

8 f  
 502 PAGES  
 LIVRE ANNÉE - N° 1651 - DÉCEMBRE 1979

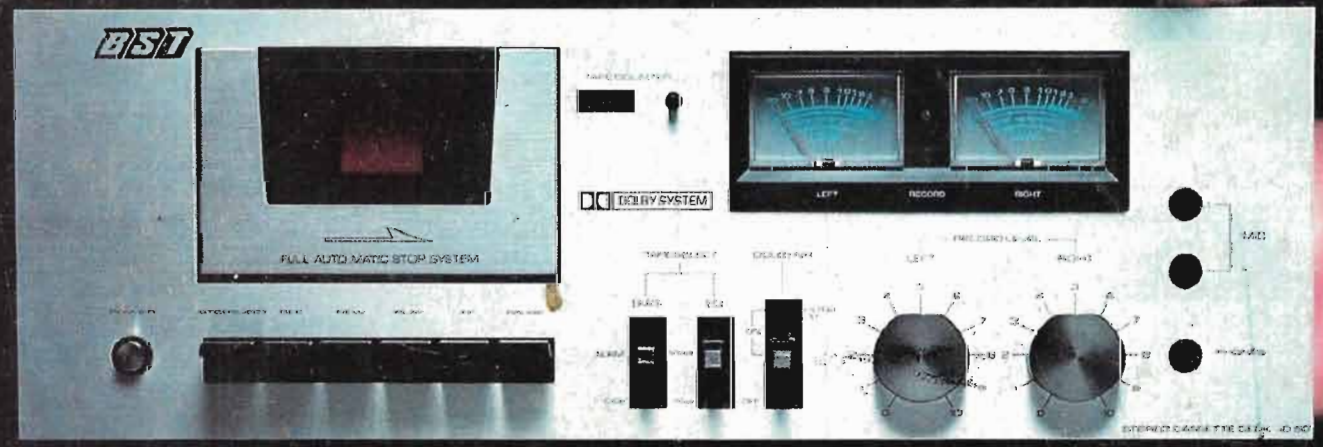
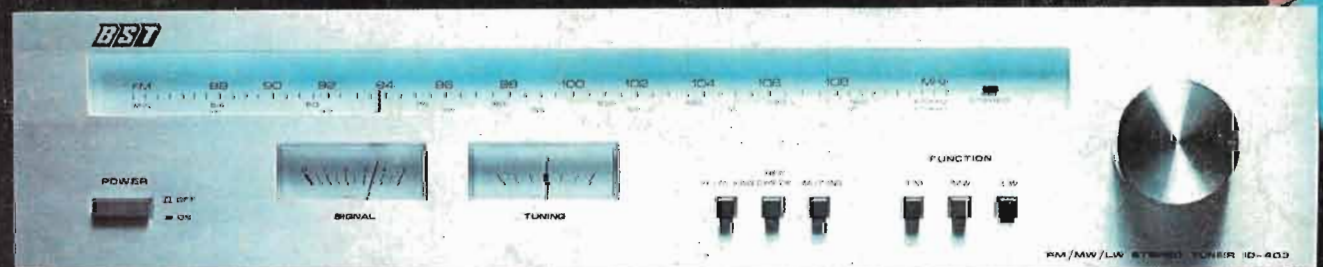
# LE HAUT-PARLEUR

JOURNAL DE VULGARISATION

ISSN 0337-1883

• AUDIO • VIDEO • ELECTRONIQUE • ARGUS HI-FI •

- BANCS D'ESSAI : L'auto-radio cassettes SHARP RG 6550 □
- L'ampli-tuner MARANTZ 1530 L □ La table de lecture DENON DP 40 F □ □
- REALISATIONS : Un thermomètre numérique □ L.E.D. à tout faire □
- Un émetteur de radiocommande de la 3<sup>e</sup> génération □ □



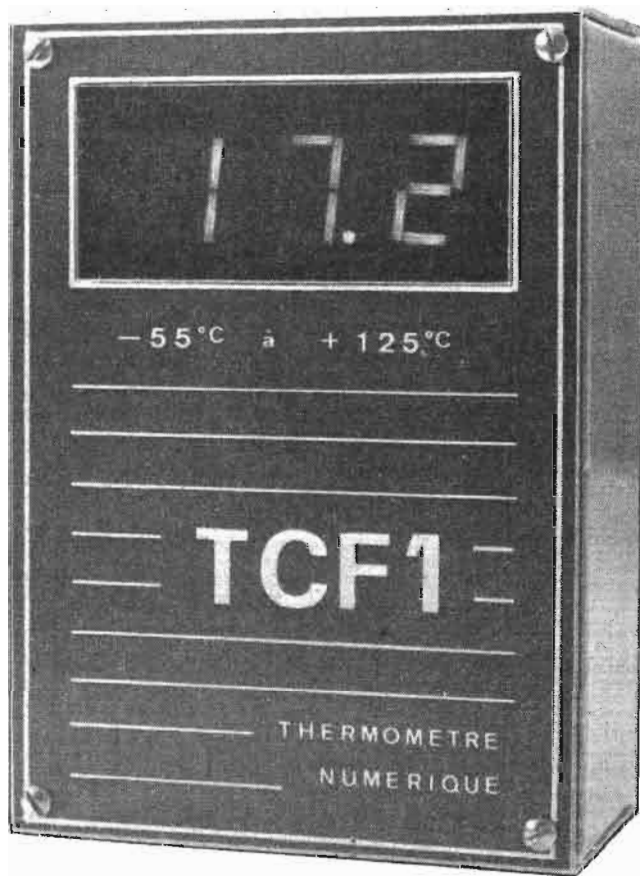
# BST

ID 420 : AMPLI 2 x 40 W à double alimentation  
 ID 403 : TUNER PO-GO-FM avec oscillateur incorporé

BELGIQUE : 65 F.B. • SUISSE : 4 FS • ITALIE : 800 LIRE • ESPAGNE : 175 PTAS • CANADA : 1,75 \$ • ALGERIE : 8 DIN • TUNISIE : 920 MIL

# UN THERMOMETRE NUMERIQUE

## LE TCF 1



**E**N cette période particulièrement critique, les économies d'énergie sont devenues le refrain quotidien de tous les médias. La mesure précise de la température des intérieurs n'est plus un gadget mais presque une nécessité !

Pour répondre à ce problème, nous avons créé le thermomètre numérique TCF1. Cet appareil précis, puisqu'il apprécie le dixième de degré, de faible encombrement, (100 x 72 x 42 mm) de présentation agréable, (voir la photo A) mesure les températures de - 55° à + 125 °C.

Ces limites maxima étant celles du capteur de température utilisé : un circuit intégré spécialisé pour cet usage, le LX 5700 de National Semiconductor.

Encapsulé dans un petit boîtier métallique de format TO46, (voir photo G) le LX5700 permet de confectonner une sonde de très petites dimensions, reliée au coffret du thermomètre lui-même par un cordon souple à 3 conducteurs et de longueur assez quelconque.

Mais voyons maintenant la description précise du TCF1.

- I -

### Etude théorique

#### 1. Le LX5700

Le LX5700 est un circuit intégré regroupant 26 transistors, 19 résistances, 1 diode zener et 3 condensateurs. C'est donc un circuit assez complexe dont nous jugeons inutile de publier le schéma interne détaillé : il ne nous apprendrait rien ! Par contre, la figure 1 nous donne le brochage (attention : vu de dessus !) et nous montre la structure interne simplifiée : on remar-

que tout d'abord la diode zener de stabilisation à 6,2 V, puis la section capteur de température, proprement dite, fournissant une tension variable avec ce paramètre. Enfin on note l'amplificateur opérationnel de sortie, permettant l'adaptation avec les circuits périphériques.

La sortie du LX5700 est directement proportionnelle à la température exprimée en degrés Kelvin, à raison de 10 mV/°K. (le degré Kelvin a même valeur que le degré centigrade, mais correspond à l'échelle des températures absolues : le 0°K correspond au - 273 °C de l'échelle centi-







avertisseur, soit même un appareil de chauffage. La mise hors gel d'une installation devient possible. (Résidences secondaires, par exemple). Il serait même possible, en spécialisant le TCF1 pour un tel usage, de décaler le 0 pour avoir un déclenchement pour une température légèrement positive.

L'étalonnage du TCF1 normal se fait très facilement. Le potentiomètre  $P_3$  donne le point de l'échelle des températures. Le potentiomètre  $P_2$  réglera ensuite, un second point, au choix. En respectant l'ordre  $P_3 P_2$ , les deux réglages sont indépendants. Ayant ainsi calé deux points de la courbe de température et compte tenu de la linéarité de réponse du LX5700, on peut espérer une fidélité convenable de la mesure dans la gamme de température.

### 3. L'alimentation

L'utilisation des afficheurs à LED et l'usage permanent du thermomètre, obligent à une alimentation secteur. On en trouve le schéma en figure 3. Un petit transfo 220 V/2 fois 9 V fournissant par double redressement à deux alternances, les tensions positives et négatives. La tension positive est stabilisée par l'association classique transistor-zener. La tension négative est simplement stabilisée par zener.

On notera sur la figure 2, le filtrage supplémentaire de la tension  $V^+$  du LD130, par une cellule  $100 \Omega / 47 \mu F$  et le condensateur de  $22 \mu F$  de découplage de  $V^-$ .

- II -

## La réalisation

### 1. Liste des composants

- 1 LX5700 (NS)
- 1 LD130 (Siliconix)
- 1 4511
- 3 BC238B ou BC549B
- 2 BC251B ou BC559B
- 1 E204 ou J204 (Siliconix)
- 1 LM336Z (NS)
- 3 1N4148
- 4 1N4002
- 2 zeners 5,6 V 1/2 W
- 1 BD135
- 1 Led plate rouge
- 3 afficheurs FND500

- 1 relais PRME 150005
- Résistances 5 % 1/4 W
- 8 100  $\Omega$
- 1 270  $\Omega$
- 1 330  $\Omega$
- 3 390  $\Omega$
- 1 560  $\Omega$
- 1 1500  $\Omega$  (1500  $\Omega$ )
- 1 4700  $\Omega$
- 1 1 M $\Omega$
- 1 120  $\Omega$  · 1/2 W

- Résistances 1 % 1/4 ou 1/2 W
- 1 825  $\Omega$
- 1 1500  $\Omega$
- 1 2740  $\Omega$
- 1 26,7 k $\Omega$
- 1 39,2 k $\Omega$

### Condensateurs

- 1 220  $\mu F$  25 V chimique
- 2 470  $\mu F$  25 V chimique
- 1 22  $\mu F$  16 V chimique
- 1 22  $\mu F$  16 V perle tantale
- 1 47  $\mu F$  6,3 V perle tantale
- 1 2,2 nF MKM 100 V
- 1 22 nF MKM 100 V
- 2 68 nF MKM 100 V

### Divers

- 1 transfo d'alimentation 220 V/2 fois 9 V
- 1 ajustable VA05H de 10 k $\Omega$
- 2 multitours genre T19S : 1 de 1 k $\Omega$  et 1 de 2,2 k $\Omega$  (ou 4,7 k $\Omega$ )
- 1 boîtier + 25 cm de tube laiton de 3 mm + 12 vis Parker de 2 mm.
- 1 scotchcal de face avant.
- 1 fusible tubulaire 1 A et son support.
- 1 cordon secteur. Fils souples
- 2 Passe-fils.

1 radiateur de transistor pour LX5700.

NB. Tous ces composants sont disponibles chez Sélectronic, 11, rue de la Clef Lille y compris CI étamés et percés, boîtier, face avant, transformateur.

### 2. Le boîtier

L'amateur peut le réaliser en suivant les indications de la figure 4. Utiliser de l'alu de 10/10 plié sur des formes de bois dur, à défaut de plieuse perfectionnée. Découpe à la scie Abrafil.

Le fond du boîtier doit être percé de nombreux trous d'aération. Les cordons secteur et de la sonde traversent le coffret soit par le bas, (cas du TCF1 suspendu contre un mur) soit par l'arrière, au bas du couvercle. (cas du TCF1 posé sur un meuble ou une table de travail).

Le prototype est peint en gris martelé.

### 3. Décor de face avant.

A réaliser si possible avec le Scotchcal, type 8005 de « 3 M ».

Faire un négatif du décor conforme à la photo ou suivant les goûts du réalisateur. Insoler aux ultra-violets. Développer au révélateur spécial. Sécher. Enfin vernir pour une bonne tenue dans le temps.

Rappelons la possibilité de faire une belle face avant avec du papier Canson noir mat, lettres à report direct blanches et traits à l'encre à dessin blanche. Vernir également.

La fenêtre des afficheurs est à découper avant la pose. Utiliser un cutter et un réglet. Attention aux dérapages malencontreux.

Coller le décor en place. Faire les trous d'angles avec une pointe à tracer. Coller à l'intérieur de la fenêtre un morceau de rhodoïd rouge.

### 4. Les circuits imprimés.

Deux circuits imprimés sont nécessaires, tous deux en époxy simple face de 15/10. Un amateur adroit peut parfaitement les dessiner à la main. Evidemment, par photo, c'est plus facile !

Percer à 8/10 la quasi totalité des trous. Quelques exceptions : Percer à 10/10 les trous des résistances ajustables et ceux des gros condensateurs chimiques. Ceux du BD135 et des 1N4002 également. Les trous des picots du transfo exigent un perçage à 15/10. Les trous d'angles du circuit A sont de 30/10, mais ceux de B à 15/10 seulement.

Les figures 5 et 6 donnent le tracé exact des deux plaquettes. Ne pas oublier d'étamer les circuits après la gravure. C'est très facile avec le 2002 de Camping-Gaz à condition d'en mettre très peu.

### 5. Le montage mécanique

Comme dans toutes nos réalisations, le concept mécanique a retenu toute notre attention. Il faut que le montage puisse se réaliser aussi facilement que possible. Les manipulations du bloc électronique doivent être aisées, aussi bien pendant le montage, que plus tard, pour un dépannage par exemple. Il faut donc que ce bloc puisse se déposer complètement du boîtier. C'est le cas du TCF1.

Nous avons eu, une fois de plus recours à la méthode des entretoises en tube de laiton de modélisme (tube de 3 mm extérieur). Les entretoises se découpent facilement à la scie fine et à la longueur désirée. Les petites vis Parker de 2 mm s'y taraudent fort bien. A noter

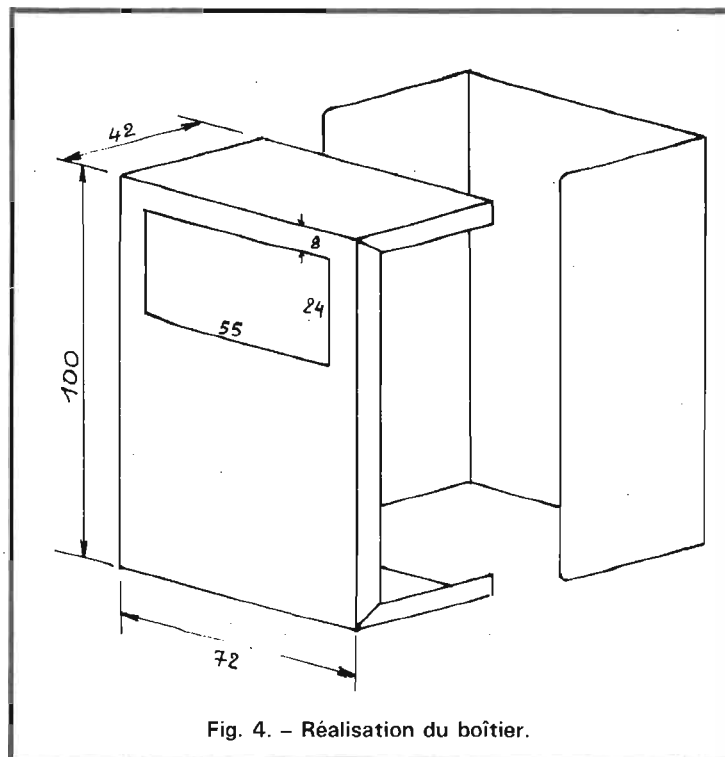


Fig. 4. - Réalisation du boîtier.

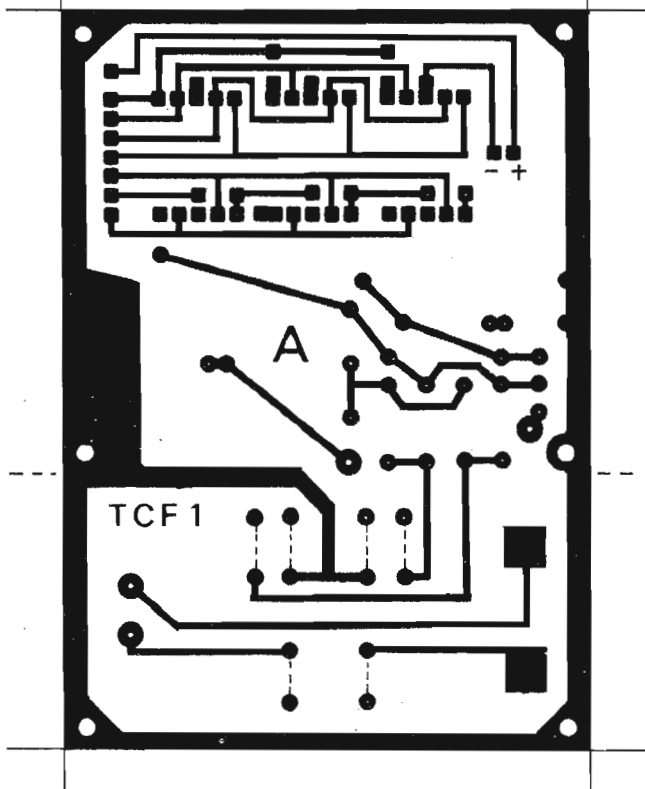


Fig. 5. - Le circuit imprimé A.

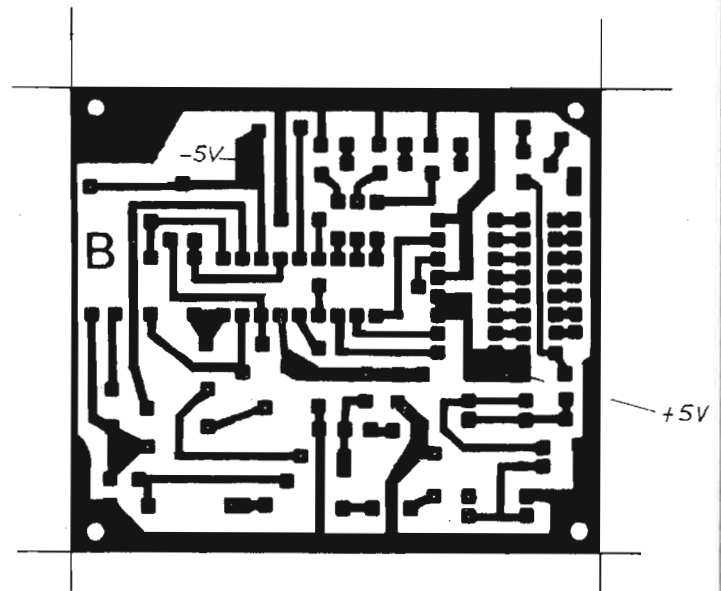


Fig. 6. - Le circuit imprimé B.

que si la prise de ces vis était insuffisante, il suffirait de faire un étranglement du tube, à son extrémité: il faut utiliser pour cela une pince coupante servant progressivement le tube sur sa périphérie.

Découper quatre entretoises de 26 mm et deux de 15 mm. Enfiler les quatre longues dans les trous supérieurs de A. Ajuster pour avoir 9 mm entre A et la face d'appui (ce sera la face avant du boîtier). Enfiler les deux entretoises courtes en bas de A et régler à la même longueur. Souder toutes les entretoises sur A. Bien chauffer la soudure jusqu'à obtention d'un chanfrein brillant et régulier. Ainsi soudées, les entretoises longues maintiendront un écartement de 15,5 mm entre les plaquettes A et B. Respectez ces cotes pour un montage sans difficulté.

Vérifier que le bloc des deux plaquettes prend bien sa place dans le boîtier et que les trous de fixation correspondent bien.

## 6. Le montage électrique

a) **Plaquette A.** Se reporter à la figure 7.

On trouve des composants des deux côtés.

- au recto, les composants sont dessinés en traits pleins. D'abord souder les cinq straps des afficheurs.

Souder la résistance de 560  $\Omega$  du point décimal.

Poser et souder les afficheurs FND500. Attention au sens: inscriptions en bas.

Procéder assez rapidement en passant d'un afficheur à l'autre. Les FND500 doivent être enfoncés au maximum. Placer la LED plate du signe -. Se méfier de la polarité. Il sera bon de faire un essai à l'ohmmètre ou à l'aide d'une pile et résistance de protection. Les fils étant méplats, ils pénètrent difficilement dans les trous percés. Plutôt que d'agrandir ces trous, il est préférable de réduire la largeur des connexions avec une lime aiguille plate. Il faut que le corps de la Led plate touche la plaquette. Souder très rapidement

Souder maintenant les divers diodes et les deux résistances.

- au verso  
Souder les chimiques au plus près de la plaquette.

Souder le BD135 et le rabattre parallèlement au circuit. Respecter le brochage.

Le porte-fusible ne gardera pas l'isolant de liaison des deux pinces. Désertir à la chignole, couper les pattes et souder directement les deux pinces sur le cuivre du CI. Le bon alignement et l'écartement correct sont facilement obtenus si ces pinces sont reliées, lors de la soudure par le fusible lui-même.

La pose du transfo mérite attention. En effet, le cuivre du CI se présente du mauvais côté. On soudera donc six morceaux de fil nu, de 15 mm de longueur, dans les trous les plus rapprochés. Poser le transfo et rabattre les cosses les unes vers les autres. Raccorder par soudure les cosses et les fils nus. La figure 7 montre bien la disposition de ces connexions. Voir aussi la photo D.

Relier la masse du transfo à la masse de A en soudant un fil sur l'étrier.

Terminer par la pose du cordon secteur.

### Essai

Bien vérifier la partie alimentation. Brancher sur le 220 V. Vérifier l'apparition des tensions de + et - 5,6 V. Faire débiter les deux sections sur une ampoule de 6 V 0,1 A. Les tensions doivent rester stables.

Après cet essai débrancher et décharger si nécessaire les condensateurs chimiques. Passer à la vérification des afficheurs.

Brancher le - de l'ohmmètre (gamme faibles résistances) sur D<sub>1</sub>. Connecter successivement le + sur les points a, b, c..., g. Vérifier que chaque segment s'allume bien. Faire de même pour le second et le troisième digit. Pour ce dernier, vérifier aussi l'allumage de la LED de signe -.

b) **Plaquette B.** Se reporter à la figure 8.

Souder les 4 straps.

Poser et souder les supports de circuits intégrés.

Souder le relais Reed.

Souder les résistances ajustables.

Poser toutes les résistances. Placer les condensateurs MKM.

Souder les condensateurs chimiques. Attention à leur sens, plus particulièrement pour les perles tantale.

Terminer par la pose des diodes et des transistors. Attention, il faut inverser le sens de pliage des fils des trois NPN. Souder le transistor à effet de champ en déconnectant le fer du secteur.

### c) Liaison entre les deux plaquettes.

Monter le circuit B sur le circuit A, comme le montre la photo E.

Relier les 7 segments et la diode LED à l'aide de petits morceaux de fils souples de plusieurs couleurs.

Relier les digits, au plus court. Relier + 5 V, - 5 V et masse en utilisant du fil souple de plus gros diamètre.

Procéder à une minutieuse vérification. Se méfier tout particulièrement des brins de fil divisés, échappés de la soudure. Il y a risque de court-circuit entre points voisins.

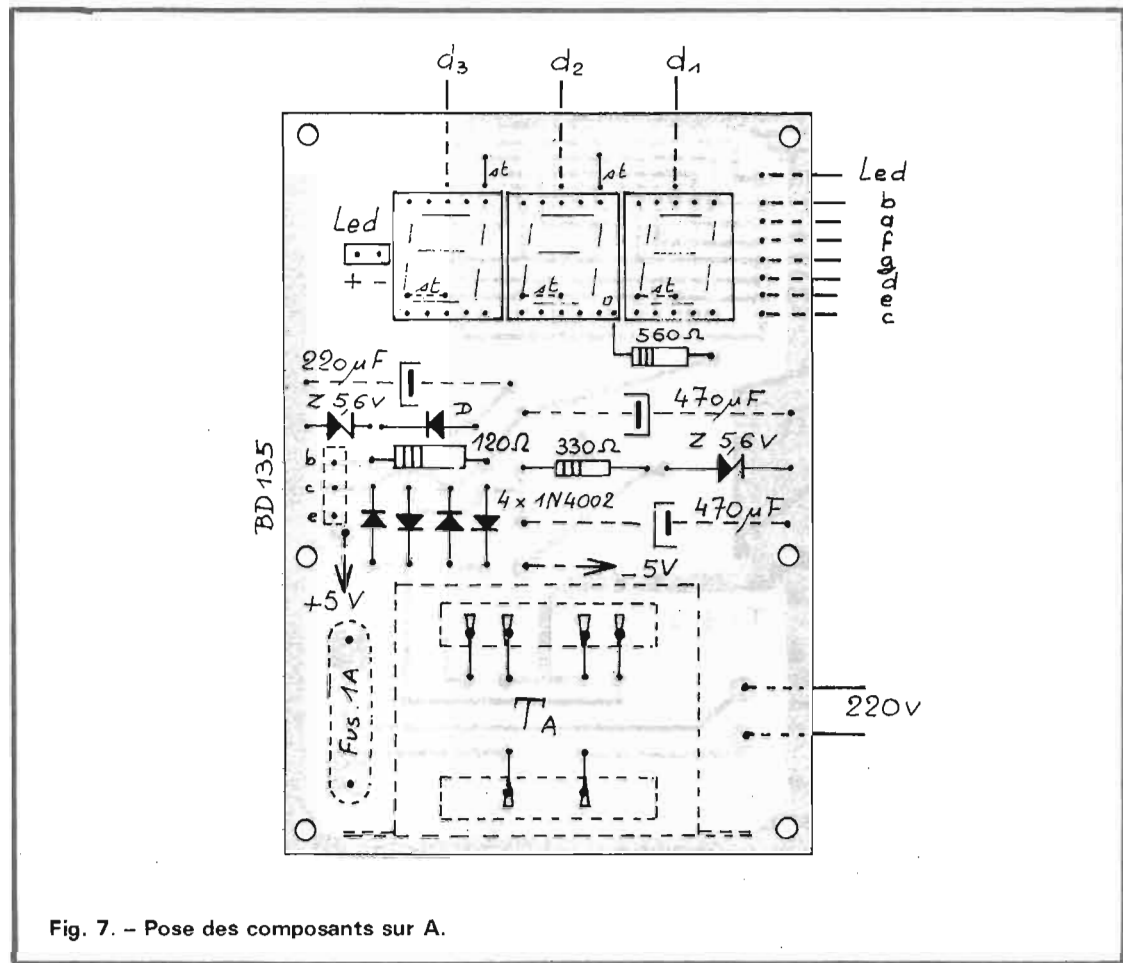


Fig. 7. - Pose des composants sur A.

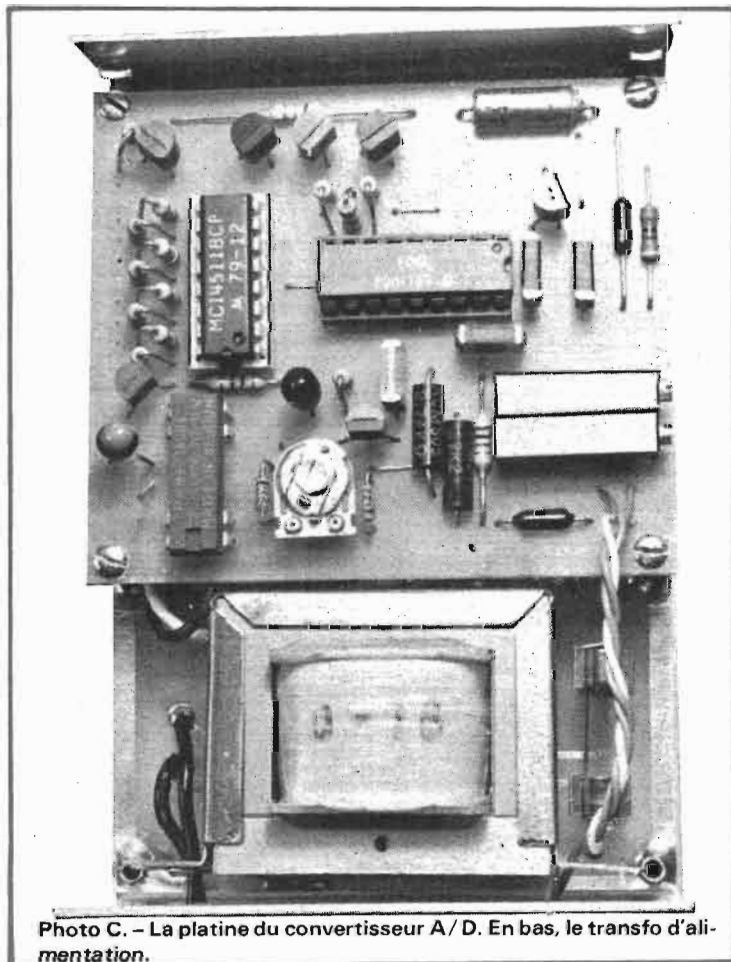


Photo C. - La platine du convertisseur A/D. En bas, le transfo d'alimentation.

### 7. La mise en service.

Si vous êtes sûr de ne pas avoir fait d'erreur, embrocher les deux circuits intégrés dans le bon sens.

A l'aide d'une pince crocodile de 4 mm, court-circuiter le condensateur de 22 nF, d'entrée du LD130.

Mettre sous tension.

L'affichage doit rapidement se fixer à une valeur très voisine de 0. On tolérera 1 à 2 points d'écart. C'est sans importance sur cet appareil. Enlever la pince crocodile: l'affichage indiquera une tension de l'ordre de + 70 mV (soit 70...). Cette tension étant évidemment variable avec les réglages de P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub> supposés à mi-course).

Si les choses se présentent bien ainsi, c'est que le fonctionnement est normal! En cas d'échec, il faut revérifier le travail. L'auteur garantit le bon fonctionnement du TCF1. Il est inutile d'incriminer autrui: cherchez et vous trouverez! Au besoin, faire une vérification systématique des liaisons des circuits imprimés. Un ruban de cuivre peut

présenter une craquelure quasi-invisible. Vérifier la liaison entre chaque broche des circuits intégrés et le plot correspondant du verso: une pince d'un support peut être défectueuse... etc.

### 8. Derniers travaux

Souder le cordon souple à trois fils de liaison à la sonde. Prévoir la longueur nécessaire. Dans l'idéal, ce cordon devrait être fait avec du petit câble blindé à deux conducteurs, plus la masse. Mais ce fil est assez difficile à trouver en petit diamètre. Faute de ce câble, les trois fils souples seront torsadés assez serrés. Code proposé: Rouge pour le point 3, noir pour le point 4 et blanc pour les points 1 et 2. Placer maintenant le circuit B, normalement sur A à l'aide de quatre vis Parker.

Jeter un coup d'œil sur la disposition des liaisons entre les deux plaquettes et corriger toute anomalie (fil accroché et tendu, par exemple!).

Monter le bloc électronique dans le boîtier. Passer cordon secteur et fil de sonde par les

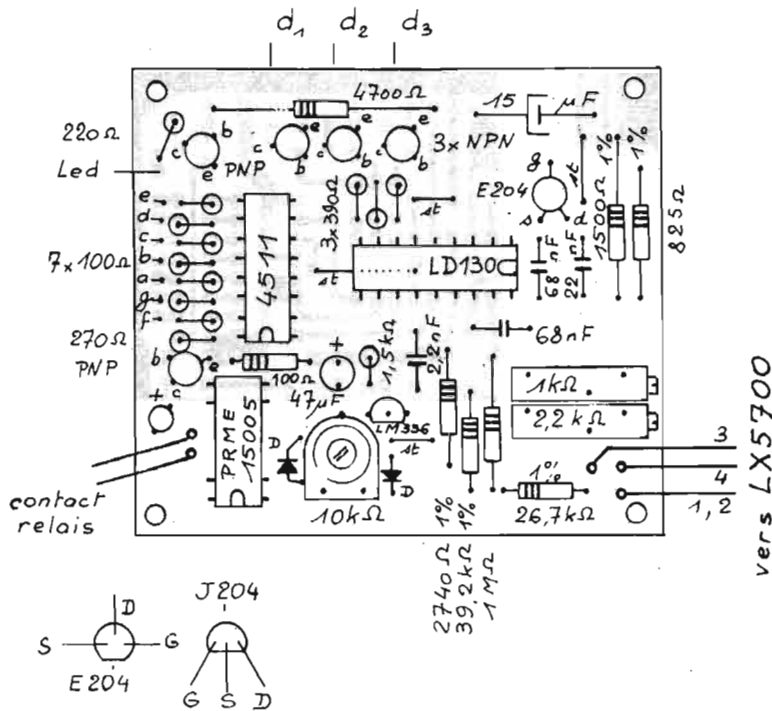


Fig. 8. - Pose des composants sur B.

trous prévus, garnis de passe-fils.

### La sonde

Ne pas couper les fils du LX5700.

Enfiler 3 morceaux de petit souplisso thermo-rétractable, sur les extrémités du cordon 3 fils.

Enfiler le câble dans un petit tube de plastique au diamètre du corps de LX5700.

Souder les 3 fils sur le LX5700. Attention au brochage. Pousser les souplissos et les rétracter au fer à souder.

Pousser le tube de plastique au contact du LX5700. Emplir le tube d'araldite et bien durcir à la chaleur d'un radiateur de chauffage central, par exemple.

NB. Nous conseillons un petit essai avant ce collage final !)

### 9. Etalonnage

a) d'approche. Remettre le TCF1 sous tension, sonde y compris.

L'affichage devrait se stabiliser à une valeur compatible avec la température ambiante.

Régler P<sub>1</sub> pour avoir, aux bornes de la LM336, une tension

régulée de 2,490 V. A faire si possible au voltmètre numérique.

Retoucher rapidement P<sub>2</sub> pour avoir une référence de 2 V au picot 2 du LD130. Agir enfin sur P<sub>3</sub> pour lire une température correcte.

On laissera fonctionner ainsi le TCF1 pendant plusieurs heures.

#### b) Réglage fin.

Revoir le réglage de P<sub>1</sub>.

#### - Calage du 0°C

Préparer des glaçons obtenus avec de l'eau distillée.

Faire un mélange, à quantités égales de glaçons et d'eau distillée.

Brasser longuement jusqu'à fonte aux 3/4 de tous les glaçons, sonde plongée dans le liquide. Dans ces conditions, la température est celle de la glace fondante, donc de 0 °C. Caler le potentiomètre P<sub>3</sub> pour afficher 00,0 °C (à 1 point près évidemment).

#### - Calage d'une seconde température

On pourrait normalement caler le + 100 °C, température de l'eau bouillante. Cependant il faut faire bouillir de l'eau distillée, il faut que la pression atmosphérique soit de 76 cm de mercure exacte (et il faut un baromètre

à mercure, les modèles courants, de type métallique, étant d'une précision affligeante). Il faut bien remuer le

liquide. Toutes ces conditions sont difficiles à réunir simultanément.

Il est donc plus simple de se servir d'un thermomètre de référence, par exemple un thermomètre médical. Il faudra travailler dans un liquide amené à une température comprise entre 35 et 40 °C. La difficulté consiste essentiellement à avoir sonde et thermomètre à la même température. Il faut donc remuer convenablement pour arriver à un certain équilibre thermique. L'opération peut être renouvelée plusieurs fois pour vérification. On réglera P<sub>2</sub> pour avoir l'accord parfait entre les deux thermomètres. Ne pas oublier que le thermomètre médical ne descend pas tout seul !

### 10. Utilisation du TCF1

Le TCF1 peut avoir des utilisations diverses :

a) **Thermomètre d'appartement.** Ce fut l'objectif visé ! Au départ nous considérons d'ailleurs cet appareil, plutôt comme un gadget que comme un objet très utile !

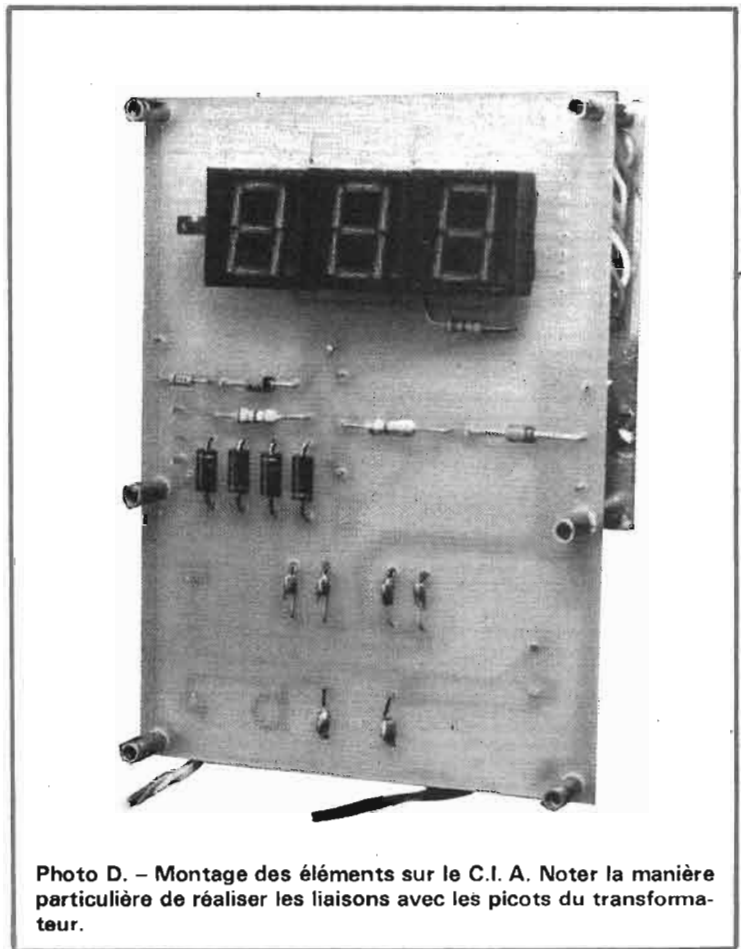


Photo D. - Montage des éléments sur le C.I. A. Noter la manière particulière de réaliser les liaisons avec les picots du transformateur.



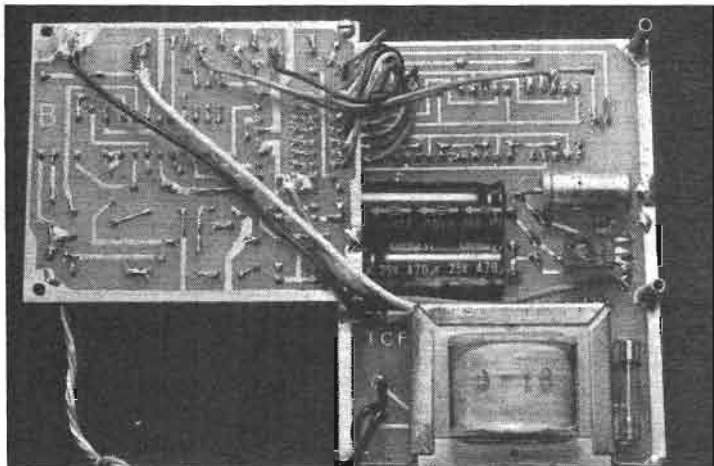


Photo E. – Disposition des deux platines pendant la pose des fils souples d'interconnexion. Noter les points de soudure des trois fils d'alimentation sur B.

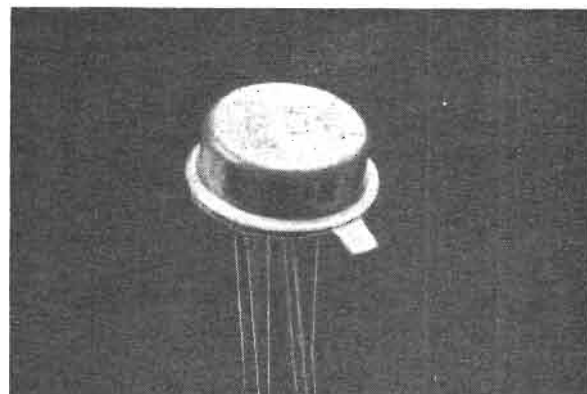


Photo G. – Le capteur LX5700 ressemble à un banal transistor !

A l'usage, notre opinion a cependant évoluée et finalement le TCF1 est très attractif, à tel point que nos visiteurs sont très « emballés » et souvent désireux d'acquérir l'appareil !

En fait, on ne regarde guère un thermomètre ordinaire. Par contre l'affichage numérique du TCF1 attire l'œil et l'on s'aperçoit alors que la température d'un intérieur est bien loin de la stabilité du roc. Un courant d'air, un rayon de soleil, la gazinière qui fonctionne et voilà la température qui dérive. Ne placer pas le TCF1 au dessus du réfrigérateur, car à chaque période de rotation, vous verrez la température grimper de 2 à 3 °.

Le choix de l'emplacement dans la pièce devra donc être étudié sérieusement. Notons qu'en appariant deux LX5700, il serait possible de faire deux sondes, l'une à l'intérieur de l'appartement et l'autre à l'extérieur. Il suffirait d'adjoindre un inverseur à deux circuits pour commuter les V<sup>+</sup> et V<sup>-</sup> des deux sondes, les picots 1 et 2 restant toujours à la masse. Cet inverseur pourrait se placer facilement sur la partie supérieure du boîtier.

#### b) Thermomètre pour technicien.

– Le TCF1 peut faciliter le travail des frigoristes. La mesure de la température

interne se faisant facilement avec un câble de sonde assez long. Ce câble passe très facilement par les joints caoutchouc des portes.

– De même le TCF1 permet la mesure de la température de l'eau des machines à laver.

– En électronique, le TCF1 permet la mesure des températures des transistors, des circuits intégrés et de leur radiateurs.

#### c) Protection contre le gel.

Grace au petit système à relais, le TCF1 provoque l'alarme ou met en marche un chauffage additionnel, dès que la température devient très légèrement négative,

sauvant ainsi tout ce qui craint le gel.

Attention le micro-contact du relais ne peut laisser passer qu'un faible courant. Il est obligatoire de commander les circuits secondaires par des interfaces convenables. Ce peut être un simple relais secondaire, un peu plus puissant, commandé par l'intermédiaire d'un Darlington et se contentant d'un courant d'entrée dérisoire. Pour la commande d'un chauffage, il faut un interface temporisé : l'apparition du premier dixième négatif mettant le chauffage en marche pour une durée convenable (10 à 15 mn, par exemple). Rappelons la possibilité d'un décalage volontaire du 0 pour un fonctionnement à une température un peu plus élevée.

## Conclusion

Comme vous pouvez le constater, le TCF1 n'est pas un jouet ! C'est un petit appareil sérieux et utile.

De prix de revient raisonnable, de fabrication particulièrement facile, de mise au point réduite, nous pensons que cet appareil devrait séduire de nombreux réalisateurs.

Nous restons, comme d'habitude, à la disposition des lecteurs pour tout conseil ou renseignement supplémentaires.

F. THOBOIS

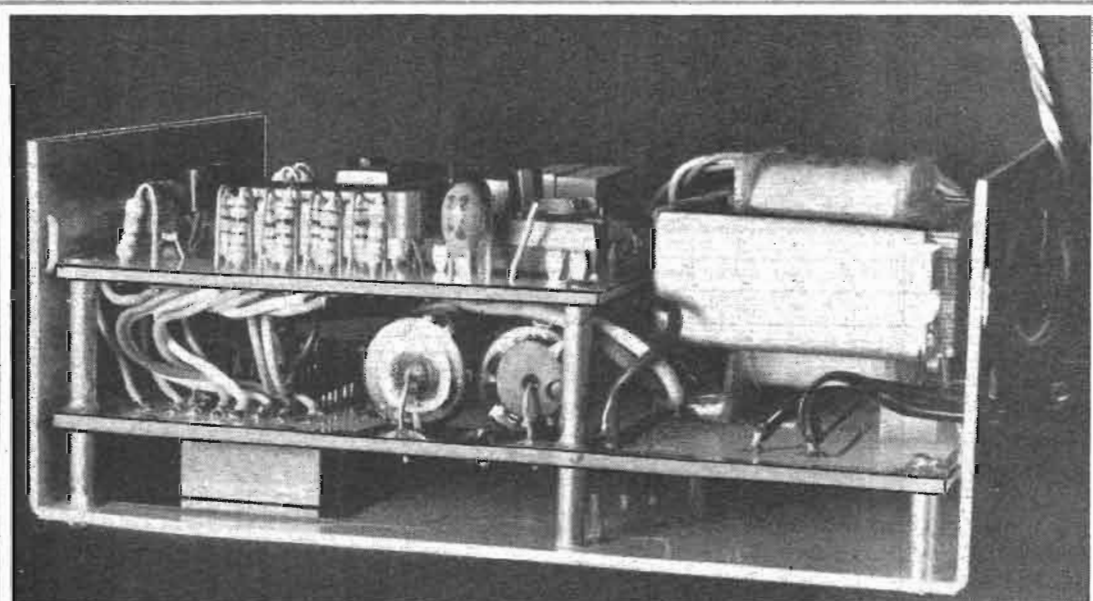


Photo F. – Angle de vue montrant le détail des entretoises. Noter les étranglements faits à la pince coupante et améliorant la prise des vis à tôle.