Klaxon « 28 airs »

Rappelons d'emblée que l'emploi des klaxons « symphoniques » est parfaitement illégal sur la voie publique française. En conséquence, le montage qui suit est décrit à des fins purement culturelles et expérimentales, et l'auteur serait peiné d'apprendre que certains ont l'audace de l'utiliser !

Une coupable passion pour les microprocesseurs Grand Public nous pousse à vous présenter l'excellent AY-3-1350 de General Instrument, boîte à musique standard oferant 25 mélodies et 3 carillons dans un boîtier unique.

Ce produit n'est pas une nouveauté et se trouve au catalogue de nombreux annonceurs. Nous pensons toutefois qu'il n'a pas fait l'objet de descriptions assez claires, accompagnées d'une réalisation pratique...

Concerto pour General Instrument : l'AY-3-1350

Ce microprocesseur (μP) ressemble physiquement à un produit de la famille TMS 1000 (Texas Instrument) : c'est un 28 pins Dual-in-Line. Quelques notables différences apparaissent rapidement, car l'étude de l'AY-3-1350 est plus ancienne que celle des TMS 1000 à musique.

Développé initialement par Microélectronics, filiale circuits intégrés du groupe Américain General Instrument, ce produit est un genre de μP 8 bits. Son principal avantage pour l'industriel est qu'il est susceptible de lire un message binaire dans une EPROM externe. Pour l'amateur, il contient néanmoins dans sa propre ROM (mémoire imprimée par masque) les codes offrant 25 mélodies plus 3 carillons.

La **figure 1** donne le schéma-type du carillon de porte pour habitation

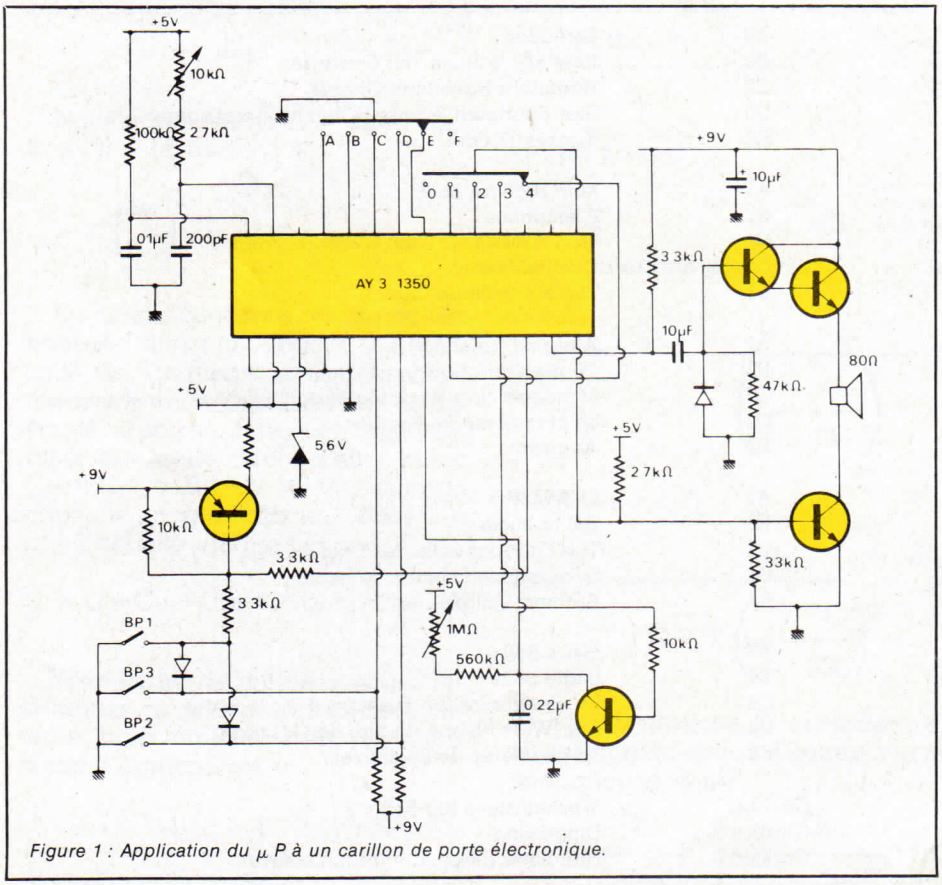


Figure 1 : Application du μ P à un carillon de porte électronique.

de luxe, car on trouve trois poussoirs BP 1 à 3 correspondant chacun à une porte distincte. Ce schéma utilise comme notre klaxon la mémoire incorporée afin de nous donner l'aubade.

La sélection des airs est à notre idée un peu complexe, puisqu'elle nécessite deux rotacteurs, sinon trois (pour la borne 16), en plus des boutons-poussoirs de déclenchement. Ce montage est pourtant bien attractif et mérite quelques commentaires.

Tout d'abord l'alimentation est quasiment coupée au repos, et elle s'établit à la demande, juste le temps

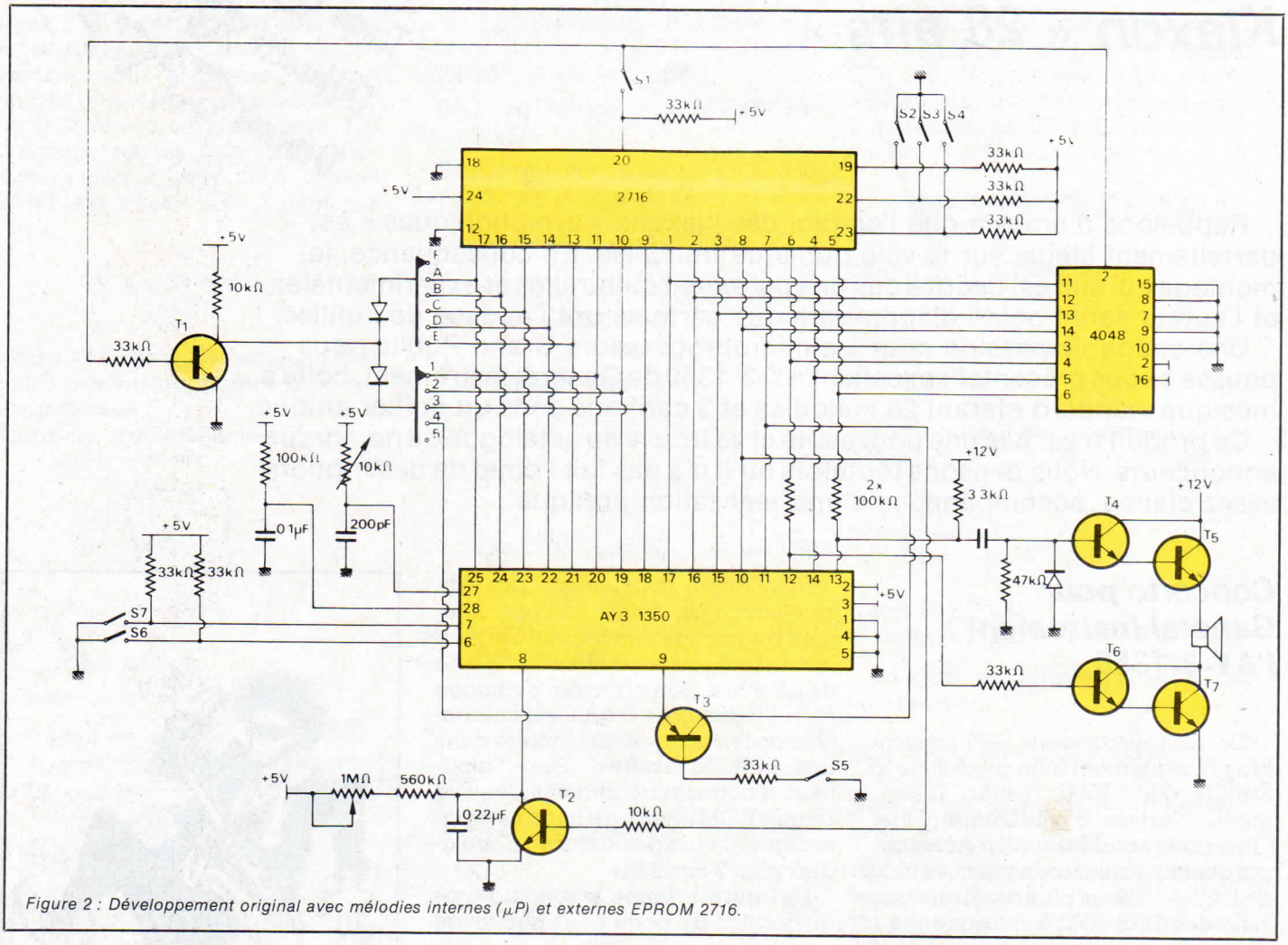


Figure 2 : Développement original avec mélodies internes (µP) et externes EPROM 2716.

d'une mélodie. Ensuite, elle retombe automatiquement à une consommation négligeable.

Ensuite, il faut noter que si le timbre est réglable par la fréquence d'oscillateur-horloge, la cadence l'est aussi, et de façon séparée. Un véritable chef d'orchestre électronique donne la mesure avec un RC déchargé par transistor, ce qui montre le fini du produit.

Enfin, notez qu'il est possible de façonner l'enveloppe du signal de sortie pour obtenir une sonorité plus proche d'un piano ou d'un orgue. C'est le but des éléments reliés à la pin 13.

Le poussoir principal BP 1 permet avec une sélection correcte d'obtenir l'un des 25 airs disponibles.

Le poussoir secondaire BP 2 dispose de 5 mélodies seulement.

Le poussoir tertiaire BP 3 déclenche les 3 carillons disponibles.

Si l'on prend pour référence les chiffres et les lettres données en **figure 1**, on comprend bien comment établir les adresses des airs que voici :

A0	Toréador
B0	Rossini's William Tell Overture
C0	Haendel's Hallelujah Chorus
D0	Star Spangled Bonner (L'hymne Américain)
E0	Yankee Doodel
A1	John Brown's Body
B1	Clémentine
C1	God Save the Queen (L'hymne Anglais)
D1	Colonel Bogey
E1	The Marseillaise (merci)
A2	America America
B2	Deutschland Leid (nous ignorons lequel)
C2	Mendelssohn's Wedding March (l'air des jeunes mariés)
D2	La cinquième de Beethoven
E2	Augustine
A3	O Sole Mio
B3	Santa Lucia
C3	The End (pas celle des Doors)
D3	Strauss Blue Danube (le beau)
E3	Brahms' Lullaby
A4	Hell's Bells
B4	Jingle Bells
C4	La vie en rose (en Français dans le texte)
D4	Star Wars (thème du film de G. Lucas)
E4	La neuvième de Beethoven
Carillon 1	Westminster's Big-Ben
Carillon 2	Ding-Dong
Carillon 3	Huit notes descendantes (un octave)

Observons que le classique est mieux que présent dans cette ROM, que le « ringard » y côtoie les hymnes de certains pays, et que finalement l'ensemble ne manque pas de séductions ! De plus, il existe d'autres airs que sur les TMS 1000 MP 3318 et 3310, ce qui évite le double emploi.

Pas de savantes combinaisons de broches, il est possible de faire jouer à peu près ce que l'on désire au nombre de boutons dont on a besoin ; l'ensemble des possibilités réalisables ainsi que la complexité de la matrice à diodes, ou de la logique d'adressage externe nous a découragés, et nous avons trouvé une solution enfantine pour notre maquette d'évaluation.

Ceci décrivait l'aspect Grand Public du μP AY-3-1350, et voyons brièvement son intérêt pour l'industriel : la mélodie en boîte extérieure.

La **Figure 2** présente un exemple d'application du μP avec une EPROM 2716 monotension 5 V. Dans ce cas, il est possible de jouer 28 mélodies de 28 notes chacune ou une seule de 256 notes successives.

On observe 8 lignes d'entrée et 8 lignes de sortie qui étaient affectées à d'autres fonctions dans notre exemple précédent. Cette fois-ci, la carte imprimée est complexe, mais la réalisation simple. L'effet, quant à lui, est des plus remarquables, et se place en tête des avantages de l'ensemble.

Malheureusement pour l'amateur, programmer soi-même une EPROM bit pat bit et sans faute est une performance quasi-inaccessible avec plusieurs milliers de cases comme ici. C'est pourquoi nous avons écarté également le schéma en question. La lecteur téméraire pourra lire avec profit l'excellent exposé de R. Charles dans Electronique Applications n° 15 qui décrit la marche à suivre.

Si une mémoire RAM est une mémoire de données électriquement volatiles, une ROM (ou EPROM, REPROM, UV-PROM) est une mémoire-programme bourrée de données que l'on tient à conserver. Il faut bien de la patience pour les y enter !

Les ROMS sont des articles fabuleux pour la réalisation d'automatismes avancés. L'insertion d'un « boîtier de connaissances » sur un circuit imprimé, également son interchangeabilité à l'aide d'un support, font que l'on peut aujourd'hui réaliser à faible coût de petites machines étonnantes.

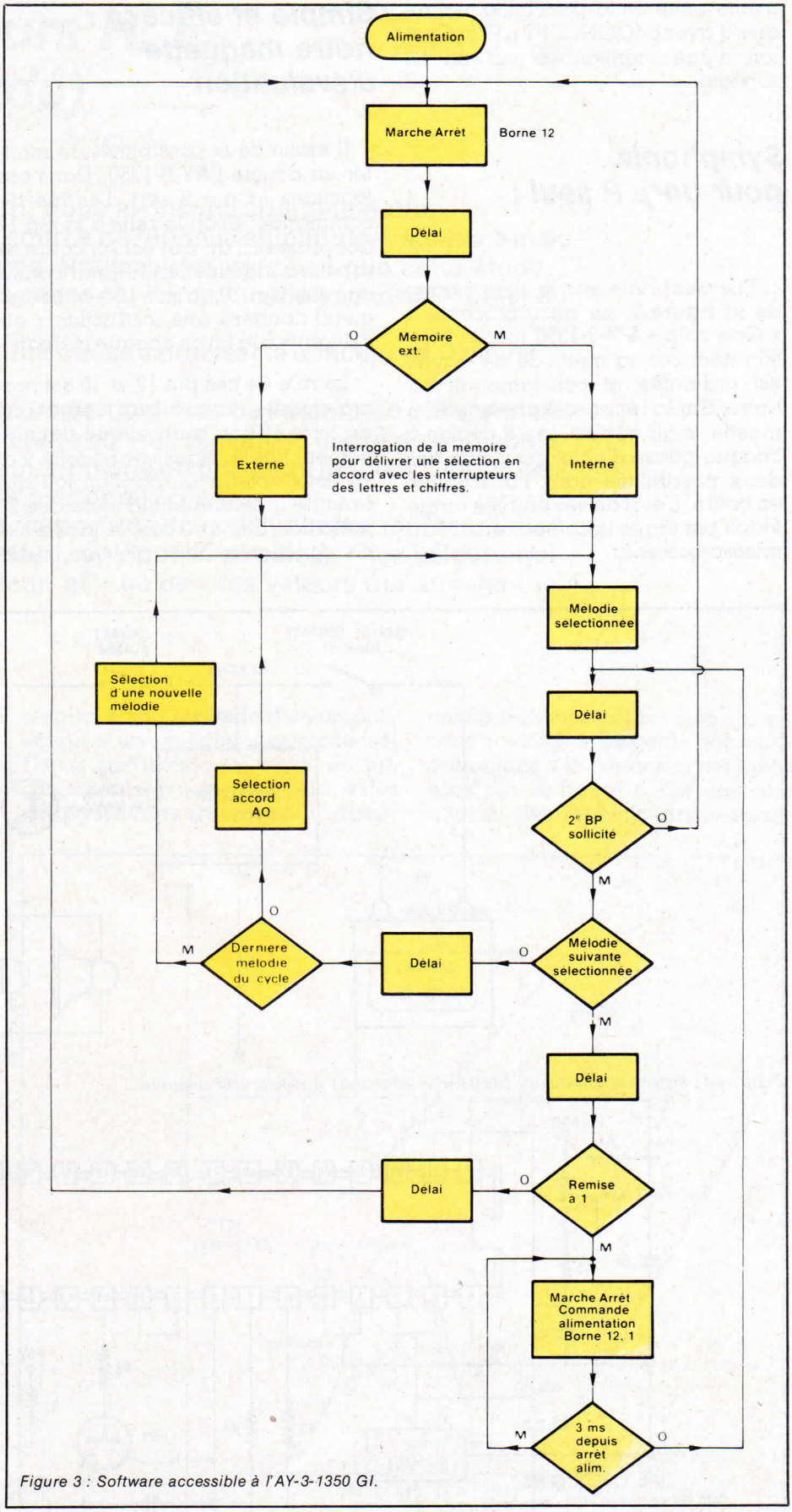


Figure 3 : Software accessible à l'AY-3-1350 GI.

Parce que trop de lecteurs s'intéresseraient à une même mélodie musicale, question de goût prévisible, il nous semble impossible sur ce projet de faire programmer une EPROM « Radios-Plans » par un constructeur ou un autre. Nous

avons aimé cette possibilité technique d'avenir (CONCEPT μP) qui valait d'être mentionnée sur un tel schéma.

Symphonie pour un μ P seul :

Elle s'exprime sur le diagramme de la **figure 3**. Le microprocesseur « One chip » A Y-3-1350 mérite bien son nom car sa méthode de travail est ordonnée et constamment binaire. Sur la réponse à une question muette, mais câblée, le μP décide à chaque phase d'opter pour une des deux possibilités dans l'alternative en cours. L'état de ses entrées dirige étape par étape le comportement du microprocesseur.

Simple et efficace : notre maquette d'évaluation

Il existe deux possibilités de monter en boucle l'AY-3-1350. Dans ces fonctions la pin 9 sert d'entrée de commande. Si on la relie à la pin 17 (recyclage), l'air qui est en cours se répétera indéfiniment. Si par contre on relie 9 et 10, la pin 10 (enchaînement) donnera une instruction « air suivant » à la fin de chaque mélodie.

Le rôle de ces pin 17 et 10 est normalement attribué aux opérations de tests et non à un circuit définitivement câblé. Nous avons relié 9 et 10 pour obtenir un carillon fou qui exécute indéfiniment la série des 25 mélodies. Dans ce cas, le processus de fonctionnement devient : « Je joue un air — je souffle un peu — je joue l'air suivant — etc. »

Avec la très élémentaire **figure 4** se dessine un projet de KLAXON D'ENFER. Heureusement irréalisable, ce système vu par son synoptique laisse apparaître une dangereuse simplicité.

Une batterie 12 V robuste est souvent reliée par son — au châssis d'un véhicule européen. Ce châssis est donc une source d'alimentation pour tout accessoire dont on fournit le + par fil indépendant.

Dans notre hypothèse, l'orchestre fou du μP AY-3-1350 est en service dès que l'on met le contact — la puissance consommée est alors négligeable — et si le besoin d'écouter se fait sentir, le contact klaxon alimente un amplificateur « musclé » pilotant une bardée de compresseurs.

Le hasard nous a conduit à un sys-

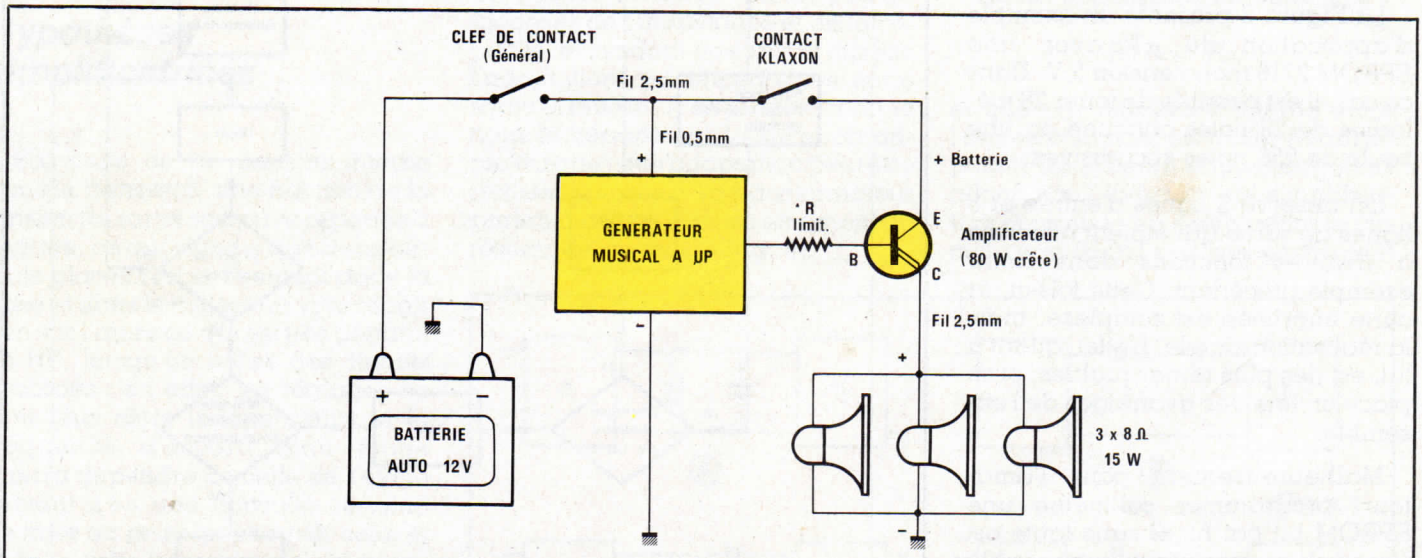


Figure 4 : Schéma synoptique de l'installation automobile si celle-ci était autorisée...

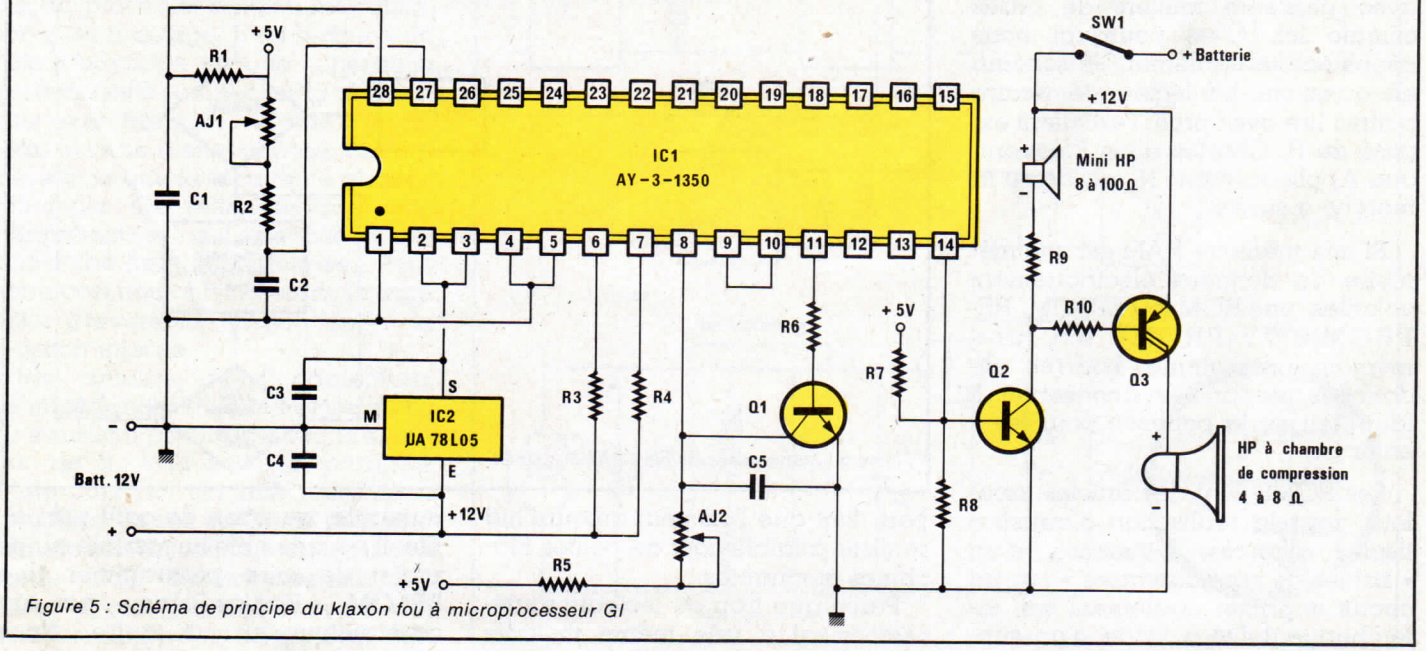


Figure 5 : Schéma de principe du klaxon fou à microprocesseur GI

tème physiquement compatible avec des véhicules existants. Cette incroyable coïcidence provient de la possibilité de travailler en 12 V qui est en vogue chez les hobbystes, voilà tout.

Le schéma interdit par principe

D'un grand intérêt pour les esprits scientifiques et mélomanes, il est proposé en **figure 5**. R_1 et C_2 forment une constante de temps qui initialise le μP à la mise sous tension. Le court-circuit forcé de C_1 effectue une remise à zéro, à l'un des carillons avant la suite de mélodies.

C_2 avec R_2 et l'ajustable 1 forment le réseau externe de l'oscillateur d'horloge incorporé. De fait, comme chaque note est synthétisée à partir de cette fréquence, Aj 1 est un contrôle de timbre, ou plutôt de hauteur (pitch control) de la note.

La section alimentation est traditionnelle et emploie un régulateur 5 V miniature de type μA 78 L 05. La réjection des bruits d'alimentation vus par l'AY-3-1350 se trouve du même coup renforcée, ce qui implique un fonctionnement sûr. Les capacités C_3 et C_4 assurent la stabilité dynamique de IC_2.

Les résistances R_3 et R_4 assurent le rappel au + 12 V des pins d'entrée 6 et 7 traditionnellement affectées au départ d'un air. L'amateur pourra obtenir l'un des trois carillons possibles au départ du cycle en ôtant l'une ou l'autre de ces résistances ou même les deux.

Le circuit de cadence est articulé autour de la charge de C_5 par les résistances R_4 et Ajustable 2. Cette limitation de débit permet de régler le temps de charge de C_4 qui devient le métronome du μP. Parvenu à un certain seuil de tension que détecte la pin 8, le μP bascule et sort en pin 11 une impulsion de commande pour Q_1 via R_6. Devenant conducteur, ce transistor court-circuite C_5 et une charge nouvelle débute.

Cette base de temps TBF contrôlée par une bascule est comparable à un circuit intégré 555. Regrettons toutefois la non-intégration de R_6 et Q_1 dans le μP, ces éléments étant indispensables au fonctionnement de l'AY-3-1350.

Le strap établi entre 9 et 10 du μP permet comme nous l'avons signalé plus haut un fonctionnement bouclé. A la mise sous tension, un des carillons ouvre le bal, puis les 25 mélodies de notre tableau s'enchaînent dans l'ordre et cela indéfiniment.

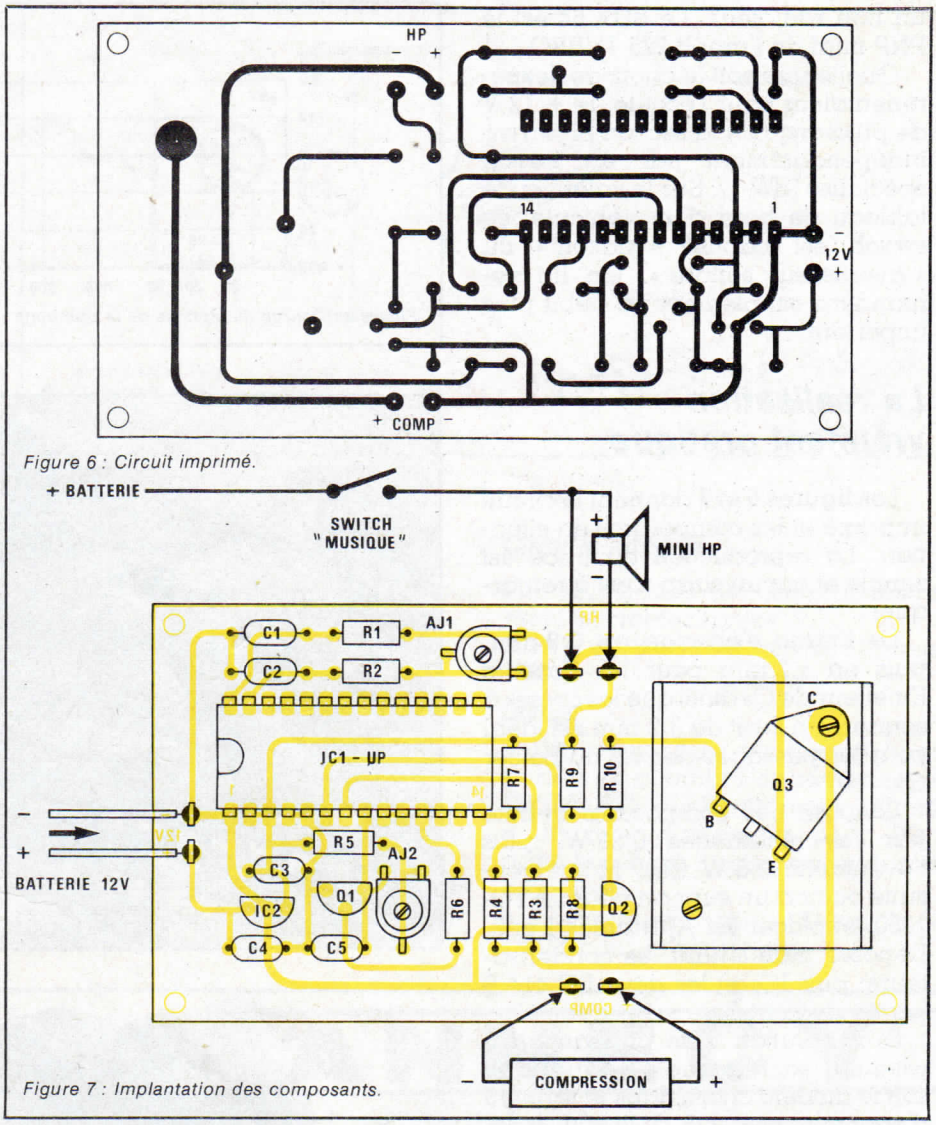


Figure 6 : Circuit imprimé.

Figure 7 : Implantation des composants.

Pour réduire au maximum les coûts de réalisation, et pour envoyer aux HP à compression des signaux compatibles avec leur sonorité propre, nous avons préféré nous passer du formant « orgue » tel que décrit en **figures 1 et 2.**

Ainsi recueillons-nous un signal carré pur sur la pin 14 (sortie BF), d'amplitude crête à crête d'environ 500 mV. Avec un transistor Q_2 à grand gainet les résistances de polarisation R_7 et R_8, un fonctionnement en commutation correct est obtenu.

Le transistor BC 414 B de THOMSON nous a paru tout indiqué par son caractère universel. Il dispose en effet d'un grand gain, d'un faible bruit BF, d'un Ic max suffisant, et tient une tension de 45 V. Comme de surcroît son complémentaire PNP exact est disponible, ce produit peut être considéré comme préférentiel. C'était l'un des meilleurs choix sur l'ampli 225 TURBO.

Dans le collecteur de Q_2 se trouve un HP miniature complété par une résistance de limitation (R_9) et le tout fonctionne en 9 V. L'autre option consiste à éliminer ce HP et R_9, puis placer R_{10} et Q_3 pour une puissance importante. Alors le circuit fonctionne jusqu'à 15 V continus.

L'emploi d'un Darlington PNP pour Q_3 autorise la charge à fonctionner en ayant un fil à la masse, le négatif. Dans la base de Q_3, la résistance R_{10} limite le courant de commande à une valeur non destructrice. L'équilibrage thermique base-émetteur de Q_3 est assuré de façon interne par les résistances-shunt, et une diode inverse sur collecteur-émetteur permet une bonne protection contre les réactions des HP selfiques.

La charge utile sera constituée de un ou davantage de compresseurs ISKRA 8 Ω/15 W. Le nombre maximum de 4 HP en parallèle est possible grâce au Darlington BDV 64 de THOMSON qui tient 12 ampères sur

un bon radiateur. Le BDV 64 est le PNP final de l'ampli 225 TURBO.

Quelle que soit le choix de l'expérimentateur pour l'écoute, le + 12 V de puissance de la section BF arrive indépendamment par un switch spécialisé (SW 1). Sur le volant ou le tableau de bord d'un véhicule, ce switch est baptisé « klaxon » ou « avertisseur sonore ». On lui demandera simplement un débit plus important.

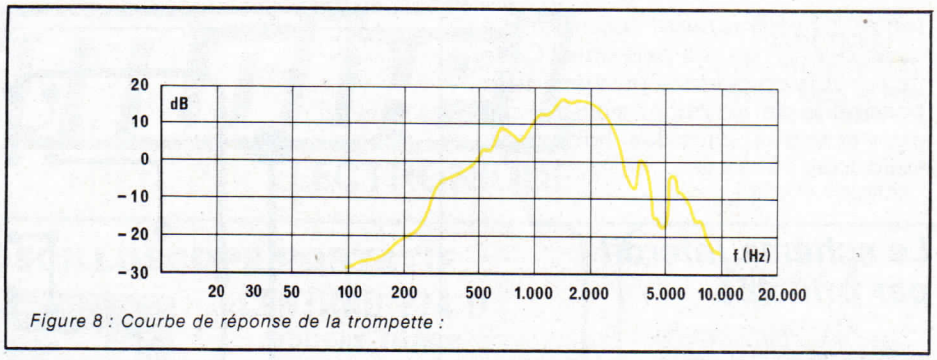


Figure 8 : Courbe de réponse de la trompette :

La réalisation vraiment pratique

Les **figures 6 et 7** donnent le circuit imprimé et les composants en situation. La reproduction du tracé est simple et aucun strap n'est à remarquer.

Le forage s'effectue en 0,8 mm, puis en 1,2 mm pour les Base et Emetteur de Q_3 ainsi que les cosses à souder. Un foret de 3,2 mm est idéal pour les passages des vis du boîtier Q_3.

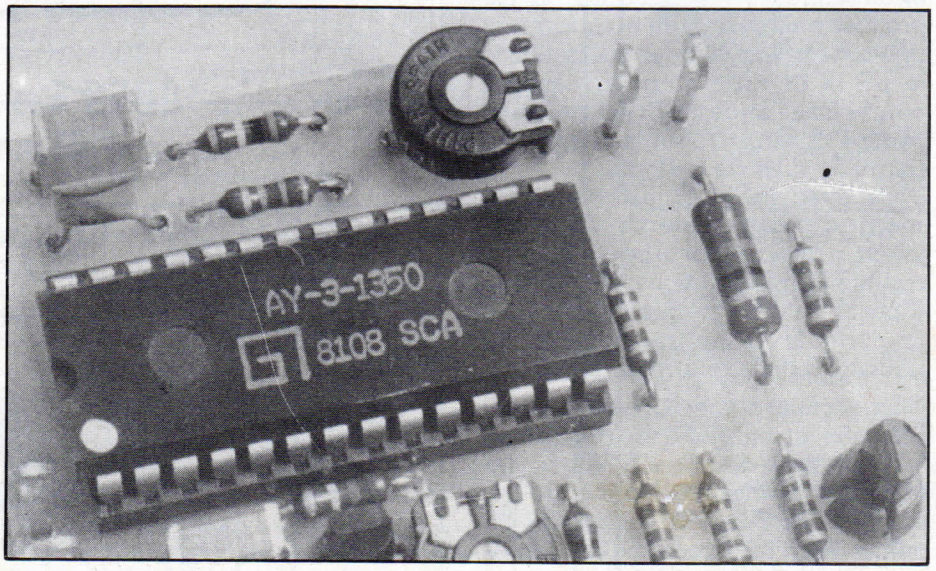
La pose des composants débute par les résistances 0,25 W, puis l'éventuelle 0,5 W (R_9). Monter ensuite ou non un support pour l'AY-3-1350, et placer les Ajustables 1 et 2. Déposer maintenant les condensateurs, puis IC_2 et les deux BC 414 B (ou équivalents).

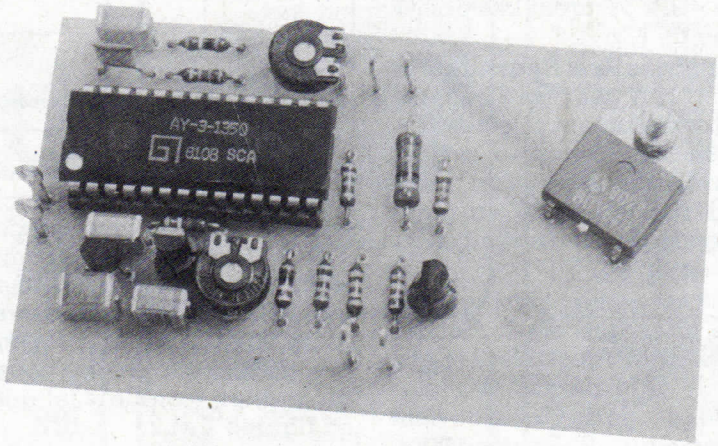
Si la solution forte puissance est retenue, sachez que Q_3 (quel que soit le modèle choisi dans le tableau d'équivalences 225 TURBO) fonctionne sans dissipateur pour 1 ou 2 compresseurs 8 Ω. L'emplacement est prévu pourtant pour un petit U de 3 W à 75 °C par exemple. Ce radiateur accessoire ne concerne qu'une application à 3 ou 4 compresseurs.

Son rôle est d'éliminer la puissance de déchet à la commutation, soit 2 W par Ampère en crête, et sa taille réduite est dûe à la fonction d'intégration thermique qu'il réalise. Un peu de graisse silicone l'y aidera dans la configuration à 4 compresseurs.

Dans tous les cas de boîtier TO 3 métal ou TOP 3 plastique, bien serrer la vis de 3 mm du collecteur, car toute la puissance passe par ce contact. Faire de belles soudures et étamer les pistes conduisant en collecteur et émetteur.

Cette réalisation est un agréable exercice pour le fer à souder qui devra laisser des traces brillantes sur son passage, car le matériel peut être soumis à des contraintes mécaniques ou des vibrations dans le milieu où il fonctionne.





Pour être plus clairs, disons qu'en voiture, il vaudrait mieux un µP soudé que sur support 28 broches, ceci pour les résonances avec 4 trompettes en vase clos. De ce fait nous pensons qu'il vaut mieux l'écouter avec un casque sur la tête et loin de la porcelaine et du cristal pour les essais à la maison.

Précisions sur la trompette 8 Ω — 15 W Iskra

Ce compresseur travaille entre 500 et 3 500 Hz en pointe de sonorité. Sa courbe de réponse amplitude-fréquence est donnée en **figure 8**. On doit l'interpréter comme une courbe de pression acoustique globale. Sur le rendement, des essais ont indiqué que 2,83 V donnent à 0,5 mètre de distance 106 dB de pression acoustique (2,83 V → 1 W).

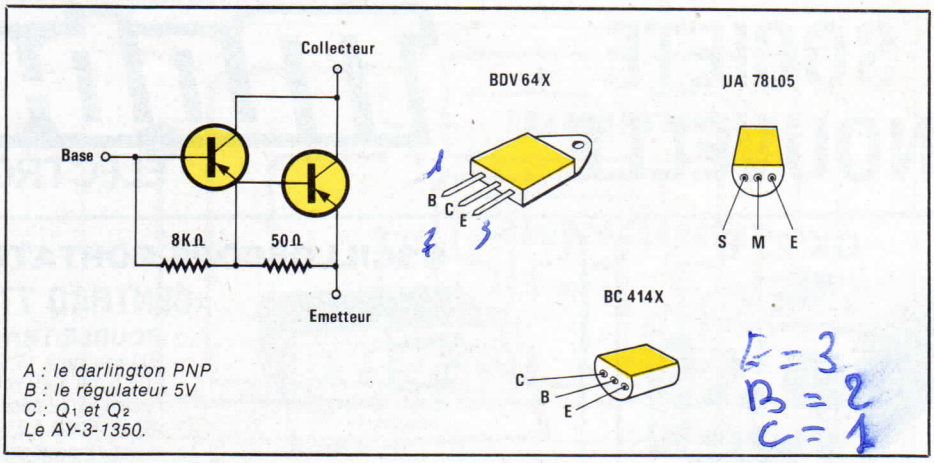
Ce type de haut-parleur voit son équipage mobile entraîner une membrane souple dans un volume clos, couplé pour un résonnateur à l'air ambiant. L'amortissement pneumatique obtenu permet avec une diffusion par cône d'allier puissance et directivité dans un HP électriquement traditionnel.

La **figure 9** donne le brochage des différents semi-conducteurs.

Avertissement et bonne année

Il ne nous est pas possible de donner de détails d'utilisation sur ce klaxon qui ressemble à un jeu de loterie. Nous comptons sur tous les lecteurs qui le réaliseront pour que nul ne l'utilise, c'est fait pour cela. A ceux-ci, aux autres, et à ceux qui restent, nous souhaitons une bonne année hobbyste. Nous déclinons enfin toute responsabilité quant à l'usage qui pourrait être fait de ce klaxon fou.

D. JACOVOPOULOS



A : le darlington PNP
B : le régulateur 5V
C : Q_1 et Q_2
Le AY-3-1350.

Nomenclature

Résistances à couche 5 % - 0,25 w sauf mention contraire

R_1 : 100 kΩ — R_6 : 10 kΩ
R_2 : 2,7 kΩ — R_7 : 3,3 kΩ
R_3 : 33 kΩ — R_8 : 33 kΩ
R_4 : 33 kΩ — R_9 : 56 à 100 Ω - 0,5 w
R_5 : 560 kΩ — R_{10} : 4,7 kΩ

Résistances Ajustables

Aj_1 : 10 kΩ potentiomètre horizontal PIHIER
Aj_2 : 1 MΩ potentiomètre horizontal PIHER.

Condensateurs

C_1 : 0,1 µ F/100 V MKH
C_2 : 220 pF céramique
C_3 : 0,1 µ F/100 V MKH
C_4 : 0,33 µ F/100 V MKH
C_5 : 0,22 µ F/100 V MKH

Transistors

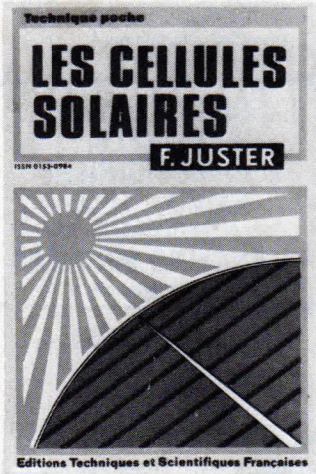
$Q_1 = Q_2$: BC 414 B THOMSON ou tout NPN plastique 40 V + 300 mA
Q_3 : BDV 64 ou BDV 64 A ou B de THOMSON ou tout Darlington PNP 40 V + 10 A

Circuits intégrés

IC_1 : AY-3-1350 de General Instrument Microelectronics
IC_2 : µ A 78 L 05 de Fairchild, Texas, NS, etc.

Divers

- Un, deux, trois ou quatre haut-parleurs à chambre de compression ISKRA - 8 Ω - 15 W référence BZL 562
- Un petit dissipateur pour TO 3 dans le cas où 3 compresseurs sont employés
- Coffret quelconque et fil souple de 15/10e pour la puissance.



EDITIONS TECHNIQUES & SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

L'ouvrage de F. Juster traite de tous les aspects techniques des cellules solaires : composition, fonctionnement, projets de stations solaires, application pour professionnels et aussi pour amateurs même débutants.

Un volume format 115 x 165 mm, broché, collection « Technique Poche » de 136 pages, 87 schémas et illustrations.

NIVEAU 2
Techniciens et amateurs initiés

PRINCIPAUX SUJETS TRAITES

— Etude générale
— Modules solaires commerciaux et industriels
— Régulateurs
— Accumulateurs et leur recharge
— Cartes d'ensoleillement et tableaux de valeurs numériques
— Amélioration du rendement : concentration, poursuite, etc.
— Montages automatiques
— Montages expérimentaux simples, pour amateurs.

LA LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO
43, rue de Dunkerque, 75480 PARIS CEDEX 10

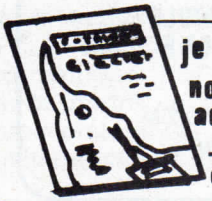
E.T.S.F., 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.

ANNECY

ELECTER tel.(50)5742 55

40 bis av. de Brogny
74000 - Annecy

- **PLUS DE 2.500 REFERENCES :**
- **SEMICONDUCTEURS**
- **KITS, MODULES**
- **HAUT PARLEURS**
- **OUTILLAGE**
- **LIBRAIRIE**



je désire recevoir votre catalogue
nom: ..... prénom: .....
adresse: .....
.....
ci joint 25 frs, chèque ou mandat