

# énergimètre multigraphe EM94

*disposez enfin de tous les éléments nécessaires pour diminuer autant que faire se peut votre note d'électricité*

## 2<sup>e</sup> partie

Dans ce second article, qui est aussi le dernier consacré à cet appareil, nous allons nous intéresser à l'électronique proprement dite ainsi qu'à la réalisation et à l'utilisation de cet appareil à l'intérêt économique indiscutable.

Rappelons à l'intention de ceux d'entre les lecteurs de ce numéro d'Elektor qui n'auraient pas lu le premier article, que l'énergimètre multigraphe est un appareil s'intercalant entre une prise secteur et la charge dont on veut connaître toutes les caractéristiques électriques – nous insistons en effet sur le terme toutes, car il nous donne toutes les informations sur la puissance, la tension, le courant, la fréquence, les durées de fonctionnement, les coûts, etc... Un appareil universel comme il n'y en a que (très) peu.

### L'électronique

Nous vous renvoyons au synoptique de la figure 2 du premier article avant de passer aux fonctions des différents blocs constituant l'énergimètre multigraphe. Nous avons, pour permettre une meilleure compréhension du schéma et du fonctionnement de l'appareil, subdivisé l'électronique du EM94 en 4 sous-ensembles :

- l'alimentation et le découplage (figure 3).
- l'amplificateur de mesure et les détecteurs de passage par zéro (figure 4).
- le convertisseur A/N (figure 5).
- le processeur et le dispositif de visualisation (figure 6).

### L'alimentation

Vu qu'en règle générale les montages électroniques ne peuvent pas

fonctionner sans alimentation, nous allons débiter la description de l'EM94 par celle de son alimentation.

Les 2 tensions d'alimentation symétriques par rapport à la terre de +5 et -5 V respectivement nécessaires sont dérivées directement du secteur 230 V par le biais des points ST1 et ST3 (les contacts de la fiche secteur de l'appareil), le point ST3 constituant le potentiel de référence pour l'ensemble du circuit. On génère, par l'intermédiaire de la « résistance » de limitation constituée par les résistances R2 et R3 associées au condensateur C1 d'une part, des diodes de redressement D4 et D5 aidées par les diodes zener D6 et D7 de l'autre et des condensateurs-tampon C4 et C5 2 tensions non régulées de +15 et de -15 V (notons que les diodes D6 et D7 limitent les tensions aux bornes des condensateurs électrochimiques à + et -15 V respectivement).

Ces 2 tensions non régulées sont abaissées et régulées à +5 et -5 V par les régulateurs IC1 et IC12 respectivement. Les condensateurs de capacité plus importante, C7 et C8 constituent les condensateurs-tampon des régulateurs, les céramiques de 100 nF C9, C10 ainsi que C20 à C29 assurant la protection des lignes d'alimentation contre les crêtes parasites, ces condensateurs étant placés le plus près possible des différents circuits intégrés concernés. Après nous être assurés du bon fonctionnement de l'alimentation intéressons-nous à l'électronique de mise en forme des grandeurs à mesurer.

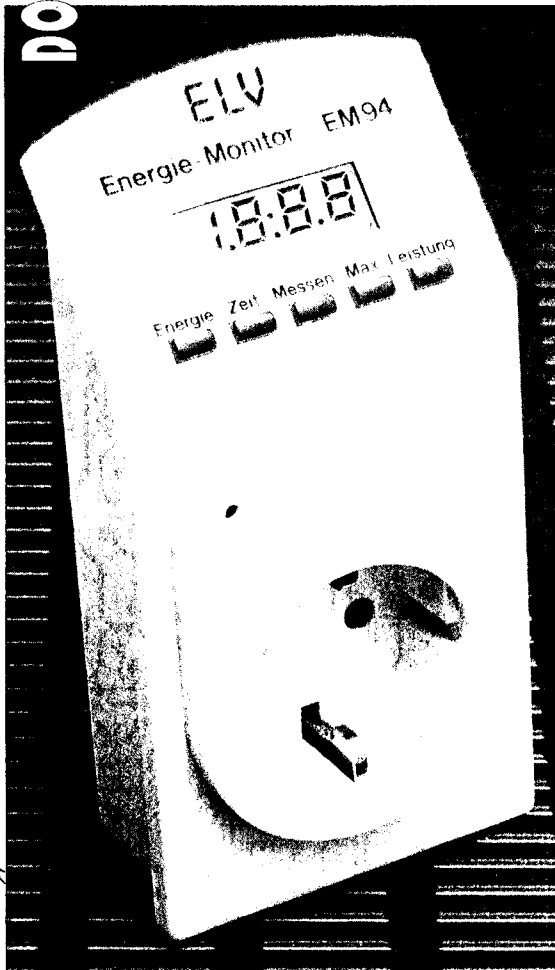
### Amplificateur de mesure et détecteurs de passage par zéro

Débutons la description de l'électronique de la figure 4 par celle de la branche concernant la tension. La tension alternative du secteur présente sur la borne ST1 subit un traitement double : un redressement par le biais de la diode de redressement D1 et une intégration introduite par la paire R4/C2. On dispose ainsi, aux bornes du condensateur C2, dans le cas d'une tension-secteur de 230 V, une tension continue dont la taille répond à la formule suivante :

$$U_C = \frac{U_N \cdot 0,45 \cdot (R5+R6)}{R4+R5+R6} = 23,5 \text{ V.}$$

Cette tension est ramenée, à l'aide du diviseur de tension R5/R6, à 1,6 V, valeur de tension que le convertisseur A/N monté en aval n'a pas de

DOMESTIQUE



#### ✓ Mesure:

- La consommation de puissance,
- Les coûts de l'énergie,
- La valeur de la tension,
- La consommation de courant,
- La fréquence du secteur,
- Le temps d'enclenchement,
- L'heure de mise en fonction,
- Les valeurs minimale et maximale d'un certain nombre de facteurs,
- ✓ Sélection automatique du calibre.

peine à traiter. À partir de la même borne ST1, on dérive, via les résistances R10 et R11, la tension alternative d'entrée que l'on applique à un amplificateur au gain de 100 (valeur définie par l'intermédiaire des composants R7, R8, C3 et IC2A) ceci en vue de la détection des passages par zéro de la tension. Les diodes D2 et D3 limitent la tension à destination de l'amplificateur opérationnel à un niveau ne lui posant pas de problème. De manière à éviter que d'éventuels parasites HF véhiculés par le secteur ne produisent des erreurs de mesure, ce amplificateur est monté, à l'aide du condensateur C3, en filtre passe-bas. On dispose ainsi à la sortie de l'amplificateur opérationnel une tension rectangulaire ayant la fréquence du secteur et dont le flanc montant déclenche, au travers du transistor de commutation T3, une interruption chez le processeur, ce qui permet à ce dernier de calculer, d'une part, la fréquence du secteur et, de l'autre, à l'aide des passages par zéro du courant, fonction à laquelle nous reviendrons un peu plus loin, le déphasage.

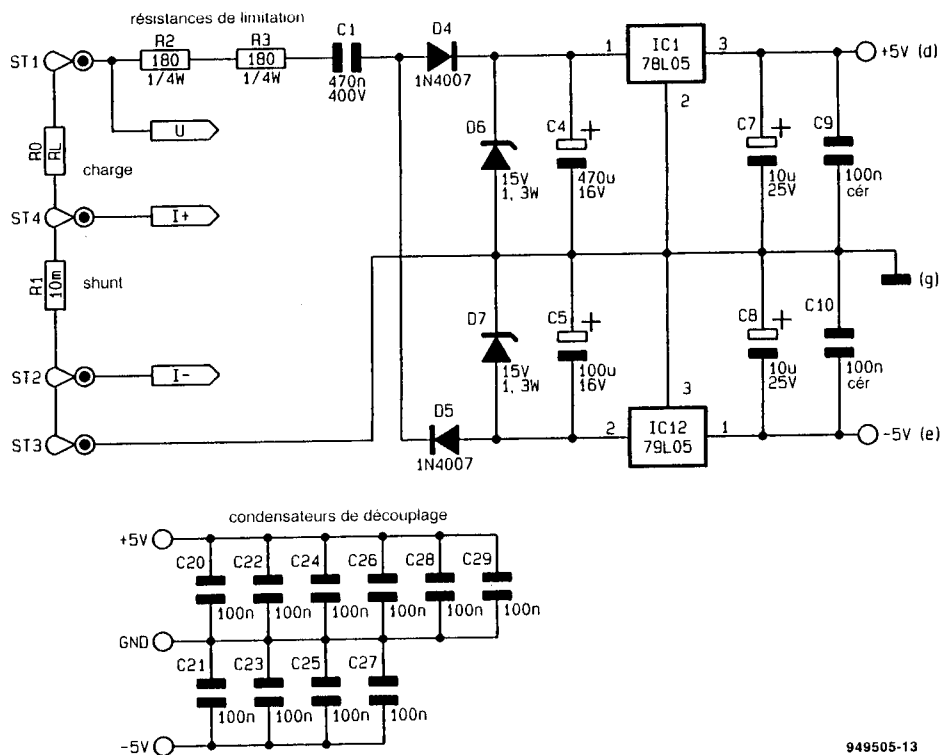


Figure 3. L'alimentation et les condensateurs de découplage.

Après avoir examiné la branche de la tension, intéressons-nous maintenant à celle du **courant**.

La charge  $R_L$  à mesurer étant prise en série avec le shunt de mesure R1, le courant traverse le shunt et la charge avec une même intensité. La circulation du courant dans le shunt produit

à ses bornes une chute de tension alternative proportionnelle au courant, tension que l'on amplifie avec un facteur de 18 par l'intermédiaire des résistances R12, R13, R15, R16 associées au condensateur C11 et à l'amplificateur opérationnel IC3A.

Cette fois encore, l'amplificateur différentiel est monté en filtre passe-bas à fréquence de coupure de l'ordre de 100 Hz, pour éliminer les parasites. Le signal de mesure arrive, à travers le condensateur de couplage C12, à l'amplificateur commutable - IC3B,

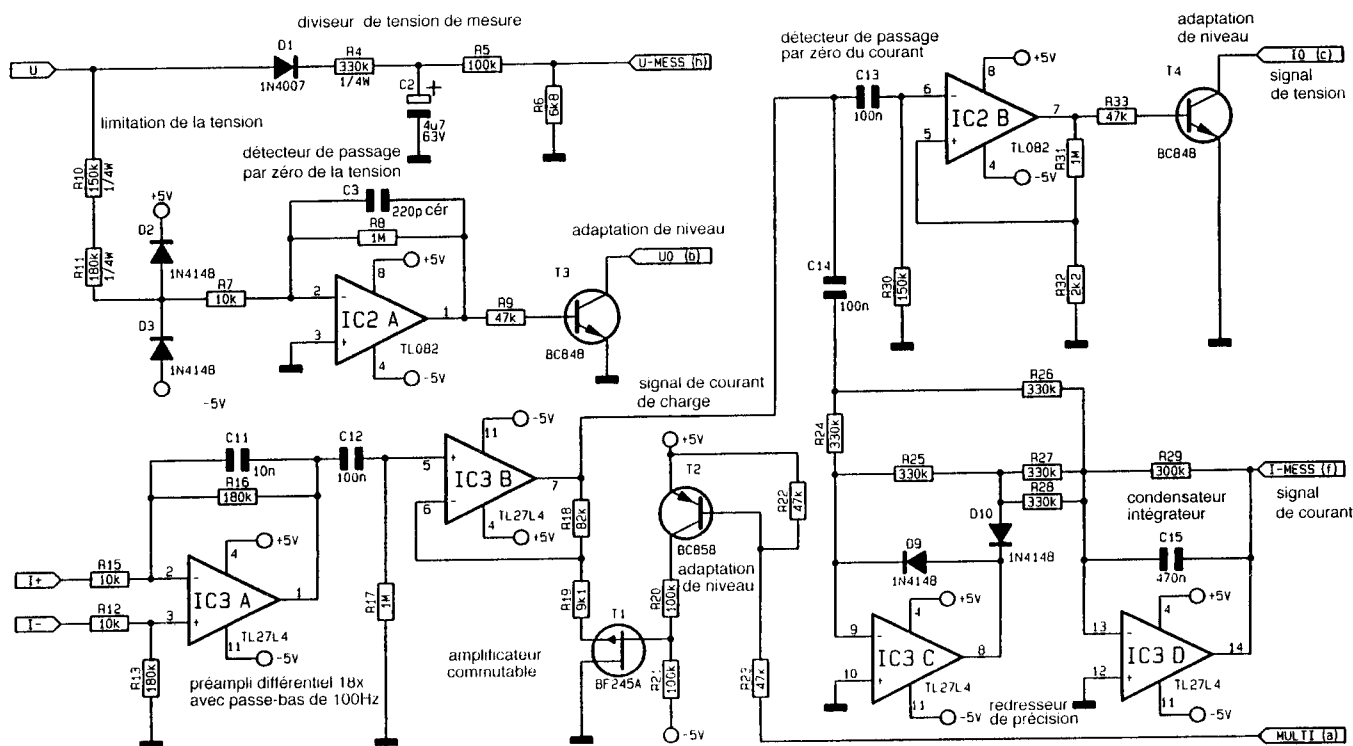
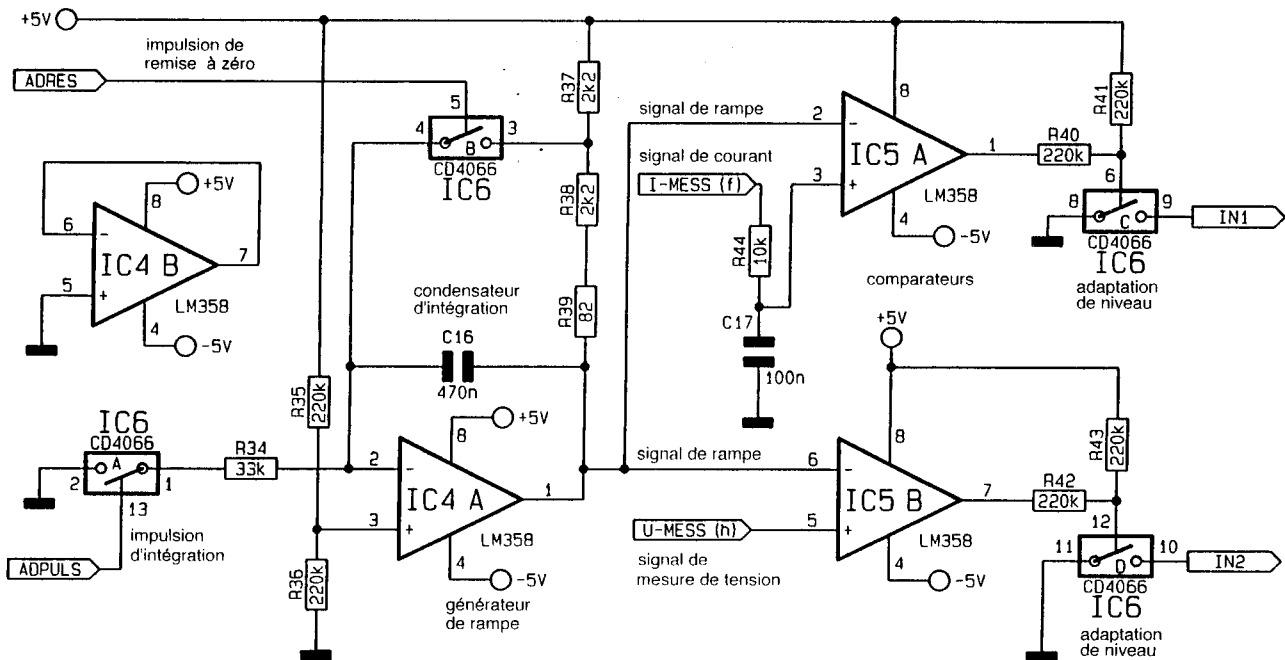


Figure 4. L'électronique de l'amplificateur de mesure et des détecteurs de passage par zéro.



949505-15

Figure 5. Le schéma du convertisseur A/N à 11 bits. Simple n'est-ce pas ?

R18, R19 et T1 – dont le gain est soit unitaire (T1 est bloqué) soit de 10 (T1 est passant). C'est le processeur lui-même, par le biais d'un étage de commutation constitué des résistances R20 à R23 et du transistor T2, qui assure la commande du mode de fonctionnement de cet amplificateur.

Après que le signal à mesurer a subi un gain de, selon le cas, 18 ou 180 il arrive d'une part, via le condensateur C13, au détecteur de passage par zéro constitué par les résistances R30 à R32 et de l'amplificateur opérationnel IC2B, sous-ensemble qui détecte le passage par zéro du courant et transmet au processeur l'information correspondante par l'intermédiaire de l'étage de commande que constitue la paire R33/T4.

Le signal de sortie de IC3B arrive en outre, par le biais de C14, au redresseur double alternance de précision formé par les résistances R24 à R29, les diodes D9, D10 et les amplificateurs IC3C et IC3D. Comme le redresseur est associé à un condensateur d'intégration, C15, on dispose à sa sortie d'une tension continue proportionnelle au courant traversant la charge, tension que convertisseur A/N monté en aval est parfaitement capable de mesurer.

La présence impérative des étages de commutation basés sur les transistors T2 à T4 est due au fait qu'à l'inverse des étages numériques, les étages analogiques sont alimentés par 2 tensions symétriques par rapport à la terre.

Après avoir procédé à une amplification ou le cas échéant une atténuation, un redressement et un filtrage des tensions à mesurer, elles sont converties en une valeur binaire compréhensible par le convertisseur A/N dont on retrouve le schéma en **figure 5**.

## Le convertisseur A/N

Ce convertisseur travaille selon le principe de la rampe unique, l'ensemble du traitement étant l'affaire du processeur. Cette approche permet de réduire très sensiblement l'embonpoint de l'électronique nécessaire. Le générateur de rampe fait appel aux résistances R34 à R39, au condensateur C16, à l'amplificateur opérationnel IC4A et à l'interrupteur électronique CMOS IC6.

En mode de **remise à zéro** (*Reset*) du convertisseur A/N l'interrupteur A est ouvert, l'interrupteur B étant fermé. Dans ces conditions l'amplificateur opérationnel travaille en mode soustracteur et la tension de sortie prend une valeur égale à :

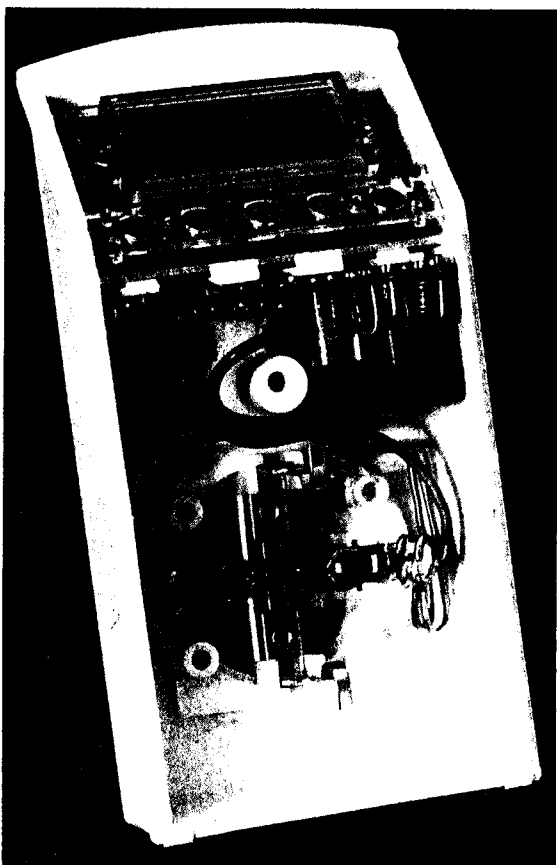
$$U_{SOR} = U_{R36} + k \cdot (U_{R36} - U_B),$$

formule dans laquelle la tension  $U_{R36}$  est abaissée, par le diviseur de tension constitué par R35 et R36, à la moitié de la tension d'alimentation soit  $1/2 U_B$  et le facteur k fixé, par le biais des résistances R37 à R39, à 1,04. Tout ceci se traduit par une tension de sortie de :

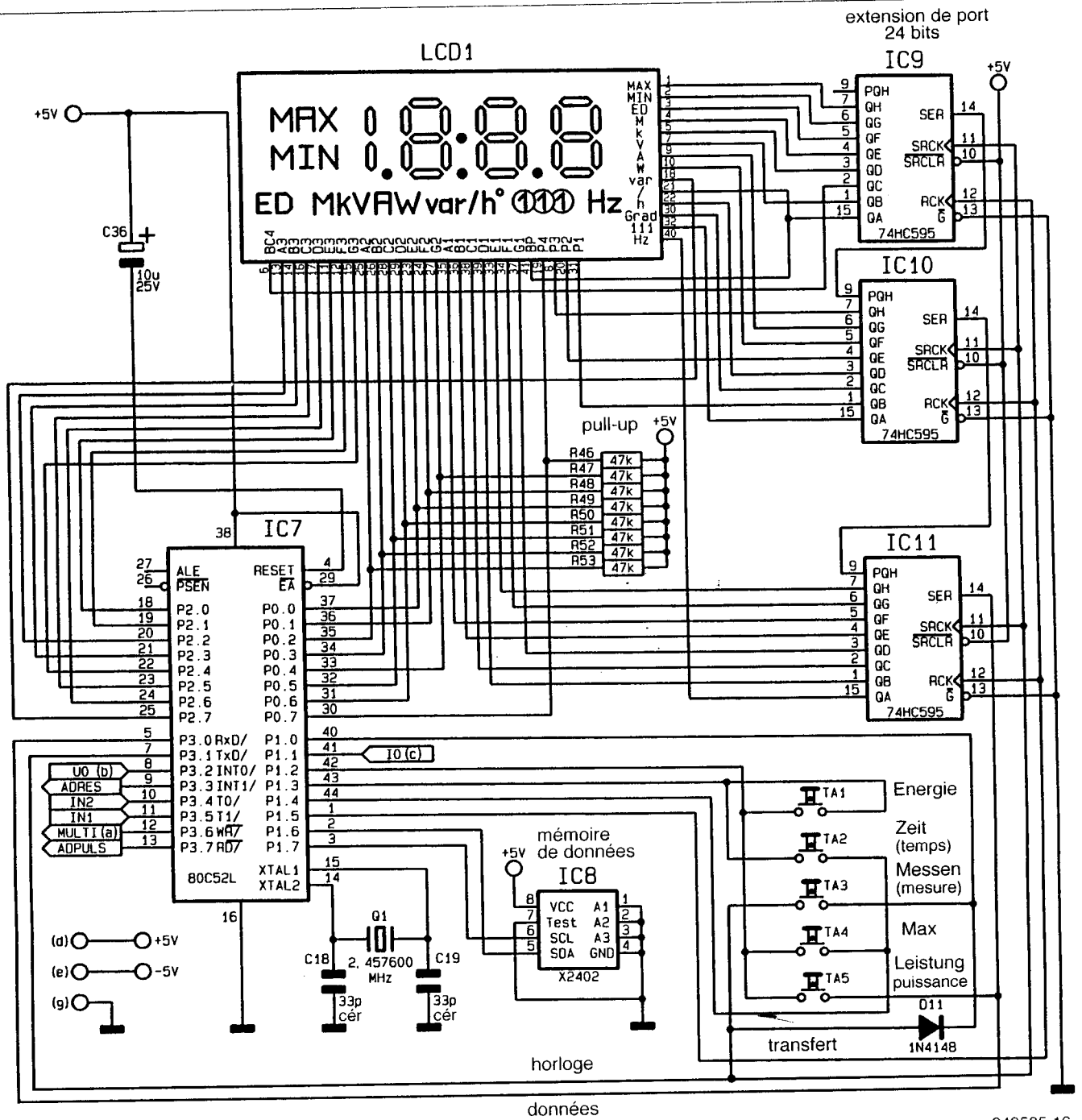
$$U_{SOR} = 2,5V - 1,04 \cdot 2,5V = -0,1V.$$

Cette tension de sortie légèrement négative est nécessaire de façon à pouvoir convertir des tensions de mesure de 0V et au-delà.

En mode de **mémorisation** les interrupteurs A et B sont tous 2



Vue d'un exemplaire terminé de l'énergémètre multigraphe.



949505-16

Figure 6. L'électronique du sous-ensemble processeur + dispositif de visualisation est quelque peu plus complexe. IC9 à IC11 dotent le processeur d'une extension de port à 24 bits.

ouverts, l'amplificateur opérationnel travaillant alors en intégrateur sans signal d'entrée. Vu qu'il ne circule pas de courant d'entrée - voire au pire un courant à l'intensité si faible qu'il en est négligeable - la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel ne bouge pas

En mode **d'intégration** les dits interrupteurs sont tous 2 fermés. Dans ces conditions il circule, via le condensateur C16, la résistance R34 et l'interrupteur A, un courant vers la masse, courant qu'ajuste l'amplificateur opérationnel de façon à ce

que la chute de tension aux bornes de R34 soit égale à la tension présente à celles de R36. Ce courant charge le condensateur intégrateur C16 et la tension de sortie augmente. L'augmentation de la tension à la sortie répond à la formule suivante :

$$\Delta U = (U_B - 1) / (2 \cdot R_{34} \cdot C_{16}) = 161 \text{ V/s} \cdot t$$

de sorte qu'elle est directement proportionnelle à la longueur de l'impulsion d'entrée. Ces impulsions étant générées par le processeur, elles ont donc toujours la même durée. De ce fait, à chaque impulsion la tension de sortie croît de la même valeur. La

tension de sortie du générateur de rampe attaque l'entrée inverseuse de 2 comparateurs, aux entrées non-inverseuses desquelles sont appliquées les 2 tensions à mesurer ( $U_{M_{\text{mess}}}$  et  $I_{M_{\text{mess}}}$ ). Tant que le signal de rampe est inférieur au signal de mesure appliqué à l'entrée inverseuse du comparateur celui-ci, la sortie est positive (haute) et l'interrupteur positionné en aval, C ou D, est fermé. Lorsque la tension de rampe atteint la valeur de la tension à mesurer et la dépasse, le comparateur bascule et l'interrupteur s'ouvre. Le processeur détecte ce

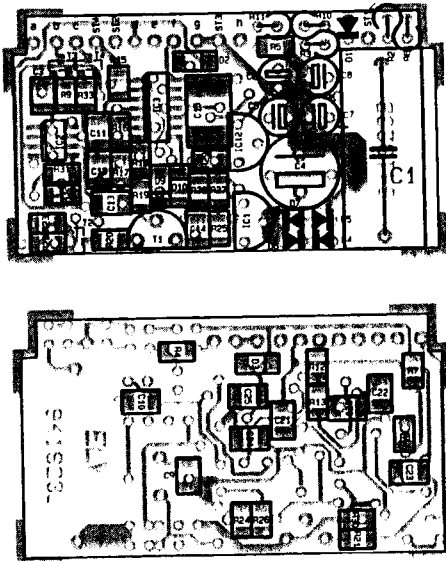


Figure 7. Sérigraphies des implantations des composants des 2 faces de la platine de l'amplificateur de mesure.

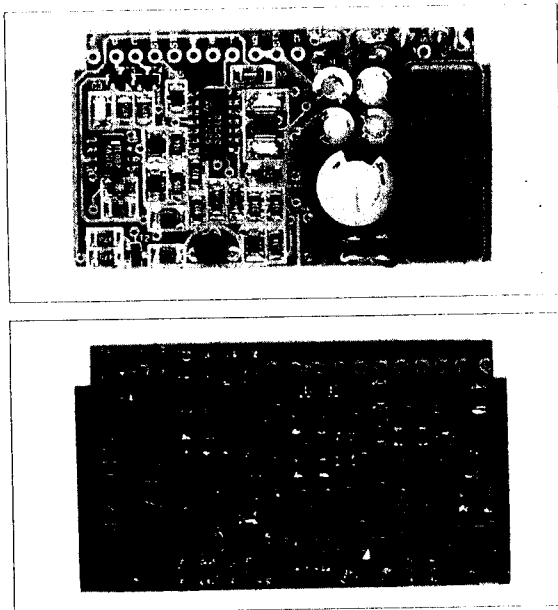


Figure 8. Les 2 photos montrent le recto et le verso d'un exemplaire terminé de cette platine.

changement d'état et utilise le contenu du compteur à cet instant comme valeur de conversion. Une fois la conversion des 2 tensions à mesurer terminée, le convertisseur A/N est remis à zéro, une nouvelle conversion pouvant débuter. Ce convertisseur possède une résolution de 11 bits (2048 pas), la durée d'une conversion étant de 300 ms environ.

## Le processeur et le dispositif de visualisation

Le coeur de cet appareil aussi performant que compact est le processeur, IC7, une version CMOS et

### Liste des composants

#### Résistances :

R2, R3 = 180 Ω  
 R4 = 330 kΩ  
 R5, R20, R21 = 100 kΩ (CMS)  
 R6 = 6kΩB  
 R7, R12, R15, R44 = 10 kΩ (CMS)  
 R8, R17, R31 = 1 MΩ (CMS)  
 R9, R22, R23, R33, R46 à R53 = 47 kΩ (CMS)  
 R10 = 150 kΩ  
 R11 = 180 kΩ  
 R13, R16 = 180 kΩ (CMS)  
 R18 = 82 kΩ (CMS)  
 R19 = 9kΩ (CMS)  
 R24 à R29 (CMS) = 330 Ω

R30 = 150 kΩ (CMS)  
 R32, R37, R38 = 2kΩ2 (CMS)  
 R34 = 93 kΩ (CMS)  
 R35, R36, R40, R140 = 220 kΩ (CMS)  
 R39 = 820 Ω (CMS)  
 R46 à R49 = 47 kΩ (CMS)  
 (il n'y a pas de R1, R14, R45)

#### Condensateurs :

C1 = 207 nF/400 V (WIMA)  
 C2 = 47 μF/63 V  
 C3 = 220 pF (CMS)  
 C4 = 270 nF/16 V  
 C5 = 100 nF/16 V  
 C7, C8, C6 = 10 μF/25 V  
 C9, C10, C20 à C29 = 100 nF céramique (CMS)

CMS du 8052, d'où sa dénomination de 80C52. Le processeur commande, par l'intermédiaire de ses ports P0 et P2 ainsi que celui d'une extension de port sérielle que constituent 3 registres à décalage 8 bits avec registre de sortie du type 74HC595, IC9 à IC11, un affichage à cristaux liquides (LCD) à 39 segments qui permet la visualisation de toutes les valeurs mesurées et calculées ainsi que des unités correspondantes. Comme nous le disions plus haut, l'extension de port sériel prend la forme de 3 registres à décalage 8 bits qui constituent ainsi un registre à décalage à 24 bits.

Ces 24 bits sont transférés de façon synchrone sous la baguette du processeur vers les 3 registres à décalage par l'intermédiaire des sorties de port P3.0 et P3.1, une impulsion de prise en compte sur la broche du port P1.5 assurant le stockage dans le verrou de sortie. Les broches de port P1.6 et P1.7 permettent au processeur d'établir la communication, par bus I<sup>2</sup>C, avec l'EEPROM, IC8, dans laquelle sont stockées les mesures de référence, et en cas de disparition du courant, toutes les valeurs importantes.

On a, via les broches de port P1.0, P1.2, P1.3, P1.4 ainsi que P3.0 et P3.1, scrutation des touches TA1 à TA5 et de la diode de configuration D1. Les broches de port P3.3 et P3.7 commandent le convertisseur A/N, les broches de port P3.4 et P3.5 servant à l'interrogation des 2 comparateurs du dit convertisseur. La broche de port P3.6 sert à la commande de l'amplificateur commutable pris dans la branche du courant, les ports P3.2 et P1.1 servant à la détection du passage par zéro de la tension et du courant. Il ne reste plus qu'à évoquer l'existence des 8 résistances de forçage au niveau haut (*pull up*), R46 à

R53, dont la présence est nécessaire sachant que le port P0 du processeur possède des sorties 3 états (*tri-state*) et ne comporte pas de résistances de forçage au niveau haut internes.

## La réalisation

L'électronique relativement complexe de l'énergimètre multigraphe prend place dans un boîtier moderne doté de prise et fiche incorporées prévu spécialement à cette intention. La grande majorité des composants utilisés est du type pour montage en surface (CMS). Pour éviter à un utilisateur potentiel le tracas de la soudure de composants de ce genre, opération toujours délicate demandant une main ferme et un équipement adéquat, les composants CMS sont mis en place et soudés en usine. L'implantation du reste des composants se fait comme à l'accoutumée en respectant la liste des composants et en s'aidant des sérigraphies de l'implantation des composants, représentées sur les figures 7 à 10. Sauf mention contraire, tous les composants concernés sont montés verticalement et aussi près que possible de la platine. Une fois mis en place les points de contact sont raccourcis autant que possible en évitant cependant tout endommagement aux soudures et aux pistes.

Commençons par la platine de l'amplificateur de mesure (figure 7) qui comporte également l'alimentation. On plante tout d'abord les diodes D1 et D4 à D7 (verticalement comme souligné plus haut) en veillant à ne pas faire d'erreur quant à leur polarité. On met ensuite les résistances R2, R3, R6, R10 et R11 en place selon les informations de la sérigraphie. Après avoir implanté et soudé les 2 régulateurs de tension IC1 et IC12, le transistor T1, on pourra passer aux condensateurs C2, C4, C5, C7 et C8, ainsi que le

C11 = 10nF (CMS)  
 C12 à C14, C17 = 100 nF (CMS)  
 C15, C18 = 470nF (CMS)  
 C18, C19 = 33 nF (CMS)  
 (L'hy a pas de C6, C22 à C25)

Semi-conducteurs

D1, D4, D5 = 1N4007  
 D2, D3, D9 à D11 = 1N4148 (CMS)  
 D6, D7 = diode zener 15V/400mW  
 (ZPD15V/04W)  
 T1 = BF245A  
 T2 = BC858 (CMS)  
 T3, T4 = BC348 (CMS)  
 IC1 = 78L05  
 IC2 = TL082 (CMS)  
 IC3 = T27L4 (CMS)

IC4 (C6) = LM558 (CMS)  
 IC6 = GD4066 (CMS)  
 IC7 = ELV9488 (80C52 en version CMS)  
 IC8 = EPROM X24C02 (CMS)  
 IC9 à IC11 = 74HC595 (CMS)  
 IC12 = 78L05

Divers

Un affichage LCD  
 Un anneau LCD  
 Q1 = quartz 2.457600 MHz  
 6 touches + contacts caoutchoutés  
 boîtier  
 18 cm de fil au manganèse de 1,2 mm  
 6 cm de câble en nappe à 8 conducteurs  
 4 x 7 cm de fil de câblage souple de  
 0,5 mm<sup>2</sup> (rouge, jaune, noir, bleu)

« gros » C1. On pourra ensuite procéder à la soudure du câble plat de couleur à 8 conducteurs aux points « a » à « h » prévus après avoir débarrassé l'extrémité de chacun des conducteurs de son isolant. Attention aux courts-circuits. L'autre extrémité de ces différents conducteurs sera fixée à la platine du processeur. La réalisation de la première platine étant terminée, passons à la suivante, celle du processeur (figure 8).

Seuls le quartz et le condensateur C36 sont à y implanter. Attention à la polarité de ce dernier. Ceci fait, il est temps de passer au montage de l'affichage LCD puis de la série de touches caoutchoutées. Ces opérations appellent quelques brèves remarques. L'affichage est doté d'une pellicule de plastique pour le protéger contre les rayures, pellicule qu'il faudra enlever avant le montage. L'affichage étant constitué de 2 plaquettes de verre entre lesquelles sont pris les cristaux liquides, cet ensemble est fragile et n'apprécie guère les « coups et blessures ». On le traitera donc avec égards.

Le croquis de la figure 11 montre une coupe de l'affichage LCD. Les contacts de l'affichage se trouvent sur sa partie supérieure. Il suffit d'orienter l'affichage de travers par rapport à la lumière incidente pour les voir. Le montage se fera sur un support souple, un tissu épais ne peluchant pas par exemple. On commence par coucher la fenêtre en plastique transparent sur la surface de travail de façon à ce qu'elle repose sur sa surface plane et que les orifices destinés aux touches de caoutchouc se trouvent en bas. On place ensuite l'affichage, le devant en premier, dans l'encorbellement prévu à cet effet et ce en veillant à ce que les contacts se trouvent sur le haut. On place sur les contacts le

morceau de caoutchouc bicolore et sur le bas de l'affichage la cale servant à maintenir l'affichage à la bonne distance de la platine. Une fois le bandeau de caoutchouc des touches placé dans les orifices, on pourra monter la platine du processeur sur le total.

Nous vous proposons en figure 12 une photographie de l'affichage vu du dos, avant montage de la platine du processeur. Il faudra veiller, lors de la mise en place de cette platine, à ce que le morceau de caoutchouc conducteur et la cale ne basculent pas et que les picots de guidage tombent bien dans les orifices prévus à cet effet dans la platine. Une fois que la platine, l'affichage et les touches se trouvent parfaitement ajustées on fixe la platine à l'aide des vis prévues pour cela. On peut ensuite procéder à la soudure des 8 lignes de connexion « a » à « h » venant de la première platine aux points correspondants de la platine du processeur.

En ayant pratiquement terminé avec les 2 platines, nous allons passer au câblage de l'ensemble prise-fiche secteur. La résistance de shunt R1 prend la forme de 2 morceaux de fil résistif de 90 mm chacun et auxquels on aura donné la forme du croquis de la figure 13. Parallèlement, on enlève 15 mm d'isolant à l'extrémité des 4 fils de câblage souple de couleurs différentes dont on dispose. On fait maintenant glisser l'une des extrémités des 2 fils résistifs, ainsi que celle des conducteurs noir et bleu, dans le trou du contact A, où ils sont repliés et soudés comme l'illustre le croquis et la photographie des figures 14 et 15. Ceci fait, les 2 fils résistifs sont pliés de façon à faire le tour de la prise incorporée et passés dans l'orifice du contact B où ils sont rejoints par le conducteur jaune avant d'être repliés et soudés. Après avoir fait pas-

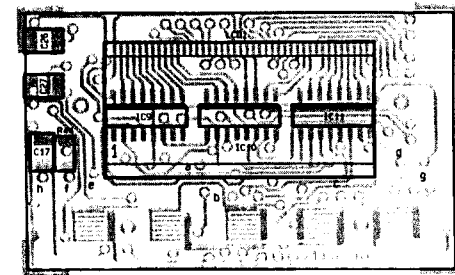
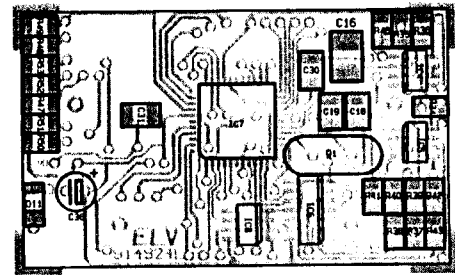


Figure 9. Sérigraphies des implantations des composants de la platine double face à trous métallisés du processeur.

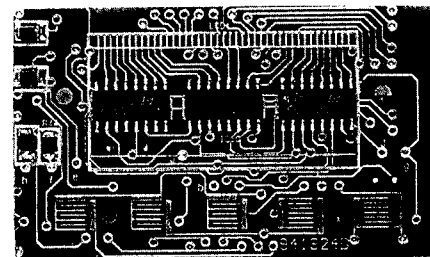
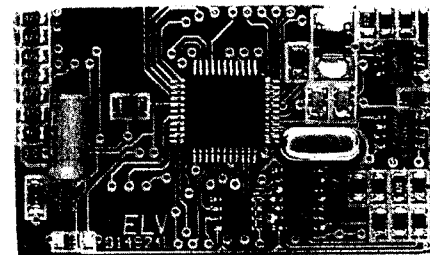


Figure 10. Heureusement que les composants CMS sont déjà mis en place en usine. Imaginez-vous qu'il vous faille le faire vous-même ! Ces photos montrent un exemplaire terminé de la platine du processeur.

### afficheur LCD

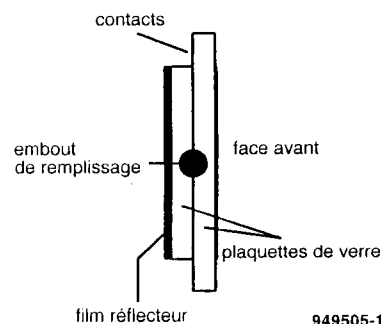
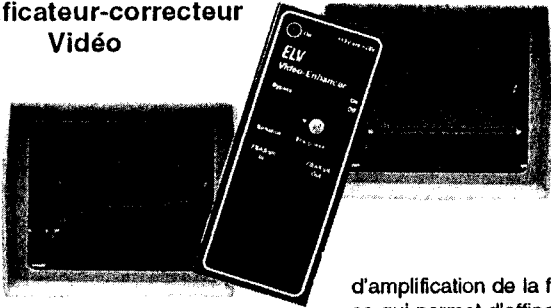


Figure 11. Croquis en coupe de l'affichage LCD.

## Amplificateur-correcteur Vidéo



En limitant les pertes engendrées lors de copies de cassettes, cet amplificateur vidéo permet d'augmenter la qualité de vos images vidéo.

Bien qu'une cassette copiée n'aura jamais la qualité d'image de la cassette originale, ce système augmentera visiblement la qualité de l'image copiée. L'appareil est équipé d'un ajustable permettant d'augmenter le degré

d'amplification de la fréquence, ce qui permet d'affiner le rendu de l'image et d'ajuster l'appareil sur le type de signal vidéo utilisé (VHS, S-VHS, Hi-8). La tension d'alimentation de l'appareil pourra être comprise entre 13 et 25 V.

**Kit complet**  
Réf.: 16016 ..... 315,00 FF

**Appareil monté**  
Réf.: 16153 ..... 495,00 FF

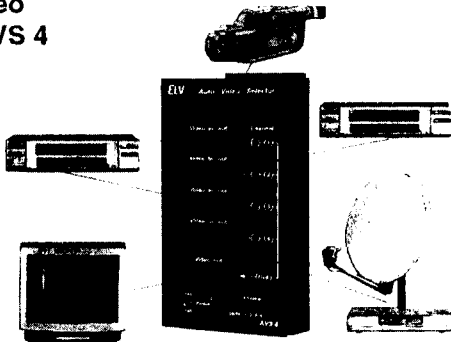
## Sélecteur vidéo automatique AVS 4

L'AVS 4 vous permettra de connecter simultanément 4 appareils vidéo sur un appareil ne possédant qu'une seule entrée Péritel.

Il permet également de sélectionner une entrée vidéo pour la diriger vers jusqu'à 4 sorties.

La sélection de l'entrée utilisée se fait soit de manière automatique par reconnaissance du signal entrant soit de manière manuelle à l'aide d'un commutateur 4 positions.

L'alimentation de l'appareil pourra être assurée par un bloc 12V /500 mA.



**Bloc d'alimentation 12 V/500 mA**  
Réf.: 2123 ..... 49,50 FF

**Kit complet**  
Réf.: 16018 ..... 495,00 FF

**Appareil monté**  
Réf.: 16152 ..... 645,00 FF

## TTG 7001 Titreuse vidéo

La nouvelle titreuse vidéo TTG 7001 développée par ELV permet de réaliser un sous-titrage de texte ou de graphismes directement lors de l'enregistrement de vos films vidéo (système PAL) lors de leur réenregistrement ou encore pendant une projection.

Entrées: vidéo, Péritel; Y/C, Mini-DIN; clavier-PC, DIN 5 broches

Sorties: Péritel (vidéo composite: vidéo + texte; RGB: texte uniquement); Mini-DIN (signal composite Y/C)

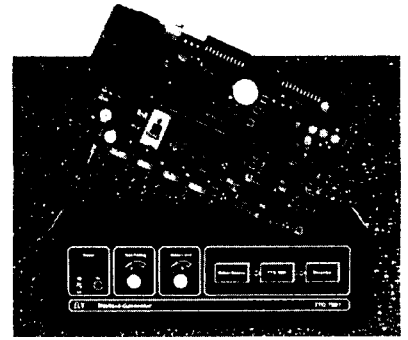
Jeu de caractères: 256 caractères alphanumériques et graphiques: matrice 12 X 10 points

Représentation caractères: 40 caractères et 25 lignes de texte

Caractères et arrière plan: noir, rouge, vert, jaune, bleu, magenta, cyan, blanc

Mémorisation: 8 pages de texte

Commande: gestion par clavier PC et



menu-écran  
Fonctions spéciales: doublage de la hauteur des caractères, affichage clignotant, réduction automatique du contraste en mode mixage, interface série, ajustage séparé du texte, fading de la saturation des couleurs, du contraste et de la luminosité.

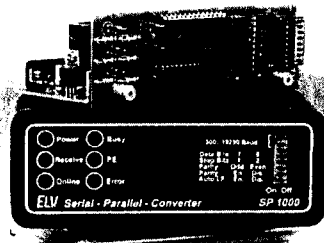
**Kit complet**  
Réf.: 12367 ..... 1427,00 FF

**Appareil monté**  
Réf.: 12368 ..... 2478,00 FF

## Convertisseur série-parallèle SP 1000 et parallèle-série PS 1000

Pour la conversion des signaux parallèles et séries.

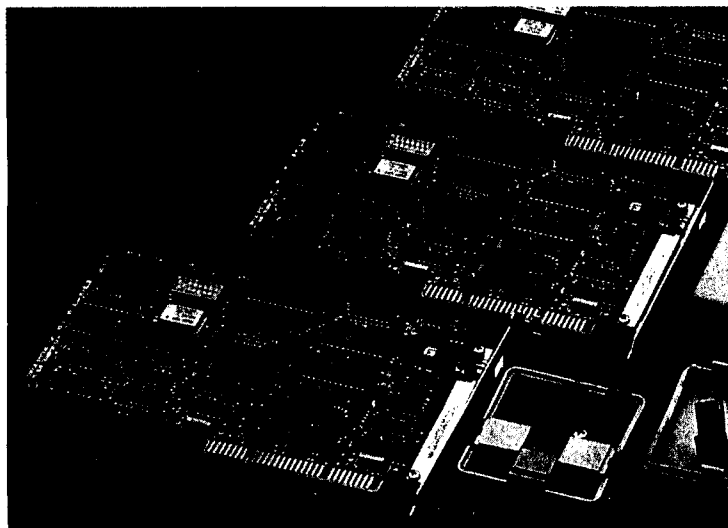
Chaque appareil est équipé de la connectique correspondante en entrée et en sortie. La vitesse de transfert est ajustable entre 300 et 19200 bauds. La face avant permet également de sélectionner le bit de données de parité et d'arrêt. Chaque appareil est alimenté en 12 V/300 mA.



**Kit complet SP 1000**  
Réf.: 14873 ..... 395,00 FF  
**Appareil monté SP 1000**  
Réf.: 14874 ..... 595,00 FF

**Kit complet PS 1000**  
Réf.: 14823 ..... 395,00 FF  
**Appareil monté PS 1000**  
Réf.: 14872 ..... 595,00 FF

## Easy-Net Réseau local sous Windows et DOS 6.0



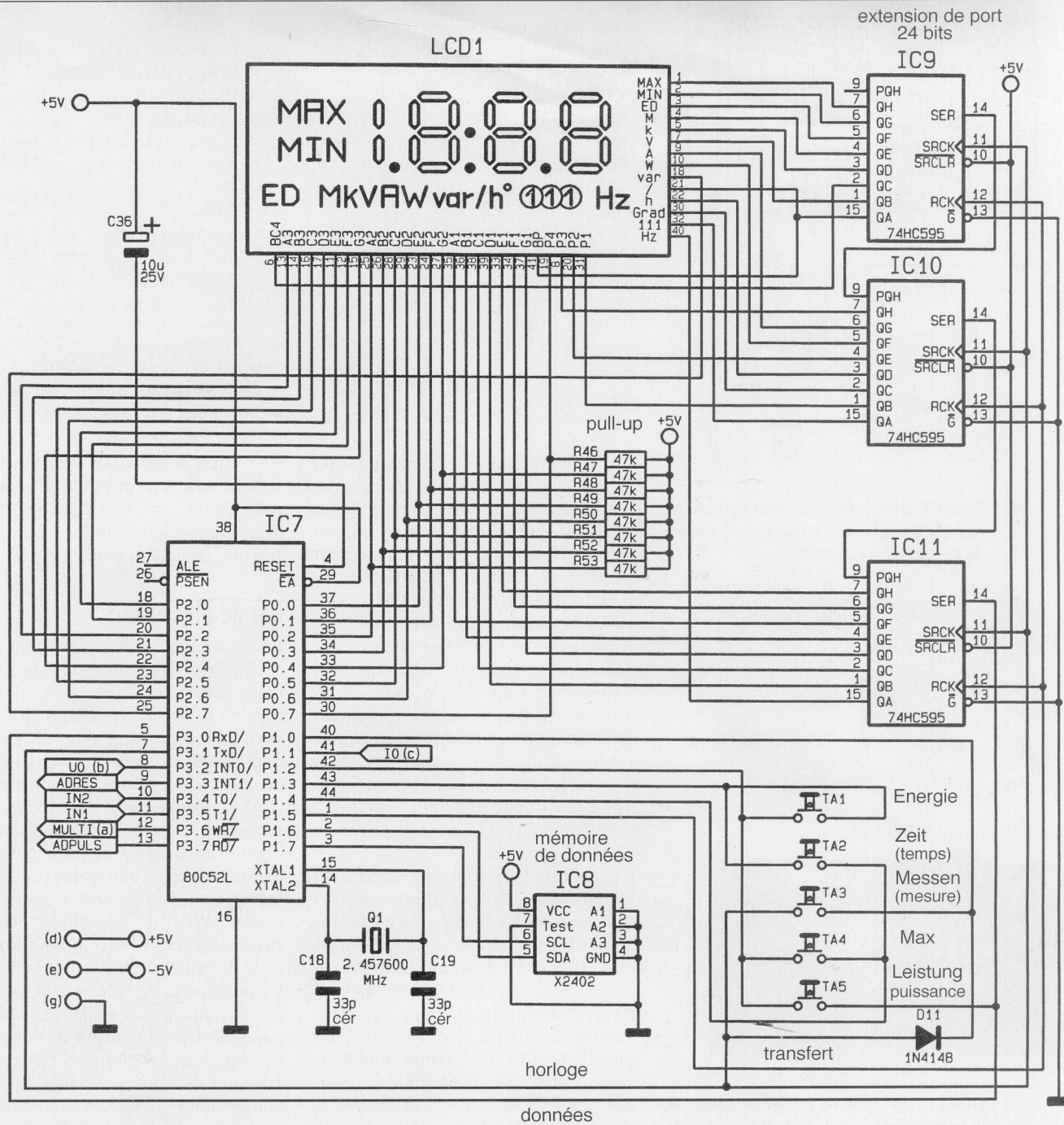
Easy-Net ELV, ensemble de 3 cartes avec connectique et logiciel  
Réf.: 10974 ..... 990,00 FF

Extension, pour 3 stations supplémentaires  
Réf.: 10975 ..... 990,00 FF

### Résumé des caractéristiques techniques les plus importantes

- Hardware:**
- 2-12 stations de travail connectables
  - Platine encartable 6 bits pour tous les PC
  - Distance entre différentes stations de travail pouvant aller jusqu'à plus de 100 m
  - Prolongation de la ligne réseau par simple câble biliaire
- Software:**
- Le serveur peut également servir de station de travail
  - Fonctionne également avec les extensions de mémoire EMS ou/et XMS
  - Taux de transfert des données variable en fonction du type d'ordinateur utilisé
  - Opération d'écriture: 27 koctets environ, jusqu'à 80 koctets pour le serveur
  - Fonctionne sous MS/PC DOS à partir de la version 3.0, DR-DOS et sous Windows
  - Les stations de travail peuvent également être utilisées en tant que serveur, de sorte que l'on puisse avoir accès, depuis le réseau local, à leurs disques durs
  - Les disques durs en réseau peuvent être mis à totale disposition du serveur
  - Le serveur peut recevoir des lecteurs logiques supplémentaires
  - Installation possible de plusieurs mémoires tampon pour imprimantes (LPT... et COM...)
  - L'imprimante, ou tout autre périphérique, en étant connecté à une station quelconque reste accessible à partir de n'importe quel autre poste
  - Logiciel en anglais et allemand

Emplacement mémoire	sans XMS/EMS	avec XMS/EMS
Serveur seul	130 KBytes	68 KBytes
Serveur et accès réseau (Mode PEER)	144 KBytes	81 KBytes
Station de travail seule	60 KBytes	28 KBytes



949505-16

Figure 6. L'électronique du sous-ensemble processeur + dispositif de visualisation est quelque peu plus complexe. IC9 à IC11 dotent le processeur d'une extension de port à 24 bits.

ouverts, l'amplificateur opérationnel travaillant alors en intégrateur sans signal d'entrée. Vu qu'il ne circule pas de courant d'entrée – voire au pire un courant à l'intensité si faible qu'il en est négligeable – la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel ne bouge pas

En mode **d'intégration** les dits interrupteurs sont tous 2 fermés. Dans ces conditions il circule, via le condensateur C16, la résistance R34 et l'interrupteur A, un courant vers la masse, courant qu'ajuste l'amplificateur opérationnel de façon à ce

que la chute de tension aux bornes de R34 soit égale à la tension présente à celles de R36. Ce courant charge le condensateur intégrateur C16 et la tension de sortie augmente. L'augmentation de la tension à la sortie répond à la formule suivante :

$$\Delta U = (U_B \cdot t) / (2 \cdot R_{34} \cdot C_{16}) = 161 \text{ V/s} \cdot t$$

de sorte qu'elle est directement proportionnelle à la longueur de l'impulsion d'entrée. Ces impulsions étant générées par le processeur, elles ont donc toujours la même durée. De ce fait, à chaque impulsion la tension de sortie croît de la même valeur. La

tension de sortie du générateur de rampe attaque l'entrée inverseuse de 2 comparateurs, aux entrées non-inverseuses desquelles sont appliquées les 2 tensions à mesurer ( $U_{Mess}$  et  $I_{Mess}$ ). Tant que le signal de rampe est inférieur au signal de mesure appliqué à l'entrée inverseuse du comparateur celui-ci, la sortie est positive (haute) et l'interrupteur positionné en aval, C ou D, est fermé. Lorsque la tension de rampe atteint la valeur de la tension à mesurer et la dépasse, le comparateur bascule et l'interrupteur s'ouvre. Le processeur détecte ce

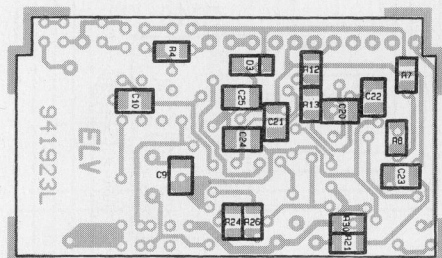
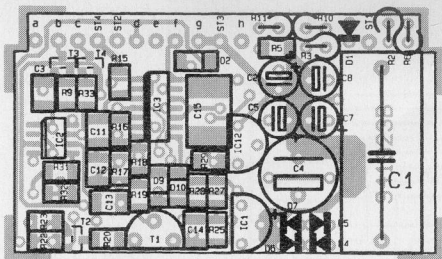


Figure 7. Sérigraphies des implantations des composants des 2 faces de la platine de l'amplificateur de mesure.

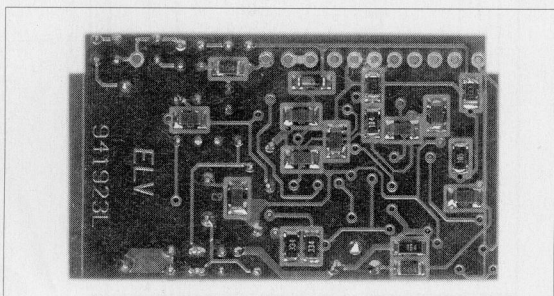
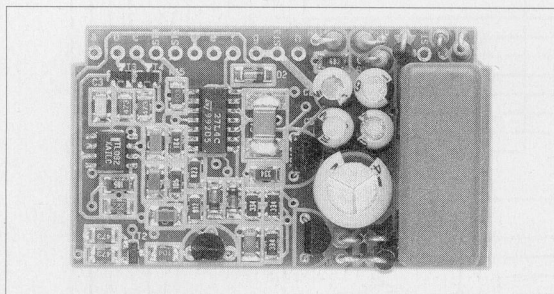


Figure 8. Les 2 photos montrent le recto et le verso d'un exemplaire terminé de cette platine.

changement d'état et utilise le contenu du compteur à cet instant comme valeur de conversion. Une fois la conversion des 2 tensions à mesurer terminée, le convertisseur A/N est remis à zéro, une nouvelle conversion pouvant débuter. Ce convertisseur possède une résolution de 11 bits (2 048 pas), la durée d'une conversion étant de 300 ms environ.

### Le processeur et le dispositif de visualisation

Le coeur de cet appareil aussi performant que compact est le processeur, IC7, une version CMOS et

#### Liste des composants

Résistances :

R2,R3 = 180  $\Omega$   
 R4 = 330 k $\Omega$   
 R5,R20,R21 = 100 k $\Omega$  (CMS)  
 R6 = 6k $\Omega$ 28  
 R7,R12,R15,R44 = 10 k $\Omega$  (CMS)  
 R8,R17,R31 = 1 M $\Omega$  (CMS)  
 R9,R22,R23,R33,R46 à R53 = 47 k $\Omega$  (CMS)  
 R10 = 150 k $\Omega$   
 R11 = 180 k $\Omega$   
 R13,R16 = 180 k $\Omega$  (CMS)  
 R18 = 82 k $\Omega$  (CMS)  
 R19 = 9k $\Omega$ 1 (CMS)  
 R24 à R29 (CMS) = 330 k $\Omega$

R30 = 150 k $\Omega$  (CMS)  
 R32,R37,R38 = 2k $\Omega$ 2 (CMS)  
 R34 = 33 k $\Omega$  (CMS)  
 R35,R36,R40 à R43 = 220 k $\Omega$  (CMS)  
 R39 = 82  $\Omega$  (CMS)  
 R46 à R53 = 47 k $\Omega$  (CMS)  
 (il n'y a pas de R1,R14,R45)

Condensateurs :

C1 = 407 nF/400 V (WIMA)  
 C2 = 4 $\mu$ F/63 V  
 C3 = 220 pF (CMS)  
 C4 = 470  $\mu$ F/16 V  
 C5 = 100  $\mu$ F/16 V  
 C7,C8,C36 = 10  $\mu$ F/25 V  
 C9,C10,C20 à C29 = 100 nF céramique (CMS)

CMS du 8052, d'où sa dénomination de 80C52. Le processeur commande, par l'intermédiaire de ses ports P0 et P2 ainsi que celui d'une extension de port sérielle que constituent 3 registres à décalage 8 bits avec registre de sortie du type 74HC595, IC9 à IC11, un affichage à cristaux liquides (LCD) à 39 segments qui permet la visualisation de toutes les valeurs mesurées et calculées ainsi que des unités correspondantes. Comme nous le disions plus haut, l'extension de port sériel prend la forme de 3 registres à décalage 8 bits qui constituent ainsi un registre à décalage à 24 bits.

Ces 24 bits sont transférés de façon synchrone sous la baguette du processeur vers les 3 registres à décalage par l'intermédiaire des sorties de port P3.0 et P3.1, une impulsion de prise en compte sur la broche du port P1.5 assurant le stockage dans le verrou de sortie. Les broches de port P1.6 et P1.7 permettent au processeur d'établir la communication, par bus I<sup>2</sup>C, avec l'EEPROM, IC8, dans laquelle sont stockées les mesures de référence, et en cas de disparition du courant, toutes les valeurs importantes.

On a, via les broches de port P1.0, P1.2, P1.3, P1.4 ainsi que P3.0 et P3.1, scrutation des touches TA1 à TA5 et de la diode de configuration D1. Les broches de port P3.3 et P3.7 commandent le convertisseur A/N, les broches de port P3.4 et P3.5 servant à l'interrogation des 2 comparateurs du dit convertisseur. La broche de port P3.6 sert à la commande de l'amplificateur commutable pris dans la branche du courant, les ports P3.2 et P1.1 servant à la détection du passage par zéro de la tension et du courant. Il ne reste plus qu'à évoquer l'existence des 8 résistances de forçage au niveau haut (*pull up*), R46 à

R53, dont la présence est nécessaire sachant que le port P0 du processeur possède des sorties 3 états (*tri-state*) et ne comporte pas de résistances de forçage au niveau haut internes.

### La réalisation

L'électronique relativement complexe de l'énergimètre multigraphe prend place dans un boîtier moderne doté de prise et fiche incorporées prévu spécialement à cette intention. La grande majorité des composants utilisés est du type pour montage en surface (CMS). Pour éviter à un utilisateur potentiel le tracis de la soudure de composants de ce genre, opération toujours délicate demandant une main ferme et un équipement adéquat, les composants CMS sont mis en place et soudés en usine. L'implantation du reste des composants se fait comme à l'accoutumée en respectant la liste des composants et en s'aidant des sérigraphies de l'implantation des composants, représentées sur les figures 7 à 10. Sauf mention contraire, tous les composants concernés sont montés verticalement et aussi près que possible de la platine. Une fois mis en place les points de contact sont raccourcis autant que possible en évitant cependant tout endommagement aux soudures et aux pistes.

Commençons par la platine de l'amplificateur de mesure (figure 7) qui comporte également l'alimentation. On implante tout d'abord les diodes D1 et D4 à D7 (verticalement comme souligné plus haut) en veillant à ne pas faire d'erreur quant à leur polarité. On met ensuite les résistances R2, R3, R6, R10 et R11 en place selon les informations de la sérigraphie. Après avoir implanté et soudé les 2 régulateurs de tension IC1 et IC12, le transistor T1, on pourra passer aux condensateurs C2, C4, C5, C7 et C8, ainsi que le

C11 = 10 nF (CMS)  
 C12 à C14, C17 = 100 nF (CMS)  
 C15, C16 = 470 nF (CMS)  
 C18, C19 = 33 pF (CMS)  
 (il n'y a pas de C6, C32 à C35)

Semi-conducteurs :

D1, D4, D5 = 1N4007  
 D2, D3, D9 à D11 = 1N4148 (CMS)  
 D6, D7 = diode zener 15 V/400 mW  
 (ZPD15V/04W)  
 T1 = BF245A  
 T2 = BC858 (CMS)  
 T3, T4 = BC848 (CMS)  
 IC1 = 78L05  
 IC2 = TL082 (CMS)  
 IC3 = T27L4 (CMS)

IC4, IC5 = LM358 (CMS)  
 IC6 = CD4066 (CMS)  
 IC7 = ELV9468 (80C52 en version CMS)  
 IC8 = EEPROM X24C02 (CMS)  
 IC9 à IC11 = 74HC595 (CMS)  
 IC12 = 79L05

Divers :

un affichage LCD  
 Q1 = quartz 2,457600 MHz  
 5 touches + contacts caoutchoutés  
 boîtier

18 cm de fil au manganèse de 1,2 mm<sup>2</sup>  
 6 cm de câble en nappe à 8 conducteurs  
 4 x 7 cm de fil de câblage souple de  
 0,5 mm<sup>2</sup> (rouge, jaune, noir, bleu)

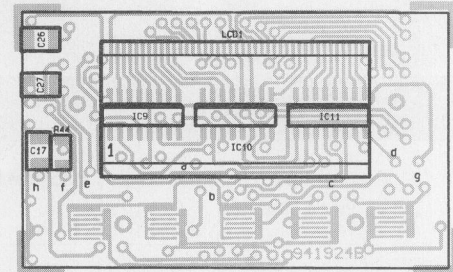
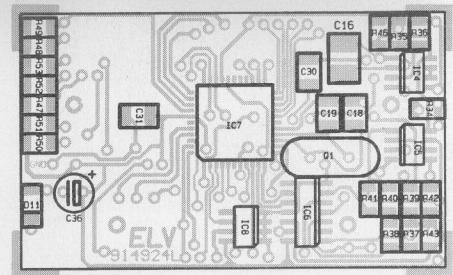


Figure 9. Sérigraphies des implantations des composants de la platine double face à trous métallisés du processeur.

« gros » C1. On pourra ensuite procéder à la soudure du câble plat de couleur à 8 conducteurs aux points « a » à « h » prévus après avoir débarrassé l'extrémité de chacun des conducteurs de son isolant. Attention aux courts-circuits. L'autre extrémité de ces différents conducteurs sera fixée à la platine du processeur. La réalisation de la première platine étant terminée, passons à la suivante, celle du processeur (figure 8).

Seuls le quartz et le condensateur C36 sont à y implanter. Attention à la polarité de ce dernier. Ceci fait, il est temps de passer au montage de l'affichage LCD puis de la série de touches caoutchoutées. Ces opérations appellent quelques brèves remarques. L'affichage est doté d'une pellicule de plastique pour le protéger contre les rayures, pellicule qu'il faudra enlever avant le montage. L'affichage étant constitué de 2 plaquettes de verre entre lesquelles sont pris les cristaux liquides, cet ensemble est fragile et n'apprécie guère les « coups et blessures ». On le traitera donc avec égard.

Le croquis de la figure 11 montre une coupe de l'affichage LCD. Les contacts de l'affichage se trouvent sur sa partie supérieure. Il suffit d'orienter l'affichage de travers par rapport à la lumière incidente pour les voir. Le montage se fera sur un support souple, un tissu épais ne peluchant pas par exemple. On commence par coucher la fenêtre en plastique transparent sur la surface de travail de façon à ce qu'elle repose sur sa surface plane et que les orifices destinés aux touches de caoutchouc se trouvent en bas. On place ensuite l'affichage, le devant en premier, dans l'encorbellement prévu à cet effet et ce en veillant à ce que les contacts se trouvent sur le haut. On place sur les contacts le

morceau de caoutchouc bicolore et sur le bas de l'affichage la cale servant à maintenir l'affichage à la bonne distance de la platine. Une fois le bandeau de caoutchouc des touches placé dans les orifices, on pourra monter la platine du processeur sur le total.

Nous vous proposons en figure 12 une photographie de l'affichage vu du dos, avant montage de la platine du processeur. Il faudra veiller, lors de la mise en place de cette platine, à ce que le morceau de caoutchouc conducteur et la cale ne basculent pas et que les picots de guidage tombent bien dans les orifices prévus à cet effet dans la platine. Une fois que la platine, l'affichage et les touches se trouvent parfaitement ajustées on fixe la platine à l'aide des vis prévues pour cela. On peut ensuite procéder à la soudure des 8 lignes de connexion « a » à « h » venant de la première platine aux points correspondants de la platine du processeur.

En ayant pratiquement terminé avec les 2 platines, nous allons passer au câblage de l'ensemble prise-fiche secteur. La résistance de shunt R1 prend la forme de 2 morceaux de fil résistif de 90 mm chacun et auxquels on aura donné la forme du croquis de la figure 13. Parallèlement, on enlève 15 mm d'isolant à l'extrémité des 4 fils de câblage souple de couleurs différentes dont on dispose. On fait maintenant glisser l'une des extrémités des 2 fils résistifs, ainsi que celle des conducteurs noir et bleu, dans le trou du contact A, où ils sont repliés et soudés comme l'illustre le croquis et la photographie des figures 14 et 15. Ceci fait, les 2 fils résistifs sont pliés de façon à faire le tour de la prise incorporée et passés dans l'orifice du contact B où ils sont rejoints par le conducteur jaune avant d'être repliés et soudés. Après avoir fait pas-

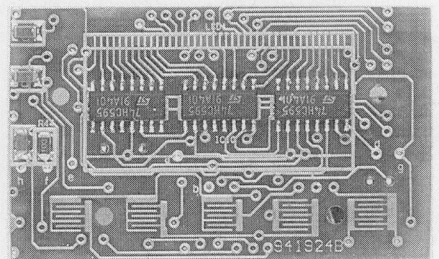
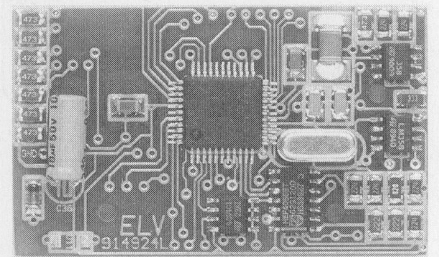


Figure 10. Heureusement que les composants CMS sont déjà mis en place en usine. Imaginez-vous qu'il vous faille le faire vous-même ! Ces photos montrent un exemplaire terminé de la platine du processeur.

### afficheur LCD

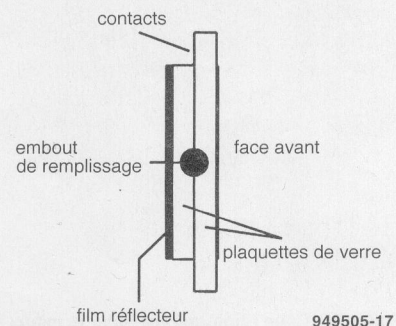


Figure 11. Croquis en coupe de l'affichage LCD.

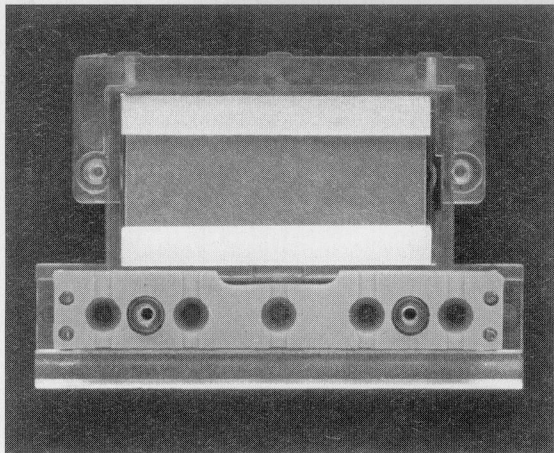
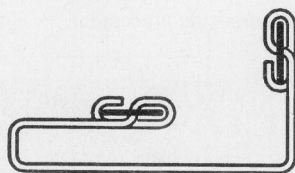


Figure 12. Photographie de l'affichage LCD vu de l'arrière.



949505-18

Figure 14. Plan de câblage du fil résistif. Il relie les contacts A et B de la prise secteur incorporée.

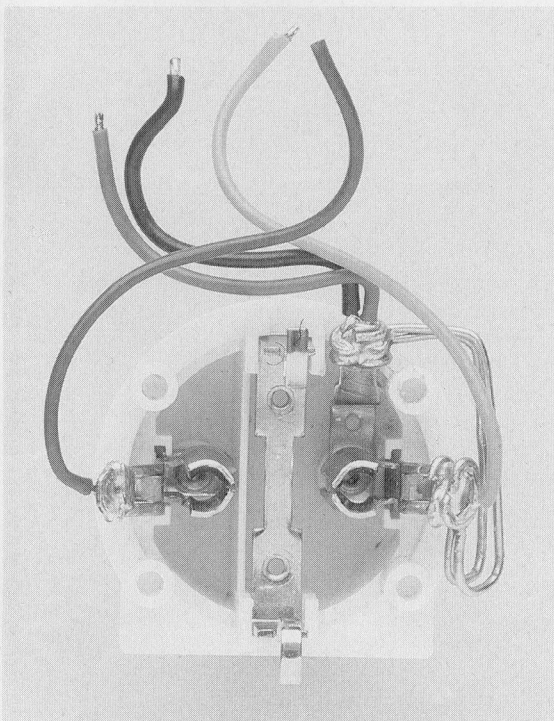


Figure 15. Cette photographie illustre, mieux que mille mots, la technique de mise en place et de soudure des 2 fils résistifs et des 4 conducteurs d'interconnexion.

ser le conducteur rouge par le trou du contact C et l'avoir soudé sur ce dernier, l'opération de câblage de la fiche de l'appareil est terminée. Il est recommandé, avant de poursuivre, de tester sa réalisation par son implantation dans le boîtier sachant qu'aux charges de forte puissance le fil résistif atteint des valeurs relativement élevées et qu'il faudra donc veiller à ce qu'il ne puisse pas entrer en contact avec le boîtier en plastique. Si le test est concluant, et que l'on aura trouvé la forme idéale pour le fil résistif, on pourra souder les extrémités libres des 4 conducteurs de couleur aux points ST1 à ST4 prévus pour cela. L'ordre des soudures est le suivant :

- conducteur rouge → point ST1
- conducteur jaune → point ST2
- conducteur noir → point ST3
- conducteur bleu → point ST4.

Cette opération d'interconnexion de tous les ensembles constitutifs de l'énergimètre multigraphe terminée, nous pouvons passer à l'étape de mise en place de l'électronique dans le boîtier. On commence par glisser la platine de l'amplificateur de mesure verticalement dans les rails prévus à cet effet. C'est ensuite le tour de la platine du processeur qui vient se mettre dans la partie supérieure inclinée à 45° du boîtier, la hauteur de la platine venant se coincer sous la languette présente à cet endroit. Une pression maîtrisée suffit ensuite à faire passer l'ensemble au-delà des 2 ergots surplombant la platine de l'amplificateur de mesure. Attention à ne pas coincer ou abîmer de conducteur au cours de cette mise en place. Il ne reste plus ensuite qu'à glisser l'ensemble prise-fiche secteur dans l'orifice prévu dans le dos du boîtier où elle est calée dans le bas par le rebord présent à cet endroit.

On glissera ensuite le couvercle de plastique de la prise secteur dans les 4 trous prévus à cette intention. On place ensuite les 5 touches dans les trous rectangulaires de la demi-coquille supérieure du boîtier. On pourra les fixer de l'extérieur à l'aide d'un petit morceau de scotch avant de refermer le boîtier en plaçant la demi-coquille supérieure sur la moitié inférieure et en exerçant une pression ferme sans être trop brutale. Lorsque tout est en place on donnera à l'ensemble sa rigidité mécanique par la mise en place de la vis cruciforme. Il ne nous reste plus qu'à procéder à l'étalonnage de l'appareil.

Attention, la tension du secteur, 230 V est présente en divers endroits du EM94, tant sur la platine que sur

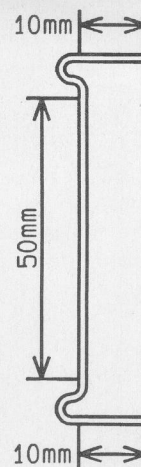


Figure 13. Gabarit de formage du fil résistif (en 2 exemplaires).

la prise incorporée, il faudra donc respecter les précautions d'usage lors de la manipulation de cet instrument. Il ne faudra donc mettre l'appareil en contact avec le secteur qu'après s'être assuré qu'il est parfaitement réalisé et bien fermé sans qu'il ne puisse y avoir de risque d'entrée en contact avec l'une ou l'autre partie véhiculant la tension du secteur.

Attention aux couleurs, il se peut que votre kit ait des câbles d'une autre couleur, jaune, rouge, bleu et noir au lieu des bleu, vert, rouge et noir prévus dans la liste des composants.

Notons que les prise et fiche incorporées du boîtier sont aux normes européennes – et malheureusement pas françaises – il vous faudra donc réaliser une ou deux liaison(s) d'interconnexion entre la prise secteur et l'énergimètre multigraphe et, le cas échéant entre la prise de ce dernier et la fiche de l'appareil concerné. Pour des raisons de sécurité il est requis de veiller à établir le contact prévu avec la ligne de terre. Il existe des prises de voyage spécialement prévues à cette intention.

## L'étalonnage

Lors de la première mise en fonction de l'appareil celui-ci ne connaît pas de mesures de référence, de sorte que l'on verra apparaître sur l'affichage l'indication « CAL » demandant à l'utilisateur de bien vouloir procéder à une calibration. Cette opération se fera de la manière décrite dans le premier article consacré à cette réalisation. Cette opération terminée l'énergimètre multigraphe est enfin prêt à remplir la fonction pour laquelle il a été dessiné : tout, mais alors vraiment tout, vous apprendre sur la consommation d'énergie de vos appareils. ◀