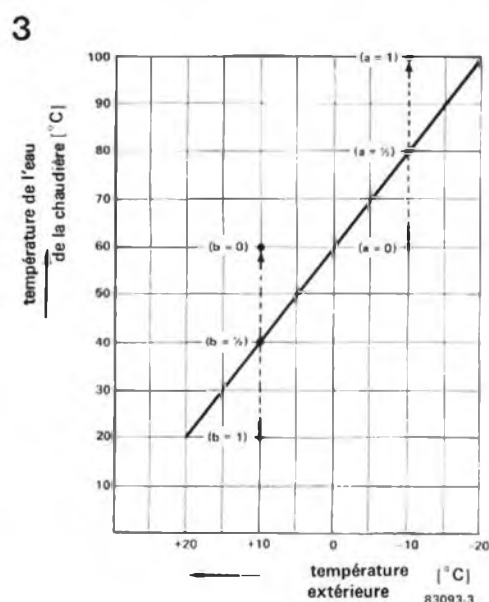


Figure 3. Grâce à l'existence de deux dispositifs de réglage, il est possible de donner pratiquement n'importe quelle pente à la courbe de chauffage de notre thermostat extérieur.



de chauffage doit être aussi pentue que possible; en effet, une température d'eau élevée garantit le chauffage le plus rapide. Une courbe relativement plate assure le chauffage le plus rentable.

Sachant que le thermostat extérieur pourvu de ses deux capteurs est capable de surveiller la température de l'air extérieur et celle de l'eau de la chaudière, il devrait être possible, en principe, de le doter d'organes de commande vous permettant de tracer la courbe de chauffage de votre choix. Dans le montage décrit l'an dernier, nous avons utilisé un principe identique en permettant le réglage du point origine de la courbe de chauffage et de sa pente. En fait cela aurait dû suffire, mais cette façon de procéder avait une limitation. Si l'on avait mis sur papier millimétré la courbe de chauffage choisie, la procédure de réglage nécessaire pour transformer cette courbe en réalité pouvait s'avérer, dans certains cas, longue et délicate. L'une des exigences que nous nous sommes posées, lors de la conception de ce nouveau thermostat extérieur, fut de simplifier le réglage de la courbe de chauffage.

Simple comme bonjour

On peut s'attaquer au problème de la réalisation d'une courbe ajustable, telle celle d'une courbe de chauffage, de deux manières différentes. On peut faire en sorte de pouvoir déplacer un point (le point origine par exemple), et combiner cette possibilité à celle d'une pente ajustable (coefficient angulaire), c'est ce que nous proposons dans le montage précédent.

Il est encore plus aisé de déterminer le tracé d'une ligne droite si l'on connaît deux points sur cette droite. Si l'on conçoit un montage grâce auquel il est possible de faire varier deux des points de la "courbe" de chauffage, il doit vous paraître évident que toutes les variations sont possibles. Le dessin de la figure 3 illustre nos intentions et montre le domaine de réglage de notre thermostat "nouvelle mouture". On constate qu'il possède deux valeurs de référence pour la température extérieure, -10°C et $+10^{\circ}\text{C}$; chacun des points possède un réglage permettant de faire varier la température de l'eau de la chaudière de façon conséquente. A -10°C , le réglage a balaie un domaine qui s'étend de 100°C à 60°C . A $+10^{\circ}\text{C}$, le réglage b permet de sélectionner une température de l'eau comprise entre 20°C et 60°C . On dispose ainsi de la possibilité de choisir une courbe de chauffage allant de l'horizontale ($a = 0$, $b = 0$) à une pente plus proche de la verticale ($a = 1$, $b = 1$).

La mise en pratique est très simple. Il suffit de dessiner sur papier quadrillé la courbe de chauffage désirée; à partir des points -10°C et $+10^{\circ}\text{C}$ de l'abscisse, on trace deux lignes verticales; noter les valeurs des températures d'eau correspondant aux deux intersections, et donner aux deux dispositifs de réglage a et b les valeurs précédemment relevées. Le réglage est terminé.

Si l'on ne connaît pas la courbe de chauffage, la procédure de réglage est

légèrement différente: mettre les dispositifs de réglage a et b en position médiane. Un jour de température extérieure positive (aux alentours de $+10^{\circ}\text{C}$ si possible), la position du système de réglage b est modifiée de manière à avoir une température intérieure agréable. En cas de température extérieure négative (si possible aux environs de -10°C), on agira sur le système de réglage a. Il ne faut pas perdre de vue qu'il faut un certain temps avant de noter une modification de la courbe de chauffage (ne corriger que le jour suivant).

Cette facilité de réglage de la courbe de chauffage est la caractéristique la plus frappante de notre thermostat extérieur. Mais il est doté d'autres qualités remarquables. Ce montage convient tant aux chaudières au gaz (marche/arrêt) qu'à celles alimentées en fuel (analogiques) et pourvues d'une vanne de mélange (après adaptation de l'étage de sortie). En raison, malheureusement, de la diversité des vannes de mélange existant sur le marché, nous n'avons pas pu prévoir une adaptation universelle entre le thermostat et la vanne; il n'est pas possible de procéder à un couplage direct. Dans certains cas, cela peut poser un problème. Avant toute décision, il est indispensable de vérifier (avec votre installateur) que la vanne de mélange de votre chaudière peut être commandée, à l'aide d'un montage d'adaptation, par le thermostat extérieur.

Le thermostat extérieur possède, d'autre part, une hystérésis ajustable (différence entre les points de mise en route et de coupure de la chaudière) et on peut le faire passer le soir sur une courbe de chauffage nocturne, réglable elle aussi, (à l'aide d'une horloge programmable bon marché, par exemple). Il possède également une tension de référence spéciale qui permet de lire directement en degrés Celsius la température extérieure et celle de l'eau de chauffage par simple branchement d'un multimètre à la sortie des capteurs de températures. Ceci simplifie "bigrement" le réglage.

Concept de base

Nous en arrivons à l'électronique. Il nous faut, pour commencer, disposer de deux capteurs de température qui nous fourniront les informations indispensables de température extérieure et de celle de l'eau de la chaudière. En sortie, il nous faut un

4

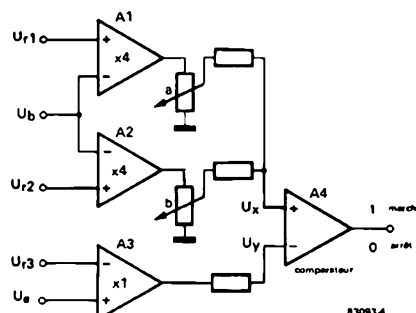


Figure 4. Schéma synoptique du montage. Les températures de référence permettant de modifier la pente de la courbe de chauffage ont reçu les dénominations U_{r1} et U_{r2} . Le "déplacement" lui-même se fait par l'intermédiaire des dispositifs de réglage de gain a et b.

étage capable de commander la vanne de gaz ou la vanne de mélange analogique de la chaudière concernée.

Ces deux parties ne posent pas trop de problèmes.

Il nous faut maintenant concevoir l'électronique de régulation permettant d'obtenir la courbe de chauffage variable décrite en figure 3. Quelques essais et quelques calculs nous ont donné le schéma synoptique de la figure 4. Le cerveau de notre thermostat extérieur comprend trois amplificateurs différentiels, un comparateur, trois tensions de référence et deux potentiomètres.

Le montage commence par comparer deux températures. Le comparateur A4 se charge de cette opération. Les deux tensions appliquées à ses entrées (U_x et U_y) représentent respectivement les informations de température extérieure et de celle de l'eau de la chaudière. Lorsque U_x dépasse U_y , la chaudière est mise en fonction; au contraire, si U_x tombe en dessous de U_y , la chaudière est coupée.

La tension U_y pose peu de problèmes. Elle est obtenue par l'intermédiaire d'un amplificateur différentiel (A3) qui compare la tension U_e , fournie par le capteur de température de l'eau, à une tension constante qui représente une température de référence U_{r3} : $U_y = U_e - U_{r3}$. La tension U_{r3} a une fonction de "constante de sécurité" dans le sens où elle évite dans les cas extrêmes que la courbe de chauffage bascule du mauvais côté.

L'obtention de l'information de température extérieure U_x indispensable au comparateur est plus délicate que celle de U_y . Nous désirions garder la possibilité de faire basculer la courbe de la figure 3 aux points -10°C et $+10^\circ\text{C}$. Ceci fut obtenu par la mise en œuvre de deux amplificateurs différentiels (A1 et A2) et par représentation des points -10°C et $+10^\circ\text{C}$ par deux tensions de référence (U_{r1} et U_{r2} respectivement).

La tension (U_b) mesurée à l'aide du capteur de température extérieure est appliquée aux entrées inverseuses de A1 et de A2; les entrées non-inverseuses se voient appliquer les tensions de référence. Les potentiomètres a et b permettant d'agir sur les gains de A1 et de A2, nous pouvons exprimer U_x à l'aide de la formule suivante: $U_x = 2a(U_{r1} - U_b) + 2b(U_{r2} - U_b)$. A $+10^\circ\text{C}$ ($= U_{r1}$), le niveau de U_x est déterminé par le réglage de a, tandis qu'à -10°C ($= U_{r2}$) il l'est par le réglage de b. La figure 3 indique également les "plages" des dispositifs de réglage. Pour une température extérieure de -10°C et un gain de $a = 1$, il faut que la température de l'eau de la chaudière commence par atteindre 100°C avant que U_x ne soit inférieure à U_y (ou que U_y dépasse U_x) et qu'alors le fonctionnement de la chaudière soit arrêté par ordre du comparateur A4. Pour un gain choisi $a = 0$, cet arrêt se fait dès que la température atteint 60°C . A une température extérieure de $+10^\circ\text{C}$ et pour un gain $b = 1$, il faudra que la température de l'eau de la chaudière commence par tomber à 20°C avant que U_x

ne dépasse U_y et que la chaudière ne soit mise en fonction par l'intermédiaire de A4; pour un gain $b = 0$, ce processus se fait dès que la température tombe à 60°C .

Le schéma

Le schéma de principe complet du thermostat extérieur est donné en figure 5. La similitude avec le schéma synoptique de la figure 4 ne manquera pas de vous frapper.

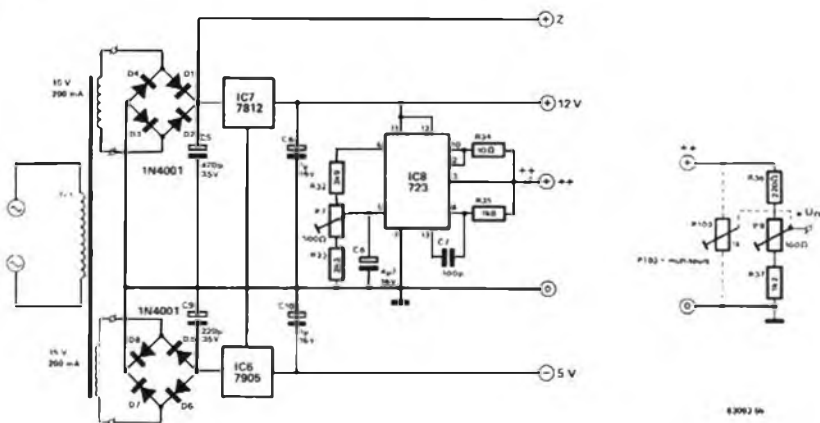
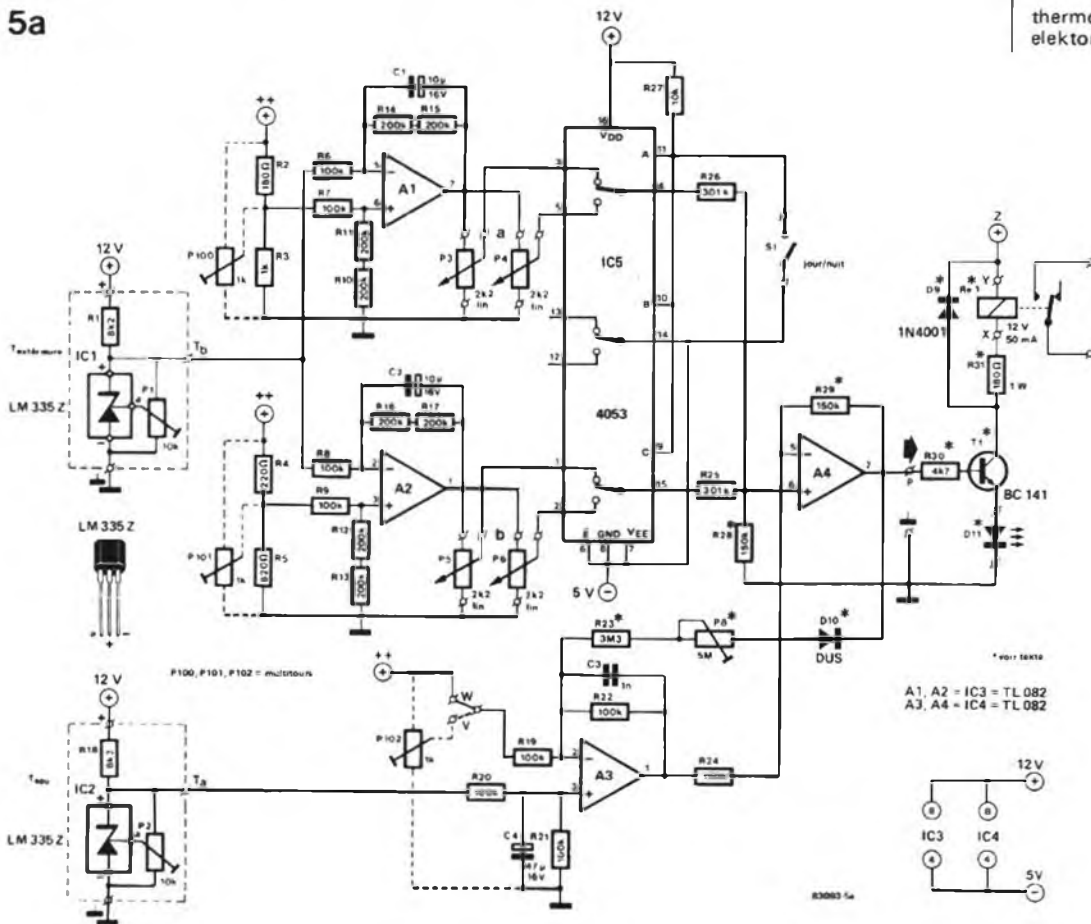
A gauche apparaissent les deux capteurs de température (LM 335Z); IC1 mesure la température extérieure, IC2 se charge de celle de l'eau de la chaudière. Nous retrouvons nos trois amplificateurs différentiels (A1, A2 et A3), et nous découvrons à droite notre comparateur (A4). La sortie de A4 (point P) peut servir de sortie analogique pour commander une chaudière à vanne de mélange. Dans la version destinée aux chaudières à gaz, la sortie de A4 est suivie par un étage de commande construit autour d'un transistor de commutation (T1) qui commande la vanne du brûleur par l'entremise d'un relais. La LED D11 signale que la température d'eau autorisée n'est pas encore atteinte; elle s'éteint lorsque la chaudière est mise hors-fonction par l'intermédiaire du thermostat extérieur.

Les deux potentiomètres a et b de la figure 4 sont en fait doubles. Cela nous permet de dissocier totalement les courbes de chauffage diurne et nocturne. En ce qui concerne la "courbe diurne", P3 correspond au dispositif de réglage a, P5 à b; parallèlement, la courbe nocturne est réglée par action sur P4 et P6 respectivement. La commutation d'une paire de potentiomètres à l'autre se fait par l'intermédiaire de commutateurs électroniques (contenus dans IC5), eux-mêmes commandés par S1. Cet inverseur permet de sélectionner soit la courbe diurne, soit la courbe nocturne (S1 ouvert = diurne, S1 fermé = nocturne). Nous en arrivons aux différentes tensions représentant les températures de référence ($U_{r1} \dots U_{r3}$ de la figure 4). Penchons-nous quelques secondes sur le schéma de la figure 5b qui représente l'alimentation du thermostat extérieur. Les deux tensions d'alimentation nécessaires ($+12\text{V}$ et -5V) sont produites de la manière la plus simple possible, c'est-à-dire à l'aide de régulateurs de tension intégrés (IC6 et IC7).

Un régulateur de tension du type 723 (IC8) extrait la tension "++" de la tension stabilisée de 12V . Après réglage, cette tension vaut $3,34\text{V}$ très exactement; elle sert de tension de référence pour A3 (U_{r3} de la figure 4). Les tensions de référence U_{r1} et U_{r2} sont extraites de cette tension "++" par l'intermédiaire de diviseurs de tension (R2/R3 et R4/R5).

U_{ref} et hystérésis

Dès leur fabrication, les capteurs de température IC1 et IC2 sont étalonnés en Kelvin ($273\text{K} = 0^\circ\text{C}$). Ainsi, à une température de 0°C , on trouve aux points Ta et Tb une tension de $2,73\text{V}$. Sachant que le réglage est énormément simplifié si à une température de 0°C correspond



une tension de 0 V, nous avons extrait de la tension "++", par l'intermédiaire d'un diviseur de tension, une tension U_{ref} qui, après réglage correct par action sur P9, vaut très exactement 2,73 V. Si l'on connecte un voltmètre entre les points Ta (ou Tb) et U_{ref} , on peut lire sans autre forme de procès la température en °C mesurée par le capteur; chaque centième de volt (10 mV) représente 1° C. Un mot en ce qui concerne l'hystérésis. Pour la créer, on injecte sur l'entrée inverseuse de A3 une petite tension de correction ajustable par action sur P8, tension prise à la sortie de A4. Quelle peut bien être l'utilité d'une hystérésis ? Pour une chaudière au gaz, elle permet d'éloigner l'un de l'autre les points de mise en fonction et d'arrêt de celle-ci. Sans hystérésis, les intervalles séparant l'allumage et l'extinction

du brûleur seraient très brefs si le dispositif voulait maintenir l'eau à la bonne température. Cela deviendrait débile. Il est plus raisonnable de faire en sorte que la chaudière cesse de fonctionner lorsque la température de l'eau atteint la valeur désirée, et qu'elle se remette en fonction lorsque la température de l'eau est tombée de 2° C en-dessous de la valeur choisie. Cette différence s'appelle l'hystérésis. P8 permet d'obtenir une hystérésis maximale de 10° C. Le réglage préférentiel de l'hystérésis est atteint si, par une journée d'hiver, la chaudière se met en route quelques 6 fois par heure environ.

La construction

Nous voici arrivés au côté pratique de la chose. La figure 6 donne le dessin du circuit

Figure 5. Schéma de principe complet. Les dispositifs de réglage a et b du schéma synoptique réapparaissent sous la forme de P3... P6 (P3 et P5 pour la courbe diurne, P4 et P6 pour la courbe nocturne).

Liste des composants

Résistances:

- R1, R18 = 8k2
- R2, R31 = 180 Ω 1 %
- R3 = 1 k 1 %
- R4, R36 = 220 Ω 1 %
- R5 = 820 Ω 1 %
- R6...R9, R19...R22 = 100 k 1 %
- R10...R17 = 200 k 1 %
- R23 = 3M3
- R24, R28, R29 = 150 k
- R25, R26 = 301 k 1 %
- R27 = 10 k
- R30 = 4k7
- R32 = 3k9
- R33 = 3k3
- R34 = 10 Ω
- R35 = 1k8
- R37 = 1k2
- P1, P2 = 10 k ajustable
- P3...P6 = 2k2 lin.
- P7 = 500 Ω ajustable
- P8 = 5 M ajustable
- P9 = 100 Ω ajustable
- P100...P103 = 1 k 10 tours

Condensateurs:

- C1, C2 = 10 μ/16 V
- C3 = 1 n
- C4 = 47 μ/16 V
- C5 = 470 μ/35 V
- C6, C10 = 1 μ/16 V
- C7 = 100 p
- C8 = 4μ7/16 V
- C9 = 220 μ/35 V

Semiconducteurs:

- D1...D9 = 1N4001
- D10 = 1N4148
- D11 = LED
- T1 = BC 141
- IC1, IC2 = LM 335 Z
(National Semiconductor)
- IC3, IC4 = TL 082
- IC5 = 4053
- IC6 = 7905
- IC7 = 7812
- IC8 = 723

Divers:

- Re1 = n'importe quel relais du type 12 V convient pulsqu'il n'est pas implanté sur le circuit imprimé
- Tr1 = transfo secteur 2 x 15 V/200 mA
- S1 = interrupteur unipolaire

Attention IC6 et C10 sont montés verticalement.

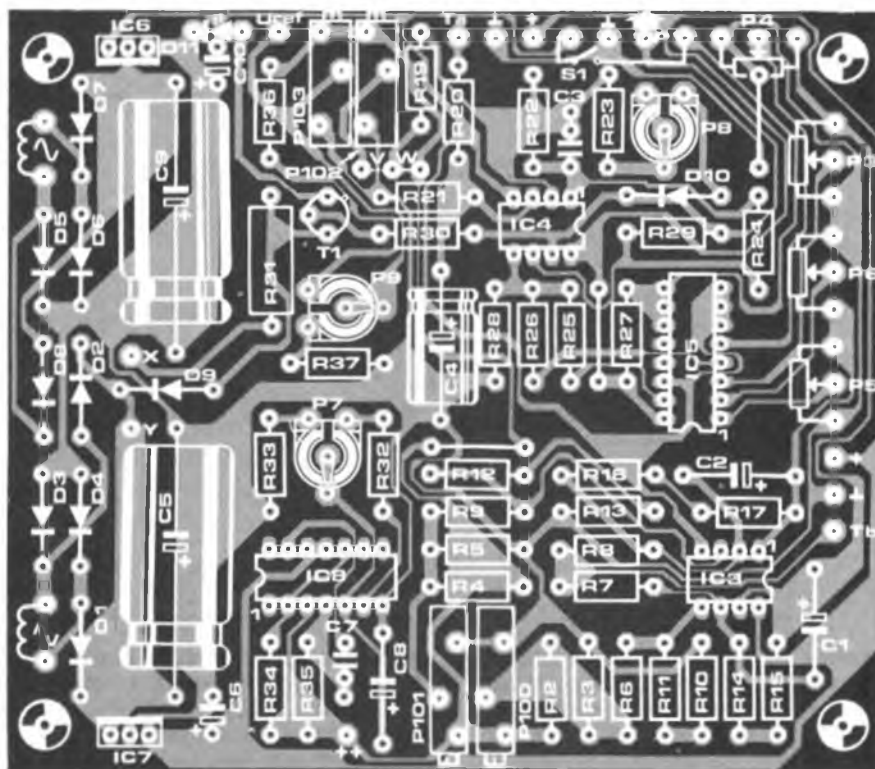
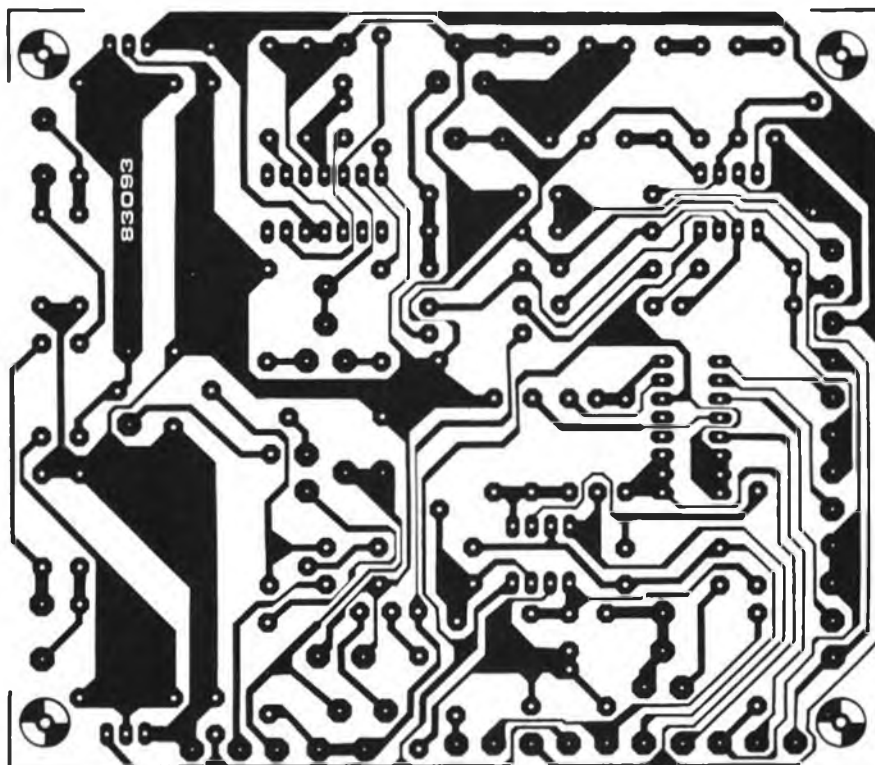


Figure 6. Représentation du dessin du circuit imprimé et implantation des composants du thermostat extérieur.

imprimé sur lequel viennent prendre place les divers composants. L'implantation des composants ne demande que peu d'explications. A noter cependant le positionnement vertical des condensateurs électrochimiques C6 et C10. Le circuit imprimé comporte de nombreux points de connexion qui, de par leurs dénominations précises, ne devraient guère vous poser de problème. Tous les composants prennent place sur le circuit imprimé... à l'exception du transformateur, des potentiomètres, du relais et des deux capteurs de température (cela

ne vous rappelle-t-il pas certaines règles de grammaire ???). Le capteur IC2 est fixé sur la conduite d'eau sortant de la chaudière à l'aide d'une pince (ajouter éventuellement un peu de pâte thermique). En ce qui concerne IC1, il faudra lui trouver un emplacement sur un mur extérieur où il ne soit pas exposé directement au soleil et où il soit à l'abri de la pluie; le vent, au contraire, doit avoir une prise aussi grande que possible sur ce capteur.

Comme indiqué dans les deux encadrés

en pointillés du schéma 5, les résistances R1 et R18, ainsi que les potentiomètres P1 et P2, sont directement soudées sur IC1 et IC2 respectivement; lorsque cela est fait, on "tire" un câble blindé bifilaire vers les connexions "+ ⊥ Ta" et "+ ⊥ Tb" du circuit imprimé.

Nous avons signalé dès le début qu'il y aurait deux versions du thermostat extérieur: la première est une version marche/arrêt avec hystérésis destinée aux chaudières à gaz dont le brûleur ne connaît que deux états: soit en fonction, soit coupé. La seconde version est la version analogique destinée aux installations à vanne de mélange. La version 1 (marche/arrêt) respecte le schéma donné en figure 5, mais sans mise en place des résistances R28 et R29. En ce qui concerne la version analogique au contraire, R28 et R29 sont mises en place, mais on supprime R23, P8, D10, R30, T1, D11, R31, D9 et le relais. Lors d'une augmentation de la température, la tension présente à la sortie analogique (point P) suit une courbe linéaire; si l'on respecte les valeurs du schéma pour R28 et R29, le gain de A4 est égal à 1 et la tension vaut 10 mV par °C. Cette tension de sortie pourra être adaptée aux besoins par simple modification des valeurs de ces deux résistances.

Une dernière remarque importante pour finir. Si l'on veut obtenir un fonctionnement précis du montage, il faut utiliser des composants aux caractéristiques précises. D'où la présence d'un certain nombre de suffixes 1 % derrière un nombre non négligeable de résistances. Si l'on est moins exigeant, on peut utiliser des résistances à 5 %. Sachant que les "paires-série" R10/R11, R12/R13, R14/R15 et R16/R17 font très exactement 400 k, il faudra, dans le cas d'utilisation de résistances à 5 %, les remplacer respectivement par une 180 k et une 220 k (total 400 k). R25 et R26 deviennent alors des 330 k.

Réglage

La procédure de réglage de ce thermostat extérieur est extrêmement simple puisqu'il suffit de disposer d'un bon voltmètre (numérique) à haute impédance. Nous décrivons ici la procédure de réglage de la version 1 (sans R28 et R29). Le point 4 de la procédure de réglage saute dans le cas de la version 2 (analogique), mais il faudra dans ce cas effectuer le réglage de l'interface entre la sortie P et la vanne de mélange (ce réglage est différent d'une chaudière à l'autre).

- 1) Ajuster la tension "++" à 3,34 V par action sur l'ajustable P7.
- 2) Par action sur P9, ajuster à 2,73 V la valeur de la tension U_{ref} .
- 3) Etalonner les capteurs IC1 et IC2 à l'aide de P1 et de P2; brancher le voltmètre entre U_{ref} et la sortie du capteur et comparer l'information de température fournie à celle donnée par un bon thermomètre ($10 \text{ mV} = 1^\circ \text{C}$).
- 4) Au départ, mettre P8 en position médiane. Si lors d'une demande de température, la température de l'eau semble augmenter trop lentement, il

faut tourner P8 vers la droite. Si au contraire la température de l'eau réagit trop vite et que la chaudière passe trop fréquemment d'un état à l'autre (ce que l'on constate par observation de D11), il faudra augmenter l'hystérésis en tournant P8 vers la gauche.

La calibration des ajustables de la courbe de chauffage P3...P6 est très simple. La plage de ces potentiomètres est en effet fixe. Les positions extrêmes de P3 et de P4 correspondent à 60°C et 100°C respectivement. Les positions extrêmes de P5 et de P6 correspondent à 60°C et 20°C . Entre ces deux points, la fonction est linéaire, ce qui permet aisément de tracer l'échelle correspondante pour les potentiomètres (voir figure 7).

Modifications

Le schéma de la figure 5 comporte quatre potentiomètres dessinés en pointillés (numérotés de P100 à P103) dont nous n'avons pas encore parlé. A quoi peuvent-ils bien servir? Normalement, vous devriez pouvoir les ignorer. Ils ne sont utiles que si l'on désire essayer d'autres valeurs pour les températures de référence que celles que nous avons choisies (à savoir $+10^\circ \text{C}$ et -10°C). Ces potentiomètres permettent de trouver le réglage correct. Leurs places sont réservées sur le circuit imprimé (on ne sait jamais). Dans ce cas, les diviseurs de tension R2/R3, R4/R5, R36/P9/R37 sont supprimés et le strap W est remplacé par le strap V. Pour P100...P103, on choisira de préférence des potentiomètres 10 tours de 1 k. Il est vraisemblable qu'il faille également adapter le diviseur de tension R32/P7/R33 et de sorte que la tension "++" soit égale ou supérieure à la tension de référence la plus élevée.

Le choix de températures de référence autres que celles prévues à l'origine modifie également l'échelle P3...P6. Il ne faut pas l'oublier.

7

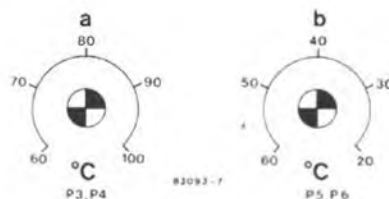


Figure 7. Exemple d'échelles convenant aux ajustables du "dispositif de réglage de la courbe de chauffage", P3, P4, P5, P6.

Utilisation

Lorsque l'on a terminé la construction et le réglage du montage, la suite est un jeu d'enfant. On ajuste la courbe de chauffage diurne choisie par action sur P3 et P5, celle de la nuit par action sur P4 et P6. Le soir (ou tôt le matin??), avant d'aller se coucher, il suffit de mettre S1 en position nuit.

Avant de nous endormir, il reste une remarque: ne pas oublier de mettre le thermostat présent sur la chaudière à sa position maximale, sinon la courbe de chauffage choisie sera dérégulée.

commutateur d'antennes

d'après une idée de
C. Abegg

simple et n'entraînant pas de perte

Qui peut bien avoir besoin de changer d'antenne de temps à autre? Un pigeon, une colombe, un corbeau ou un amateur de radiocommunications, bien sûr. Dans notre numéro de mars nous avons ouvert nos colonnes à deux articles concernant le domaine bien particulier des amateurs de communications DX (distance X (inconnue)), que ce soit en radio ou en TV (plus rares). Leur soif insatiable de contacts les force à disposer d'un nombre aussi élevé que possible d'antennes de formes et de tailles les plus diverses. Il faut alors intervertir les prises, brancher ce connecteur dans cette prise-ci, tirer cette prise-là et la mettre ici... Car il n'est pas aussi facile qu'il y paraît à première vue de réaliser un sélecteur d'antennes qui n'occasionne pas de perte de signal (ce qui se traduit par l'affaiblissement de ce dernier).

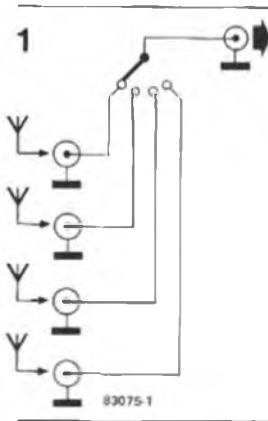


Figure 1. En ondes moyennes et ondes courtes, un commutateur ordinaire fait encore l'affaire. Dès que l'on passe dans le domaine de la HF, en VHF ou UHF, il n'est plus question de sélectionner l'antenne de cette façon.

Après cette introduction relativement pessimiste laissons filtrer une petite lueur d'espoir. Il est en effet possible de réussir le tour de force de construire un commutateur d'antennes sans intercaler de commutateur dans la ligne le trajet du signal et donc sans occasionner de pertes.

Ces pertes dues à la présence d'un commutateur dans la ligne sont au cœur du problème. Tant qu'il ne s'agit que de fréquences relativement faibles (ondes moyennes et ondes courtes), le phénomène n'est pas trop sensible, mais dès que l'on travaille en VHF ou en UHF, on ne peut plus se payer le luxe d'intercaler un commutateur dans la ligne d'antenne, sans ressentir les

effets de sa présence, quand bien même il s'agit de la méthode de loin la plus fréquente parce que la plus simple; elle se trouve illustrée par le schéma de la figure 1. Il existe cependant une technique permettant de contourner l'écueil d'une commutation de ce type à très hautes fréquences. Faire remplir cette fonction par une diode PIN qui paraît être le composant idéal pour ce genre de commutation.

La diode PIN?

"Encore un composant exotique", direz-vous. Il ne s'agit pas d'une diode à épingle au mur!!! Cette diode a été baptisée PIN parce qu'elle comporte une région P⁺, suivie d'une région intrinsèque (ou légèrement dopée N), d'où le I et, finalement une région N⁺. Il s'agit d'une diode de commutation spéciale dont la caractéristique principale est de posséder pour les signaux HF une capacité propre très faible et de représenter une résistance pratiquement pure. Jusqu'à 100 MHz environ, la diode PIN se comporte à peu près comme une diode à jonction PN courante. Par contre, aux fréquences très élevées, elle agit plutôt à la façon d'une résistance variable commandée par la polarisation continue. On peut ainsi faire varier cette résistance entre 1 et 10000 ohms par exemple, grâce à un courant continu (courant de polarisation). Le graphique de la figure 2 montre à différents courants l'évolution de la résistance HF d'une diode PIN prise au hasard. Ce qui saute immédiatement aux yeux est que la résistance diminue de manière parfaitement linéaire sur une plage très étendue lors de l'augmentation du courant qui la traverse. Ce comportement remarquable est en principe un sésame pour les applications les plus diverses. Si l'on fait varier son courant de polarisation, la diode PIN peut servir à atténuer, des signaux HF, à les niveller ou même à les moduler en amplitude. Si l'on choisit de découper (commuter très rapidement), le courant de polarisation, on ouvre les domaines de la modulation d'impulsion et du déphasage des signaux HF.

Dans le montage du commutateur d'antennes, les diodes travaillent selon une technique très simple, celle de la commutation HF. Le courant de polarisation choisi est relativement élevé; un interrupteur est le seul composant qu'il faut ajouter à "la source de courant de polarisation". Le schéma de la figure 3 est un exemple de simplicité. Il montre le principe de fonctionnement du montage. Lorsque l'interrupteur est fermé, un courant traverse la diode

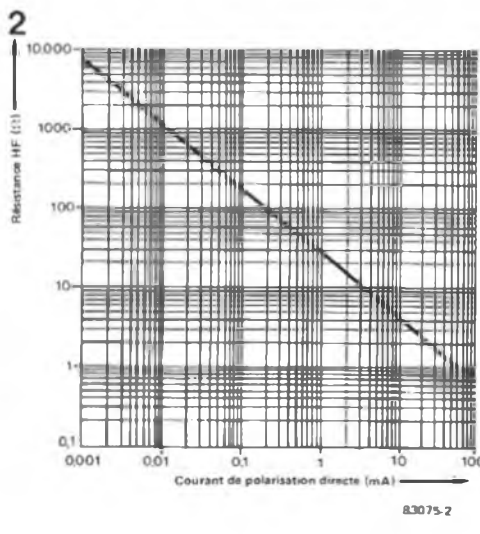


Figure 2. Courbe caractéristique de la résistance HF d'une diode PIN prise au hasard en fonction du courant appliqué à ses bornes.

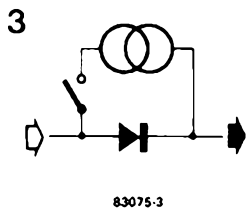


Figure 3. Schéma de synoptique illustrant le principe de fonctionnement d'un commutateur à diode PIN.

devenue passante; dès que l'interrupteur s'ouvre la diode bloque.

Le circuit

Un commutateur à diodes PIN pour 4 antennes par exemple, ne devrait pas exiger des talents de magicien. Il nous faut une source de courant (sous une forme ou une autre), un commutateur à 4 positions et, 4 diodes bien évidemment. La figure 4 donne le schéma synoptique de ce montage "ultra-sophistiqué"! Pour réaliser un montage qui fonctionne, il faut ajouter quelques composants, mais il n'y a pas de quoi se ruiner. On retrouve dans le schéma de principe de la figure 5, tous les composants que nous avons mentionnés précédemment. Toute alimentation fournissant + 12 volts peut remplir les fonctions de source de

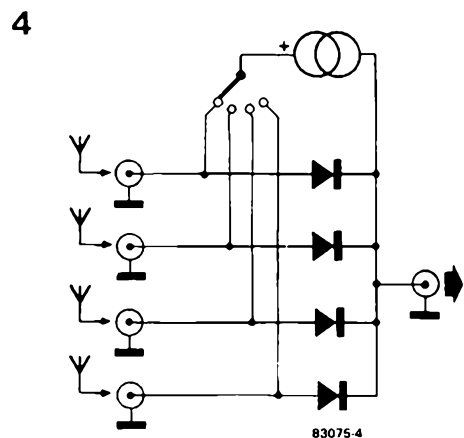


Figure 4. Commutateur d'antennes à diodes PIN. On rend conductrice l'une des diodes grâce à un commutateur à 4 positions et une source de courant.

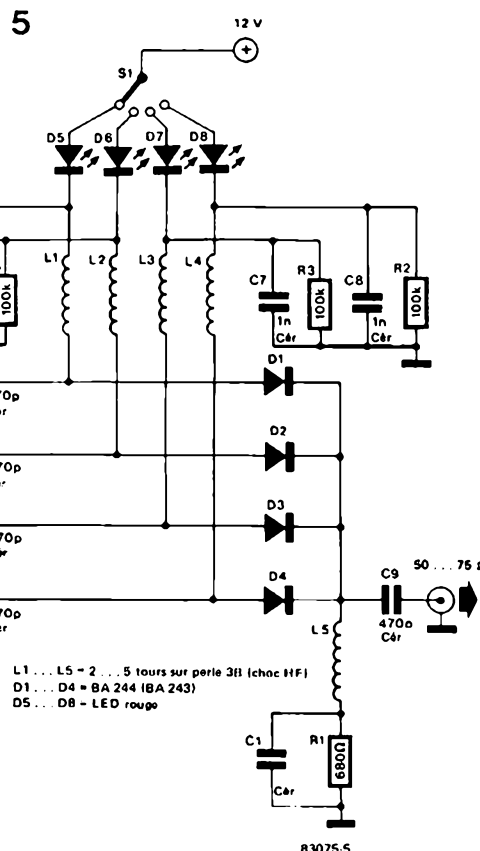


Figure 5. Schéma de principe complet résultant du peaufinage de la configuration décrite dans la figure précédente. Les LED (D5...D8) indiquent quelle est l'antenne en fonction.

L1...L5 = 2...5 tours sur perle 3II (choc HF)
D1...D4 = BA 244 (BA 243)
D5...D8 = LED rouge

courant (un transformateur, un pont redresseur, un régulateur de tension intégré et le tour est joué). Les LED D5...D8 sont prises en série dans la ligne reliant la source de courant aux différentes antennes; elles permettent de voir immédiatement quelle antenne est sélectionnée.

En fonction de la position donnée au commutateur S1, le courant de polarisation commence par traverser l'une des LED, puis une des selfs d'amortissement (L1...L4), l'une des diodes PIN dont nous avons longuement parlé (D1...D4), avant de traverser la bobine L5 et la résistance R1 pour atteindre la masse. La résistance R1 permet d'ajuster la grandeur du courant que l'on désire voir circuler dans le montage. Si l'on respecte les valeurs données sur le schéma, le courant qui circule dans le montage atteint quelques 15 mA, ce qui est largement suffisant pour permettre d'une part aux diodes de commuter de manière fiable et, aux LED de produire leur petit effet (optique) d'autre part. La présence des condensateurs C1...C4 et C9 s'explique par le désir d'éliminer tout risque de présence de tension continue aux entrées et sorties du montage. Les selfs d'amortissement L1...L5 doivent faire en sorte que le signal HF ne puisse pas s'écouler vers la masse à travers les lignes de l'alimentation fournissant le courant de polarisation. C5...C8 servent au découplage HF de la tension de polarisation. A quoi peuvent bien servir les résistances R2...R5. Elles font en sorte que les anodes des diodes hors-circuit se trouvent bien au potentiel de la masse et qu'elles soient effectivement bloquées, pour ne pas risquer de retrouver à la sortie un "mélange" des divers signaux présents aux diverses antennes.

Réalisation

Etant donné le faible nombre de composants nécessaires, la construction du commutateur d'antenne ne devrait pas poser de gros problèmes. Le seul point sur lequel il faut insister est de raccourcir autant que possible les connexions, raccourcissement indispensable, pour garantir un fonctionnement correct.

Les selfs d'amortissement L1...L5 ne demandent pas une dextérité extraordinaire. On utilise du fil de cuivre émaillé de 0,3 mm de diamètre que l'on fait passer à travers une perle de ferrite. S'il s'agit d'UHF, on effectue 2 spires sur cette petite perle de ferrite. Pour de la VHF le nombre de spires passe à 5 environ. Rien n'interdit d'utiliser des petites selfs d'amortissement toutes faites, disponibles dans le commerce: pour de l'UHF prendre une valeur de 1 μ H, pour de la VHF, de 5 μ H environ.

Le montage est prévu pour une impédance d'entrée de l'antenne comprise entre 50 et 75 ohms. L'isolation entre les diverses antennes mises en œuvre atteinte par ce commutateur est de 30 dB au minimum. Les pertes entraînées par la mise en place du commutateur dans la ligne sont, quoiqu'il en soit, inférieures à 1 dB, une valeur extrêmement faible que l'on peut en pratique négliger.

anémomètre

la vitesse
du vent sur un
galvanomètre

Si vous avez déjà eu l'occasion de visiter la tour de contrôle d'un aérodrome, l'anémomètre a sans doute été l'un des appareils qui a dû attirer votre attention. Deux cadrans carrés sur lesquels "battent" deux grandes aiguilles noires. La première en constante balade est l'indicateur de vitesse instantanée; la seconde, quasiment immobile, donne la vitesse moyenne. Les deux ont ici leur importance pour la sécurité des aéronefs. L'anémomètre que nous allons décrire ne donne que la vitesse instantanée, il possède cependant la capacité de mémoriser les valeurs extrêmes.

Même la météorologie n'est pas à l'abri des coups de boutoir de l'électronique. Le capteur de vitesse reste mécanique, mais le traitement des informations qu'il fournit se prête admirablement à la mise en œuvre d'une solution électronique à 100%.

Existe-t-il beaucoup d'électroniciens à ne pas savoir de quoi il s'agit lorsque l'on prononce le mot "capteur anémométrique"? Nous en doutons! Pour ceux qui l'ignoraient, il s'agit d'une roue à aubes comportant un certain nombre de godets, roue mise en mouvement par le déplacement d'air (le vent). La vitesse de rotation de ce capteur est mesurée mécaniquement ou électroniquement, et indiquée sur un affichage soit numérique, soit analogique (un galvanomètre, par exemple). Pourquoi cet appareil serait-il réservé aux aérodromes et aux stations météo? Pouvoir déterminer soi-même la vitesse du vent est l'une des facettes les plus attrayantes pour le météorologue amateur qui sommeille dans n'importe lequel d'entre nous (quel temps fera-t-il dimanche pour le pique-nique ou la planche à voile?). Au cours des mois passés, nous avons eu l'occasion de décrire un certain nombre d'appareils qui, rassemblés, permettent de construire une station météo amateur tout ce qu'il y a de plus respectable:

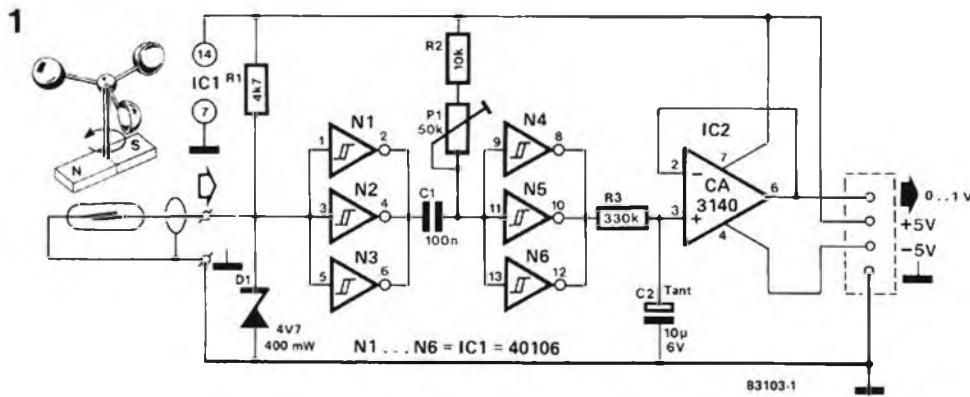
baromètre tout silicium, thermomètre électronique... et si nous utilisons l'hydromètre (novembre 1981) comme pluviomètre?

La photographie d'illustration de cet article montre à quoi ressemble cet appareil étrange que l'on appelle un anémomètre. Le capteur est en fait une poignée surmontée par une roue à aubes comprenant trois ou quatre godets. La force appliquée sur ces godets par le fluide en déplacement (l'air) entraîne la rotation de la roue. Sa vitesse de rotation est fonction de la vitesse du vent. La manière la plus commode pour indiquer la vitesse du vent est l'échelle de Beaufort. Cette échelle comprend 12 subdivisions et essaie de fixer une relation entre la vitesse du vent et le comportement de la mer. Elle est due à l'amiral anglais Sir Francis Beaufort et fut proposée en 1808. De nos jours, la vitesse du vent s'exprime en nœuds ou en mètres/seconde (m/s). Le tableau 1 donne la correspondance entre ces différentes unités.

Le circuit électronique est conçu pour un capteur pourvu d'un petit aimant fermant un contact-reed une fois par tour. L'information obtenue est ensuite traitée électroniquement pour fournir une vitesse affichée sur un galvanomètre ou un affichage numérique. On ne saurait se contenter de la vitesse instantanée seule; il est en effet très important pour un météorologue amateur de connaître les vitesses minimale et maximale atteintes par le vent au cours d'une période donnée. Le montage décrit ici dispose de ces informations dans sa "mémoire".

Tableau 1. Correspondance entre l'échelle de Beaufort et la vitesse du vent.

Echelle de Beaufort	Dénomination usuelle	Vitesse du vent		
		m/s	km/h	nœuds
0	Calme	0 ... 0,2	0... 1	0... 1
1	Très légère brise	0,3... 1,5	2... 5	1... 3
2	Légère brise	1,6... 3,3	6... 11	4... 6
3	Petite brise	3,4... 5,4	12... 19	7...10
4	Jolie brise	5,5... 7,9	20... 28	11...16
5	Bonne brise	8,0...10,7	29... 38	17...21
6	Vent frais	10,8...13,8	39... 49	22...27
7	Grand frais	13,9...17,1	50... 61	28...33
8	Coup de vent	17,2...20,7	62... 74	34...40
9	Fort coup de vent	20,8...24,4	75... 88	41...47
10	Tempête	24,5...28,4	89...102	48...55
11	Violente tempête	28,5...32,6	103...117	56...63
12	Ouragan	>32,6	>117	>64



De la vitesse du vent à une tension continue

La majorité des anémomètres rotatifs de la catégorie que l'on pourrait qualifier de "bon marché" (c'est-à-dire restant à la portée (!!!) de la bourse d'un amateur) transforme la rotation de la roue à godets en un certain nombre d'impulsions. C'est pour cela que nous évoquons l'utilisation d'un aimant et d'un contact-reed un peu plus haut. Le petit aimant est fixé sur l'axe de la roue à godets, le contact-reed étant quant à lui mis dans le boîtier du capteur anémométrique. Au cours de chaque rotation, l'aimant passe à proximité du contact-reed qu'il ferme momentanément. Le nombre de fermetures par seconde donne la vitesse de rotation de la roue à godets. Ou pour s'exprimer différemment, le nombre d'impulsions par seconde fourni par le contact-reed est directement proportionnel à la vitesse du vent.

Le traitement ultérieur du signal concerné serait grandement facilité si l'on pouvait disposer d'une tension plutôt que d'une fréquence. C'est là la raison de la présence d'un petit circuit de conversion transformant en tension continue la fréquence des impulsions fournies par le contact-reed. La figure 1 en donne le schéma. Le contact-reed du capteur est branché entre la masse et les entrées des triggers de Schmitt N1...N3. La résistance R1 force au niveau logique haut ("1") les entrées de N1...N3 tant que le contact-reed est ouvert. La diode zener D1 protège les entrées contre d'éventuelles tensions parasites qui pourraient

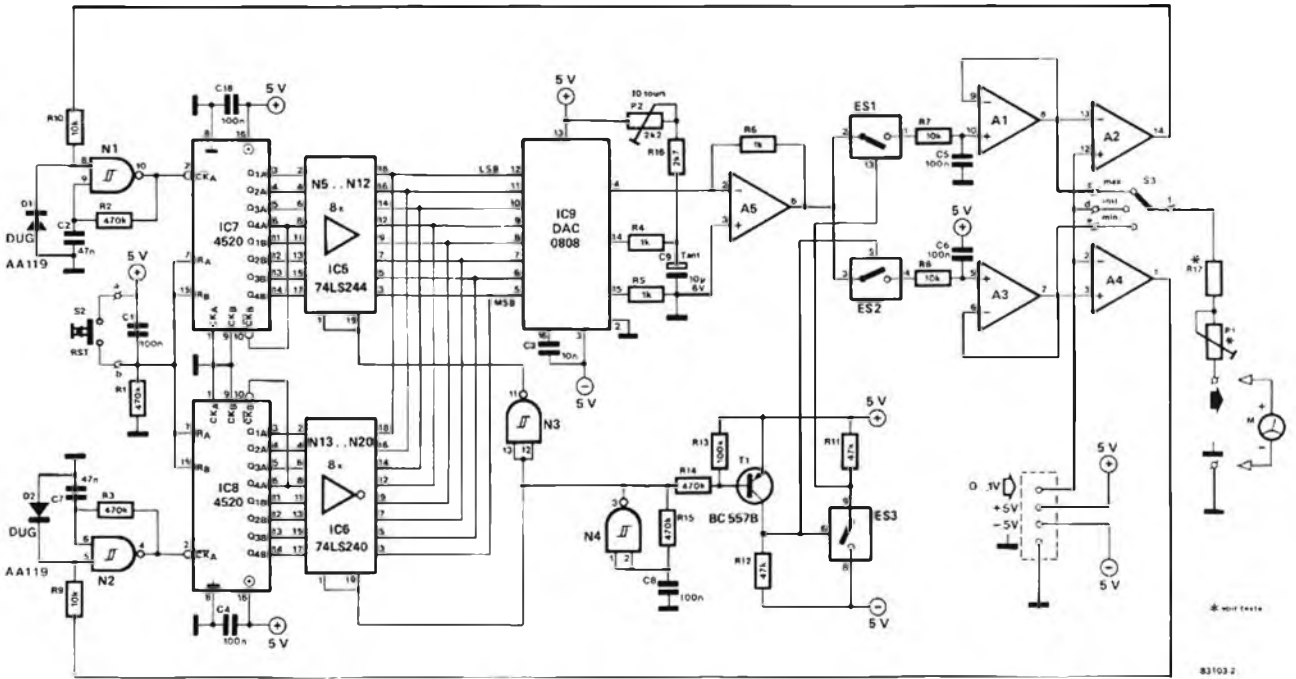
naître dans le capteur ou le long de lignes de transfert trop étendues.

Le circuit construit à l'aide de N1...N6, P1, R2 et C1 est un multivibrateur monostable. Chaque flanc montant appliqué aux entrées des triggers de Schmitt N1...N3 entraîne la présence instantanée d'un niveau logique bas aux entrées de N4...N6. En raison de la présence de C1/R2 + P1, il s'écoule une certaine durée (la constante de temps RC) avant que la tension d'entrée de N4...N6 n'atteigne le seuil de déclenchement supérieur des portes. On dispose ainsi à la sortie des portes N4...N6 d'une impulsion d'une durée immuablement constante. Le circuit produit cette impulsion à chaque ouverture du contact-reed. Une petite remarque au passage en ce qui concerne les triggers de Schmitt: la mise en parallèle de trois d'entre eux permet la fourniture du courant de sortie relativement élevé nécessaire.

Un intégrateur constitué par la paire R3/C2 transforme ensuite les impulsions présentes aux sorties de N4...N6 en une tension continue. Pour terminer, on trouve IC2 chargé de tamponner cette tension continue.

L'ajustable P1 permet l'étalonnage du circuit de manière à ce qu'il fournisse une tension fixe à une vitesse donnée du vent (1 V pour 30 m/s par exemple), ceci en raison de l'existence de types de capteurs anémométriques divers. Cette tension continue pourrait en principe être directement appliquée à un galvanomètre à bobine mobile (1 V pleine échelle) ou à un multimètre numérique.

Figure 1. Le circuit de conversion transforme en tension continue les impulsions fournies par le capteur anémométrique. Il comprend un multivibrateur monostable suivi d'un intégrateur et d'un tampon.



- ES1 ... ES3 = IC1 - 4016
- N1 ... N4 = IC2 - 4093
- A1 ... A4 = IC3 - TL 084
- A5 = IC4 - LF 356

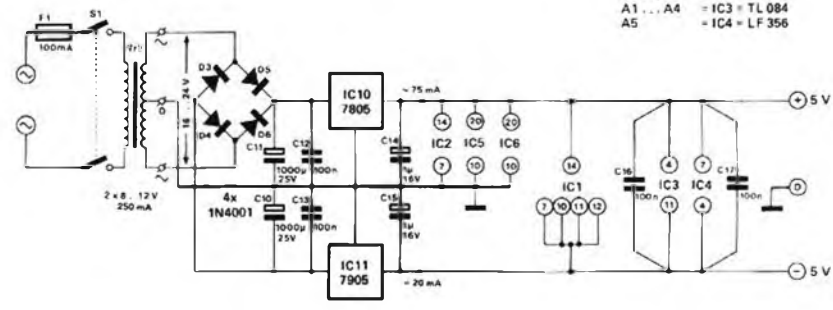


Figure 2. La mémoire.
Les valeurs extrêmes de la vitesse du vent sont mémorisées. Le compteur IC7 contient la valeur maximale, IC8 contenant quant à lui la valeur minimale. En permanence, le contenu des compteurs est comparé à la vitesse instantanée du vent par l'intermédiaire du convertisseur N/A et de l'ensemble construit autour de A1...A4. Lorsque les conditions météorologiques (le vent uniquement) l'exigent, le contenu du compteur correspondant prend une nouvelle valeur fonction de la valeur extrême concernée.

Le circuit de mémorisation

On retrouve son schéma en figure 2. On ne peut pas dire qu'il s'agisse d'un circuit simple; cela est dû au fait qu'il n'est pas aisé de mémoriser une valeur analogique pendant une durée importante. Pour cette raison, nous commençons par transformer cette valeur analogique en son équivalent numérique qui est ensuite mémorisé dans un compteur. Si l'on désire connaître à tout moment les valeurs extrêmes de la vitesse du vent au cours d'une période donnée, il est indispensable de comparer à tout instant la vitesse instantanée du vent avec les valeurs extrêmes précédemment mémorisées. Cette comparaison ne peut se faire qu'entre éléments similaires, raison pour laquelle la valeur numérique commence par être transformée en son équivalent analogique grâce à un convertisseur N/A (numérique/analogique). IC7 et IC8 constituent les "mémoires" des vitesses maximale et minimale du vent. Il s'agit de compteurs binaires doubles sur quatre bits. Le bouton-poussoir S2 permet de remettre les compteurs à zéro. L'entrée d'horloge de chacun des compteurs est connectée à un générateur de signaux rectangulaires (N1 pour IC7 et N2 pour IC8) travaillant à une fréquence de 200 Hz environ. Les amplificateurs opérationnels

A2 et A4 permettent de mettre en fonction ou de couper les deux générateurs que nous venons de mentionner. Les diodes D1 et D2 et les résistances R9 et R10 doivent empêcher l'application incongrue d'une tension négative sur les entrées de N1 et de N2 (il ne faut pas oublier que l'alimentation des amplificateurs opérationnels est symétrique). Des tampons haute-impédance (tri-state) sont connectés aux sorties de IC7, tandis que les sorties de IC8 sont reliées à des tampons haute-impédance inverseurs. Les sorties de ces différents tampons sont connectées aux entrées d'un convertisseur N/A, IC9. L'oscillateur construit autour des portes N3 et N4 (travaillant à une fréquence située aux alentours de 100 Hz) détermine lequel des deux compteurs est relié aux entrées du convertisseur N/A. Lorsque c'est la sortie de N3 qui se trouve au niveau logique bas, les tensions de sortie de IC7 sont transmises à IC9; lorsque c'est au tour de la sortie de N4 de se trouver au niveau logique bas, les signaux de sortie inversés de IC8 sont transférés à IC9. Les tampons du compteur non sélectionné présentent une haute impédance. En fonction des signaux d'entrée numériques qui sont appliqués au convertisseur N/A, ce circuit intégré fournit une tension de sortie comprise dans un domaine allant de 0 à

1 V. Cette tension continue est disponible à la sortie de l'amplificateur opérationnel A5. L'ajustable P2 permet de fixer la tension de sortie maximale.

Le circuit comparateur est construit à l'aide des commutateurs électroniques ES1, ES2 et des amplificateurs opérationnels A1, A2, A3 et A4. Un troisième commutateur électronique ES3 et le transistor T1 commandent les deux premiers commutateurs électroniques mentionnés. ES3 et T1 permettent d'adapter le signal de sortie de l'oscillateur N3/N4 à la tension d'alimentation symétrique utilisée dans l'ensemble comparateur. ES1 se ferme dès l'instant où IC7 est connecté à IC9. Le condensateur C5 se charge par l'intermédiaire de R7 jusqu'à atteindre le niveau de la tension continue fournie par A5. A1 sert de tampon pour C5, puis cette tension est comparée à la tension instantanée "due au vent momentané" par l'intermédiaire de A2. Dans le cas inverse (IC8 est relié à IC9), c'est ES2 qui est fermé. Dans ces conditions, le condensateur C6 se charge et la tension disponible à la sortie du tampon A3 est comparée à la tension "vent momentané" par l'intermédiaire de A4.

Après avoir vu la partie théorique, intéressons-nous maintenant au fonctionnement de l'appareil. Le signal de sortie du circuit de conversion arrive à A2, A4 et au commutateur S3. Si ce commutateur se trouve en position médiane, l'affichage indique la vitesse du vent instantané. Par l'entremise de A2 et de A4, cette tension instantanée est comparée à la tension existant aux bornes de C5 et de C6. La tension aux bornes de C5 représente la valeur maximale, celle existant aux bornes de C6 la valeur minimale. Si la valeur de la tension instantanée dépasse celle de la tension sur C5, la tension de sortie de A2 passe à +5 V. Ceci libère l'oscillateur N1 et le contenu du compteur IC7 augmente. En conséquence, la tension régnant aux bornes de C5 augmente. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que la tension aux bornes du condensateur soit très légèrement supérieure à la tension instantanée. A cet instant, la sortie de A2 bascule à -5 V et l'oscillateur N1 est bloqué. Sachant que le compteur ne peut être qu'incrémenté, il conserve la valeur la plus élevée. Ainsi, dès que la valeur instantanée dépasse le contenu du compteur, l'état de celui-ci s'adapte à cette nouvelle valeur maximale.

Le principe de fonctionnement pour la mémorisation de la valeur minimale est quasiment identique. La tension aux bornes de C6 est comparée à la valeur instantanée. La seule différence est que la sortie de A4 monte à +5 V lorsque la valeur instantanée est inférieure à la tension aux bornes du condensateur. Dans ces conditions, l'oscillateur N2 est libéré et le compteur IC8 se met à compter. Sachant que les portes N13...N20 sont inverseuses, la tension de sortie du convertisseur N/A diminue, de sorte que la tension aux bornes de C6 diminue elle aussi. De cette manière, on obtient une diminution de la tension régnant sur C6 lors d'une augmentation du contenu du compteur. Chaque fois que la tension

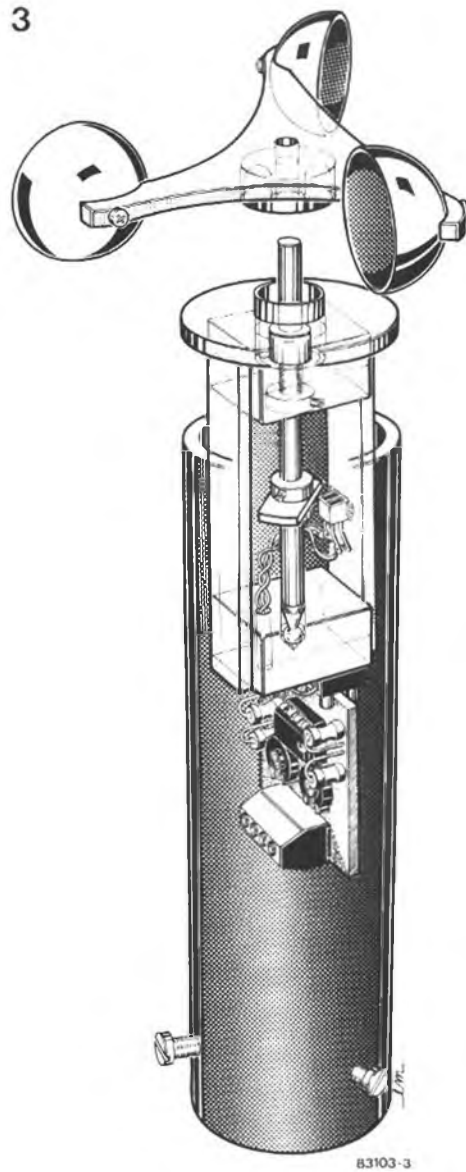
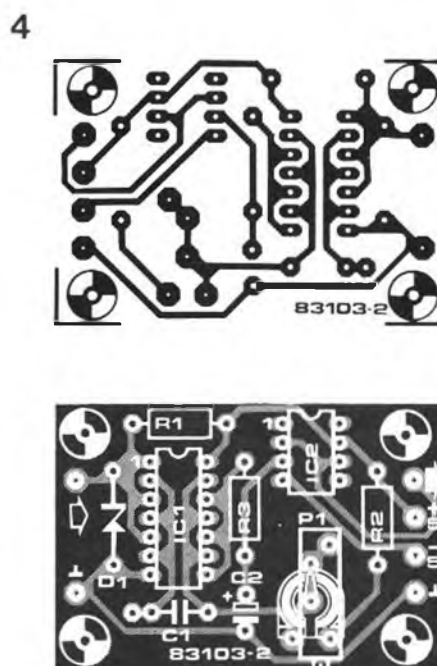


Figure 3. Pour peu que l'on ait quelques dons de bricoleur, on pourra construire soi-même le capteur anémométrique. Le dessin donne une vue éclatée d'un exemple de réalisation.



Liste des composants
Circuit de conversion

Résistances:
R1 = 4k7
R2 = 10 k
R3 = 330 k
P1 = 50 k ajustable

Condensateurs:
C1 = 100 n
C2 = 10 µ/6 V tantale

Semiconducteurs:
D1 = zener 4V7/400 mW
IC1 = 40106
IC2 = CA 3140

Divers:
Galvanomètre 100 µA
(autres galvanomètres possibles moyennant correction à l'aide de résistances)
Capteur: anémomètre type WM13

Figure 4. Représentation du dessin du circuit imprimé pour le circuit de conversion.

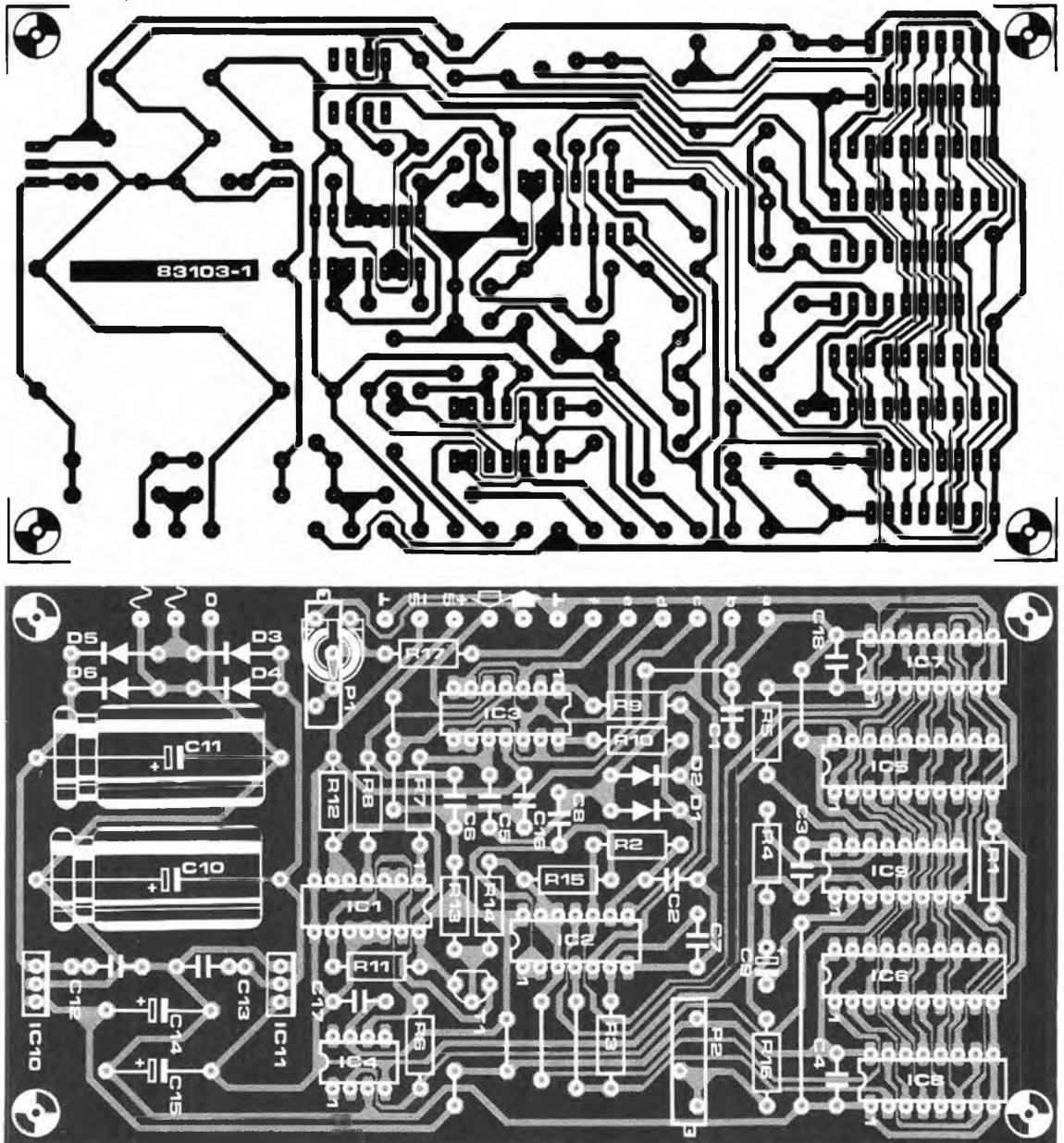


Figure 5. Représentation du dessin du circuit imprimé sur lequel prennent place l'alimentation et le circuit de mémorisation de notre anémomètre.

instantanée tombe en-dessous de la valeur minimale mémorisée dans le compteur, l'état de celui-ci est modifié pour correspondre à ce nouvel état de fait.

La seule raison qui nous ait poussé à mettre en œuvre cette commutation continue entre les deux compteurs est d'éviter de devoir utiliser un second convertisseur N/A; elles sont loin d'être bon marché ces "bêtes-là" !!!

Comme indiqué précédemment, une pression sur le bouton-poussoir S2 permet de remettre les "mémoires" à zéro. Cela permet de faire des relevés à intervalles fixes (toutes les 12 ou 24 heures par exemple). Le commutateur S3 permet de lire les valeurs extrêmes; lorsque celles-ci ont été relevées, une pression sur S2 et on repart pour la période d'observation suivante.

Les valeurs à donner à R17 et P1 sont fonction de la sensibilité du galvanomètre choisi; en cas d'utilisation d'un galvanomètre à bobine mobile de $100 \mu\text{A}$, R17 aura une valeur de $6\text{k}\Omega$ et P1 sera un 5k .

L'alimentation ne demande guère d'explications. Deux régulateurs intégrés fournissent une tension d'alimentation symétrique de $\pm 5\text{V}$.

Le capteur anémométrique

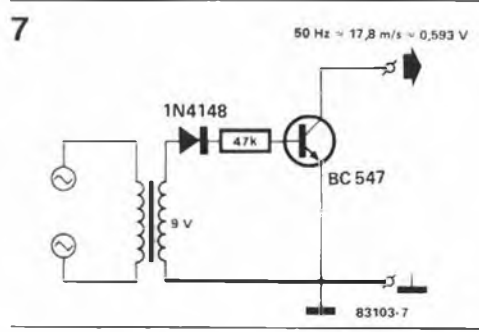
Plusieurs fabricants proposent des capteurs anémométriques rotatifs. Leur prix moyen reste malheureusement relativement élevé; la plupart approchent les 1000F . Le capteur le moins cher que nous ayons trouvé coûtait aux alentours de 350F . Sa référence: WM-13. Notre montage a été réalisé avec un capteur de ce type. Il fournit un nombre d'impulsions fixe à une vitesse du vent bien déterminée. La procédure de réglage décrite ultérieurement s'applique à ce type de capteur anémométrique.

Nous avons tenté de construire notre propre capteur anémométrique; cela est loin d'être une sinécure, mais ceux d'entre nos lecteurs qui ont quelques dons pour le bricolage (et qui n'en pas aujourd'hui ???) peuvent



Figure 6. Exemple d'échelle donnant les correspondances entre l'échelle de Beaufort, les nœuds et les mètres/seconde.

Figure 7. Circuit additionnel générant la fréquence de 50 Hz permettant de régler le circuit de conversion.



Liste des composants

Circuit de mémorisation

Résistances:

- R1...R3,R14,R15 = 470 k
- R4,R5 = 1 k
- R6 = 1 k 1 %
- R7...R10 = 10 k
- R11,R12 = 47 k
- R13 = 100 k
- R16 = 2k7
- R17 = voir texte
- P1 = voir texte
- P2 = 2k2 10 tours

Condensateurs:

- C1,C4...C6,C8,C12, C13,C16...C18 = 100 n
- C2,C7 = 47 n
- C3 = 10 n
- C9 = 10 µ/6 V tantale
- C10,C11 = 1000 µ/25 V
- C14,C15 = 1 µ/16 V

Semiconducteurs:

- D1,D2 = AA119
- D3...D6 = 1N4001
- T1 = BC 557B
- IC1 = 4016
- IC2 = 4093
- IC3 = TL 084
- IC4 = LF 356
- IC5 = 74LS244
- IC6 = 74LS240
- IC7,IC8 = 4520
- IC9 = DAC 0808 (National Semiconductor)
- IC10 = 7805
- IC11 = 7905

Divers:

- S1 = interrupteur secteur bipolaire
- S2 = bouton poussoir (contact travail)
- S3 = commutateur 1 circuit, 3 positions
- F1 = fusible 100 mA retardé
- Tr1 = transfo secteur 2 x 8... 12 V/250 mA

fort bien arriver à construire un capteur très honnête. Le dessin de la figure 3 donne une vue éclatée de ce que l'on peut tenter de faire soi-même. Le seul problème que pose ce capteur-fait-maison est qu'il n'est pas étalonné, et qu'il est de ce fait difficile de faire des mesures précises de la vitesse du vent, à moins de pouvoir effectuer une comparaison précise avec un autre capteur (étalonné celui-ci).

Le capteur anémométrique sera monté à un endroit qui le mettra à l'abri de perturbations dues à la proximité qui d'une cheminée, qui d'une antenne, obstacles qui "faussent" les vents. La meilleure façon de fixer le capteur est de le positionner sur l'équerre fournie par le fabricant du capteur anémométrique.

Construction de la partie électronique

L'utilisation d'un circuit imprimé produit à partir des dessins des figures 4 et 5 garantit les meilleures chances de succès, lors de la construction des sous-ensembles de conversion et de mémorisation de l'anémomètre. Lorsque le montage de ces deux circuits est terminé, on pourra les mettre dans un boîtier qui recevra également les bouton-poussoir, galvanomètre, transformateur et autres commutateur et inverseur. La figure 6 donne une échelle parfaitement adaptée à notre anémomètre, avec les correspondances entre l'échelle de Beaufort, les nœuds et les mètres/seconde.

Il est temps maintenant de passer au réglage de l'ensemble. Le réglage du sous-ensemble de conversion exige l'utilisation d'un petit montage additionnel décrit en figure 7. Ce petit circuit (que l'on retrouve d'ailleurs fréquemment: pour construire un compte-tours électronique, par exemple) fournit une fréquence de 50 Hz; pour le réglage, il est branché à l'entrée du sous-ensemble

de conversion. En cas d'utilisation du capteur WM-13, il faut agir sur P1 de manière à obtenir en sortie de IC2 une tension de 0,593 V (à mesurer avec un multimètre numérique, bien évidemment). En cas d'utilisation d'un type de capteur différent, il faudra effectuer les calculs nécessaires pour trouver la tension de sortie adéquate. Supposons que nous voulions disposer d'une échelle "grim pant" jusqu'à 30 m/s et que la tension de sortie maximale atteigne 1 V; on peut dans ces conditions calculer quelle vitesse de vent correspond à une fréquence de 50 Hz et quelle tension de sortie correspond à cette dernière fréquence. Le fabricant du capteur anémométrique indique en effet le nombre d'impulsions par seconde produit par celui-ci à une vitesse du vent bien déterminée.

On trouve dans le commerce des capteurs anémométriques dont la détection de la vitesse de rotation est optique et non magnétique. Aucun problème, le montage fonctionne parfaitement avec ce type de capteur également. La procédure d'étalonnage est la même que celle que nous venons de décrire.

Il nous reste, pour finir, à régler la tension de référence du convertisseur N/A. A nouveau, l'utilisation d'un multimètre (numérique) précis est indispensable. Le multimètre est connecté à la broche MIN de S3 (ou à la sortie de A3). On agit ensuite sur S2 que l'on maintient enfoncé pendant que l'on règle P2 de manière à ce que le multimètre indique 1 V très précisément. Ensuite, S2 restant enfoncé, on agit sur P1 de façon à obtenir le débattement pleine échelle du galvanomètre. Nous venons de terminer l'étalonnage et le réglage du montage.

Une petite astuce encore: il peut être intéressant de disposer de deux échelles, l'une de 0...10 m/s, l'autre de 0...30 m/s par exemple. Il est très facile de réaliser cette modification. Il suffit d'ajouter un inverseur donnant le choix entre une sortie sur R17 et P1 d'une part, et une sur R17' et P1' (qui auront une résistance 3 fois plus élevée environ que leurs homologues). On agit sur ce dernier potentiomètre de manière à obtenir le débattement pleine échelle du galvanomètre pour une tension de 0,333 V (sur la gamme 0...10 m/s).

Autres applications

Le circuit de mémorisation conçu pour cet anémomètre est relativement universel. On peut lui imaginer d'autres applications que celle indiquée ici. On pourrait par exemple s'en servir pour mémoriser les valeurs extrêmes de la température d'un thermomètre électronique. On montera dans ce cas le circuit de mémorisation et l'on remplacera le circuit de conversion donné ici par un circuit mesurant la température et convertissant celle-ci en une tension continue de 1 V au maximum. On équipera dans ce cas le galvanomètre d'une échelle graduée... en degrés (évidemment !!!).

La plupart des ordinateurs domestiques ont le BASIC pour "langue maternelle". En fait, il serait plus exact de parler *des* BASIC, car presque chaque système à son dialecte propre. Ce qui rend à peu près impossibles les échanges directs (par modem ou cassette) de programmes entre ordinateurs différents (cette impossibilité existe même parfois entre systèmes issus d'une même famille). Dura lex, sed lex... c'est la loi du marché ! Plutôt que de nous y attarder, contournons cet obstacle avec le Basicode qui est un *standard de communication universel conçu pour l'échange direct de programmes en BASIC* entre systèmes par ailleurs sans aucune affinité élective et apparemment inconciliables. S'agit-il d'une velléité promise à un échec prochain ou est-ce le début d'un nouvel espéranto ? C'est à vous, lecteurs, d'en décider.

basicode-2

un standard
pour
l'échange de
programmes
écrits en
BASIC!

Il y a deux ans environ, les responsables d'une émission de radio d'une chaîne néerlandaise émettaient l'idée de créer un standard pour réconcilier les BASIC ennemis et les ordinateurs de marque et de conception différentes. Le premier obstacle rencontré surgit au niveau du vecteur de transmission utilisé, à savoir le type de modulation du signal émis et/ou enregistré pour le transfert de données. Le deuxième obstacle de taille est la diversité des dialectes BASIC et leur irréductible incompatibilité dès qu'il s'agit de programmes un tant soit peu élaborés. Fallait-il abandonner l'idée ?

Il faut dire qu'il y avait là de quoi décourager les plus obstinés... Le temps a passé, et il existe désormais le standard Basicode qui porte au premier chef sur la mise en forme du signal audio de transmission. Cette standardisation autorise n'importe quel micro-ordinateur à charger des programmes émis par n'importe quel autre micro-ordinateur. Mais le standard Basicode ne se contente pas de régir le format du signal audio enregistré sur bande ou émis par radio ou téléphone, mais aussi, et c'est non moins important, la structure même des programmes: il impose une limitation du jeu d'instructions utilisables, une numérotation normalisée des lignes, un choix des variables et une gestion déterminée de l'écran.

Bien que jeune, le Basicode existe déjà en deux versions, dont la seconde fait appel à un certain nombre de routines standardisées elles aussi. C'est à cette seconde version que nous nous attacherons, puisque l'on peut la considérer comme plus "universelle" que la première. D'où l'appellation "Basicode-2"...

Le signal de transmission selon Basicode

Les deux fréquences utilisées par le format Basicode sont 1200 et 2400 Hz. Un niveau logique bas correspond à une période complète de 1200 Hz, tandis qu'un niveau logique haut correspond à deux périodes

complètes de 2400 Hz. La transmission est sérielle et le taux est de 1200 bauds. Le format utilisé est le suivant:

- 1 bit de départ (niveau logique bas)
- 8 bits de données (le bit de poids le plus faible en premier)
- 2 bits d'arrêt (niveau logique haut).

Le fichier BASIC est transmis caractère par caractère, exactement sous la forme obtenue à l'aide d'une instruction LIST. Il n'est pas fait usage de la notation interne au système: tous les chiffres, toutes les lettres et tous les autres caractères et signes apparaissent sous la forme de leur code ASCII (à noter que le huitième bit - de poids le plus fort - est toujours forcé au niveau logique haut). Chaque instruction BASIC doit être suivie d'un espace, tandis que chaque ligne doit être achevée par un CR (retour chariot; hex 8D).

Un programme complet est transmis comme suit:

- un signal d'en-tête de 5 secondes consistant en une fréquence fixe de 2400 Hz
- un caractère ASCII STX (*start of text*; début de texte) hex 82
- la séquence des codes ASCII de tous les caractères du programme BASIC
- un caractère ASCII EOT (*end of text*; fin de texte) hex 83
- une somme de vérification
- un signal de fin de transmission de 5 secondes consistant en une fréquence fixe de 2400 Hz.

La somme de vérification est un procédé bien connu qui permet, comme son nom l'indique, de comparer rapidement les caractères reçus aux caractères émis. La somme consiste en une opération EXOR appliquée systématiquement à chaque octet transmis sans qu'il soit tenu compte de la retenue, de sorte que la somme de vérification ne comporte toujours qu'un seul octet, quelque soit le nombre d'octets transmis et leur somme arithmétique réelle.

Le protocole Basicode-2

Conventions générales

Les instructions admises sont celles d'une police supposée commune à tous les sys-

tèmes susceptibles de communiquer à l'aide du protocole Basicode. Le tableau 1 en donne la liste (sur laquelle nous reviendrons plus tard).

Certains numéros de lignes sont réservés à des routines à fonction déterminée, notamment des opérations qu'il n'est pas possible d'effectuer directement en BASIC standard. C'est encore un point dont nous aurons à reparler. Ces routines ne sont pas transmises avec le programme BASIC; elles font partie du programme de conversion Basicode et devront être chargées séparément avant l'exécution du programme transmis.

Le format de l'écran est fixé à 24 lignes de 40 caractères. Comme il existe des systèmes aux performances inférieures à ce standard exigeant, il est préférable de ne pas utiliser plus de 16 lignes par écran, ainsi que les maintenir aussi courtes que possible. Une ligne ne doit pas comporter plus de 60 signes, numéro de ligne, espaces et CR inclus.

La structure des programmes

Le protocole de numérotation des lignes selon Basicode-2 est le suivant:

0 à 999: zone réservée aux routines ("obligées") spécifiques au système pour lequel elles ont été écrites. Elles sont fournies par le programme de conversion ou sont chargées séparément.

1000: première ligne du fichier proprement dit. Sa forme est obligatoirement la suivante:

```
1000 A = valeur: GOTO 20
REM nom du programme
où valeur est le nombre maximal de caractères utilisés par toutes les chaînes de caractères. Le saut vers la ligne 20 permet aux ordinateurs qui en ont besoin de réserver une zone de mémoire pour les chaînes de caractères.
```

1010: première ligne disponible pour le programme proprement dit.

1010 à 32767: zone disponible pour ce programme.

La structure interne des programmes n'a pas été uniformisée, bien qu'il existe quelques recommandations auxquelles il est conseillé d'accorder le plus possible

d'attention:

1000 à 19999: zone réservée au programme principal

20000 à 24999: zone réservée aux sous-programmes du programme principal, comportant des instructions interdites par Basicode-2.

25000 à 29999: données (data statements)

30000-32767: instructions REM et commentaires; à la fin, nom et adresse de l'auteur du programme.

L'incrémentation recommandée pour les numéros de ligne est de 10. Les sous-programmes de 20000 à 24999 doivent être évités autant que possible; s'il n'y a aucun moyen de s'en passer, il faut veiller à les commenter efficacement.

Les routines standard de Basicode-2

La structure de ces routines est, dans une large mesure, spécifique au système. De sorte que l'on ne trouvera aucun exemple détaillé ci-après, mais uniquement une description de leur fonction.

GOSUB 100: Cette routine efface le contenu de l'écran et remet le curseur en haut à gauche.

GOSUB 110: Avec cette routine, on place le curseur à un endroit déterminé; la position souhaitée doit figurer dans les variables HO (horizontal) et VE (vertical). Comme le format adopté est de 24 lignes de 40 caractères, les valeurs de HO et VE seront respectivement comprises entre 0 et 39, et entre 0 et 23. Les valeurs de HO et VE ne doivent pas être modifiées par cette routine.

GOSUB 120: Cette routine place les coordonnées du curseur dans les variables HO et VE; HO = 0 correspond à l'extrême gauche d'une ligne, tandis que VE = 0 correspond à la première ligne en haut de l'écran. Cette routine, associée à la précédente, pourra être utilisée pour déplacer le curseur.

GOSUB 200: Cette routine détermine si une touche est enfoncée et la mémorise, le cas échéant, à l'aide de la variable INS. Si aucune touche n'est enfoncée, INS est vide. En principe les caractères de commande peuvent être utilisés aussi, mais avec circonspection, car tous les systèmes ne les interprètent pas forcément de la même manière (à l'exception de la commande RETURN dont le code ASCII est 13 (décimal)).

GOSUB 210: Cette routine attend qu'une touche soit actionnée et la mémorise à l'aide de la variable IN\$. Notez que la routine précédente n'attend pas !

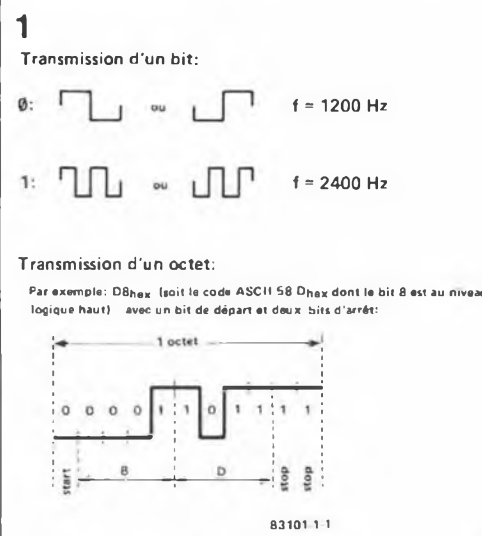
GOSUB 250: Lorsque c'est possible, cette routine assure l'émission d'un signal sonore dont la hauteur et la durée ne sont pas uniformisées.

GOSUB 260: Cette routine attribue à la variable RV un nombre aléatoire entre 0 et 1.

GOSUB 270: Cette routine calcule le nombre d'octets encore disponibles pour l'attribution de variables (les variables existantes ne sont pas effacées). La variable FR est attribuée à ce nombre.

GOSUB 300: cette routine fait de la variable SR une chaîne SR\$, laquelle ne doit comporter d'espace ni au début ni à la fin.

Figure 1. Le format de transmission selon Basicode-2. On notera que la transmission d'un octet commence toujours par le bit de poids le plus faible.



La déclaration STR\$ n'est pas autorisée par Basicode-2.

GOSUB 310: Cette routine établit une chaîne SR\$ de la façon suivante: le contenu de SR\$ est égal à la valeur de la variable SR, et ceci en notation à virgule fixe. La longueur totale de SR\$ compte CT caractères; le nombre de caractères après la virgule est déterminé par CN. Lorsque le nombre ne peut se conformer au format indiqué, SR\$ comporte CT astérisques. Si nécessaire, il y a arrondissement de SR. CT, CN et SR ne sont pas modifiés par cette routine. Par exemple: CT = 7, CN = 3 et SR = 0.6666; SRS sera " 0,667".

GOSUB 350: Cette routine assure l'impression de SR\$ sur l'imprimante, sans instruction de fin de ligne, de sorte qu'il reste possible d'accoler plusieurs chaînes de caractères sur une même ligne.

GOSUB 360: Emission des commandes CR et LF après une ligne à imprimer.

Variables

Pour garantir une interchangeabilité raisonnable des programmes, il a fallu fixer quelques règles d'attribution des variables:

- les variables numériques sont réelles et à simple précision;
- une variable ne sera jamais désignée par plus de deux caractères dont le premier doit toujours être une lettre. Pour les chaînes, on rajoute le signe "\$". L'utilisation des minuscules est prohibée dans la désignation des variables;
- pour les variables logiques, il n'est permis d'effectuer que des opérations "vrai ou faux", à l'exclusion de toute utilisation de valeurs de substitution éventuellement attribuées par l'ordinateur, comme par exemple + 1 pour "vrai", et 0 pour "faux";
- il ne convient pas de considérer que le lancement d'un programme assure automatiquement l'initialisation des variables;
- les chaînes ne peuvent comporter plus de 255 caractères;
- la première des deux lettres désignant une variable ne doit jamais être un "O", celui-ci étant réservé aux routines spécifiques au système, dites routines standard ou "obligées";
- les combinaisons de lettres suivantes sont interdites pour la désignation de variables: AS, AT, FN, GR, IF, PI, ST, TI, TI\$ et TO;
- pour les échanges entre le programme BASIC et les routines standard, il convient de faire usage des variables suivantes: HO, VE, FR, SR, CN, CT, RV, IN\$ et SR\$.

Autres limitations importantes

Le tableau 1 donne les instructions, opérateurs et déclarations utilisables avec Basicode-2. Même en-deçà de ces limites, les possibilités de variantes sont nombreuses, et une uniformisation est nécessaire. Le fond est toujours le même, aussi importe-t-il que la forme le soit aussi !

C'est pourquoi nous mentionnerons encore quelques détails importants. Ainsi, l'instruction GOSUB et l'instruction GOTO ne sont

pas acceptées avec une variable comme destination; la forme A = 1000: GOTO A est par conséquent à proscrire.

IF sera toujours suivi de THEN.

Par exemple IF...THEN A = 5 ou IF...THEN GOSUB 20000, ou encore IF...THEN 1000; tandis que la forme IF...THEN...ELSE est interdite.

Un INPUT ne doit jamais être suivi ni d'un texte à imprimer, ni de plus d'une seule variable.

Ainsi la forme INPUT "La valeur ="; A\$ est-elle interdite.

L'instruction RUN n'assure pas l'initialisation des variables. Il n'est pas permis de faire suivre l'instruction RUN par un numéro de ligne.

Avec l'instruction TAB, il ne faut pas oublier que certains ordinateurs commencent à compter à zéro, tandis que d'autres commencent à un !

La pratique

Voilà pour ce qui concerne l'essentiel des conventions à respecter si l'on veut utiliser le standard Basicode-2 pour la transmission de programmes en BASIC. Il resterait à examiner le programme de conversion et les routines "obligées" ou standard; mais comme celles-ci sont, par définition, spécifiques à chaque ordinateur, il est impossible de les détailler toutes. Un article entier a été consacré ailleurs dans ce numéro aux routines "obligées" du Junior Computer; nous y renvoyons le lecteur désireux de pratiquer le Basicode-2 avec le Junior Computer.

Aux Pays-Bas et, dans une moindre mesure, en République Fédérale d'Allemagne, la pratique du Basicode est généralisée, ou tout au moins bien rodée, alors qu'en France tout reste à faire. Dans les deux pays mentionnés ci-dessus, il existe des émissions de radio et de télévision consacrées (en partie) à l'émission de programmes à l'aide de ce standard.

Les responsables de l'émission Hobbyscoop de la radio néerlandaise, avec qui nous avons établi de bons contacts, nous ont déjà signalé que, ici ou là, des auditeurs français avaient manifesté leur intérêt. C'est bon signe ! En tous cas, voici les coordonnées de l'émission: dimanche soir, 19h10, Hilversum 2, NOS Hobbyscoop, en modulation de fréquence (ne peut être reçue en France) et en modulation d'amplitude (ondes moyennes, 747 kHz) dont la réception est possible dans les régions septentrionales de notre pays et sans difficulté en Belgique. Ce numéro comporte également un article dans lequel nous décrivons un circuit de remise en forme du signal FSK spécialement conçu pour permettre une bonne transmission des programmes, même lorsque les conditions de réception ne sont pas idéales. Voici d'autre part l'adresse des responsables de l'émission: Hans G. Janssen/Hobbyscoop, Postbus 1200, 1200 BE Hilversum, Pays-Bas. C'est à cette adresse que l'on peut notamment se procurer un fascicule contenant le protocole Basicode-2 complet (n'oubliez pas de signaler que c'est Elektor qui vous a mis la puce à l'oreille !).

ABS
AND
ASC
ATN
CHR\$
COS
DATA
DIM
END
FOR
GOSUB
GOTO
INT
IF
INPUT
LEFT\$
LEN
LET
LOG
MID\$
NEXT
NOT
ON
OR
PRINT
READ
REM
RESTORE
RETURN
RIGHT\$
RUN
SGN
SIN
SOR
STEP
STOP
TAB
TAN
THEN
TO
VAL

+ ↑ <<
- = < >
* < > =
/ >

Tableau 1. Instructions, déclarations et opérateurs utilisables avec Basicode-2.

circuits imprimés en libre-service

Vu l'enthousiasme des réactions à la suite de la publication des pages de "circuits imprimés en libre-service", nous avons décidé de poursuivre l'expérience et de publier dans les prochains numéros les dessins des circuits imprimés des montages qui y sont décrits. Nous avons choisi de ne pas inclure dans ces pages, pour des raisons de place et de difficulté de réalisation par un amateur, les circuits imprimés double face à trous métallisés de grande taille. Les dessins donnés par transparence (comme vus dans un miroir), devraient vous permettre de réaliser vos propres platines, si vous respectez les indications données ci-dessous.

Si vous avez décidé de réaliser votre circuit imprimé vous-même, pour quelque raison que ce soit, il faut commencer par faire un saut chez votre revendeur de composants habituel: il devrait pouvoir vous fournir une bombe aérosol de produit transparent (transparent spray). Ce produit rend le papier translucide, pour la lumière ultraviolette en particulier. Il faut également acheter soit du circuit imprimé photosensible dont on enduira le circuit imprimé.

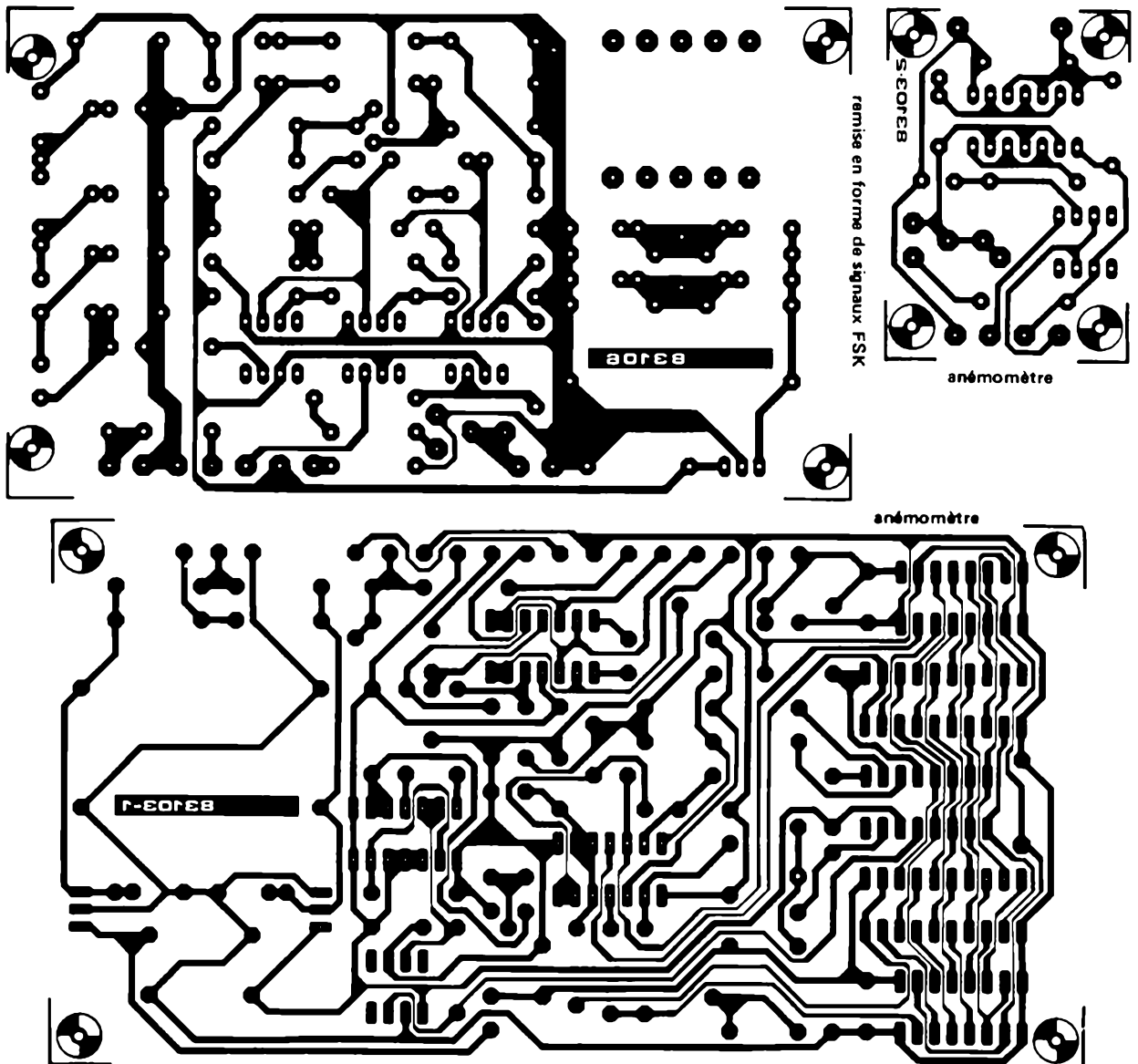
On recouvre la surface cuivrée photosensible ou photosensibilisée d'une bonne couche de produit transparent. La reproduction du dessin du circuit choisi est découpée et posée sur la surface humide, dessin appliqué sur le cuivre. On presse ensuite fortement de manière à éliminer les dernières petites bulles d'air qui auraient pu être emprisonnées entre les deux surfaces.

On peut maintenant exposer l'ensemble aux rayons UV. Il n'est pas nécessaire de poser une plaque de verre par dessus le tout, le produit transparent assure une bonne adhérence. Ne perdez pas trop de temps entre l'application du dessin sur le cuivre et l'insolation proprement dite, le produit devant assurer la transparence ayant tendance à sécher et à décoller du circuit imprimé. Si l'insolation doit durer un certain temps, il est préférable de mettre en place la plaque de verre que nous avons mentionnée plus haut, sans oublier dans ce cas-là d'augmenter la durée d'insolation légèrement, la plaque de verre constituant un léger écran pour les rayons UV. Le verre cristallin et le

plexiglas n'ont pas l'inconvénient que nous venons de souligner.

La durée d'insolation dépend de nombreux facteurs: le type de lampe UV utilisé, la distance lampe - circuit, le matériau photosensible, le type de circuit imprimé choisi. Avec une lampe UV de 300 W insolant un circuit situé à 40 cm la durée d'insolation d'un dessin recouvert de plexiglass peut varier entre 4 et 8 minutes.

A la fin du processus d'insolation, on retire le dessin du circuit imprimé (il devrait éventuellement pouvoir resservir), et on rince le circuit insolé à grande eau. On procède ensuite au développement de la surface photosensible dans une solution de soude caustique, (9 grammes pour 1 litre d'eau), on peut alors effectuer la gravure du circuit imprimé dans une solution de perchlorure de fer (Fe_3Cl_2 , 500 grammes pour un litre d'eau). Lorsque la gravure est terminée, on rince à grande eau (le circuit et les mains!!!) et on enlève la couche photosensible à l'aide d'une éponge à récurer. Il ne reste plus qu'à percer les trous.



64 K sur la carte 16 K DRAM

Elektor n° 63, septembre 1983, page 9-33

L'enfer est pavé de bonnes intentions. Nous nous sommes donné la peine de publier un dessin de circuit imprimé (figure 3) avec les corrections à effectuer, non sans préalables et scrupuleuses vérifications. Et pourtant, le mauvais génie des pistes cuivrées a encore frappé! Sur la figure 3, page 9-35, une liaison a été établie entre le +5 V (piste épaisse dans la partie supérieure) et la masse (piste épaisse dans la partie inférieure). C'est faux! Cette liaison, à l'extrême droite de la figure 3, est à établir entre le +5 V et la broche 8 d'IC 12... IC19, conformément aux indications de la figure 2 et du texte. Que les alimentations ayant subi un court-circuit ne nous tiennent pas rigueur de ce *lapsus cuivré*.

cadenas électronique à combinaison de trois chiffres

juillet/août 1983 page 8-01

Si on respecte le schéma, le cadenas se trouve doté d'une caractéristique pour le moins fâcheuse! En effet, il s'ouvre déjà en cas de pression continue sur la touche 5. Il suffit de procéder à une action prolongée sur les différentes touches et attendre que le cadenas s'ouvre... et ce n'est pas là le but de la manoeuvre...

Ce problème est résolu par la mise en série d'une résistance de 1 k dans la ligne reliant l'opto-coupleur à ES3 et par l'adjonction d'une diode sur les commutateurs électroniques ES2 et ES3. Il faut d'autre part diminuer la résistance de R7 et lui donner une valeur de 220 ohms.

vigi-LED n° 38

Juillet/Août 83 page 7-52

Il faut inverser la dénomination des points A et B de la figure 2. Comme le dit le texte, la source de référence (le schéma gauche de la figure 2) est appliquée au point B. Le point B est le point du dessin gauche, et inversement, le point A est le point relié à l'indicateur de température.

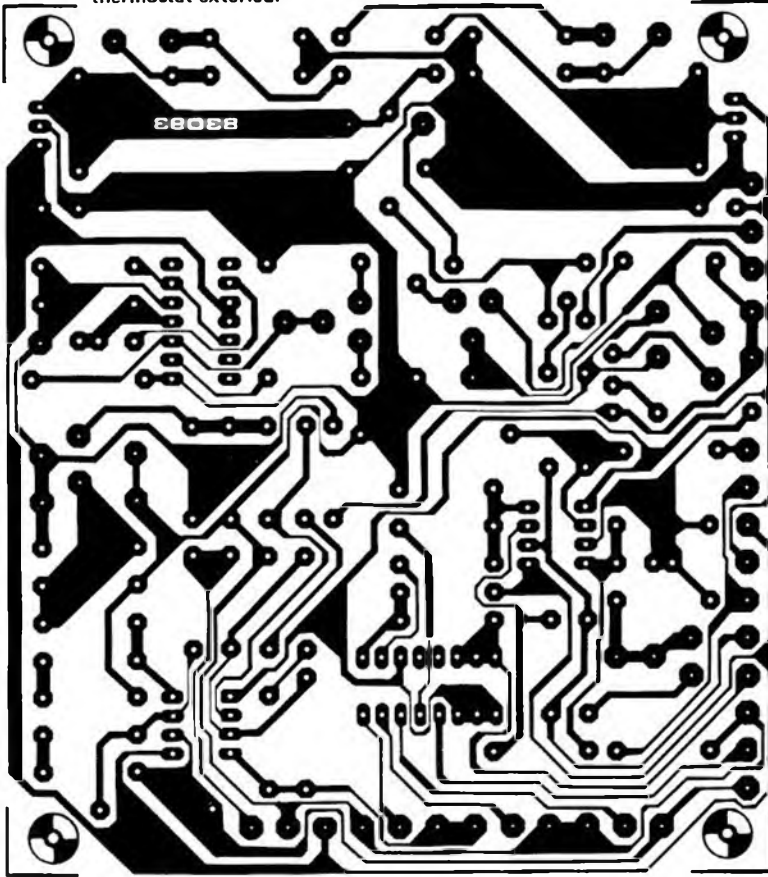
décodage morse avec le Z80A

mai 1983, page 5-48...

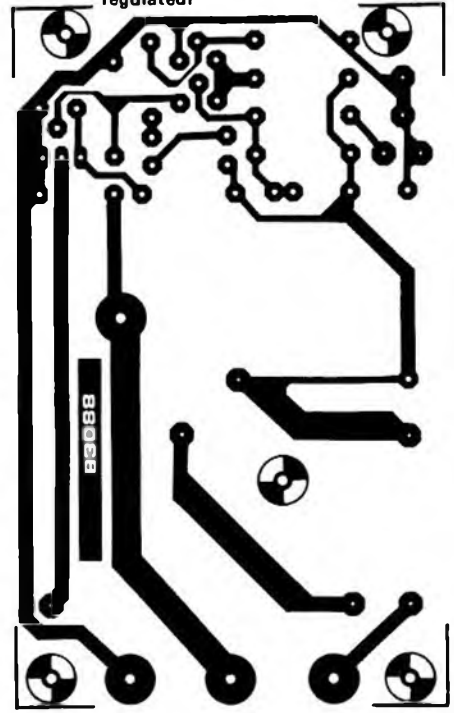
Le tableau 1 donnant le vidage mémoire de l'EPROM 2716 de la carte CPU Z80A utilisée pour le décodage morse comporte une inversion de lignes. Il faut intervertir les données des lignes 200 et 220. La ligne 200 ne contient que des 00.

service

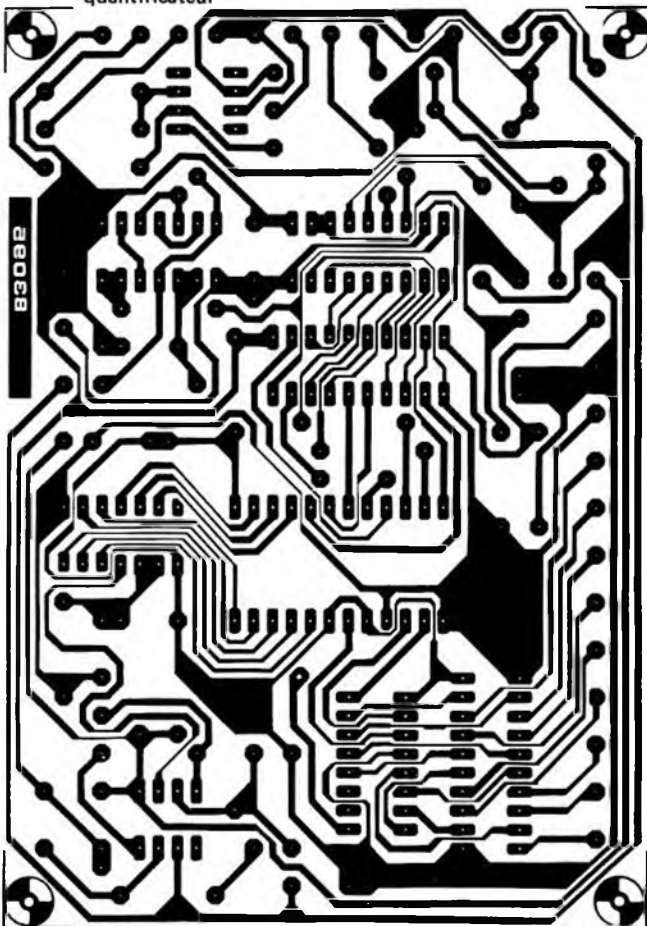
thermostat extérieur



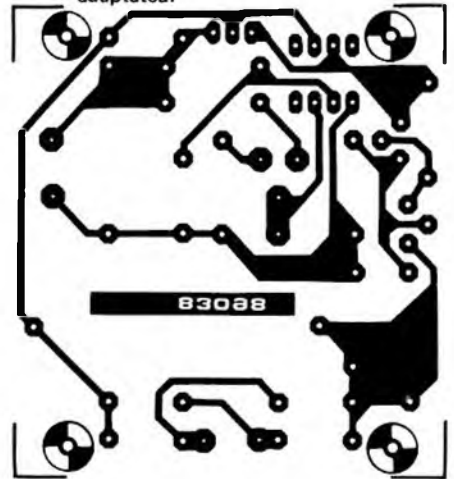
régulateur



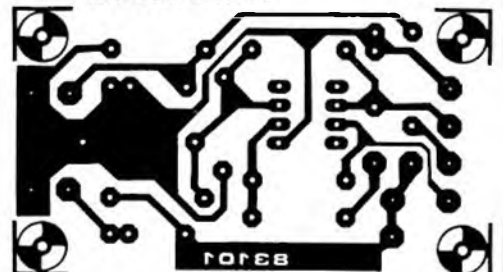
quantificateur



adaptateur



interface Basicode-2





Les adaptateurs pour le secteur ont fait leur apparition sur les étalages des grands magasins depuis belle lurette. Pas chers et très simples: il n'y a, par exemple, pas la moindre trace de stabilisation de la tension, sans parler de limitation de courant. Dès lors, un tel appareil "fait maison", s'il est muni d'une stabilisation convenable, se révèle plus intéressant, même s'il est un peu moins bon marché.

adaptateur pour le secteur

Lorsque l'on s'amuse à désosser un de ces adaptateurs pour le secteur de fabrication industrielle, on s'expose à de sérieux risques... de déception ! Le plus souvent, on n'y trouve rien de plus qu'un transformateur (éventuellement à secondaires multiples), un redresseur ou quatre diodes, et un condensateur de filtrage; un point, c'est tout ! Que l'on ne s'étonne pas de la médiocrité des résultats obtenus avec un tel engin comme alimentation de substitution d'un lecteur de cassette...

Ce n'est pourtant pas sorcier de doter l'adaptateur d'un circuit de stabilisation de la tension et de limitation du courant. On pense évidemment et immédiatement à mettre en œuvre un de ces régulateurs intégrés à trois broches dont les louanges ne sont plus à faire. Mais l'on ne pense pas toujours à certains composants "de fond de tiroir" encore parfaitement

utilisables. C'est du moins ce que nous avons pensé en concevant le circuit proposé ici. Comme on le voit sur la figure 1, le montage perd en compacité, mais ne perd rien en efficacité, et les composants utilisés sont vraiment de vieux coucous !

Le circuit

A gauche, on trouve le redresseur constitué de quatre diodes, précédé par un transformateur d'alimentation et suivi par le condensateur de filtrage C1. La partie du circuit entourant T1 et T2 est le dispositif de limitation du courant; nous y reviendrons. La bête de somme de cette alimentation, c'est le BD139, monté en transistor-série, dont la base est commandée par la sortie du comparateur de tensions IC1. On remarque que l'amplificateur opérationnel

du courant continu en basse tension disponible directement sur une prise murale (220 V).

1

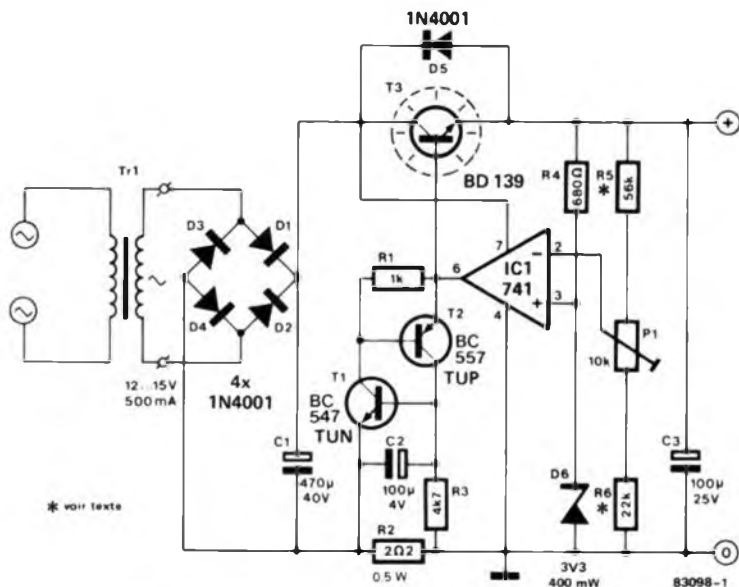


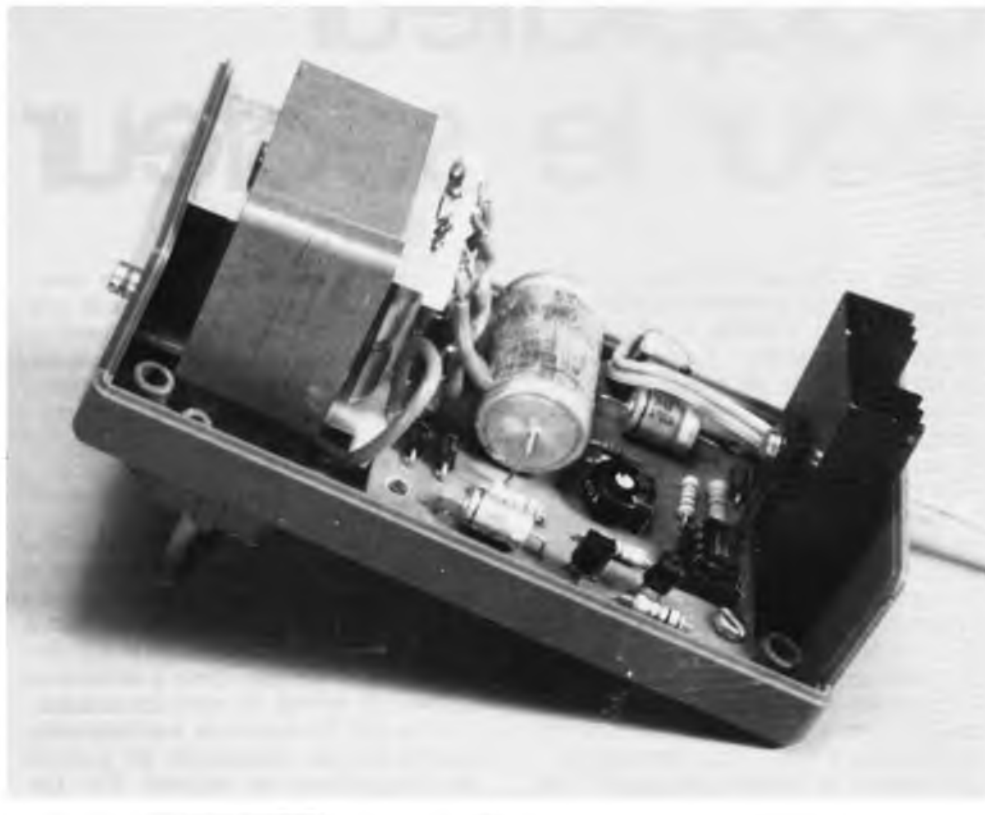
Figure 1. Le circuit de l'adaptateur pour secteur a été conçu dans l'idée de mettre en œuvre, autant que possible, des composants de fond de tiroir. Ce qui ne l'empêche pas d'avoir sa limitation de courant, sa protection thermique et sa tension de sortie variable.

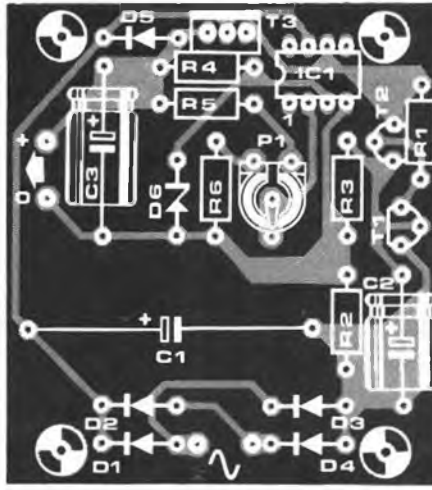
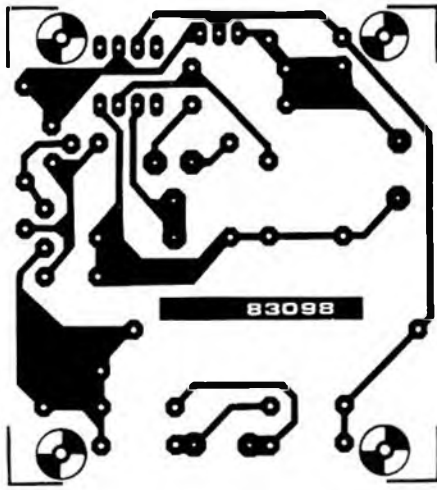
741 est alimenté par une tension prélevée en amont du transistor de régulation, ceci afin de ménager une plage de régulation aussi grande que possible. Le condensateur C3 contribue à lisser la tension de sortie. Voyons à présent le principe de la régulation. L'entrée non-inverseuse de IC1 est polarisée par une tension de référence que lui fournissent R4 et D6, tandis que l'entrée inverseuse reçoit la tension prélevée sur le curseur de P1, lequel constitue, avec R5 et R6, un diviseur de tension variable. Lorsque la tension de sortie du montage augmente, la tension à l'entrée inverseuse en fait autant. Le potentiel en sortie de IC1 baisse, de sorte que T3

devient moins conducteur. Lorsque la tension de sortie chute par contre, la tension sur l'entrée non-inverseuse est supérieure à la tension sur l'entrée inverseuse: le potentiel de sortie de IC1 a tendance à croître, et ainsi T3 redevient plus conducteur. Dans un cas comme dans l'autre, il s'établit une espèce d'équilibre entre la tension prélevée par le diviseur de tension en sortie et la tension de commande de la base de T3. C'est du moins ainsi que les choses se passent tant que la limitation de courant n'est pas effective. La résistance R2 tient lieu de senseur de courant. Lorsque la chute de tension à travers elle dépasse les quelques 0,6 à 0,7 V

Figure 2. Sur cette photographie apparaissent les détails de la mise en boîte de l'adaptateur dans un boîtier spécial (prise électrique mâle moulée).

2





adaptateur pour le secteur
elektor octobre 1983

Figure 3. Dessin des pistes cuivrées et sérigraphie pour l'implantation des composants de l'adaptateur pour secteur. Tous les composants, à l'exception du transformateur, y sont casés. On retrouve ce dessin dans les nouvelles pages spéciales "libre service" pour la reproduction par transparence.

Tableau 1.

Transfo	R5	P1	R6	Plage de tensions de sortie	
				théorique	effective
10 V	15 k	10 k	22 k	4,8... 7	4,3... 6,7
12 V	22 k	10 k	15 k	6,2...10,3	6,0...10,6
15 V	56 k	10 k	22 k	9,1...13,2	9,0...14,6

pour $I_{\text{sortie}} \approx 250 \text{ mA}$

Tableau 1. Les possibilités du circuit varient en fonction de la tension d'entrée disponible: la plage totale couvre toutes les tensions comprises entre 4,3 V et 14,6 V. Ceci doit pouvoir combler la plupart des lacunes où l'utilisation d'un tel circuit est envisageable.

nécessaires pour rendre T1 conducteur, celui-ci est traversé par un courant issu de la sortie de IC1 à travers R1 et s'écoulant vers la masse. Du fait de la chute de tension à travers R1, T2 (un transistor PNP) se met à conduire à son tour (son émetteur est à un potentiel plus positif que sa base). De sorte qu'il circule également un courant du collecteur de T2 vers la base de T1: les deux transistors s'entretiennent mutuellement en état de conduction. Le courant de base de T3 est maintenant dérivé vers la masse par le circuit que nous venons de décrire: ce transistor se bloque et la tension de sortie s'effondre. Cependant le courant de sortie de IC1 reste suffisant pour entretenir la conduction des transistors T1 et T2.

Ce circuit est très efficace contre les courts-circuits, mais il présente deux petits inconvénients: il n'est pas doté d'un dispositif indicateur et ne comporte pas d'organe d'initialisation. De sorte qu'après l'entrée en service du dispositif de limitation de courant (protection contre les courts-circuits) il n'y a guère qu'une solution pour revenir au mode de fonctionnement normal: débrancher tout le circuit pour le rebrancher aussitôt... ou plus tard, après avoir supprimé la cause du court-circuit ! Ce dispositif de limitation de courant tient également lieu de protection thermique. La tension base-émetteur nécessaire à l'entrée en conduction de T1 diminue au

fur et à mesure que la température augmente ($\Delta U_{BE} = -2\text{mV}/^\circ\text{C}$). Ainsi, lorsque la température augmente à l'intérieur du boîtier en raison d'une consommation importante, le dispositif de limitation sera mis en service plus rapidement.

Montage et mise en boîte

Tous les composants de l'adaptateur (hormis le transformateur) peuvent être logés sur le circuit imprimé, si l'on s'inspire du dessin des pistes de la figure 3. La photographie montre le prototype que nous avons réalisé avec un boîtier avec prise mâle moulée sur le fond. Il est important de prévoir des orifices d'aération judicieusement placés. Pour qui le souhaite, il y a également la possibilité de mettre un axe sur le potentiomètre P1, de sorte que celui-ci reste accessible directement de l'extérieur. Le tableau 1 donne les valeurs de R5, P1 et R6 à utiliser selon le type de transformateur disponible; on y trouve également les valeurs de tension de sortie théoriques et effectives (mesurées sur le prototype). Le courant de sortie maximal se situe entre 250 et 300 mA, avec une chute assez nette en cas de surchauffe (voir ci-dessus). L'ondulation résiduelle n'est que 2 mV crête à crête pour un courant de sortie de 250 mA.

Liste des composants

Résistances:

- R1 = 1 k
- R2 = 2,2 Ω /0,5 W
- R3 = 4,7 k
- R4 = 680 Ω
- R5 = 56 k*
- R6 = 22 k*
- P1 = 10 k ajustable
- *voir tableau 1

Condensateurs:

- C1 = 470 μF /40 V
- C2 = 100 μF /4 V
- C3 = 100 μF /25 V

Semiconducteurs:

- T1 = TUN
- T2 = TUP
- T3 = BD 139
- D1...D5 = 1N4001
- D6 = zener 3V3/400 mW
- IC1 = 741

Divers:

- Radiateur pour T3 (8,6 $^\circ\text{C}/\text{W}$)
- Boîtier avec prise électrique moulée (par exemple OKW 9021387)
- Tr1 = transformateur secteur 10...15 V/0,5 A (voir texte)

Décrire le standard Basicode-2 est une bonne chose (nous l'avons fait ailleurs dans ce numéro), mais cela ne suffit pas. Car, même si ce mode d'échange est encore quasi inconnu en France, il n'est pas difficile d'imaginer qu'il sera accueilli avec enthousiasme par tous les BASICophiles. La mise au point d'un accès pratique et original à ce nouveau code s'imposait. C'est chose faite aussi avec le présent article, qui décrit le mariage du Junior Computer et de son BASIC avec le standard Basicode-2. Dès lors, notre ordinateur préféré (le Junior Computer, bien sûr) est à même de pratiquer des échanges de programmes en BASIC avec toute autre machine accordée elle aussi au standard Basicode-2.

le Junior Computer et Basicode-2

un standard
de com-
munication
(en BASIC)
entre
ordinateurs de
familles
différentes

Comme nous l'avons déjà expliqué dans l'article décrivant le standard Basicode, celui-ci consiste non seulement en conventions régissant la transmission audio, le format des données, la structure des programmes et le jeu d'instructions utilisables, mais aussi en programmes de conversion et en routines dites standard, obligées ou spécifiques. Avec le Junior Computer, cet aspect est d'autant plus délicat que la machine existe en deux versions (avec ou sans DOS), pour lesquelles les routines diffèrent. De surcroît, le BASIC n'est pas rigoureusement le même non plus dans l'une et l'autre version. Qu'à cela ne tienne, nous nous y adapterons. Tout a été prévu pour le Junior Computer étendu avec KB9 et l'Elekterminal d'une part, et le Junior Computer avec DOS et l'Elekterminal d'autre part.

Les programmes de conversion

Le tableau 1 donne le listing source du programme de conversion écrit pour le Junior Computer étendu avec son BASIC KB9. Le programme pour le Junior Computer avec DOS n'en diffère que par quelques adresses, aussi n'en donnons-nous pas de listing détaillé. On trouve par contre les vidages en format hexadécimal correspondants dans les tableaux 2 (KB9) et 3 (DOS). Les zones mémoire occupées sont respectivement \$0200..059B et \$E000..E39B. Il s'agit de mémoire vive dans les deux cas. Il n'est pas recommandé de chercher à faire tourner ces programmes en mémoire morte (EPROM); il est préférable de les sauvegarder sur cassette ou sur disquette et de les charger en mémoire vive. Dans les paragraphes qui suivent, les informations divergentes concernant le Junior Computer avec DOS figurent entre parenthèses...

Le programme comporte une séquence d'écriture et une séquence de lecture, qui forment un tout que l'on peut sauvegarder sur bande ou sur disquette après

l'avoir introduit en mémoire (par le clavier):
SA = 0200, EA = 059C (DOS: SA = E000,
EA = E39C). Ensuite, il faut charger le
BASIC de la cassette (ou de la disquette).

Lecture

Il faut encore une petite interface (décrite à la fin de cet article) avant de pouvoir charger un programme en Basicode. La procédure de chargement est la suivante:
NEW (CR)
POKE8256,0:POKE8257,4:X=USR(X) (CR)
(POKE574,0:POKE575,226:X=USR(X))
(CR)

Sur les deux afficheurs de droite du Junior Computer apparaît le signe Ξ , indiquant qu'il n'y a pas de synchronisation. On lance le lecteur de cassette à présent. Tant que n'apparaît pas l'en-tête (2400 Hz; voir l'article décrivant le Basicode-2), ce signe saute d'un afficheur à l'autre; les données reçues ne sont pas valides. La synchronisation a lieu lorsqu'apparaît le signe \uparrow parfaitement stable sur les deux afficheurs. Lorsque commence la lecture des données, l'affiche indique le signe \downarrow qui doit rester immobile pendant toute la durée du chargement. En fin de chargement, si tout s'est bien passé, le Junior Computer effectue automatiquement un listage du programme reçu, et conclut la procédure avec le message "OK". Si le chargement ne s'est pas bien déroulé, il affiche le message "CHECKSUM ERROR".

Il est interdit d'interrompre le listage d'une manière ou d'une autre (n'actionner aucune touche tant que ce n'est pas fini !). A défaut de quoi on risque de perturber non seulement le programme de conversion Basicode-2, mais aussi le BASIC lui-même. Même si l'on constate des erreurs flagrantes en cours de listage, il ne faut pas intervenir avant le message final.

Il peut arriver que le Junior Computer ne détecte pas la fin du programme lu sur cassette. Si l'on actionne la touche RESET, il faudra procéder à un nouveau chargement de tout l'interpréteur BASIC.


```

0010:
0020: BASICODE WRITE PROGRAM FOR JUNIOR COMPUTER
0030: WITH KB-Y BASIC
0040:
0050: DATE:14-6-'81
0060:
0070: 0200   ORG 50200
0080:
0090: POINTERS IN PAGE ZERO (BASIC)
0100:
0110: 0200   INTER * 50004
0120: 0200   BFRSFL * 50072
0130: 0200   BFRSPM * 50076
0140: 0200   HIMEHL * 50084
0150: 0200   HIMEHM * 50085
0160:
0170: 6522-IC REGISTERS
0180:
0190: 0200   TOCL * 5180C
0200: 0200   TUCH * 51805
0210: 0200   TOLL * 51806
0220: 0200   TOLB * 51807
0230: 0200   ACR * 5180B
0240: 0200   TFR * 5180D
0250: 0200   IER * 5180E
0260:
0270: OUTPUT VECTOR (BASIC)
0280:
0290: 0200   OUTVL * 52A57
0300: 0200   OUTVM * 52A53
0310:
0320: TEMPORARY DATA BUFFERS
0330:
0340: 0200   SOVL * 503F0
0350: 0200   SOVM * 503F1
0360: 0200   SAVINL * 503F2
0370: 0200   SAVIMM * 503F3
0380: 0200   CHSUM * 503F6
0390: 0200   DFSTFL * 503F0
0400:
0410: EXTERNAL SUBROUTINE
0420:
0430: 0200   MESSY * 50559
0440:
0450:
0460: INITIALISE POINTERS
0470: TABLE ROUTINE STARTADDRESS TO OUTPUT VECTOR
0480:
0490:
0500: 0200   0200 AD 52 2A   SAVE LDA OUTVL
0510: 0200   0200 AC 53 2A   LDV OUTVM
0520: 0200   0200 BD F0 03   STA SOVL
0530: 0200   0200 BC F1 23   STY SOVM
0540: 0200   0200 A9 42   LDV INTR
0550: 0200   0200 AD 02   LDVIM TABLL /256
0560: 0200   0200 BD 52 2A   STA OUTVL
0570: 0200   0200 BC 53 2A   STY OUTVM
0580: 0200   0200 AC 04   LDA INTR
0590: 0200   0200 A4 05   LDV INTR
0600: 0200   0200 BD F2 03   STA SAVINL
0610: 0200   0200 BC F3 03   STY SAVIMM
0620: 0200   0200 A9 77   LDVIM SVCCAS /256
0630: 0200   0200 AD 02   STA INTR
0640: 0200   0200 B5 24   STY INTR
0650: 0200   0200 B4 03   LDV BFRSFL
0660: 0200   0200 A5 7E   LDV BFRSPM
0670: 0200   0200 AC 7F   STA STTABL
0680: 0200   0200 E0 49 02   STY STTABL
0690: 0200   0200 BC 4A 02   STA LDICABL
0700: 0200   0200 BC A8 02   STY LDICABL
0710: 0200   0200 BC A1 02   LDVIM SVCCAS
0720: 0200   0200 A9 00   STA CHSUM
0730: 0200   0200 BD F4 03   STA DESTFL
0740: 0200   0200 BD F8 23   LDVIM SBT
0750: 0200   0200 A9 02   STA SBT
0760:
0770: THIS ROUTINE IS CALLED BY BASIC AND PUTS THE
0780: LISTING OF THE PROGRAM IN A TABLE
0790:
0800:
0810:
0820: 0200   0200 C9 0A   TABLE CMPIM 00A
0830: 0200   0200 FD 30   BLD 00
0840: 0200   0200 09 80   ORAM SBT
0850: 0200   0200 BD FF FF   STTABL STA SFFFF
0860: 0200   0200 BD F4 03   ZOR CHSUM
0870: 0200   0200 BD 44 23   STA CHSUM
0880: 0200   0200 EE 49 02   INC STTABL
0890: 0200   0200 D2 03   BZE OUTOPM
0900: 0200   0200 E6 JA 02   INC STTABL
0910: 0200   0200 A5 05   LDA HIMEHM
0920: 0200   0200 CD 4A 02   CMP STTABL
0930: 0200   0200 DE 16   BNE OK
0940: 0200   0200 A5 84   LDA MEMEML
0950: 0200   0200 CD 49 02   CMP STTABL
0960: 0200   0200 D6 0F   RNE OK
0970: 0200   0200 A9 7F   LDVIM SFF
0980: 0200   0200 BD FB 03   STA DESTFL
0990: 0200   0200 A5 78   LDA GO ON
1000: 0200   0200 BD 49 02   STA STTABL
1010: 0200   0200 A5 79   LDA S2079
1020: 0200   0200 BD 4A 02   STA STTABL
1030: 0200   0200 60   OK RTS
1040:
1050:
1060: PROGRAM TO TAPE
1070:
1080:
1090: SVCCAS PHA
1100: 0200   0200 98   TZA
1110: 0200   0200 48   PHA
1120: 0200   0200 A9 0D   LDVIM S20
1130: 0200   0200 20 41 02   JSR TABLE
1140: 0200   0200 A9 03   LDVIM SBT
1150: 0200   0200 26 42 02   JSR TABLE
1160: 0200   0200 20 43 03   LDA CHSUM
1170: 0200   0200 20 48 02   JSR STTABL
1180: 0200   0200 A9 7F   LDVIM SFF
1190: 0200   0200 BD 0E 18   STA IER
1200: 0200   0200 A5 C4   LDVIM S20
1210: 0200   0200 BD 08 16   STA ACR
1220: 0200   0200 A9 01   LDVIM S21
1230: 0200   0200 BD 05 18   STA TOUCH
1240: 0200   0200 20 43 03   JSR HEADER
1250: 0200   0200 20 39 03   LDVIM S20
1260: 0200   0200 FF FF   LDVIM SFFFF
1270: 0200   0200 C4 00   LDVIM S00
1280: 0200   0200 4A 00   OUTCHM
1290: 0200   0200 48   PHA
1300: 0200   0200 B0 05   RCLM HIGH
1310: 0200   0200 20 39 03   JSR ZERO
1320: 0200   0200 70 03   RVS NEXT
1330: 0200   0200 46 03   HIGH ONE
1340: 0200   0200 60   NEXT PLA
1350: 0200   0200 80   BNE OUTCHM
1360: 0200   0200 D0 00   BNE OUTCHM
1370: 0200   0200 A0 01   LDVIM S20
1380: 0200   0200 46 03   JSR ONE
1390: 0200   0200 E0 02   INC LDVIM
1400: 0200   0200 03   BNE LDV
1410: 0200   0200 E0 01   INC LDV
1420: 0200   0200 AC 02   LDV LDV
1430: 0200   0200 A0 02   LDV LDV
1440: 0200   0200 C4 05   CPY MEMEML
1450: 0200   0200 A0 02   BNE CMPARE
1460: 0200   0200 E4 84   CPX MEMEML
1470: 0200   0200 D0 0A   BNE CMPARE
1480: 0200   0200 A5 78   LDA S2078
1490: 0200   0200 AD 03 03   STA LDVIM
1500: 0200   0200 A5 79   LDA S2079
1510: 0200   0200 BD A1 03   STA LDVIM
1520: 0200   0200 C4 0A 02   CMPARE CPY STTABL
1530: 0200   0200 D0 00   BNE LDVIM
1540: 0200   0200 49 02   STA STTABL
1550: 0200   0200 D0 00   BNE LDVIM
1560: 0200   0200 20 03   JSR HEADER
1570: 0200   0200 00 18   SPY ACR
1580: 0200   0200 F0 03   LDV SAVINL
1590: 0200   0200 AC F3 03   LDV SAVIMM
1600: 0200   0200 B5 04   STA INTR
1610: 0200   0200 04 05   STY INTR
1620: 0200   0200 AD F0 03   LDA SOVL
1630: 0200   0200 AC F1 03   LDV SOVM
1640: 0200   0200 BD 52 2A   STA OUTVL
1650: 0200   0200 BC 53 2A   STY OUTVM
1660: 0200   0200 AD F0 03   LDA DESTFL
1670: 0200   0200 F0 20   BEO RTN
1680: 0200   0200 A5 79   LDA S2079
1690: 0200   0200 B5 78   STA S2078
1700: 0200   0200 B5 79   STA S2079
1710: 0200   0200 C0 08   LDV S2078
1720: 0200   0200 A4 78   STA S2078
1730: 0200   0200 C0 08   LDV S2079
1740: 0200   0200 C0 08   LDV S2078
1750: 0200   0200 C0 08   LDV S2079
1760: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1770: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1780: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1790: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1800: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1810: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1820: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1830: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1840: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1850: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1860: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1870: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1880: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1890: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1900: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1910: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1920: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1930: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1940: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1950: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1960: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1970: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
1980: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
1990: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2000: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2010: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2020: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2030: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2040: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2050: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2060: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2070: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2080: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2090: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2100: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2110: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2120: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2130: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2140: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2150: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2160: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2170: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2180: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2190: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2200: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2210: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2220: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2230: 0200   0200 B4 7C   STY S2079
2240: 0200   0200 B4 7C   STY S2078
2250: 0200   0200 B4 7C   STY S2079

```

Il est préférable de ne pas interrompre l'ordinateur, mais de lui proposer la fin d'un autre programme Basicode sur cassette, ou de faire une nouvelle tentative de lecture de la fin du programme en cours de chargement. Peu importe que les données soient tout à fait fantaisistes, l'essentiel étant de ne quitter ni le BASIC, ni le programme de lecture par une interruption. Une nouvelle tentative de lecture du fichier intégral reste possible aussitôt que le Junior Computer aura émis un des messages de fin de lecture. Lorsque le programme à charger est trop long par rapport à la capacité de la mémoire, le message d'erreur est "OUT OF MEMORY". Si l'on désire effectuer tout de même un listing de la partie déjà chargée, il suffit d'effectuer la procédure suivante: POKE8256,156:POKE8257,4:X=USR(X) (CR)

(POKE574,156:POKE575,226:X=USR(X)) (CR)
Ecriture
 Pour mettre sur cassette un fichier BASIC avec le standard Basicode-2, la procédure à suivre est la suivante:
 POKE8256,0:POKE8257,2:X=USR(X):LIST (POKE574,0:POKE575,224:X=USR(X):LIST
 On lance le lecteur de cassette en position "enregistrement". Ce n'est qu'ensuite que l'on donne la commande CR ! Lorsque l'ordinateur se manifeste avec le message "OK", on peut arrêter le lecteur de cassette.
 On peut aussi ne mettre sur cassette qu'une partie du fichier (par exemple les lignes 1000-1090) en suivant la procédure suivante: POKE8256,0:POKE8257,2:X=USR(X):LIST1000-1090

0010:	BASIC CODE READ PROGRAM FOR JUNIOR COMPUTER	1450:	04C4 D0 03	RNE	INCPNT
0020:	WITH KR-9 BASIC	1460:	04CA EE C0 04	INC	LDIND #02
0030:		1470:	04CD AD 66 04	INCPNT	LDA STAIN0 #02
0040:		1480:	04D8 C0 C0 04	CMP	LDIND #02
0050:	DATE:14-6-'83	1490:	04D3 D8 16	RNE	RTBAS NOT END OF TABLE? THEN BRANCH
0060:		1500:	04D5 AD 65 04	LDA	STAIN0 #01
0070:	C400	0080:	04DB CD 0F 04	CMP	LDIND #01
0090:	000	0090:	04DB D8 1E	RNE	RTBAS
0100:		1510:	04DD AD F9 03	LDA	SIVL
0110:	C400	1520:	04E0 BD 57 24	STA	INVECL RESET INPUT VECTOR
0120:	F400	1530:	04E3 AD FA 03	LDA	SIVH
0130:	2400	1540:	04E6 BD 58 24	STA	INVECH
0140:	0400	1550:	04E9 AD F4 03	LDA	CISUM
0150:		1560:	04EC FD 05	REQ	RETURN NO CHECKSUM ERROR? THEN BRANCH
0160:		1570:	04EE AD 12	LDYIM \$12	
0170:		1580:	04F0 28 59 05	JSR	MESSY "CHECKSUM ERROR" MESSAGE
0180:	0400	1590:	04F3 AD F9 03	LDYIM \$25	
0190:	0400	1600:	04F5 28 59 05	JSR	MESSY "OK" MESSAGE
0200:	0400	1610:	04F8 A9 00	LDATA \$0D	CARRIAGE RETURN
0210:		1620:	04FA 60	RTS	
0220:		1630:	04FB 98	RTS	
0230:		1640:	04FC 60	RTS	
0240:	0400	1650:			
0250:	0400	1660:			
0260:	0400	1670:			
0270:		1680:			
0280:		1690:			
0290:		1700:			
0300:	0400	1710:			
0310:	0400	1720:	04FD 28 08 05	PERIOD JRR	HLFPER
0320:		1730:	0500 A9 82	LDYIM \$87	
0330:		1740:	0502 2C 0D 08	HLF	BIT IFR
0340:		1750:	0505 08 08 08	BEQ	MLI NO ACTIVE EDGE ON CA1-INPUT? THEN BRANCH
0350:		1760:	0507 0D 0D 08	STA	IFR CLEAR CA1 FLAG
0360:		1770:	050A A9 81	LDYIM \$81	
0370:		1780:	050C 0D 0C 08	ROR	PCB
0380:		1790:	050F 0D 0C 08	STA	PCB OPPOSITE ACTIVE CA1 EDGE DETECT
0390:		1800:	0512 A9 0F	LDYIM \$FF	
0400:		1810:	0514 AA	TAX	
0410:		1820:	0515 AD F6 1A	LDYIM \$1A	
0420:		1830:	0518 0E F5 1A	STX	CNTR GET ELAPSED TIME IN ACCU
0430:		1840:	051B AA	TAX	
0440:		1850:	051C 18	CLC	
0450:	0400	1860:	051D 6D F8 03	LDYIM \$03	
0460:		1870:	0520 0E F8 03	STX	CNTR PULL PERIODTIME IN ACCU
0470:		1880:	0523 60	RTS	HLFPER SAVE LANT HALF PERIODTIME
0480:		1890:			
0490:		1900:			
0500:		1910:			
0510:	0400 A9 7F	1920:			
0520:	0402 0D 0E 08	1930:			
0530:	0405 A9 00	1940:	0524 A9 55	BYT	LDYIM \$55
0540:	0407 0D 0C 18	1950:	0526 28 4D 05	JSR	NOSSYN
0550:	040A 0D F4 03	1960:	0529 AD 08	LDYIM \$08	SET BITCOUNTER
0560:	040D A9 73	1970:	052B 48	CPA	SAVE ACCU
0570:	040F 0D 02 1A	1980:	052E 28 0D 04	JSR	PERIOD
0580:	0412 A5 7E	1990:	052F CD F7 03	RMP	ZERO
0590:	0414 0D 65 04	2000:	0532 06 06	BCS	PNDZRO 1280HZ PERIOD? THEN BRANCH
0600:	0417 A6 7F	2010:	0534 2D 0D 04	JSR	PERIOD RECOND 2400HZ PERIOD
0610:	0419 08	2020:	0537 18	CLC	
0620:	041A E4 85	2030:	053B 08 01	ROR	SHIF
0630:	041C 0D 63	2040:	053A 18	CLC	
0640:	041E 0E 66 04	2050:	053C 6A	RORA	NEXT BIT TO ACCU
0650:		2060:	053D 08	DEY	
0660:	0421 A9 10	2070:	053E D8 E8	BNE	R8 NOT 8 BITS? THEN BRANCH
0670:	0423 0D F6 03	2080:	0540 48	PHA	
0680:	0426 A9 7E	2090:	0543 AD F4 03	LDYIM \$03	
0690:	0428 28 4D 05	2100:	0544 0D F4 03	STA	CISUM UPDATE CHECKSUM
0700:	042B 2D 0D 04	2110:	0547 68	PLA	
0710:	042E C9 22	2120:	0548 29 7F	ANDH	\$7F CLEAR BIT 7
0720:	0430 0D 0F	2130:	054A 68	RTU	
0730:	0432 C9 4F	2140:			
0740:	0434 0D 0E	2150:			
0750:	0436 E4 85 03	2160:			
0760:	0439 0D E0	2170:			
0770:	043B A8	2180:			
0780:	043C 28 4D 05	2190:			
0790:	043F 98	2200:	0549 A9 69	BYT	LDYIM \$69
0800:	0440 CD F6 1A	2210:	054D 08 1A	NOSSYN	LDYIM \$0D
0810:	0443 0D E6	2220:	0550 AD 02 1A	EOR	PBD
0820:	0445 0A	2230:	0553 49 02	EOR	SD2
0830:	0446 18	2240:	0555 0D 02 1A	>A	PBD
0840:	0447 28 08	2250:	0558 68	RTS	
0850:	0449 0D 0F 03	2260:			
0860:	044C 28 4D 05	2270:			
0870:	044F 28 08 05	2280:			
0880:	0452 CD F7 03	2290:			
0890:	0455 08 05	2300:	0559 A9 68 05	MESSY	LDYIM \$68
0900:	0457 08 08	2310:	055C C9 03	CPM	\$03
0910:	0459 28 08 05	2320:	055E F8 07	BEQ	MESEMD END OF TEXT CHARACTER?
0920:	045C CD F7 03	2330:	0560 28 14 13	JSR	TRCMA
0930:	045F 98 08	2340:	0563 C8	INY	
0940:	0463 28 24 05	2350:	0564 4C 59 05	JMP	MESSY
0950:		2360:	0567 68	MESEMD	RTS
0960:	0464 0D FF FF	2370:	0568 0D	MESS	= \$0D
0970:	0467 C9 03	2380:	0569 0A	"	= \$0A
0980:	0469 F8 21	2390:	056A 4F	"	= \$0A
0990:	046B E4 85 04	2400:	056B 55	"	= \$0A
1000:	046E 18 03	2410:	056C 54	"	= \$0A
1010:	0470 E4 66 04	2420:	056D 28	"	= \$0A
1020:	0473 A5 85	2430:	056E 4F	"	= \$0A
1030:	0475 CD 0E 04	2440:	056F 46	"	= \$0A
1040:	0478 0D 0F	2450:	0570 28	"	= \$0A
1050:	047A A5 84	2460:	0571 4D	"	= \$0A
1060:	047C CD C5 24	2470:	0572 45	"	= \$0A
1070:	047F 0D 08	2480:	0573 4D	"	= \$0A
1080:	0481 0D 00	2490:	0574 4F	"	= \$0A
1090:	0483 28 59 05	2500:	0575 57	"	= \$0A
1100:	0486 A9 67	2510:	0576 59	"	= \$0A
1110:	0488 0D 82 1A	2520:	0577 0A	"	= \$0A
1120:	048B 68	2530:	0578 0D	"	= \$0A
1130:		2540:	0579 03	"	= \$0A
1140:	048C 28 08 05	2550:	057A 0D	"	= \$0A
1150:	048F CD F7 03	2560:	057B 0A	"	= \$0A
1160:	0492 98 08	2570:	057C 43	"	= \$0A
1170:	0494 28 24 05	2580:	057D 48	"	= \$0A
1180:	0497 A9 67	2590:	057E 45	"	= \$0A
1190:	0499 0D 82 1A	2600:	057F 43	"	= \$0A
1200:	049C A5 7E	2610:	0580 48	"	= \$0A
1210:	049E 0D 0F 03	2620:	0581 53	"	= \$0A
1220:	04A1 A6 7F	2630:	0582 55	"	= \$0A
1230:	04A3 08	2640:	0583 4D	"	= \$0A
1240:	04A5 0E F4 04	2650:	0584 2D	"	= \$0A
1250:	04A7 AD 57 24	2660:	0585 45	"	= \$0A
1260:	04AA AC 58 24	2670:	0586 52	"	= \$0A
1270:	04AD 0D F9 03	2680:	0587 52	"	= \$0A
1280:	04B0 0C FA 03	2690:	0588 4F	"	= \$0A
1290:	04B3 A9 0C	2700:	0589 52	"	= \$0A
1300:	04B5 A8 04	2710:	058A 6A	"	= \$0A
1310:	04B7 0D 57 24	2720:	058B 0D	"	= \$0A
1320:	04BA 0C 58 24	2730:	058C 03	"	= \$0A
1330:	04BD 68	2740:	058D 0D	"	= \$0A
1340:		2750:	058E 03	"	= \$0A
1350:		2760:	058F 4F	"	= \$0A
1360:		2770:	0590 48	"	= \$0A
1370:		2780:	0591 48	"	= \$0A
1380:		2790:	0592 0D	"	= \$0A
1390:		2800:	0593 63	"	= \$0A
1400:		2810:	0594 0A	"	= \$0A
1410:	049E AD FF FF	2820:	0595 67	"	= \$0A
1420:	04A1 A8	2830:	0596 0A	"	= \$0A
1430:	04C7 28 14 13	2840:	0597 45	"	= \$0A
1440:	04C1 E4 0F 04	2850:	0598 57	"	= \$0A
		2860:	0599 6A	"	= \$0A
		2870:	059A 6D	"	= \$0A
		2880:	059B 63	"	= \$0A

Tableau 1. Le listing source complet du programme de conversion Basicode-2 pour le BASIC KB9 du Junior Computer avec carte d'extension. Pour le Junior Computer avec DOS, le programme est le même à quelques adresses près.

(POKE574,0:POKE575,224:X=USR(X):
LIST1000-1090)

Avant de procéder à l'écriture des données sur la bande, le fichier en BASIC est converti en une séquence de codes ASCII (format de l'instruction LIST) placée en mémoire vive en amont du fichier BASIC en mémoire de travail. Il peut donc arriver que la capacité de la mémoire soit insuffisante pour accueillir ces deux blocs de données simultanément. Dans ce cas, l'ordinateur émet le message "NEW" après avoir mis sur cassette le fichier BASIC. Autrement dit, le fichier original (en format BASIC, si l'on peut dire) n'existe plus en mémoire vive, mais subsiste toutefois sur cassette en format Basicode-2 (et éventuellement en format BASIC si l'on a pris soin de l'y mettre auparavant).

Les principes de la conversion

Pour les détails, on se référera au listing du tableau 1. Il ne sera question ici que de généralités importantes.

Le programme d'écriture

On notera, dans ce qui suit, l'importance de l'instruction X=USR(X). On remplace le vecteur OUTPUT du BASIC par l'adresse de départ d'une routine en langage machine (TABLE dans le programme d'écriture). Cette routine met en mémoire le code ASCII figurant dans l'accumulateur.

Lorsqu'il reçoit l'instruction LIST (dans les séquences POKE...: POKE...:X=USR(X): LIST), l'ordinateur se prépare à effectuer un listing du fichier sur l'écran et/ou sur l'imprimante. Comme le vecteur OUTPUT a été modifié, le fichier se voit transféré en amont du fichier BASIC original par la routine TABLE (vers laquelle pointe le vecteur OUTPUT). Ici le fichier est en format ASCII intégral (tel qu'il apparaît effectivement sur l'écran et non tel qu'il figure dans la mémoire de travail de l'interpréteur BASIC).

Une fois que le BASIC détecte la fin du fichier, il effectue un saut via l'adresse 0003...0005 vers SVECAS. Cette routine assure le transfert du nouveau fichier sur cassette, sous la forme d'un signal audio conforme au standard Basicode-2 (fréquences de 1200 et 2400 Hz). Lorsque c'est fait, il reste à rétablir le vecteur OUTPUT original et à retourner en BASIC.

Le programme de lecture

Il est également fait appel à cette routine à l'aide de l'instruction X=USR(X): le fichier en format Basicode-2 est lu sur cassette et placé en mémoire vive. Une fois que le caractère EOT et la somme de vérification ont été reçus, on modifie le vecteur INPUT du BASIC que l'on fait pointer vers la routine LDIND. Comme l'ordinateur se prépare à l'introduction de nouvelles données (le vecteur INPUT désigne généralement la routine "receive character") via le vecteur INPUT qui désigne la routine LDIND, il est très facile d'obtenir le transfert de la séquence de codes ASCII lue sur la bande et placée provisoirement en mémoire, vers la mémoire de travail de l'interpréteur,

le Junior Computer et
Basicode-2
elektor octobre 1983

```
M
HEXDUMP: 0200,0363
0200: AD 52 2A AC 53 2A 8D F0 83 0C F1 83 A9 42 A0 02
0210: 8D 52 2A 8C 53 2A A5 84 A4 05 8D F2 83 8C F3 83
0220: A9 77 A8 02 85 84 84 05 A5 7E A4 7F 8D 49 02 8C
0230: 4A 02 8D A8 02 8C A1 02 A9 08 8D F4 83 8D F8 83
0240: A9 02 C9 8A F0 30 09 88 8D FF FF 4D F4 83 8D F4
0250: 83 EE 49 02 D8 03 EE 4A 02 A5 85 CD 4A 82 D8 16
0260: A5 84 CD 49 02 D8 0F A9 FF 8D F8 83 A5 78 8D 49
0270: 02 A5 79 8D 4A 02 68 48 98 48 A9 8D 20 42 02 A9
0280: 83 20 42 82 AD F4 83 20 48 02 A9 7F 8D 0E 18 A9
0290: C0 8D 08 18 A9 01 8D 05 18 20 26 03 20 39 03 AD
02A0: FF FF A0 08 4A 48 80 05 20 39 03 78 83 20 46 03
02B0: 68 88 D8 F0 20 46 03 20 46 03 EE A0 02 D0 03 EE
02C0: A1 02 AC A1 02 AE A0 02 C4 85 D0 0E E4 84 D0 0A
02D0: A5 78 8D A0 82 A5 79 8D A1 02 CC 4A 02 D0 8D EC
02E0: 49 02 D0 88 20 28 03 8C 08 18 AD P2 03 AC F3 03
02F0: 85 84 84 05 AD F0 03 AC F1 03 8D 52 2A 8C 53 2A
0300: AD F8 03 F8 20 A5 79 85 78 85 7D 85 7P A4 78 C8
0310: C8 C8 84 7A 84 7C 84 7E A9 08 A8 91 78 C8 91 78
0320: A0 2C 20 59 85 68 A8 68 4C 83 08 A2 78 A0 17 20
0330: 46 83 CA D8 FA 88 D8 F7 60 A9 9F 8D 86 18 A9 81
0340: 8D 87 18 4C 53 03 28 45 83 A9 CE 8D 86 18 A9 8D
0350: 8D 87 18 AD 84 18 2C 8D 18 50 F8 AD 84 18 2C 8D
0360: 18 50 F8 68
```

JUNIOR

```
M
HEXDUMP: 0400,059B
0400: A9 7F 8D 0E 18 A9 08 8D 0C 1R 8D F4 83 A9 73 8D
0410: 82 1A A5 7E 8D 65 04 A6 7F E8 E4 85 80 63 8E 66
0420: 84 A9 10 8D F6 03 A9 36 20 4D 05 28 FD 04 C9 22
0430: 90 EF C9 4E 80 EB EE F5 83 D0 F0 A0 20 48 05 98
0440: CE F6 03 D8 0E 0A 38 E9 0C 8D F7 03 20 48 05 20
0450: 80 05 CD F7 03 90 F5 80 80 20 00 05 CD F7 03 90
0460: F8 20 24 05 8D FF FF C9 83 F0 21 EE 65 04 D8 03
0470: EE 66 04 A5 85 CD 66 04 D0 DP A5 84 CD 65 84 D0
0480: D8 A0 08 20 59 05 A9 67 8D 82 1A 60 20 08 05 CD
0490: F7 83 90 F8 20 24 05 A9 67 8D 82 1A A5 7E 8D BF
04A0: 84 A6 7F E8 8E C0 84 AD 57 24 AC 58 24 8D F9 83
04B0: 8C FA 03 A9 8E A0 84 8D 57 24 8C 58 24 60 AD FF
04C0: FF A8 20 34 13 EE BF 84 D8 83 EE C0 84 AD 66 84
04D0: CD C8 84 D8 26 AD 65 84 CD BF 84 D0 1E AD F9 83
04E0: 8D 57 24 AD FA 83 8D 58 24 AD F4 83 F8 85 A0 12
04F0: 28 59 05 A8 25 20 59 05 A9 8D 68 98 20 08 05
0500: A9 02 2C 8D 18 F0 F8 8D 8D 18 A9 81 4D 0C 18 8D
0510: 8C 18 A9 FF AA 4D F6 1A 8E F5 1A AA 18 6D F8 83
0520: 8E F8 03 68 A9 55 20 4D 85 A0 80 48 20 FD 04 CD
0530: F7 83 8D 86 20 FD 04 38 80 01 18 68 84 88 D8 EB
0540: 48 4D F4 83 8D F4 03 68 29 7F 60 A9 69 8D 80 1A
0550: AD 82 1A 49 82 8D 82 1A 68 B9 68 05 C9 83 F8 07
0560: 20 34 13 C8 4C 59 05 60 8D 8A 4F 55 54 28 4F 46
0570: 20 4D 45 4D 4F 52 59 8A 0D 83 8D 8A 43 48 43 43
0580: 4B 53 55 4D 28 45 52 52 4F 52 8A 8D 83 8D 8A 4F
0590: 4B 8A 8D 83 8D 8A 4E 45 57 8A 8D 83
```

JUNIOR

Tableau 2. Vidage mémoire en format hexadécimal du programme de conversion pour le BASIC KB9.

```
HEXDUMP: E000.E163
E000: AD 11 23 AC 12 23 8D F0 E1 8C F1 E1 A9 41 A0 E0
E010: 8D 11 23 8C 12 23 A5 84 A4 05 8D F2 E1 8C F3 E1
E020: A9 77 A8 02 85 84 84 05 A5 7E A4 7F 8D 49 02 8C
E030: 4A 02 8D A8 02 8C A1 02 A9 08 8D F4 83 8D F8 83
E040: A9 02 C9 8A F0 30 09 88 8D FF FF 4D F4 83 8D F4
E050: E1 EE 49 02 D8 03 EE 4A 02 A5 85 CD 4A 82 D8 16
E060: A5 84 CD 49 02 D8 0F A9 FF 8D F8 83 A5 78 8D 49
E070: E0 A5 79 8D 4A 02 68 48 98 48 A9 8D 20 42 02 A9
E080: 83 20 42 82 AD F4 83 20 48 02 A9 7F 8D 0E 18 A9
E090: C0 8D 08 F8 A9 01 8D 05 F8 20 2B 01 20 39 E1 AD
E0A0: FF FF A0 08 4A 48 80 05 20 39 E1 70 83 20 46 E1
E0B0: 68 88 D8 F0 20 46 E1 20 46 E1 EE A0 02 D0 03 EE
E0C0: A1 02 AC A1 02 AE A0 02 C4 85 D0 0E E4 84 D0 0A
E0D0: A5 78 8D A0 82 A5 79 8D A1 02 CC 4A 02 D0 8D EC
E0E0: 49 02 D0 88 20 28 03 8C 08 18 AD P2 03 AC F3 03
E0F0: 85 84 84 05 AD F0 03 AC F1 03 8D 52 2A 8C 53 2A
E100: AD F8 03 F8 20 A5 79 85 78 85 7D 85 7P A4 78 C8
E110: C8 C8 84 7A 84 7C 84 7E A9 08 A8 91 78 C8 91 78
E120: A0 2C 20 59 85 68 A8 68 4C 83 08 A2 78 A0 17 20
E130: 46 E1 CA D8 FA 88 D8 F7 60 A9 9F 8D 86 18 A9 81
E140: 8D 87 F8 4C 53 E1 28 45 E1 A9 CE 8D 86 18 A9 8D
E150: 8D 87 F8 AD 84 F8 2C 8D F8 50 F8 AD 84 F8 2C 8D
E160: F8 50 F8 68
```

JUNIOR

```
M
HEXDUMP: E200.E39B
E200: A9 7F 8D 0E F8 A9 09 8D 0C F8 8D F4 E1 A9 73 8D
E210: 82 FA A5 7E 8D 65 E2 A6 7F E8 E4 85 80 63 8E 66
E220: E2 A9 10 8D F6 E1 A9 36 20 4D 05 28 FD E2 C9 22
E230: 90 EF C9 4E 80 EB EE F5 E1 D8 F8 A0 20 48 05 98
E240: CE F6 E1 D8 0E 0A 38 E9 0C 8D F7 E1 20 48 05 20
E250: 80 05 CD F7 03 90 F5 80 80 20 00 05 CD F7 03 90
E260: F8 20 24 E3 8D FF FF C9 83 F0 21 EE 65 E2 D8 03
E270: EE 66 E2 A5 85 CD 66 E2 D0 DP A5 84 CD 65 E2 D8
E280: D8 A0 08 20 59 E3 A9 67 8D 82 FA 68 20 08 05 CD
E290: F7 E1 98 F8 20 24 E3 A9 67 8D 82 FA 55 7E 8D BF
E2A0: E2 A6 7F E8 8E C0 E2 AD 01 23 AC 82 23 8D F9 E1
E2B0: 8C FA E1 A9 8D A0 E2 8D 01 23 8C 82 23 60 AD FF
E2C0: FF A8 8D 63 23 EE BF E2 D0 03 EE C0 E2 AD 66 E2
E2D0: CD C0 E2 D8 26 AD 65 E2 CD BF E2 D0 1E AD F9 E1
E2E0: 8D 01 23 AD FA E1 8D 02 23 AD F4 E1 F0 05 A0 12
E2F0: 20 59 E3 A8 25 20 59 E3 A9 8D 68 98 20 08 05 CD
E300: A9 02 2C 8D F8 F8 F8 8D 0D F8 A9 01 4D 0C F8 8D
E310: 8C F8 A9 FF AA 4D F6 FA 8E F5 FA AA 18 6D F8 E1
E320: 8E F8 E1 68 A9 55 20 4D 83 A0 80 48 20 FD E2 CD
E330: F7 E1 88 86 20 FD E2 38 80 01 18 68 84 88 8D EB
E340: 48 4D F4 E1 8D F4 E1 68 29 7F 60 A9 69 8D 80 FA
E350: AD 82 FA 49 82 8D 82 FA 68 83 8E C3 83 F8 07
E360: 20 43 23 C8 4C 59 83 68 8D 8A 4F 55 54 28 4F 46
E370: 20 4D 45 4D 4F 52 59 8A 0D 83 8D 8A 43 48 43 43
E380: 4B 53 55 4D 28 45 52 52 4F 52 8A 8D 83 8D 8A 4F
E390: 4B 8A 8D 83 8D 8A 4E 45 57 8A 8D 83
```

JUNIOR

Tableau 3. Vidage mémoire en format hexadécimal du programme de conversion pour le BASIC du Junior Computer avec DOS.

pour qui tout de passe comme si on introduisait un nouveau fichier via le clavier (à grande vitesse de frappe, certes !). Cette séquence de codes ASCII est traitée normalement par l'interpréteur qui en fait un fichier BASIC en mémoire de travail. Il reste à corriger le vecteur INPUT, et

la machine se manifeste avec le message "OK".

Les routines en Basic

Outre le programme de conversion (ou de substitution, si l'on préfère) que nous venons de décrire à grands traits, il faut disposer de ce que l'on appelle les routines spécifiques; celles-ci sont décrites dans l'article que nous avons déjà mentionné. Parmi ces routines, il en est trois que la combinaison Junior Computer + Elekterminal ne connaît pas. Il s'agit des lignes 120, 200 et 250. La routine 120 devrait agir sur la position du curseur sur l'écran et la routine 200 vérifie si une touche du clavier est actionnée. Ni l'une ni l'autre ne sont possibles en raison de la structure du terminal. La routine 250 est sensée émettre un signal sonore; on s'en passera. Lorsqu'il est fait appel aux routines 120 et 250, il ne se passe rien. Il suffit de placer l'instruction RETURN aux lignes 120 et 250. Dans la routine 200, on s'arrange tout simplement pour que la chaîne IN\$ ne contienne rien (pas de touche actionnée !).

Les tableaux 4 et 5 donnent les routines standard pour le Junior Computer dans ses deux versions, l'une et l'autre avec Elekterminal. On remarquera que les routines 350 et 360 sont officiellement prévues pour une imprimante, alors qu'ici elles sont utilisées pour la console vidéo. Les routines standard peuvent être chargées avant ou après le programme BASIC au format Basicode-2. L'essentiel est qu'elles soient opérationnelles au moment où l'on donne l'instruction RUN. Si on les charge après le fichier principal, il suffit d'utiliser les instructions POKE....: POKE....: X=USR (X).

Ceci permet également de lire en deux fois un fichier unique, ou encore d'associer deux programmes différents en seul fichier (à condition que les numéros de ligne de l'un soient différents des numéros de ligne de l'autre).

Conseils pratiques

Après avoir chargé un programme grâce au standard Basicode-2, il n'est pas vain de faire l'effort d'une vérification soignée, car malgré l'utilisation d'un standard, il subsiste une infinité de nuances qui, sur l'ordinateur destinataire, n'ont pas la même signification que sur l'ordinateur expéditeur. Notamment en ce qui concerne la configuration des périphériques et leur gestion. A titre d'exemple, imaginons un programme qui trace un labyrinthe... puis, l'une ou l'autre figure au milieu d'une ligne au centre du labyrinthe. Tout cela à l'aide d'instructions PRINT. Si une telle instruction est suivie d'un CR (carriage return), tout ce qui est placé sur la même ligne jusqu'à la fin de cette ligne sera effacé par l'Elekterminal, alors que sur d'autres systèmes ce n'est pas le cas. Il convient donc de compléter toutes les instructions PRINT critiques par un "","..."

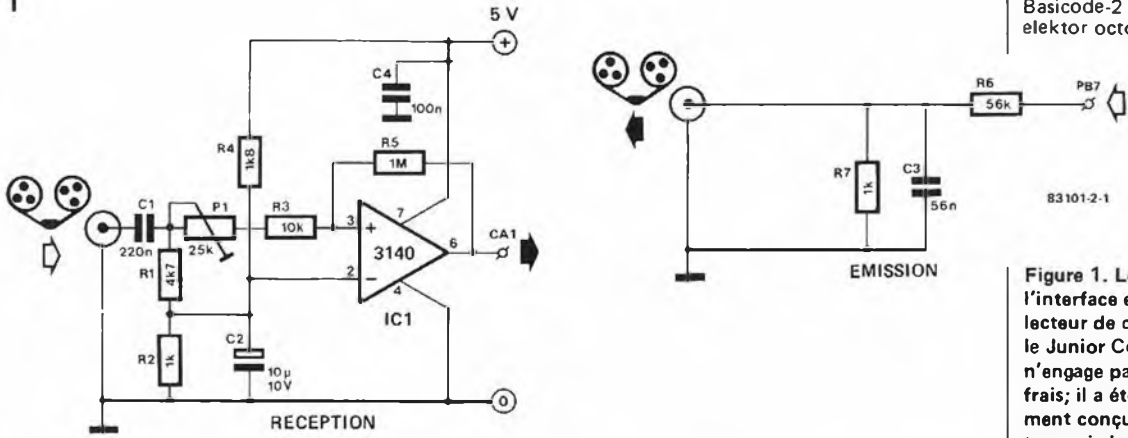
```
LIST
10 GOTO 1000
20 GOTO 1010
100 PRINT
101 POKE6745,200:PRINT CHR$(12);
102 POKE6745,3
103 RETURN
110 IF HO>63 THEN RETURN
111 IF VE>15 THEN RETURN
112 POKE6745,200:PRINT CHR$(28);
113 POKE6745,3
114 PRINT
115 IF HO=0 GOTO 117
116 FOR OD=1 TO HO:PRINT CHR$(9);:NEXT
117 FOR OF=-1 TO 15-VE:PRINT CHR$(11);:NEXT
118 RETURN
120 RETURN
200 IN$="":RETURN
210 OS=PEEK(8256):OT=PEEK(8257)
211 POKE8256,(10*16+14):POKE8257,(1*16+2)
212 O=USR(O)
213 POKE8256,OS:POKE8257,OT
214 OX=(PEEK(6754) AND 127)
215 IN$=CHR$(OX)
216 RETURN
250 RETURN
260 RV=RND(1):RETURN
270 FR=FRE(0):RETURN
300 IF SR<.01 AND SR>-.01 THEN SR=0
301 IF SGN(SR)=-1 THEN SRS=STR$(SR):RETURN
302 SRS=MIDS(STR$(SR),2):RETURN
310 OS=ABS(SR)*.5*10^-CN:OI=INT(OS):OD=OS-OI+1
311 SRS=""
312 IF OS>=1E9 THEN 321
313 IF CN=0 THEN ODS="":GOTO 317
314 IF OD=1 THEN ODS="":GOTO 316
315 ODS=MIDS(STR$(OD),3,CN+1)
316 IF LEN(ODS)<CN+1 THEN ODS=ODS+"0":GOTO 316
317 SRS=MIDS(STR$(OI),2)+ODS
318 IF SR<0 AND VAL(SRS)<>0 THEN SRS="--"+SRS
319 IF LEN(SRS)<CT THEN SRS=""+"SRS":GOTO 319
320 IF LEN(SRS)>CT THEN SRS=""
321 IF LEN(SRS)<CT THEN SRS=SRS+"*":GOTO 321
322 RETURN
350 PRINT SRS;:RETURN
360 PRINT :RETURN
OK
```

Tableau 4. Les routines standard pour le BASIC KB9.

```
LIST
10 GOTO 1000
20 GOTO 1010
100 PRINT
101 POKE64089,200:PRINT CHR$(12);
102 POKE64089,3
103 RETURN
110 IF HO>63 THEN RETURN
111 IF VE>15 THEN RETURN
112 POKE64089,200:PRINT CHR$(28);
113 POKE64089,3
114 PRINT
115 IF HO=0 GOTO 117
116 FOR OD=1 TO HO:PRINT CHR$(9);:NEXT
117 FOR OF=-1 TO 15-VE:PRINT CHR$(11);:NEXT
118 RETURN
120 RETURN
200 IN$="":RETURN
210 OS=PEEK(574):OT=PEEK(575)
211 POKE574,(1*16+11):POKE575,(15*16+14)
212 O=USR(O)
213 POKE574,OS:POKE575,OT
214 OX=PEEK(9059)
215 IN$=CHR$(OX)
216 RETURN
250 RETURN
260 RV=RND(1):RETURN
270 FR=FRE(0):RETURN
300 IF SR<.01 AND SR>-.01 THEN SR=0
301 IF SGN(SR)=-1 THEN SRS=STR$(SR):RETURN
302 SRS=MIDS(STR$(SR),2):RETURN
310 OS=ABS(SR)*.5*10^-CN:OI=INT(OS):OD=OS-OI+1
311 SRS=""
312 IF OS>=1E9 THEN 321
313 IF CN=0 THEN ODS="":GOTO 317
314 IF OD=1 THEN ODS="":GOTO 316
315 ODS=MIDS(STR$(OD),3,CN+1)
316 IF LEN(ODS)<CN+1 THEN ODS=ODS+"0":GOTO 316
317 SRS=MIDS(STR$(OI),2)+ODS
318 IF SR<0 AND VAL(SRS)<>0 THEN SRS="--"+SRS
319 IF LEN(SRS)<CT THEN SRS=""+"SRS":GOTO 319
320 IF LEN(SRS)>CT THEN SRS=""
321 IF LEN(SRS)<CT THEN SRS=SRS+"*":GOTO 321
322 RETURN
350 PRINT SRS;:RETURN
360 PRINT :RETURN
OK
```

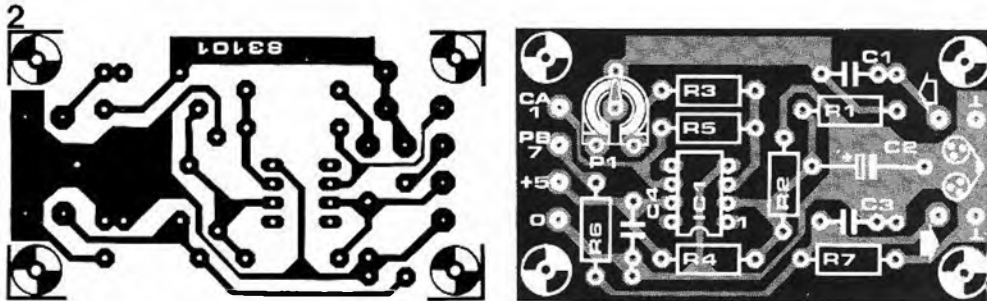
Tableau 5. Les routines standard pour le Junior Computer avec DOS.

1



le Junior Computer et
Basicode-2
elektor octobre 1983

Figure 1. Le schéma de l'interface entre le lecteur de cassette et le Junior Computer n'engage pas de grands frais; il a été spécialement conçu pour les transmissions à l'aide du standard Basicode-2.



Il y a également la difficulté posée par l'absence de certaines possibilités de gestion du curseur (routine 120). L'une des fonctions de la routine standard utilisée pour gérer le curseur est de déterminer le format de l'écran. Si l'on rencontre les instructions relatives à ce formatage, le plus simple est de les supprimer et de modifier les variables HH et VV de telle sorte que leur contenu corresponde au format de l'écran de l'Elekterminal. Soit $VV = 15$ et $HH = 63$ (16 lignes de 64 caractères). Attention également au signe @ qui en BASIC KB9 provoque l'effacement de la ligne complète et un CR-LF.

Liste des composants

Résistances:

R1 = 4k7
R2, R7 = 1 k
R3 = 10 k
R4 = 1k8
R5 = 1 M
R6 = 56 k
P1 = 25 k ajustable

Condensateurs:

C1 = 220 n
C2 = 10 μ /10 V
C3 = 56 n
C4 = 100 n

Semiconducteurs:

IC1 = 3140

Figure 2. Dessin du circuit imprimé conçu pour l'interface. Les prises d'entrée et de sortie peuvent être soudées à même la plaquette.

L'interface

Il s'agit en fait d'un très modeste circuit comme le montre la figure 1. Du côté de la réception, il n'y a guère qu'un seul circuit intégré 3140, monté en trigger de Schmitt/adaptateur de niveau. P1 permet de faire varier le seuil de déclenchement dans une certaine mesure. Ce réglage n'est généralement pas critique. Du côté de l'émission, on ne trouve qu'un simple réseau de filtrage atténuateur.

Le dessin de circuit imprimé (figure 2) a été conçu de telle sorte que l'on puisse monter deux prises cinch à même la plaquette. Les points CA1 et PB7 seront reliés aux broches du même nom sur le connecteur de sortie du VIA de la carte d'interface. Dans la plupart des cas, il faudra disposer d'une possibilité de commutation entre l'interface cassette normale du Junior Computer et la nouvelle interface Basicode-2. C'est pourquoi nous en donnons la procédure de câblage sur la figure 3. Nous attirons votre attention sur le fait que ce

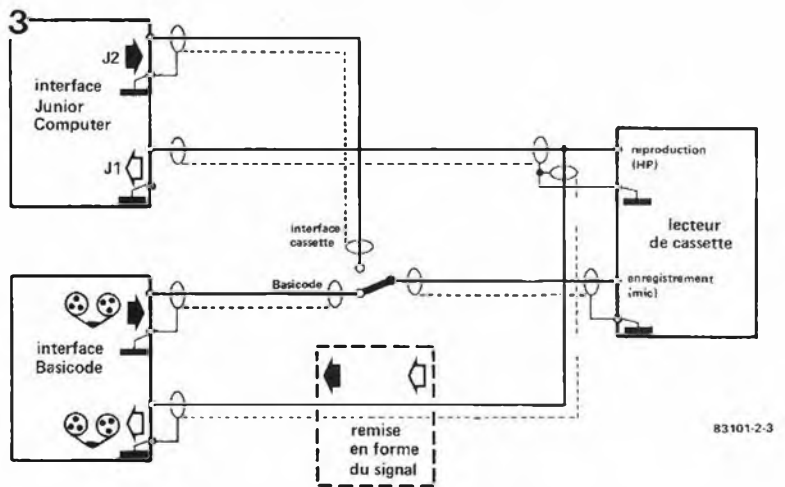


Figure 3. Lorsque l'on désire commuter entre l'interface existante et la nouvelle interface Basicode, il est recommandé de se tenir scrupuleusement au schéma de câblage ci-contre afin d'éviter que le dispositif ne "ronfle" ou se mette à osciller.

câblage est critique et vous recommandons chaudement de vous en tenir strictement aux indications du schéma de câblage. On note, sur la figure 3, la présence d'un circuit de remise en forme du signal FSK. Celui-ci est très utile lorsque l'enregistrement sur cassette a été fait à la radio, ou, en règle générale, lorsque le signal audio est de mauvaise qualité. Ce circuit a été décrit ailleurs dans ce numéro. Il n'est pas indispensable, mais apporte de sérieuses garanties.

circuit de remise en forme pour signal FSK

Le titre de cet article est peut-être long, mais il a le mérite d'être clair. Dans le texte, il ne sera question que du CREF (pour *circuit de remise en forme*). On sait que le type de modulation de signal audio le plus utilisé pour la transmission de données numériques est le déplacement ou verrouillage de fréquence. Comme ce signal subit de nombreux avatars en transitant par des appareils de qualité douteuse, il arrive à destination parfois en bien piteux état. C'est là qu'intervient le CREF, conçu à l'origine pour rafistoler le signal FSK enregistré à la télévision (une émission de TV régionale allemande diffuse des programmes conformes au standard Basicode dont il est question ailleurs dans ce numéro). Voilà qui n'est pas peu dire, car la bande son de la télévision, ce n'est pas de la Hi-Fi !

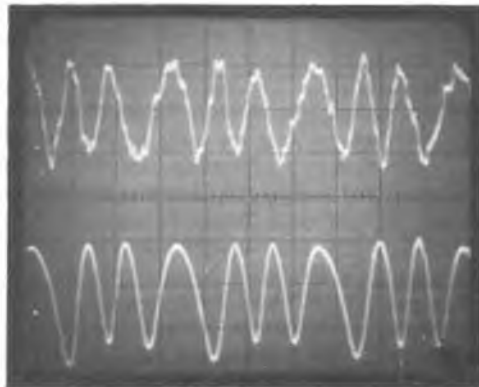
Petite séance de "soins de beauté" pour signaux de données défraîchis entre deux lecteurs de cassette.

Photo 1. Ces deux traces illustrent la remise en forme d'un signal FSK. En haut, sans correction; en bas, après remise en forme par le CREF. Les calibres sont les suivants: en haut, 100 mV/div. vert. et en bas, 2 V/div. vert.; 500 μ s/div. horiz.

Photo 2. L'efficacité du compresseur est clairement illustrée par cette photo. L'amplitude du signal d'entrée (en haut) varie fortement, alors que l'amplitude du signal de sortie (en bas), corrigée par le compresseur, reste pratiquement constante. Les calibres sont les suivants: en haut et en bas, 2 V/div. vert. et 1 s/div. horiz.

Pour comprendre les principes mis en œuvre, reportons-nous au synoptique de la figure 1. Le signal FSK, qui véhicule les données en cours de transmission, est prélevé en sortie d'un lecteur de cassette (sortie casque) ou d'un téléviseur, pour être appliqué au CREF en sortie duquel il réapparaît rajeuni, être envoyé soit directement sur l'entrée de l'interface cassette d'un micro-ordinateur, soit sur l'interface Basicode décrite dans ce numéro, soit vers un autre lecteur de cassette. Voilà une chaîne que l'on pourra, à raison, trouver longue et

1



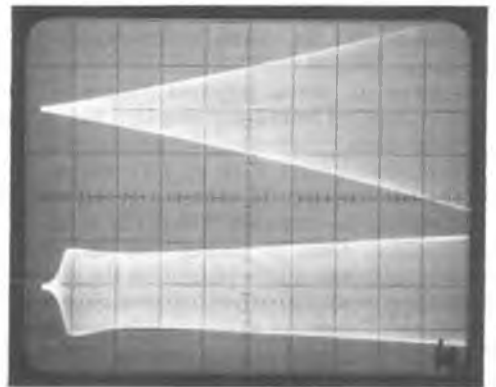
complexe. Mais les faits sont là qui prouvent que les chances de "passer" du signal du haut de la photo 1 (sans remise en forme) sont faibles, alors que le signal du bas (après remise en forme) sera accepté sans difficulté. Même sans envisager la transmission par TV (qui n'existe malheureusement pas en France), après la xième copie d'une copie de cassette, il n'y a guère à espérer de signaux meilleurs que celui de la trace du haut de la photo 1.

Outre la forme du signal FSK, son amplitude joue également un rôle déterminant. Nous avons relevé que selon la position du potentiomètre "Volume" d'un lecteur de cassette, le niveau pouvait varier en sortie entre environ 450 mV_{eff} et 4 V_{eff}... sans parler des "trous magnétiques" qui font souvent monter la moutarde au nez du programmeur. Avec le circuit de remise en forme, ces problèmes ne tiennent plus que du mauvais rêve. Un filtre passe-bande élimine les parasites, et un compresseur corrige la dynamique de telle sorte que, malgré des fluctuations importantes à l'entrée (une vingtaine de dB), l'amplitude de sortie restera constante. Si, malgré l'efficacité du CREF, le signal audio ne convient toujours pas à l'ordinateur, on pourra avoir recours à l'interface Basicode, également représentée sur la figure 1, et décrite ailleurs dans ce numéro.

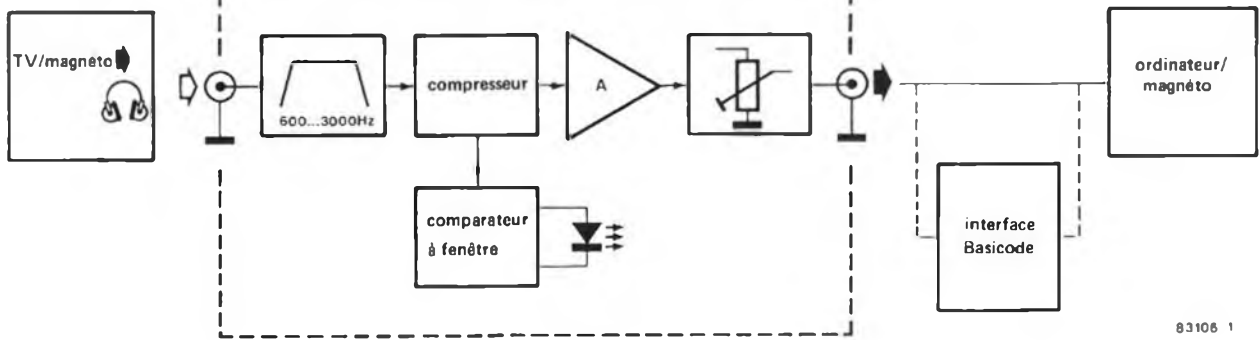
Des bits sur bande

La cassette est et reste le support de mémoire de masse le plus économique pour l'amateur. Les niveaux logiques transformés en signaux audio deviennent enre-

2

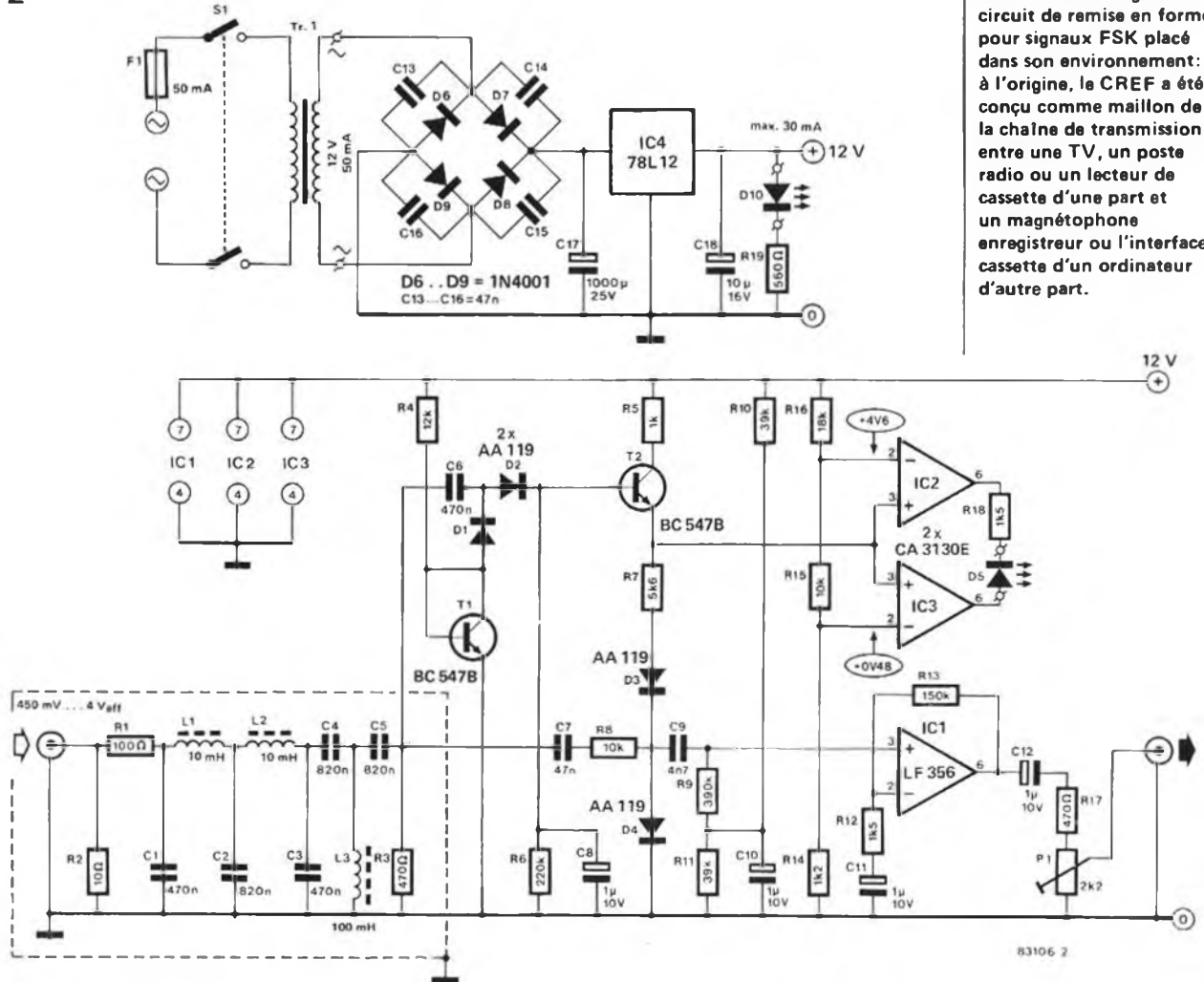


1



83106 1

2



83106 2

Figure 1. Vue d'ensemble des différents étages du circuit de remise en forme pour signaux FSK placé dans son environnement: à l'origine, le CREF a été conçu comme maillon de la chaîne de transmission entre une TV, un poste radio ou un lecteur de cassette d'une part et un magnétophone enregistreur ou l'interface cassette d'un ordinateur d'autre part.

gistrables sur bande magnétique.

Le type de modulation utilisé par le standard Basicode est un exemple de modulation à verrouillage de fréquence (FSK), mais il en existe d'autres, plus ou moins différents. Les fréquences les plus usitées sont 1200 et 2400 Hz, et c'est là l'essentiel pour la mise au point et l'accord du filtre passe-bande.

Le circuit

L'entrée présente une faible impédance ($R2 = 10 \Omega$), puisqu'on la destine à une connexion directe avec une sortie casque.

Le filtre passe-bande (de R1 à R3, en passant par les selfs et les condensateurs) atténue les parasites... et accessoirement aussi, mais dans une moindre mesure, le signal utile (0,5x). Derrière le réseau C7/R8/C9 on trouve un amplificateur dont le gain est de 40 dB, et qui rétablit le signal utile à un niveau utilisable. Si ce gain se révélait excessif, il reste la possibilité d'atténuer le signal de sortie de l'amplificateur opérationnel A1 à l'aide de P1. Le réseau R9/R11/C10 assure la polarisation de l'entrée non-inverseuse, de sorte que l'on peut se contenter d'une alimentation asymétrique de 12 V.

Figure 2. Le circuit de remise en forme pour signaux FSK consiste en un filtre passe-bande, un amplificateur (A1), un compresseur et un comparateur à fenêtre. La LED D5 s'allume pour signaler la présence d'un "bon" signal compris entre 0,45 et 4 V_{eff}. La compression est assurée par T2 qui module le courant à travers les diodes D3 et D4.

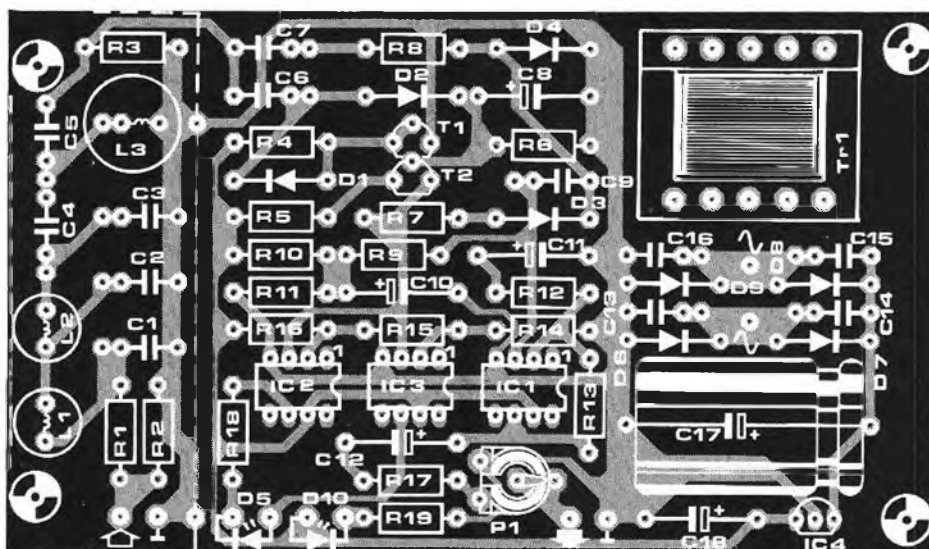
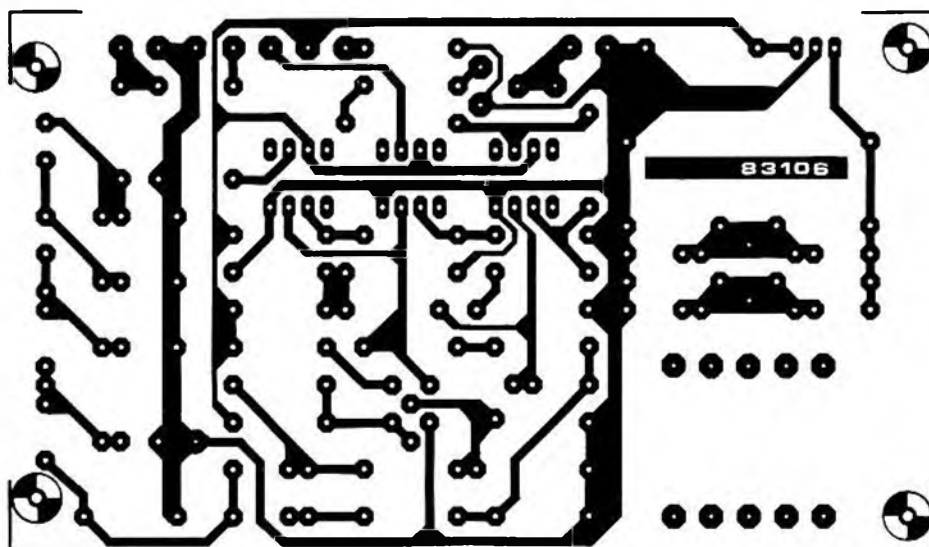


Figure 3. Le dessin de circuit imprimé conçu pour le CREF intègre tous les composants, le transformateur y compris. Le câblage du transformateur devra être effectué par l'utilisateur lors de la réalisation: nous n'avons pas voulu imposer un type de transfo précis. D'autre part, il y a lieu de blinder le filtre passe-bande à l'aide d'un rectangle de tôle de blindage.

Liste des composants

Résistances:

R1 = 100 Ω
 R2 = 10 Ω
 R3, R17 = 470 Ω
 R4 = 12 k
 R5 = 1 k
 R6 = 220 k
 R7 = 5k6
 R8, R15 = 10 k
 R9 = 390 k
 R10, R11 = 39 k
 R12 = 1k5
 R13 = 150 k
 R14 = 1k2
 R16 = 18 k
 R18 = 1k5
 R19 = 560 Ω
 P1 = 2k2 (2k5) ajustable

Condensateurs:

C1, C3, C6 = 470 n
 C2, C4, C5 = 820 n
 C7, C13...C16 = 47 n
 C8, C10, C11, C12 = 1 μ /10 V
 C9 = 4n7
 C17 = 1000 μ /25 V
 C18 = 10 μ /16 V

Semiconducteurs:

D1...D4 = AA 119
 D5, D10 = LED rouges
 (LED D5 à haut rendement)
 D6...D9 = 1N4001
 T1, T2 = BC 547B
 IC1 = LF 356
 IC2, IC3 = CA 3130 E
 IC4 = 78L12

Selfs:

L1, L2 = 10 mH
 L3 = 100 mH

Divers:

F1 = fusible 50 mA
 avec porte-fusible
 Tr = transfo secteur
 12 V/50 mA
 S1 = interrupteur secteur
 bipolaire
 Boîtier métallique
 (pour circuit HF
 de préférence)

Le compresseur

Une des particularités du circuit de remise en forme est son aptitude à compresser le signal. Comme on le voit sur la photo 2, le signal à amplitude variable du haut est restitué avec une amplitude constante (en bas). Il s'agit là d'un signal sinusoïdal de 1800 Hz.

On remarquera que le compresseur n'entre en service qu'à partir d'un certain seuil.

Le signal prélevé sur le filtre passe-bande est appliqué non seulement à l'amplificateur via C7, mais aussi au compresseur, via C6 et D2 (qui en assure le redressement). De sorte que l'on est en présence d'un signal de commande continu sur la base de T2 qui entre plus ou moins en conduction. Le courant à travers R7 et les diodes D3 et D4 varie par conséquent; plus il sera élevé, plus la résistance au courant alternatif des deux diodes diminuera, et plus l'atténuation du signal en entrée de l'amplificateur A1 sera forte. Un compresseur simple, mais efficace.

Les diodes D1 et D2 sont polarisées à travers R4 et le transistor T1 monté en diode, de telle sorte que le redressement de tensions d'entrée même faibles reste possible. La constante de temps et l'inertie de la tension de commande sont déterminées par le couple R6.C8, tandis que le couple R3.C8 maintient le temps de montée à une valeur suffisamment faible pour éviter toute surmodulation inutile du circuit.

Le comparateur à fenêtre construit autour des amplificateurs opérationnels A2 et A3 témoigne du fonctionnement du compresseur. Tant que la tension d'émetteur de T2 se situe entre 0,48 V et 4,6 V, la LED D5 est allumée, indiquant ainsi que le niveau du signal d'entrée du CREF est "utilisable". En dehors de cette plage, la LED s'éteint, mais le CREF fonctionne quand même, avec toutefois des réserves quant à la qualité du signal et sa fiabilité...

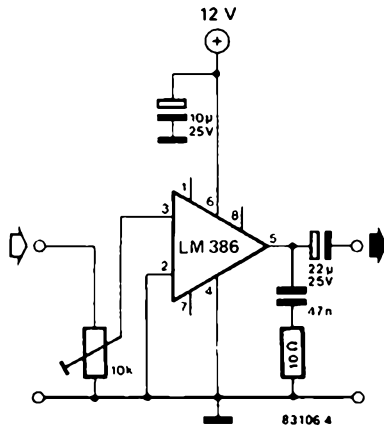
Réalisation et utilisation

La réalisation du CREF ne posera aucun problème particulier si on se sert du dessin de circuit imprimé de la figure 3; tous les composants, transformateur y compris, peuvent y être casés. Il se peut que la présence du transformateur devienne une contrainte quant au type et à la configuration de ses broches... mais rien n'interdit de percer d'autres trous dans le circuit. Son câblage sera fait sur mesure.

Le filtre passe-bande devra être blindé à l'aide d'un morceau de tôle légère... ce qui ne dispense personne de monter l'ensemble dans un boîtier aussi étanche que possible aux hautes fréquences. Il ne s'agit pas là d'une lubie de technicien tatillon, mais d'une nécessité réelle et bien fondée si l'on désire obtenir des résultats satisfaisants, notamment dans un environnement pollué (c'est le cas autour des ordinateurs, qui rayonnent allègrement !). Il serait lamentable de compromettre les efforts électroniques par des négligences mécaniques.

Les applications possibles du CREF nous ramènent au synoptique de la figure 1. En

4



circuit de remise en forme pour signal FSK
elektor octobre 1983

principe, le circuit est placé entre la sortie casque d'un lecteur de cassette et l'entrée "ligne" d'un autre lecteur de cassette, ou l'interface cassette d'un ordinateur. Il faudra tenir compte des diverses combinaisons possibles lors du câblage et du choix des prises (cinch, DIN, BNC, etc...). Si l'enregistreur n'est pas doté d'un dispositif automatique de correction du niveau d'enregistrement, on mettra son potentiomètre d'entrée en position d'ouverture maximale, et l'on adaptera le niveau d'enregistrement avec P1; ceci ne va pas sans quelques tâtonnements.

Lorsque l'appareil enregistreur est doté d'un galvanomètre (ou d'un autre type de vu-mètre), rechercher la position 0 dB. Avec un enregistreur automatique, il suffit de mettre P1 en position d'ouverture maximale.

Lorsque le CREF est relié directement à un ordinateur, il faut rechercher la position de P1 convenant à l'interface cassette du système.

Figure 4. Si le magnéphone utilisé ne dispose pas d'un étage de sortie pour casque, il faut intercaler un amplificateur tel que celui-ci (à souder sur un petit morceau de circuit imprimé d'expérimentation). Dans ce cas, un renforcement de l'alimentation devient nécessaire.

Lecteur de cassette sans sortie de puissance

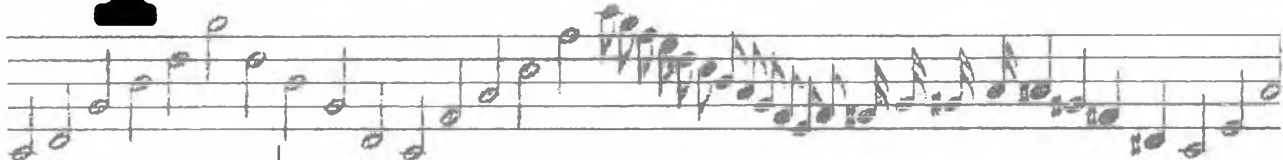
Il n'est pas possible d'utiliser le CREF tel quel avec un lecteur de cassette sans étage de puissance. Dans ce cas, il faut intercaler un petit amplificateur tel celui de la figure 4, avec une alimentation stabilisée propre de 12 V/200 mA, ou un renforcement de l'alimentation originale (transformateur de 250 mA et régulateur de la série 7812).

Le gain de cet étage est de 20, ce qui améliore la sensibilité d'entrée et augmente l'impédance d'entrée. Il va de soi qu'il faudra supprimer la résistance de 10 Ω à l'entrée du CREF (R2).

Cette solution est boîteuse, et il ne faut y avoir recours que si l'on ne peut vraiment pas mettre la main sur un lecteur de cassette muni d'un étage de sortie pour casque. Encore que l'amplificateur à LM386 proposé ici n'est peut-être pas pire que ceux que l'on trouve dans la plupart des petits magnétophones à cassette... ✻

Le nombre d'or du solfège de l'électronique musicale (synthèse analogique), c'est la caractéristique 1 V/octave, généralisée au point d'être devenue un standard industriel au fil des années. Comme on le sait, il s'agit d'une corrélation établie entre une grandeur musicale (l'octave: intervalle entre deux fréquences dont l'une est le double de l'autre) et une grandeur électrique (le volt). Puisque l'octave se décompose en douze demis-tons égaux, on a aussi saucissonné le volt en 12 fractions égales; et c'est ainsi que sont "accordés" (au sens musical du terme) les modules de synthétiseur commandés en tension (VCO et VCF notamment): la variation de la tension de commande se fait par pas (ou multiples) de 83,33 mV. Et le quantificateur est un appareil qui permet d'obtenir des signaux de commande répondant à cette caractéristique, à partir d'autres signaux, d'origine quelconque, non subdivisés en degrés de 83,33 mV. Voilà qui laisse entr'apercevoir des horizons sonores infiniment variés!

quantificateur



convertisseur analogique-numérique +
transcodeur + convertisseur numérique-analogique =
manipulation des échelles musicales

D'emblée, il faut dissiper toute équivoque: le quantificateur n'est pas un générateur, c'est un module de liaison entre deux autres modules de synthétiseur; il s'agit d'une interface ou, mieux, d'un convertisseur ou transcodeur. C'est à dire qu'on lui fournit un signal, et qu'il en délivre un autre. Il existe, bien entendu, un rapport entre l'un et l'autre, le second étant une copie quantifiée du premier; ce qui signifie qu'il a été "moulé" selon la fameuse caractéristique V/octave de telle sorte qu'il produise les différents degrés d'une échelle musicale définie par l'utilisateur.

C'est ce qui apparaît sur le graphique de la figure 2. On y voit d'une part la courbe du signal d'entrée (dans cet exemple, il s'agit d'une enveloppe, mais ce signal peut pro-

venir d'un LFO, d'un séquenceur, d'un générateur aléatoire, du percutron, d'une pédale, etc . . .) et d'autre part deux exemples de tension de sortie du quantificateur (QOV = *quantisizer output voltage*): l'une comporte tous les degrés (12 x 1/2ton) de l'échelle chromatique – elle suit de près de signal d'entrée – et l'autre ne comporte que les trois notes de l'accord majeur.

Quantifier! Ou'est-ce à dire?

La quantification est une fragmentation d'une grandeur physique en valeurs discrètes, multiples d'un quantum ou unité irréductible. Dans notre cas, le quantum est le demi-ton musical ou le douzième de volt (83,33 mV). Notre appareil présente fondamentalement deux modes de fonctionne-

Figure 1. Le quantificateur consiste en une chaîne de traitement de signaux de commande pour synthétiseurs. Son intérêt ne réside pas seulement dans la rigueur de sa caractéristique V/oct mais aussi dans sa capacité de générer des tensions de commande calibrées d'après des échelles musicales ou des arpèges. Pour l'oreille, il se présente comme une espèce de séquenceur-arpégiateur. Le convertisseur A/N est utilisable indépendamment, de même que le convertisseur N/A.

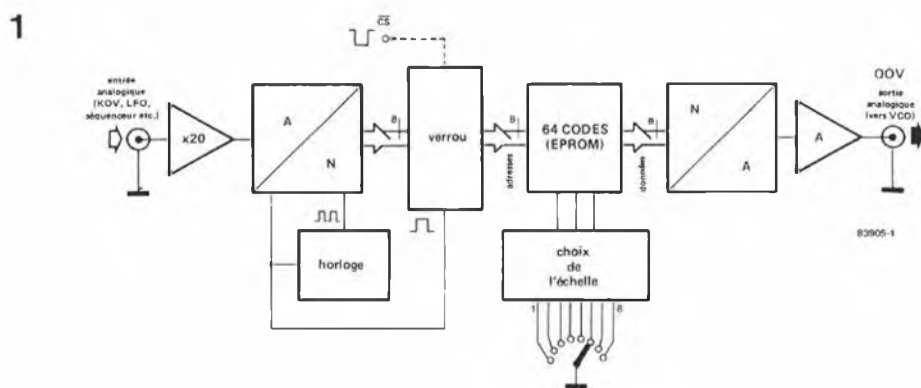


Figure 2. Pour une tension d'entrée donnée (d'origine quelconque) le quantificateur peut délivrer huit courbes de sortie différentes, organisées chacune suivant une autre échelle musicale. Dans l'exemple ci-contre, la tension QOV en pointillés fins suit l'échelle chromatique, et la tension QOV en pointillés grossiers ne donne que les notes de l'accord majeur.

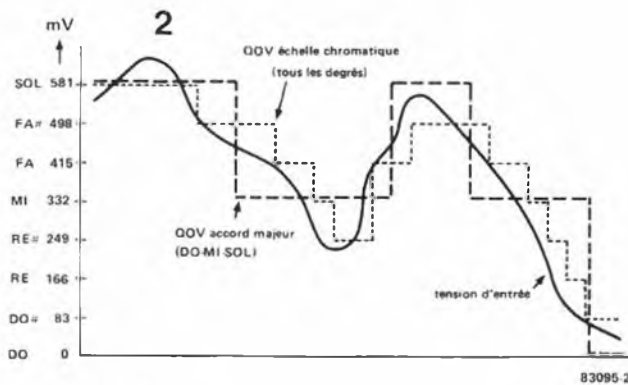


Figure 3a. Structure interne simplifiée du convertisseur analogique-numérique intégré ZN427-E8 de Ferranti. Les deux étages essentiels sont le convertisseur numérique-analogique commandé par une horloge externe, et le comparateur rapide auquel est appliquée d'une part la tension de sortie du convertisseur N/A et d'autre part la tension à convertir V_{in} .

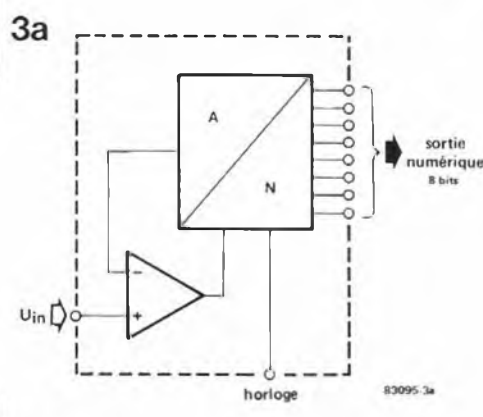
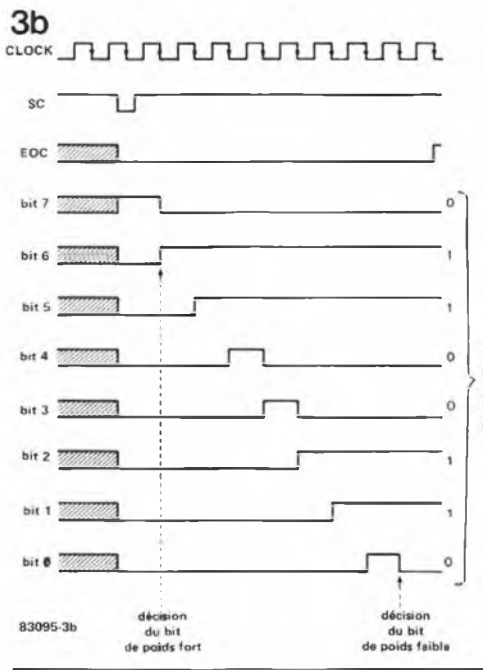


Figure 3b. Diagramme des signaux au cours d'un cycle de conversion du ZN427. La durée de conversion est toujours la même (9 impulsions d'horloge) quelle que soit la valeur de la tension à convertir. Dans notre application, l'impulsion de fin de conversion émise par le convertisseur lui-même sert à produire la nouvelle impulsion de début de conversion.



pour les possesseurs de μP , le quantificateur sans transcodage leur offre deux convertisseurs de qualité, réunis sur le même circuit et adressables séparément comme on le verra plus loin.

L'autre mode de fonctionnement est de loin le plus spectaculaire, dans la mesure où il permet d'introduire une organisation musicale dans des signaux de commande qui en sont dépourvus. C'est à la suite de cet article qu'il appartiendra d'en démontrer l'intérêt.

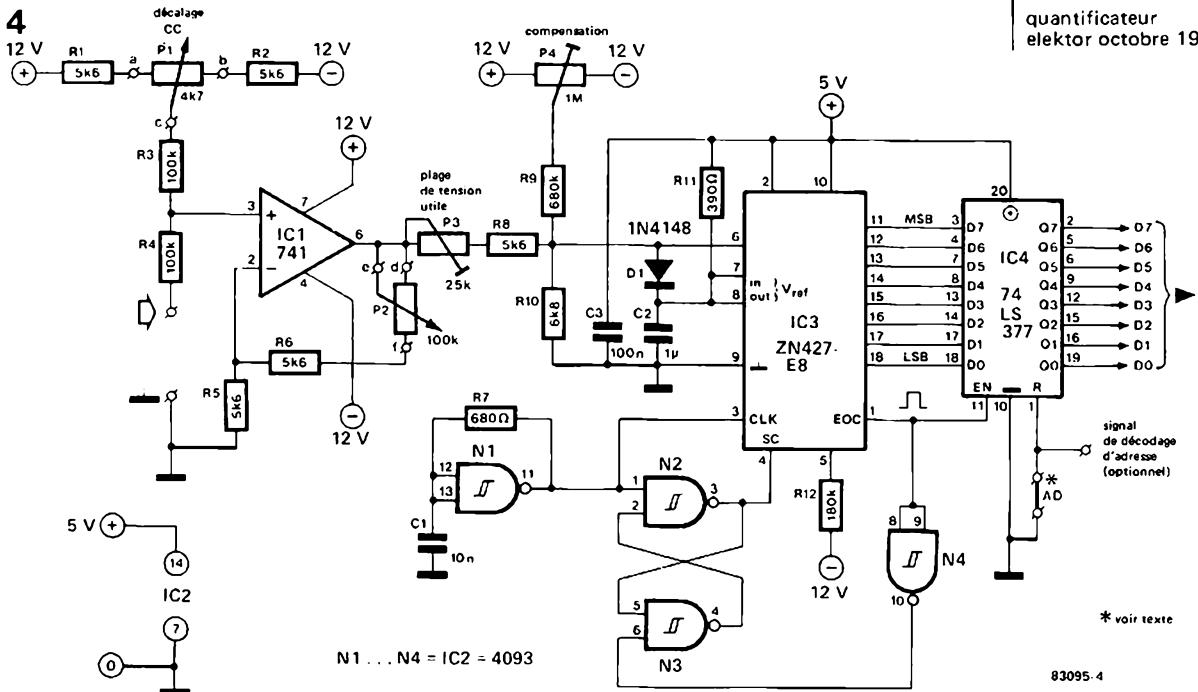
Après en avoir décrit les principes, voyons à présent comment est construit l'appareil. La figure 1 schématise la chaîne de traitement du signal en six blocs successifs. Un amplificateur d'entrée pour faibles signaux assure également une compensation du décalage pour les signaux alternatifs. On trouve ensuite le convertisseur analogique-numérique (A/N) avec son horloge: celui-ci délivre toutes les $63 \mu s$ un code numérique de 8 bits, de magnitude proportionnelle à l'amplitude du signal d'entrée. Ces données sont ensuite mémorisées dans un verrou (éventuellement adressable, ce qui permet d'utiliser le convertisseur avec un micro-ordinateur, indépendamment du reste du circuit du quantificateur). Le même code de huit bits est appliqué à une mémoire morte programmable sous forme d'adresse de poids faible. A chaque adresse figure une donnée que l'on applique au convertisseur numérique-analogique (N/A), en sortie duquel apparaît une tension proportionnelle à la magnitude du code numérique. Toute l'originalité du quantificateur réside dans le choix de ces codes.

Les bits de poids fort pour l'adressage de la mémoire morte sont fournis par un circuit de sélection de l'échelle musicale accessible à l'utilisateur. La mémoire morte est subdivisée en 8 zones différentes autorisant le transcodage en huit échelles musicales.

La mise en forme numérique

Après quelques tours et détours, nous voici arrivés enfin au schéma de la figure 4. On y trouve l'amplificateur d'entrée IC1, le convertisseur A/N IC3, le verrou IC4 et l'horloge IC2. Le signal d'entrée est appliqué sur R4 et parvient à l'entrée non inverseuse d'IC1, superposé à une tension de décalage prélevée sur le curseur de P1. Il se trouve, en effet, que le convertisseur A/N ne peut traiter que des tensions positives; or, bon nombre de signaux de commande délivrés par un synthétiseur sont alternatifs (LFO par exemple). Le gain de cet amplificateur est déterminé par la position du curseur de P2, et varie entre vingt et l'unité. De sorte que l'on peut affirmer qu'avec ce circuit d'entrée, le quantificateur est universel.

La résistance ajustable P3 permet de limiter l'amplitude du signal avant que le ZN 427 n'en effectue la conversion (la structure interne simplifiée de ce circuit apparaît sur la figure 3a). Comme la tension de référence interne d'IC3 est de 2,5 V (broches 7 et 8), la tension d'entrée maximale convertible (broche 6) aura la même valeur. Pour mener à bien la conversion A/N, le ZN 427 requiert un signal d'horloge (broche 3) et un impulsion de début de conversion SC



83095-4

(broche 4). Le circuit d'horloge (N1) délivre un signal de 140 kHz environ. L'impulsion de début de conversion est une combinaison du signal d'horloge et du signal de fin de conversion EOC (broche 1) délivrée par le ZN 427 lui-même, et inversée par N4 avant d'être appliquée à la bascule N2/N3. Avec cette configuration, chaque fin de conversion en déclenche une nouvelle, comme on le voit sur le diagramme de la figure 3b.

Au début de la conversion, le bit de sortie de poids le plus fort (bit 7; attention! contrairement à notre habitude, le fabricant du ZN 427 l'appelle bit 1...) est mis au niveau logique haut, et tous les autres bits au niveau logique bas. En sortie de l'étage N/A du ZN 427 apparaît une tension égale à $\frac{1}{2}V_{REF}$ que l'on compare à la tension à convertir V_{IN} . Au moment du premier flanc descendant suivant dans le signal d'horloge, le niveau logique du bit 7 est établi définitivement: haut si $\frac{1}{2}V_{REF} < V_{IN}$, et bas si $\frac{1}{2}V_{REF} > V_{IN}$; simultanément, le bit suivant (bit 6) est mis au niveau logique haut: son niveau logique définitif est établi dès le flanc descendant suivant en fonction du résultat de la comparaison entre la sortie de l'étage N/A et la tension à convertir. Cette procédure est répétée jusqu'à épuisement des 8 bits. Aussitôt après l'établissement du bit de poids le plus faible, la sortie EOC du convertisseur passe au niveau logique haut, et la donnée numérique apparaît en sortie des tampons du convertisseur, où elle reste verrouillée jusqu'à l'apparition de la nouvelle impulsion de début de conversion. La procédure entière requiert neuf impulsions d'horloge. A raison de $7,1 \mu s$ de cycle d'horloge (la fréquence est de 140 kHz disions-nous), la durée totale d'une conversion est de $63 \mu s$; ce qui donne une fréquence d'échantillonnage du signal de 15 kHz. C'est plus qu'assez pour la conversion de signaux TBF et apériodiques. Mais...

Digression

... c'est un peu juste pour l'échantillonnage de signaux audio (la fréquence d'échantillonnage doit être au moins égale au double de la plus haute fréquence du signal à convertir, ne l'oublions pas!). Cependant, avec la durée de conversion minimale garantie par le fabricant du ZN 427, à savoir $15 \mu s$ (horloge à 600 kHz), la fréquence d'échantillonnage passe à environ 60 kHz! C'est une porte ouverte à l'expérimentation. Nous sortons, certes, du cadre strict du quantificateur, mais nos qualités de ce circuit valent bien que nous attirions sur elles l'attention de nos lecteurs. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle nous avons choisi pour IC4 un verrou adressable avec sorties à haute impédance. La broche 1 d'un 74LS374, lorsqu'elle est au niveau logique haut, rend les sorties invisibles pour le bus du μP auquel elles peuvent être reliées. Il a également été prévu une entrée pour un signal de décodage d'adresse (AD). De sorte que cette première partie du quantificateur devient autonome et pourra éventuellement être reliée telle quelle à un bus d'ordinateur (il faut, dans ce cas, supprimer le strap marqué d'un '*').

Le transcodage

Maintenant que nous disposons d'un code numérique, les choses se musicalisent un tantinet... et se compliquent peut-être pour le non-initié. A ce niveau, le numérique et le musical s'imbriquent étroitement. Ce que nous appelons le transcodage a lieu dans une EPROM 2716, dont nous avons déjà indiqué que les bits d'adresse de poids faible (bits 0... 8) sont ceux de la donnée numérique fournie par le circuit de la figure 4. Les bits d'adresse de poids fort sont, comme on le voit sur le schéma de la figure 5, fournis par le circuit de sélection de l'échelle musicale. L'adressage des huit zones de l'EPROM est fait par l'utilisateur à l'aide de S1 et S3 (ou S2). L'une des lignes d'entrée du verrou IC7 est mise au

Figure 4. Partie analogique-numérique du circuit du quantificateur. Bien que réuni sur le même circuit imprimé avec la partie numérique-analogique de la figure 5, ce convertisseur est autonome. Un signal de validation du verrou IC4 peut remplacer le strap marqué d'un astérisque. Si les sorties D0... D7 doivent être reliées à un bus de micro-ordinateur, il est impératif que ce circuit intégré (IC4) soit un 74LS374 dont les sorties sont à haute impédance lorsque sa broche 1 est au niveau logique haut.

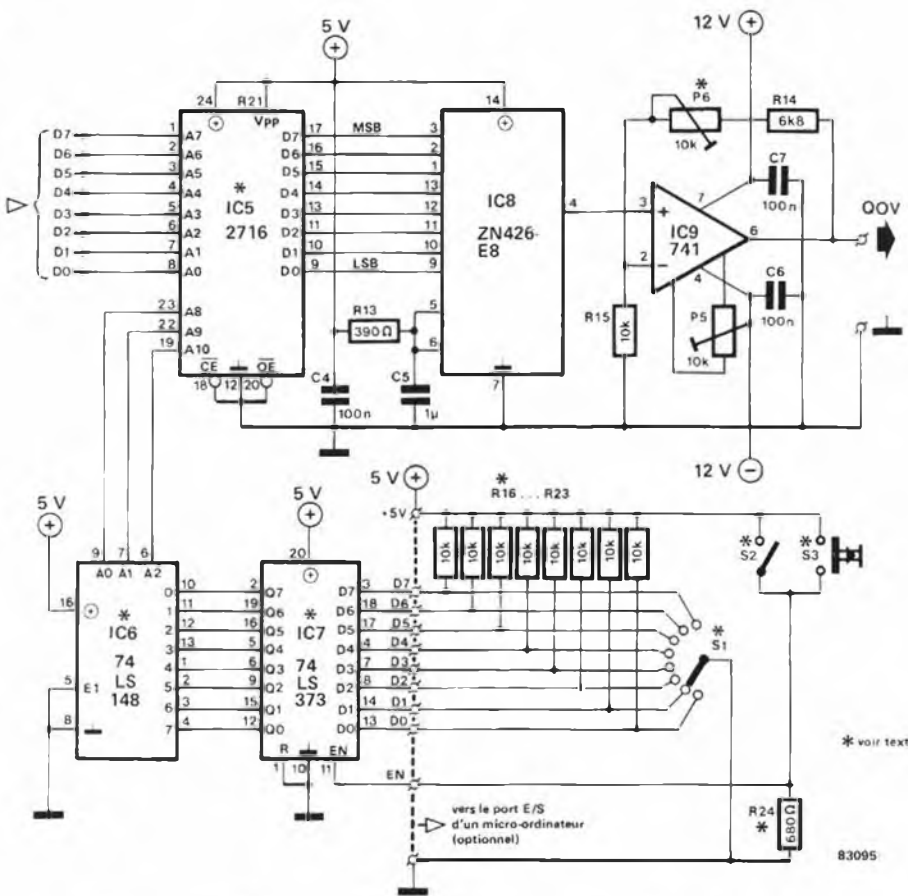
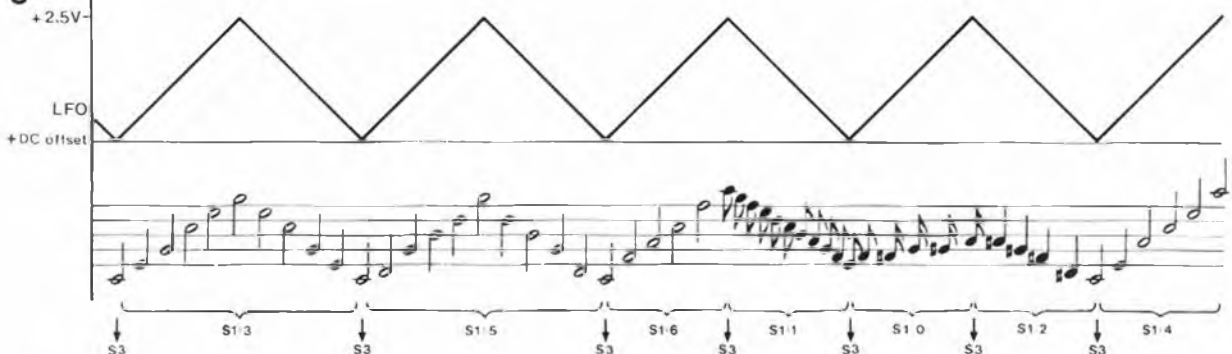


Figure 5. Partie numérique-analogique du circuit du quantificateur. L'EPROM IC5 contient les codes numériques sous forme de données permettant d'obtenir diverses échelles musicales après conversion en une tension QOV par IC8 et IC9. Le choix entre les huit échelles et accords disponibles est effectué par l'utilisateur à l'aide de S1... S3. Ces organes de commande ainsi que les résistances associées peuvent être remplacés par un port de sortie de micro-ordinateur.

niveau logique bas par le point commun du commutateur rotatif S1. Les autres lignes sont forcées au niveau logique haut par les résistances de polarisation R16... R23. Lorsque l'utilisateur actionne furtivement S3 ou ferme S2, le niveau logique bas appliqué ainsi sur la broche 11 du 74LS373, assure le transfert de ces niveaux logiques en sortie du verrou. De là, ils sont appliqués à IC6 qui en fait un code binaire à trois bits. Ceux-ci correspondent aux lignes d'adresse A8... A10 d'IC5. Le verrou IC7 n'étant pas validé en permanence, l'utilisateur peut sauter d'un code à l'autre sans que l'on "entende" les codes intermédiaires: le nouveau décodage d'adresse de l'EPROM n'est validé que lorsque le poussoir S3 est actionné (ou S2 fermé). C'est à ce moment seulement que l'on change de zone. A l'intérieur de chacune de ces zones, une même donnée peut figurer à plusieurs

adresses successives, comme on peut le voir sur le tableau 1. Ce qui signifie que pour différents codes A/N, on aura le même code N/A, et par conséquent la même tension de sortie QOV. Ainsi, dans le tableau 1a, toutes les quatre adresses, la donnée change de telle sorte que, après conversion N/A, GOV croisse de 83,33 mV. Avec ce code, tous les degrés de l'échelle chromatique sont présents. Nous sommes dans la première zone de l'EPROM, le commutateur S1 est en position 0. Si nous le mettons en position 1, nous accédons à une autre zone, dans laquelle tous les degrés de l'échelle chromatique n'apparaissent plus. Il s'agit par contre de la gamme majeure (tableau 1b), ou si l'on préfère, les touches blanches seulement d'un clavier de piano. La tension QOV n'évolue plus par pas de 83,33 mV, mais par multiples de cette valeur: il y a d'abord deux tons entiers, puis un demi-ton, etc. On notera aussi qu'il y a un ordre de présé-

Figure 6. En actionnant S3 au creux de la courbe du signal de commande (sortie triangulaire d'un LFO) et en manipulant S1 entre-temps, on passe sans heurt d'une échelle ou d'un accord à l'autre. On voit nettement que la phrase musicale épouse les contours du signal de commande, mais que les degrés de chaque échelle sont différents et plus ou moins nombreux. Ceci n'est pas sans influence sur le déroulement rythmique qui est d'autant plus lent qu'il y a moins de degrés valides.



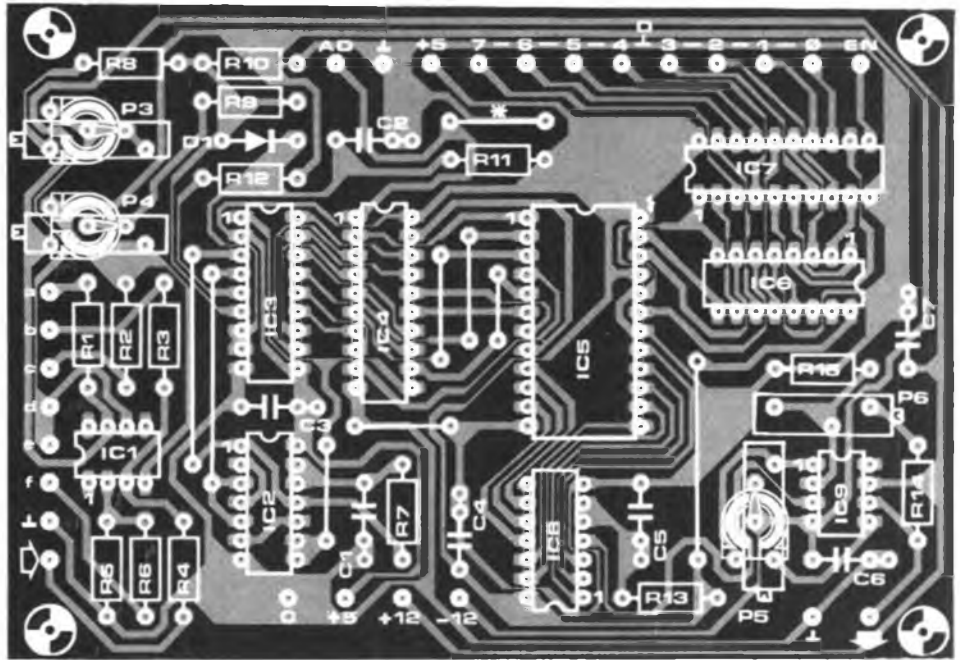


Figure 7. Dessin des pistes cuivrées du circuit imprimé conçu pour le quantificateur. Tous les composants des figures 4 et 5 y trouvent leur place, à l'exception des résistances R16...24 et de S1...S3 que l'on câblera soit sur la face avant de l'appareil, soit sur un petit morceau de circuit imprimé d'expérimentation.

Liste des composants

Résistances:

R1, R2, R5, R6, R8 = 5k6
R3, R4 = 100 k
R7, R24 = 680 Ω
R9 = 680 k
R10, R14 = 6k8
R11, R13 = 390 Ω
R12 = 180 k
R15...R23 = 10 k
P1 = 4k7 lin.
P2 = 100 k lin.
P3 = 25 k aj. (10 tours*)
P4 = 1 M aj. (10 tours*)
P5 = 10 k aj. (10 tours*)
P6 = 10 k aj. 10 tours
*éventuellement

Condensateurs:

C1 = 10 n
C2, C5 = 1 μ (MKT)
C3, C4, C6, C7 = 100 n

Semiconducteurs:

D1 = 1N4148
IC1, IC9 = 741
IC2 = 4093
IC3 = ZN427-E8 (Ferranti)
IC4 = 74LS377 (74LS374; voir texte)
IC5 = 2716 (programmée, voir texte)
IC6 = 74LS148
IC7 = 74LS373
IC8 = ZN426-E8 (Ferranti)

Divers:

S1 = commutateur rotatif
1 circuit, 8 positions
S2 = contacteur unipolaire
S3 = bouton poussoir
(contact travail)

ance entre les divers degrés. Dans l'exemple du tableau 1a (gamme chromatique), il y avait quatre adresses par note, alors que dans le tableau 1b la note RE (2ème degré) n'est disponible qu'à 6 adresses, tandis que la note FA (4ème degré) en a sept et les notes DO et MI (1er et 3ème degrés) en ont huit chacune. Ce qui implique que les tensions produisant ces deux dernières notes auront statistiquement plus de chances d'apparaître en sortie QOV que celles qui produisent les deux premières.

Si l'on place le commutateur S1 en position 2 (et que l'on actionne S3), on n'obtient, en sortie QOV, que les tensions correspondant à l'échelle pentatonique, ou, si l'on préfère, les touches noires seulement d'un clavier de piano. Le tableau 1c résume l'organisation des zones de l'EPROM; on s'y référera pour les autres échelles et accords musicaux disponibles.

Sur la figure 6, on peut découvrir les différentes phrases musicales générées par le quantificateur à partir d'un même signal triangulaire de LFO, en fonction des différentes positions de S1: l'accord majeur de tonique (S1 = 3), l'accord de dominante (S1 = 5), l'accord de sous-dominante (S1 = 6), la gamme majeure complète (S1 = 1), la gamme chromatique (S1 = 0), l'échelle pentatonique (S1 = 2), et pour clore cet exemple, l'accord de tonique du relatif mineur (S1 = 4). On voit qu'il suffit d'actionner S3 au bon moment entre deux manipulations du commutateur S1. Les données apparaissant en sortie de l'EPROM sont appliquées directement à un convertisseur N/A (IC8) dont le fonctionnement ne mérite aucun commentaire particulier. L'étage de sortie est un tampon avec compensation du décalage du zéro (P5) et réglage de la caractéristique 1 V/octave à l'aide d'une résistance ajustable multivous.

Options

Il a déjà été fait mention de la possibilité de ne pas utiliser le transcodeur, ce qui

revient à supprimer l'EPROM IC5: si c'est dans le but de réaliser un convertisseur A/N-N/A de précision, on relie les 8 entrées d'adresses aux 8 sorties de données et l'on n'implante pas, outre IC5, les composants du circuit de sélection de l'échelle (tous marqués d'un astérisque sur le schéma de la figure 5). Si c'est pour n'utiliser que les convertisseurs séparément, on omet également les composants mentionnés ci-dessus, ainsi que le strap marqué d'un astérisque sur la figure 4: les données A/N pourront être prélevées sur les huit premières broches d'adresses d'IC5 (non implanté!), tandis que les données N/A pourront être appliquées sur les huit broches de données d'IC5 (non implanté!). Ne pas omettre d'appliquer un signal de validation au point AD (figure 4, broche 1 d'IC4 = 74LS374!).

Il existe encore une autre option: supprimer S1...S3 et R16...24, et commander le circuit de sélection d'échelle musicale à l'aide d'un port de sortie de micro-ordinateur!

Mise au point

Comme nous proposons un dessin de circuit imprimé, la réalisation du quantificateur ne posera aucun problème particulier, si ce n'est que les résistances R16...R24 devront être montées à même les broches du commutateur rotatif, ou encore sur un petit morceau de circuit d'expérimentation percé au préalable de façon à pouvoir y monter le commutateur S1 lui-même. L'EPROM 2716 programmée devrait être disponible chez les (bons) marchands de composants.

La mise au point proprement dite commence par le réglage du tampon de sortie (après les vérifications de routine, bien sûr!). On retire IC5 de son support, et l'on relie les broches 1...3 et 9...13 d'IC8 à la masse. La tension de sortie de ce circuit intégré (broche 4) sera nulle. Il faut actionner P5

zones	notes	nombre d'adresses	Adresses: zone 0	Données	
			notes	(hex)	
1	gamme majeure		00	do - C 00	
	do	- C	01		
	ré	- D	02		
	mi	- E	03		
	fa	- F	04		
	sol	- G	05		
	la	- A	06		
	si	- B	07		
	penta-		08		ré - D 08
	gamme tonique		09		
do #	- C #	0A			
ré #	- D #	0B			
fa #	- F #	0C			
sol #	- G #	0D			
la #	- A #	0E			
do majeur		0F	mi - E 10		
do	- C	10			
mi	- E	11			
sol	- G	12			
la mineur		13		fa - F 14	
do	- C	14			
mi	- E	15			
la	- A	16			
sol majeur		17			sol - G 1C
ré	- D	18			
sol	- G	19			
si	- B	1A			
fa majeur		1B	sol # - G # 20		
do	- C	1C			
fa	- F	1D			
la	- A	1E			
ré majeur		1F		la - A 24	
ré	- D	20			
fa #	- F #	21			
la	- A	22			
la mineur		23			la # - A # 28
do	- C	24			
ré	- D	25			
fa #	- F #	26			
la	- A	27			
si mineur		28	si - B ou H 2C		
do	- C	2A			
si	- B	2B			
do mineur		2C			
ré mineur		2D			
mi mineur		2E			
fa mineur		2F			

pour les 4 octaves suivantes, ajouter + 04 hex par octave / 1/2 ton

rique à 3 chiffres!). On remet ensuite la broche 13 d'IC8 à la masse, et l'on relie la broche 2 au + 5 V (de même que la broche 1) et l'on vérifie la tension de sortie d'IC9 qui devrait être de 2,00 V. Une éventuelle dérive pourra être corrigée à l'aide de P6. Après ce réglage, la caractéristique 1 V/octave de la tension QOV est (en principe) garantie. La tension de sortie d'IC9 devra être de 3,00 V lorsque la broche 3 et la broche 13 d'IC8 sont reliées au + 5 V, et que les broches 1, 2 et 9... 12 sont à la masse. Avant d'insérer l'EPROM, on pourra vérifier la présence des bits d'adresse de poids fort sur les broches 19, 22 et 23 du support d'IC5, ainsi que leur conformité à la position de S1 (ne pas omettre d'actionner S3 entre deux manipulations!).

Il reste à effectuer la même compensation sur le circuit de conversion A/N. On retire IC1 de son support et l'on relie sa broche 6 (ou le curseur de P3) à la masse. Ajuster ensuite P4 de sorte que les broches 11... 18 d'IC3 soient au niveau logique bas. Le réglage de P3 pourra être fait à l'oreille en fonction du signal de commande appliqué au quantificateur. Il suffit de faire en sorte que la phrase musicale générée par le VCO auquel on applique la tension QOV épouse les contours du signal de commande appliqué à l'entrée sans "écrêtage". Ainsi fait, le quantificateur est prêt à l'emploi; il ne reste qu'à lui trouver une alimentation définitive que l'on prélèvera soit sur le synthétiseur "hôte", soit sur une alimentation à régulateurs intégrés réalisée spécialement pour ce circuit. La consommation est de 120 mA en 5 V et bien moindre en ± 12 V. Dans ce même numéro, nous publions un article sur la connexion de l'éprogrammeur d'Elektor à la carte principale du Junior Computer. Avis aux amateurs qui souhaitent réaliser leurs propres EPROM de transcodage!

Tableau 1a. Extrait du contenu de la zone 0 de l'EPROM. Tous les degrés de l'échelle chromatique sont valides et l'adressage est également réparti entre eux (4 adresses par note). La probabilité est par conséquent la même pour chacun des douze degrés.

Tableau 1b. Extrait du contenu de la zone 1 de l'EPROM. Seuls les sept degrés de la gamme majeure sont valides. L'adressage n'est pas réparti également entre eux, du fait que certains ont un "poids musical" plus fort que d'autres. De sorte que certains notes apparaîtront plus souvent et dureront plus longtemps que d'autres.

Tableau 1c. Vue d'ensemble sur les huit zones de l'EPROM avec les échelles et les accords obtenus dans chacune d'entre elles. Quelque soit le nombre de notes valides par octave, l'étendue du QOV produit par chaque zone est de 5 octaves.

de telle sorte qu'en sortie d'IC9 (broche 6) elle soit nulle aussi. On relie ensuite les broches 13 et 1 d'IC8 au + 5 V et l'on ajuste P6 de telle sorte qu'en sortie d'IC9 la tension soit de 1,00 V (multimètre numé-

tableau 1a

EPROM (zone 0)		N/A	
Adresses	hex	Données	QOV
0000	00	0000000000	0 mV
0001	00	0000000000	
0002	00	0000000000	
0003	00	0000000000	
0004	04	0000001000	83 mV
0005	04	0000001000	
0006	04	0000001000	
0007	04	0000001000	
0008	08	0000010000	167 mV
0009	08	0000010000	
000A	08	0000010000	
000B	08	0000010000	
000C	0C	0000011000	250 mV
000D	0C	0000011000	
000E	0C	0000011000	
000F	0C	0000011000	
0010	10	0000100000	333 mV
0011	10	0000100000	
0012	10	0000100000	
0013	10	0000100000	
0014	14	0000101000	417 mV
0015	14	0000101000	
0016	14	0000101000	
0017	14	0000101000	
0018	18	0000110000	500 mV
0019	18	0000110000	
001A	18	0000110000	
001B	18	0000110000	
001C	1C	0000111000	

tableau 1b

A/N	EPROM (zone 1)		N/A
Adresses	hex	Données	QOV
0100	00	0000000000	0 mV
0101	00	0000000000	
0102	00	0000000000	
0103	00	0000000000	
0104	00	0000000000	1 ton
0105	00	0000000000	
0106	00	0000000000	
0107	00	0000000000	
0108	08	0000010000	167 mV
0109	08	0000010000	
010A	08	0000010000	
010B	08	0000010000	
010C	08	0000010000	1 ton
010D	08	0000010000	
010E	10	0000100000	
010F	10	0000100000	
0110	10	0000100000	333 mV
0111	10	0000100000	
0112	10	0000100000	
0113	10	0000100000	
0114	10	0000100000	1/2 ton
0115	10	0000100000	
0116	14	0000101000	
0117	14	0000101000	
0118	14	0000101000	417 mV
0119	14	0000101000	
011A	14	0000101000	
011B	14	0000101000	
011C	14	0000101000	

tableau 1c

ADRESSES		ECHELLES
0000...00FF		échelle chromatique
0100...01FF		gamme majeure
0200...02FF		échelle pentatonique
0300...03FF		accord majeur DO-MI-SOL
0400...04FF		accord mineur LA-DO-MI
0500...05FF		accord majeur SOL-SI-RE
0600...06FF		accord majeur FA-LA-DO
0700...07FF		accord majeur RE-FA #-LA

• chaque échelle couvre 5 octaves!

E. Stöhr

La fréquentation quotidienne de certains circuits intégrés nous les rend si familiers que l'on aurait tendance, parfois, à en négliger de bien remarquables virtualités. Ce n'est pas le cas de l'auteur de cet article qui a eu l'idée d'attaquer l'entrée de référence d'un régulateur de tension bien connu, le 723, à l'aide d'un convertisseur numérique/analogique: il en résulte une précision remarquable dans la programmation de la tension de service, avec en plus la possibilité d'un choix (à commande numérique, s'il vous plaît!) du courant de charge maximal. Ce montage devrait intéresser tous ceux qui, confrontés à des exigences de précision "analogique", comptent mettre à profit la précision toute "numérique" de leur système à microprocesseur.

alimentation programmable

en fait
d'alimentation
c'est une
interface
numérique/
analogique de
puissance!

Nous sommes en présence d'un convertisseur numérique/analogique peu banal: que le temps de conversion soit de 5 μ s, c'est déjà une bonne chose; ce qui est remarquable, surtout, c'est le courant de charge de 2 A. D'autre part, comme on peut le voir dans le résumé des caractéristiques, la plage de tension de sortie programmable est subdivisée en plusieurs calibres dont la commutation est numérique elle aussi. Et il en va de même pour les trois calibres de courant!

Le circuit

Le coeur du montage est bien sûr le convertisseur numérique/analogique intégré à 8 bits. C'est IC1, dont la sortie E_O délivre une tension analogique (sous haute impédance) proportionnelle à la magnitude du mot binaire appliqué à ses entrées B1... B8. Ce mot binaire, acheminé par le bus de données du système de programmation, transite par les verrous IC5 et IC6 dont la commande est assurée par des signaux sur lesquels nous reviendrons.

L'organe de puissance est le régulateur de tension intégré IC3 du type 723. Celui-ci compare la tension de référence programmable qui lui est fournie par IC2 après adaptation d'impédance et compensation du décalage, à la tension de sortie réelle qu'il corrige en conséquence, tout en opérant une limitation du courant de sortie. C'est d'ailleurs grâce à la présence du darlington T9 (BD 649) que ce courant de sortie peut atteindre une valeur tout à fait respectable: 2 A.

Les résistances R18... R20 et les résistances ajustables P3... P5 assurent respectivement le réglage du courant de charge maximal et de la tension de sortie maximale.

Comme il s'agit d'une alimentation, il n'est pas étonnant qu'elle soit dotée d'un redresseur et d'un condensateur de filtrage (C5) qui fournissent la tension et le courant nécessaires à la régulation par le couple IC3/T9. Cette même tension alimente d'ailleurs un deuxième régulateur intégré

du type 723 dont la fonction est de fournir au convertisseur N/A DAC 0800 (IC1) une tension de référence stable ($U_{ref} = 10,0$ V).

La commutation

En plus du couple de verrous déjà mentionné (IC5, IC6), on note la présence d'un second couple identique (IC7, IC8), relié lui aussi au bus de données. Ces deux verrous supplémentaires assurent la commande des transistors de commutation des résistances et potentiomètres de réglage du courant et de la tension. On remarquera que si T4 et T5 sont associés aux relais Re4 et Re5 (qui assurent la mise en parallèle des résistances de limitation du courant), et T1... T3 aux relais Re1... Re3 (la commutation des ajustables de réglage de la tension est assurée par eux), il reste même trois sorties inutilisées (mais parfaitement utilisables...)! Ces trois derniers relais peuvent être d'un type miniature et de faible puissance.

Il nous reste à examiner les signaux de commande des deux paires de verrous. Celle-ci est résolument binaire: lorsque les signaux X et Y sont tous deux au niveau logique haut, la sortie de N1 passe au niveau logique bas: les verrous IC5 et IC6 sont transparents et le convertisseur N/A est relié directement au bus de données. Lorsque les signaux X et Y changent de niveau logique (séparément ou ensemble), les verrous se bloquent et leurs sorties maintiennent le dernier mot binaire présent sur le bus de données avant leur fermeture. Lorsque X est au niveau logique haut et Y au niveau logique bas, le niveau logique bas apparaissant en sortie de N3 active les verrous IC7 et IC8 qui deviennent transparents: les niveaux logiques présents sur le bus de données sont acheminés directement sur la base des transistors de commutation T1... T8. Ainsi, lorsque les deux configurations des lignes X et Y mentionnées ci-dessus ne sont pas présentes, l'alimentation est totalement isolée du système qui la commande; avec la

Caractéristiques:

Tension d'entrée (niveau logique haut):
niveau TTL si la tension d'alimentation
5 V pour IC5 et IC6; niveau CMOS avec
tension d'alimentation appropriée (ici:
12 V)

Résolution: 8 bits

Tension de sortie:
0... 30 V programmable en 3 calibres

Courant de charge maximal: 2 A

Calibres programmables:
0... 5 V (1 bit - 19,5 mV)
0... 15 V (1 bit - 50 mV)
0... 30 V (1 bit - 117 mV)

Courants de charge commutables:
50 mA 0,5 A, 2 A

Deux signaux de décodage sont requis
SELECT et ENABLE, qui peuvent être
obtenus par décodage d'adresses

première configuration le processeur agit sur la tension de sortie, alors que la deuxième configuration mentionnée lui donne accès à la commutation des calibres de tension et de courant.

Les signaux des lignes X et Y pourront être obtenus, à la convenance de chacun, à l'aide d'une combinaison plus ou moins complexe de lignes d'adresses de l'ordinateur utilisé.

Réalisation et réglage

Selon le système de programmation utilisé, il y aura lieu d'adapter le schéma proposé ici aux exigences particulières de l'utilisateur. Ceci concerne la configuration du bus, les tensions correspondant aux différents niveaux logiques, et le décodage d'adresses qui permettra d'obtenir les signaux X et Y. Il faut remarquer aussi que les relais Re4 et Re5 doivent être capables d'acheminer chacun tout ou partie du courant délivré par cette alimentation programmable. Re1... Re3 pourront être du type miniature

DIL conçu spécialement pour l'implantation sur circuit imprimé. Le fait d'alimenter IC5... IC8 en 5 V peut tenir lieu d'adaptation de niveau entre la carte N/A de puissance et le bus du système à micro-processeur.

Le radiateur du transistor de puissance devra dissiper, dans le pire des cas, une soixantaine de watts. Une bonne aération ne sera pas superflue! Sans parler de la pâte thermo-conductrice dont la présence est indispensable...

Pour le réglage, il faut un voltmètre numérique et un système numérique de commande (micro-ordinateur de préférence) pour la programmation de la tension de service.

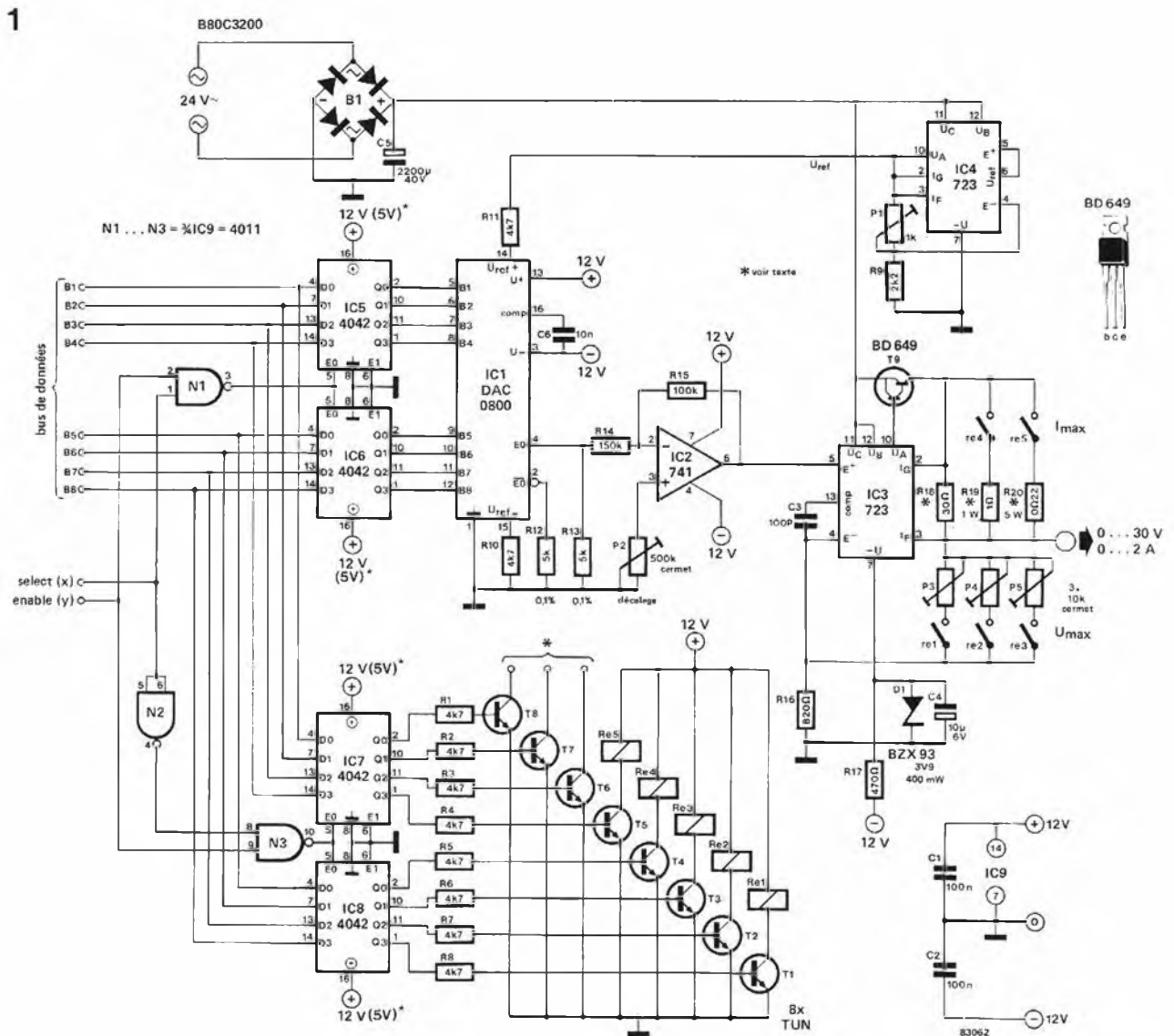
Après avoir soigneusement vérifié le montage que l'on aura réalisé soit sur circuit imprimé fait maison, soit sur carte d'expérimentation à pastilles cuivrées (l'une et l'autre au format européen), on pourra procéder au réglage: commencer par appliquer huit niveaux logiques bas aux entrées B1... B8, tandis que

alimentation programmable
elektor octobre 1983

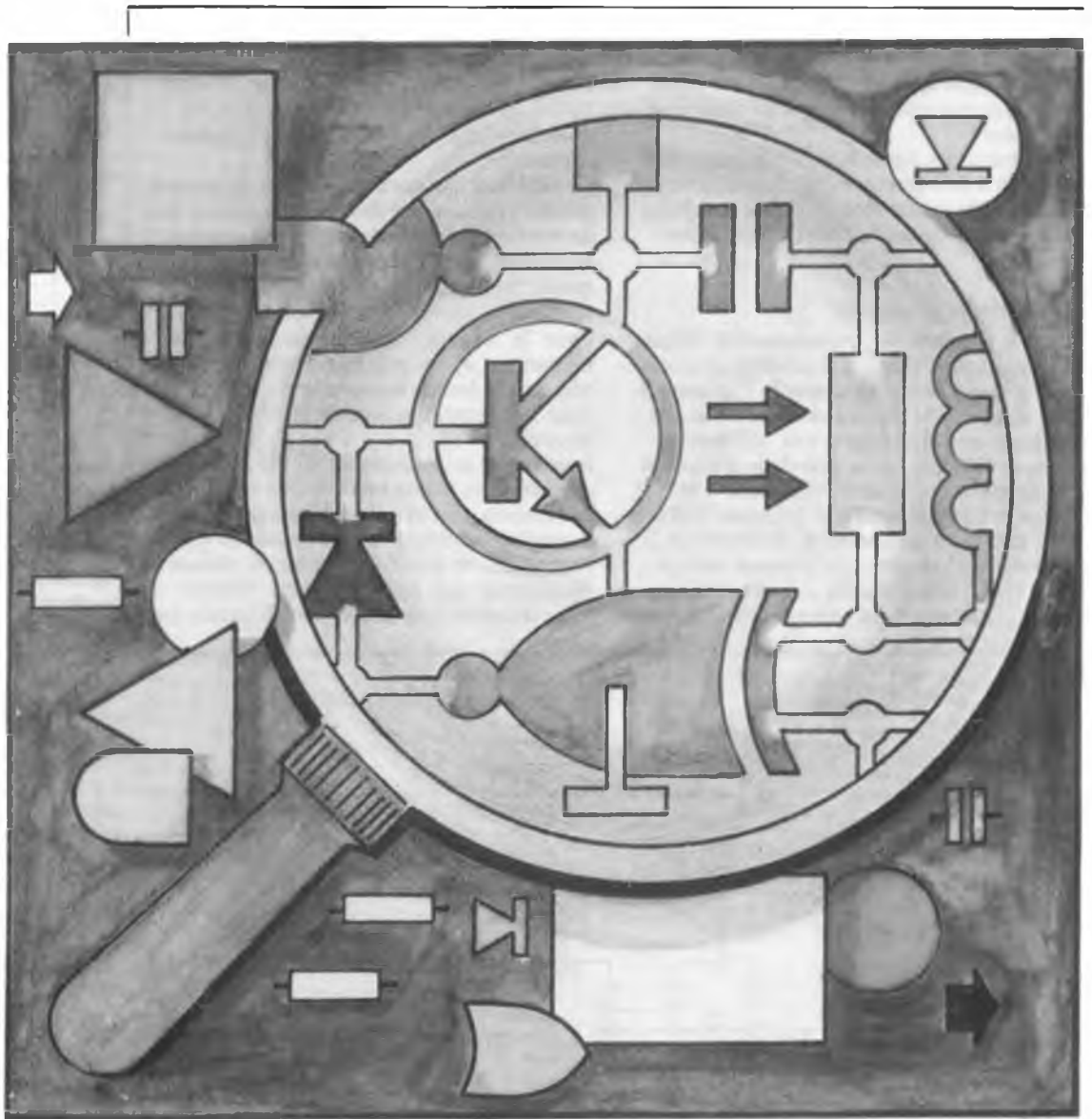
Décodage:

X	Y	Fonction
"1"	"1"	Conv. N/A
"1"	"0"	Calibres
"0"	"1"	—
"0"	"0"	—

Figure 1. Pour réaliser cette alimentation programmable, on fait appel à un régulateur intégré (IC3) dont la tension de référence est fournie par un convertisseur numérique/analogique lui-même commandé par un micro-processeur.



Note: Les tensions de + et -12V pourront être fournies par l'alimentation de l'ordinateur hôte si celui-ci le permet.



la ligne SELECT(X) et la ligne ENABLE(Y) sont toutes deux au niveau logique haut. On ajuste à présent P1 de telle sorte qu'en sortie d'IC4 la tension U_{ref} soit précisément de 10 V (le voltmètre numérique donne une résolution de trois chiffres après la virgule, soit 10,000 V).

L'étape suivante consiste à mettre la ligne ENABLE(Y) au niveau logique bas, et les lignes de données B8 et B4 au niveau logique haut: les relais Re1 et Re5 doivent coller. Remettre la ligne ENABLE(Y) au niveau logique haut, et toutes les lignes B1... B8 au niveau logique bas. Mesurer la tension U_{sortie} qui doit être nulle. Si elle ne l'est pas, compenser le décalage à l'aide de P2 (offset).

Ensuite on met toutes les lignes B1... B8 au niveau logique haut et l'on règle la tension U_{sortie} à 5,00 V à l'aide de P3. Puis on vérifie le courant de sortie maximal qui doit être de l'ordre de 2 A. Voilà le premier calibre réglé.

Mettre B5 et B7 au niveau logique haut, et toutes les autres lignes B au niveau logique bas, de même que la ligne ENABLE(Y): les relais Re2 et Re4 sont activés. Remettre la ligne ENABLE(Y) ainsi que toutes les lignes B1... B8 au niveau logique haut, et

ajuster la tension U_{sortie} à 13 V à l'aide de P4; le courant de charge maximal doit être d'environ 0,5 A.

Pour finir, il faut régler le troisième et dernier calibre: mettre la ligne B6 au niveau logique haut, tandis que toutes les autres lignes B sont au niveau logique bas. Pour activer le relais Re3 et faire décoller Re4, il faut appliquer un niveau logique bas sur ENABLE(Y), laquelle ligne revient aussitôt au niveau logique haut, de même d'ailleurs que toutes les lignes B1... B8. La tension de sortie pourra être réglée à 30 V grâce à P5. Le courant de sortie ne dépassera plus les 50 mA.

Une fois les trois calibres réglés, l'alimentation programmable est prête à l'usage. Elle rendra de grands services lors d'expérimentations requérant une grande précision et une bonne souplesse. Il reste bien sûr à mettre au point un petit programme de commande de l'interface de puissance, ce à quoi un petit système comme le Junior Computer se prête à merveille. Nous serions heureux d'entendre de vos nouvelles à ce sujet: si vous avez mis au point quelques routines élégantes et confortables, faites-les nous parvenir et nous les publierons volontiers.