

# LE CONTRÔLEUR METRIX MX001A

Le contrôleur universel est le plus répandu des instruments de mesure car d'une part il permet d'effectuer des mesures fondamentales de tension, d'intensité et de résistance et d'autre part c'est l'appareil de mesure le moins coûteux.

Par là donc c'est le premier instrument de l'amateur débutant, et c'est aussi l'appareil de toutes les valises de dépanneur, de toutes les tables de laboratoire.

Les contrôleurs de très grande classe tendent à disparaître au profit des multimètres numériques mais, comme les production et variété actuelles le prouvent, l'appareil de prix peu élevé à aiguille est en pleine expansion.

Le choix d'un instrument aussi élémentaire semble facile, cependant après réflexion il apparaît bien embarrassant.

D'abord les constructeurs ont des manières très différentes de présenter ou d'exprimer les caractéristiques de leurs contrôleurs universels et la comparaison entre appareils de marques différentes n'est pas simplifiée.

Ensuite ils négligent souvent de donner des indications sur le comportement des contrôleurs soumis aux vibrations, coups, chocs etc. alors que par leur usage ces appareils sont inéluctablement amenés à subir un traitement parfois brutal.

Tous les contrôleurs sont « antichocs ». Ce terme en effet n'a plus aucun sens. Il suffit que le boîtier soit en matière plastique légèrement souple et l'appareil est dit « antichoc ».

Le problème est pourtant très important. Les contrôleurs universels à bon marché sont la plupart équipés d'un galvanomètre très sensible (quelques dizaines de microampères) à cadre suspendu par pivots. La pression moyenne d'un pivot dans sa creusure dépasse aisément cent kilogrammes par millimètre carré (100 kg/mm<sup>2</sup>).

Lors d'un choc la pression croît considérablement et atteint aisément des valeurs critiques au-delà desquelles une déformation irréversible du pivot ou de son support affecte la précision ou la linéarité du galvanomètre.

Ces inconvénients sont évités dans les galvanomètres à suspension souple : un élément souple se déforme avant que la pression critique ne soit atteinte, il absorbe le choc puis reprend sa forme initiale.

Il n'est pas possible pour un électronicien de vérifier autrement qu'à l'usage l'efficacité d'un tel système. Les contrôles relèvent en effet de la mécanique de précision. Le problème est d'ailleurs le même que celui de la protection des balanciers en horlogerie.

Le technicien s'assurera cependant qu'un tel dispositif antichoc est au moins présent...

L'influence de la température est également à considérer si le

un véritable petit guide de l'acheteur de contrôleur universel.

## LE CONTRÔLEUR METRIX MX001A

La gamme des contrôleurs universels ITT-MétriX est l'une des plus complètes actuellement produites en France.

Le dernier appareil en date est le modèle MX001A qui semble destiné à une large diffusion.

La photographie 1 représente le contrôleur MX001A. Son esthétique correspond à la ligne actuelle des contrôleurs Metrix : large place laissée au cadran du galvanomètre, encombrement réduit en pratique aux dimensions de ce cadran,

appareils électroniques est excellente. Par ailleurs un contrôleur rouge est repérable du premier coup d'œil parmi les fils et outils de la table de travail !

Les dimensions sont : largeur 137 mm, hauteur 34 mm, profondeur 96 mm. Le poids est de 400 g environ.

## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

MétriX communique, sans ambiguïté aucune, et c'est bien, les caractéristiques suivantes :

**Tensions continues** : 9 gammes de 0,1 - 0,5 - 1,6 - 5 - 16 - 50 - 160 - 500 - 1 600 V pour une déviation pleine échelle (ce qui s'écrit d.p.e.).

Résistance interne : 20 000  $\Omega$  par volt.

**Intensités continues** : 6 gammes de 50 - 500  $\mu$ A - 5 - 50 - 500 mA - 5 A pour une déviation pleine échelle (d.p.e.). Chutes de tension correspondant à ces intensités : 100 - 300 - 320 - 330 - 450 - 730 mV.

**Tensions alternatives** : 6 gammes de 5 - 16 - 50 - 160 - 500 - 1 600 V d.p.e. Résistance interne : 6 320  $\Omega$  par volt.

**Intensités alternatives** : 4 gammes de 160  $\mu$ A - 16 - 160 mA - 1,6 A d.p.e.

**Résistances** : 4 gammes de 2  $\Omega$  à 5 M $\Omega$  ainsi réparties :

2  $\Omega$  - 5 k $\Omega$ , p. mil. 60  $\Omega$  ;  
20  $\Omega$  - 50 k $\Omega$ , p. mil. 600  $\Omega$  ;  
200  $\Omega$  - 500 k $\Omega$ , p. mil. 6 k $\Omega$  ;  
2 k $\Omega$  - 5 M $\Omega$ , p. mil. 60 k $\Omega$ .

Alimentation : 2 piles de 1,5 V, type R<sub>1</sub>.

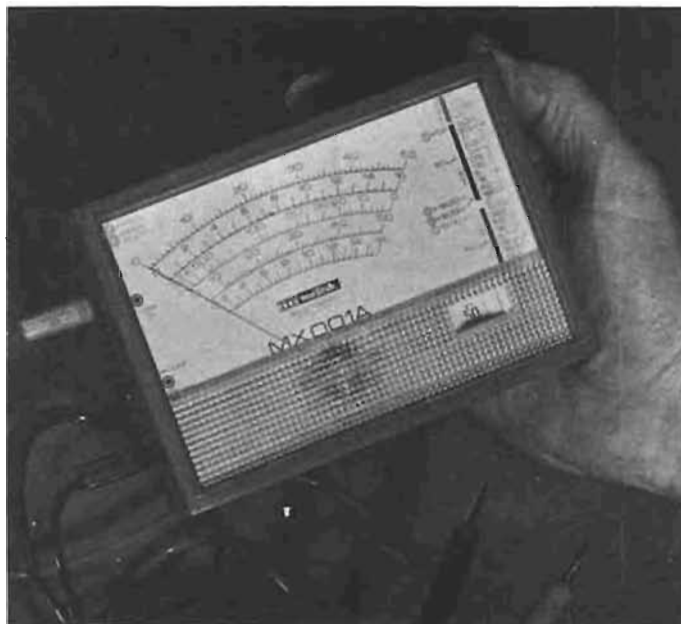


Fig. 1

contrôleur doit être utilisé à l'extérieur.

Les lecteurs qui voudront plus de renseignements sur les spécifications du contrôleur universel pourront lire l'article de G.-J. Naaijer paru dans le Haut-Parleur n° 1268 du 16 juillet 1970 pages 79 et suivantes. Nous n'avons volontairement pas cité cet article en fin de celui-ci, dans la bibliographie, pour en souligner l'intérêt et pour signaler qu'il constitue

prises et commandes accessibles sur les côtés.

La gamme choisie est affichée dans la petite fenêtre visible à droite du cadran, sous l'échelle verticale qui rappelle les gammes disponibles.

Le boîtier est en matière plastique rouge vif. Cette couleur surprend au début pour un instrument de mesure mais l'habitude prise nous pensons que l'idée d'égayé un peu les couleurs des

## LE SCHEMA

Le schéma (Fig. 2) est classique. Les différentes gammes et fonctions sont données par un unique sélecteur rotatif : il n'est pas besoin de brancher et débrancher sans arrêt les cordons pour passer d'une sensibilité à l'autre sauf pour les fortes valeurs auxquelles correspondent trois prises (5 A =, 1 600 V =, 1600 V ~ en commun avec 500 V =).

Les résistances R<sub>1</sub> à R<sub>6</sub>, R<sub>14</sub> à R<sub>20</sub>, R<sub>24</sub> à R<sub>26</sub>, correspondent aux résistances séries commutées en fonction voltmètre continu.

CONTACTEURS	POS	FONCTION
S1 ab Mécaniquement associés	1 15	DC 2000 Ω / V
	16	0
	17 24	AC 6320 Ω / V
S2 a ..... c	1	Ω X1
	2	Ω X10
	3	Ω X100
	4	Ω X1k
	5	500 mA DC
	6	50 mA DC
	7	5 mA DC
	8	500 μA DC
	9	50 μA DC 01V DC
	10	0,5 V DC
	11	1,6 V DC
	12	5 V DC
	13	16 V DC
	14	50 V DC
	15	160V DC 1600V DC 500V DC
	16	0 (STOP)
	17	500 V AC (1600V AC)
	18	160 V AC
19	50 V AC	
20	16 V AC	
21	5 V AC	
22	16 mA AC	
23	160 mA AC	
24	1,6 A AC	

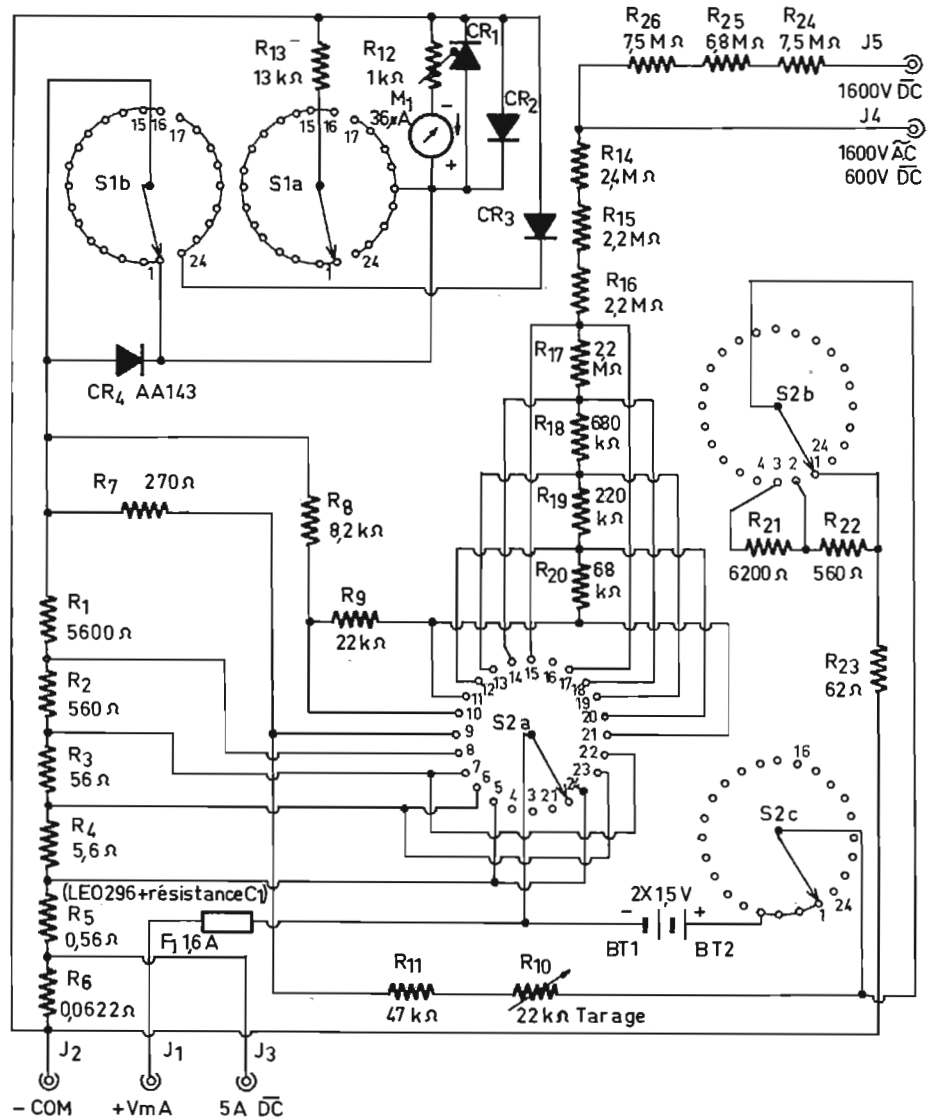


Fig. 2

$R_8, R_9, R_{14}$  à  $R_{20}$  sont, selon la gamme choisie, mises en série avec le circuit galvanométrique, en fonction voltmètre alternatif.

Pour la mesure des intensités les résistances  $R_1$  à  $R_6$  servent de shunt en continu et  $R_1$  à  $R_4$  servent en alternatif.

La résistance ajustable  $R_{12}$  en série avec le galvanomètre permet de calibrer exactement le contrôleur pour obtenir en position 50  $\mu$ A continus une indication de 50 exactement pour une tension précise de 100 mV aux bornes  $V_{mA}$  et COM—.

Les diodes de protection au silicium  $CR_1$  et  $CR_2$  ont une résistance très élevée dans des conditions de fonctionnement normal, quand la tension totale aux bornes de  $R_{12}$  et du galvanomètre ne dépasse pas 80 mV environ.

Si, accidentellement cette tension croît, les diodes deviennent conductrices (à partir de 100-150 mV) pour présenter rapidement une résistance interne assez faible (vers 600-800 mV) qui shunte le galvanomètre et dérive le courant qui serait dangereux pour le cadre. L'une ou l'autre

des diodes conduit selon le sens du courant.

Une sécurité supplémentaire est donnée par le fusible de 1,6 A en série dans le circuit commun (prise COM—) et qui protège partiellement les shunts.

En fonction voltmètre ou ampèremètre alternatif un redressement mono-alternance est assuré par la diode  $CR_4$ . L'alternance positive traverse les circuits du galvanomètre. L'alternance négative est écoulee par la diode  $CR_3$  et n'a aucune influence sur la déviation de l'aiguille.

La mesure des résistances est basée sur celle de l'intensité dans un circuit élémentaire comprenant en série le galvanomètre, une résistance fixe  $R'$ , une source de tension  $V$ , la résistance inconnue  $R_x$ .

L'intensité dans un tel circuit est :

$$I = \frac{V}{R' + R_x}$$

d'où la résistance inconnue :

$$R_x = \frac{V}{I} - R'$$

Cette expression montre que la relation entre  $R_x$  et  $I$  n'est pas linéaire et correspond à l'échelle ohm non linéaire, habituelle aux contrôleurs universels.

En pratique la tension  $V$  est donnée par deux petites piles de 1,5 V en série. La résistance  $R'$  est constituée par la combinaison en série, ou en parallèle, complète ou partielle, selon la gamme, des résistances  $R_1$  à  $R_7, R_{11}, R_{21}$  à  $R_{23}$ , et du potentiomètre  $R_{10}$  qui sert à tarer l'ohmmètre et à compenser l'usure des piles.

## TECHNOLOGIE

Tous les composants sont soudés sur un circuit imprimé (Fig. 3) que deux tampons de mousse maintiennent en place quand le boîtier est fermé (deux vis). Les résistances, sauf celles de très faible valeur, sont du type à film métallique qui présente l'avantage d'un faible coefficient de température.

Le potentiomètre de tarage « ohm »  $R_{10}$  est en fait une résis-

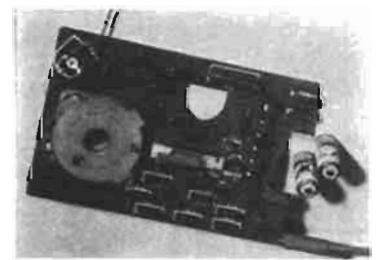


Fig. 3

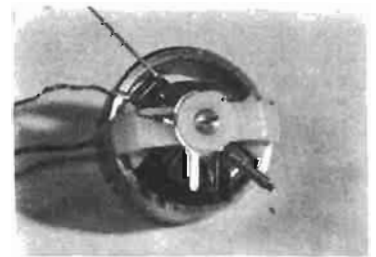


Fig. 4

tance ajustable surmontée d'une molette en plastique. Ici l'usure risque d'être rapide.

La technologie du galvanomètre est simplifiée au maximum : cadre suspendu par pivots, tournant autour d'un noyau magnétique de section ovoïde, ponts de supports de pivots en nylon (Fig. 4).

La sensibilité propre est cependant très élevée :  $36 \mu\text{A}$  !

Une telle simplicité ne saurait aller sans une grande maîtrise en matière de galvanomètre.

Le cadran comporte cinq échelles donnant une lecture directe pour toutes les gammes sauf la gamme 100 mV où une multiplication par deux est nécessaire (Fig. 1).

La lecture est très facile, la sérigraphie est fine et claire, les échelles sont de différentes couleurs : noir pour le continu, vert pour les résistances, rouge pour l'alternatif. Ce point est important pour un appareil destiné à être consulté souvent et à donner des indications de grandeur et nature diverses.

La gamme choisie est affichée, dans la même couleur que l'échelle correspondante, dans la fenêtre en bas et à droite du cadran. Le bon sens de rotation du sélecteur pour changer de gamme n'est ainsi pas évident : une certaine accoutumance est nécessaire pour ne plus se tromper.

Les prises sont constituées par des petits tubes métalliques fendus, donc élastiques, soudés sur le circuit imprimé, les fiches mâles des cordons n'étant pas fendues donc sans élasticité. Cette disposition nous a paru légère...

Le plastron du galvanomètre est en matière plastique transparente. Avantages : résiste au choc, se fend mais ne casse pas - inconvénients : se raye, ne supporte pas un coup de fer à souder (qui n'a rien brûlé avec son fer ?).

## BANC D'ESSAI

Le banc d'essai électronique d'un contrôleur universel consiste principalement à comparer ses indications avec les valeurs connues avec grande précision. Un multimètre numérique de tensions, intensités, résistances, etc. Digimetrix DX703A modifié B sert à mesurer avec précision les tensions et intensités soumises au contrôleur MX001A. Les appareils suivants furent également utilisés pour ce banc d'essai : générateur BF Heathkit IG18, voltmètre BF Heathkit IM38, volt-ohmmètre Centrad 442, alimentations basse et haute tensions, oscilloscope rémanent, amplificateur BF, résistances à 1% et 0,1%.

Le contrôleur testé ne fut pas réétalonné avant les essais qui furent effectués à la température de  $21^\circ\text{C}$ .

Le galvanomètre portant le signe  $\Delta \Pi$  qui signifie « appareil à

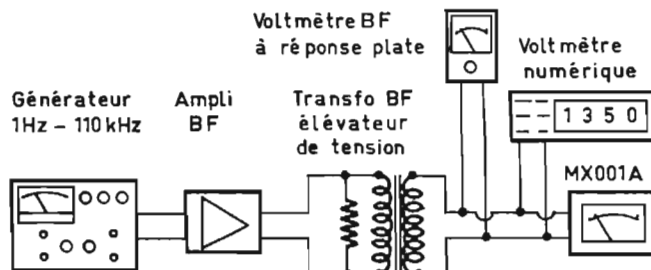


FIG. 5

utiliser en plaçant le cadran horizontalement » nous avons mené les essais dans cette position qui est d'ailleurs logique pour cette forme de contrôleur.

## MESURES EN COURANT CONTINU

Les différentes gammes d'un contrôleur universel employé en courant continu correspondent à la commutation de résistances montées en diviseur de tension ou en shunt. La précision sur une gamme est donc la même pour les autres gammes mettant des composants de même technologie et de même précision en service.

Les essais ont cependant été menés en courant continu, tension et intensité, en effectuant pour chaque gamme sauf pour les gammes 5 A et 1 600 V, cinq mesures correspondant aux divisions les plus proches de 20%, 40%, 60%, 80%, 100% de la déviation à pleine échelle.

Après lecture avec grande attention, en utilisant l'aiguille-couteau du galvanomètre pour supprimer la parallaxe, nous n'avons pas trouvé d'erreur supérieure à 1% de la pleine échelle ! Cette erreur est voisine de celle due au voltmètre numérique 0,5%. Dans ces conditions il est impossible de connaître la précision exacte du contrôleur mais nous pouvons dire qu'elle est supérieure à  $\pm 1,5\%$  pour les mesures de l'expérience. Cette précision est d'ailleurs vraisemblablement proche de la précision vraie.

Ce résultat est tout à fait remarquable pour un multimètre de cette catégorie !

La résistance interne a été mesurée à l'ohmmètre pour chaque gamme et correspond bien au chiffre annoncé par le constructeur, soit  $20\,000 \Omega/\text{V}$  en fonction voltmètre. Pour la fonction ampèremètre les résultats sont les suivants :

Gamme	Résistance interne	Chute de tension pour une déviation pleine échelle
$50 \mu\text{A}$		100 mV
0,5 mA	580 $\Omega$	240 mV
5 mA	62 $\Omega$	310 mV
50 mA	7 $\Omega$	350 mV
0,5 A	1,3 $\Omega$	650 mV
5 A	0,18 $\Omega$	900 mV

## MESURES EN COURANT ALTERNATIF

Le banc d'essai de la figure 5 a été utilisé pour les mesures en alternatif sauf sur les gammes 1 600 V et 1,6 A.

La précision a été mesurée avec un signal sinusoïdal de 50 Hz et le même soin qu'en continu.

Les indications du contrôleur furent toujours légèrement inférieures à celles du voltmètre numérique ce qui dans le cas d'espèce permet d'affirmer que la précision est meilleure que - 4%.

alternatif sur des tensions sinusoïdales d'alimentation (50-60-400 Hz).

En prenant pour référence la déviation à 80% de l'échelle sur un signal à 50 Hz nous avons relevé les courbes de la figure 6 (en fonction voltmètre seulement).

Pour les gammes les plus intéressantes en BF soit 5 V, 16 V et 50 V la bande passante s'étend de 15 Hz à plus de 100 kHz. Entre 15 Hz et 20 kHz l'écart ne dépasse pas - 0,2 dB.

(La courbe de réponse de la gamme 1 600 V a été tracée en mesurant à l'aide d'un voltmètre auxiliaire la tension à l'entrée et à la sortie du diviseur de tension interne au contrôleur).

La résistance interne en alternatif a été mesurée à l'aide d'un ohmmètre à courant continu. Cette façon d'opérer ne peut donner qu'un résultat indicatif, acceptable toutefois car les résistances fixes, série ou shunt, déterminent pour une grande part la résistance interne du contrôleur MX001A utilisé en alternatif.

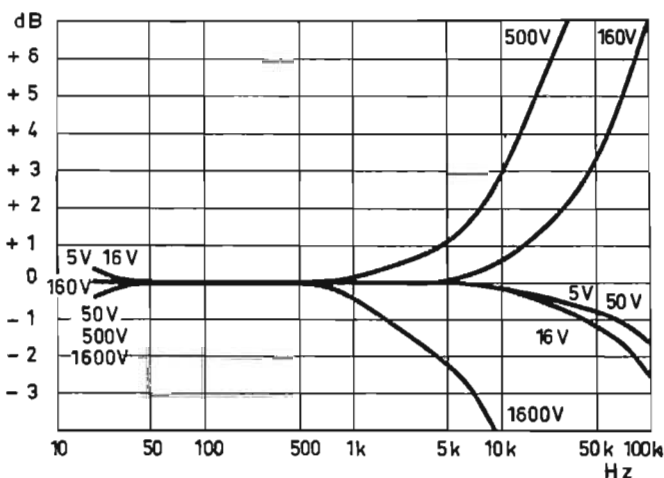


FIG. 6

Le résultat est moins spectaculaire que le précédent mais reste dans les normes pour un contrôleur de ce type.

La bande passante des contrôleurs universels n'est en général pas très étendue, ceux-ci étant surtout destinés aux mesures en

Ici encore les résultats correspondent aux chiffres annoncés par le constructeur soit pour le voltmètre une résistance interne d'environ  $6\,400 \Omega/\text{V}$  et pour l'ampèremètre des résistances internes de  $36 \text{ k}\Omega - 63,1 \Omega - 6,9 \Omega - 1,5 \Omega$  correspondant respectivement aux gammes  $160 \mu\text{A} - 16 \text{ mA} - 160 \text{ mA} - 1,6 \text{ A}$ .

## MESURE DES RESISTANCES

Les graduations de l'échelle verte « ohm » permettent de lire des valeurs entre  $2 \Omega$  et  $5 \text{ M}\Omega$  selon la gamme adoptée.

En pratique le tassement des graduations vers la gauche empêche

che une lecture précise pour des valeurs supérieures à 1 MΩ.

De même, l'incertitude en début d'échelle est assez importante. Aussi est-il sage de se cantonner entre les divisions 10 et 1 kΩ soit 10 Ω (10 × 1 sur la première gamme) et 1 MΩ (1 kΩ × 1 000 sur la dernière gamme) pour lire les résistances.

La non-linéarité de cette échelle empêche de donner un pourcentage d'erreur comme pour les fonctions volt ou ampèremètre. Il est possible néanmoins d'évaluer l'erreur dans la zone 10 - 1 kΩ à environ ± 10%. Ici encore les résultats sont corrects.

## LE GALVANOMETRE

Le galvanomètre est le cœur du contrôleur universel. Pour être simple le galvanomètre du contrôleur MX 001A n'est pas moins précis et fidèle.

Avant de se stabiliser l'aiguille est animée d'un mouvement dont voici les caractéristiques :

- dépassement maximal : 35 % ;
- amortissement périodique amorti : dans la zone à ± 10 % : après 2,8 secondes ; dans la zone à ± 1,5 % : après 3,8 secondes.

Il faut donc attendre 3,8 secondes au moins pour lire la valeur mesurée.

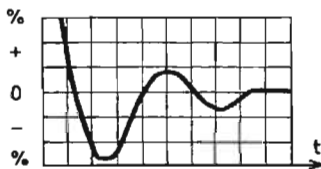
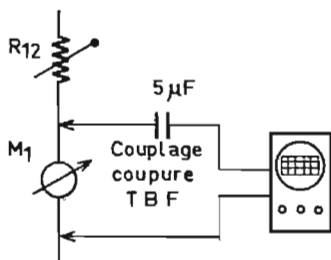


FIG. 7

Ces quelques secondes représentent un temps de stabilisation long pour un galvanomètre de contrôleur universel et l'attente est désagréable.

La figure 7 illustre la méthode employée pour cette mesure du temps d'amortissement.

## CONCLUSION

Le constructeur a manifestement cherché à réduire le coût de

ce contrôleur sans diminuer les performances. Au temps de stabilisation près il y est parvenu. Le contrôleur présente un rapport performances sur prix très intéressant puisque ce dernier est d'environ 140 F, prix unitaire hors taxes.

Les réductions de coût ont porté sur des éléments qui n'influencent pas la précision : potentiomètre de tarage, prises, plastron, encliquetage à bille d'acier contre bakélite dure etc. Il faudra donc traiter cet instrument avec soin, ce qui de toute façon aurait été indispensable car un galvanomètre à cadre monté sur pivots et de sensibilité 36 μA est **toujours fragile**. On oublie trop que les contrôleurs comportent un élément mécanique de précision délicat : le galvanomètre.

Autres ennemis du galvanomètre : la poussière et les débris qui ne devront pas pénétrer dans le multimètre si l'on veut conserver toute la précision d'origine.

Cet article n'a aucun but publicitaire et nous n'avons pas employé de qualificatifs ayant perdu tout sens pour être trop exagérés.

Mais que l'on ne se méprenne pas : voilà un instrument très concurrentiel qui prend place à côté du contrôleur MX 209A de la même marque.

Les performances du contrôleur Metrix MX 209A sont pratiquement les mêmes et le MX 209 A possède un vrai potentiomètre miniature pour le tarage de l'ohmmètre, des prises plus solides, et le cadran est protégé par une plaque de verre. Son prix est évidemment plus élevé.

Signalons pour terminer que de nombreux accessoires sont disponibles qui étendent encore les possibilités du multimètre MX 001A :

- gaine caoutchouc (très recommandée !);
  - sondes jusqu'à 30 000 V ;
  - shunts jusqu'à 150 A ;
  - pince transformateur 1/1 000 A ;
  - adaptateur ohmmètre pour mesures jusqu'à 50 MΩ, etc.
- Un contrôleur universel qui n'a pas usurpé son nom.

François ARNAUD.

Dernière minute : Nous apprenons que le contrôleur MX001A remplace le modèle MX209A, la production de ce dernier ayant cessé.

Des « Kits » de MX001A sont disponibles chez Metrix par paquets de 25 exclusivement (100 F HT pièce).

OUI	NON
LECTURE TRÈS FACILE PRÉCISION COMMUTATEUR GÉNÉRAL GAMMES-FONCTIONS	TEMPS DE MISE AU POINT PRISES S'ÉCARTANT « VERRE » DU GALVANOMÈTRE EN PLASTIQUE
Autres contrôleurs 20 000 Ω/V à sélecteur de gammes : CDA 21, CENTRAD 618, CHINAGLIA MINOR, HEATHKIT IM105, METRIX 209A, NORMATEST 2000, SBE, etc.	

## BIBLIOGRAPHIE

Radio Plans n° 221, mars 1966 : Voltmètre à lampe ou non ?

Haut-Parleur n° 1178, septembre 1968 : Milliampèremètre à calibres multiples.

Haut-Parleur n° 1184, octobre 1968 : Protection des galvanomètres.

Radio Pratique n° 1227, septembre 1969 : Comment mesurer un microampèremètre.

Haut-Parleur n° 1288, décembre 1970 : Adaptateur haute impédance pour voltohmmètre.

Radio Plans n° 281, avril 1971 : Adaptateurs pour transformer un contrôleur en voltmètre électronique.

Radio Pratique n° 1314, juin 1971 : Accroissement de la sensibilité d'un voltmètre continu.

Radio Pratique n° 1323, septembre 1971 : Réalisation d'un contrôleur universel.

Le Haut-Parleur n° 1325, octobre 1971 : Protection des milliampèremètres.

# Lion

TYPE L.P. 724-U



**L'étonnant INTERPHONE-SECTEUR**  
**SANS FIL AVEC APPEL SONORE (110/220 V)**

Puissante Intercommunication permanente. Chaque Interphone peut fonctionner avec 2, 3 ou 4 autres Interphones. Il suffit de brancher les différents appareils à des prises de courant dépendant d'un même transformateur.

LIAISON PERMANENTE AVEC VOS EMPLOYÉS, OU VOTRE FAMILLE, A L'USINE, A L'ATELIER. Au magasin, à la maison :  
- SURVEILLANCE DES ENFANTS  
- PRÉVENTION CONTRE LE VOL

**CARACTÉRISTIQUES :**

- Bouton d'appel sonore.
- Bouton pour conversation.
- Bouton de blocage pour conversation permanente
- Potentiomètre de puissance - Voyant lumineux de contrôle.
- PUISSANCE DE SORTIE 150 MILLIWATTS.



**PRIX LA PAIRE : 260,00 T.T.C.**

- Autre modèle : « RAINBOW » R.1.L. Puissance 70 milliwatts  
La paire, franco port et emballage dans toute la France... **240,00 T.T.C.**

**SPECIALISTE « WALKIE-TALKIE »**

- Type 4 transistors W.2104 avec volume-contrôle.  
Franco port et emballage dans toute la France... La paire : **121,40 T.T.C.**
- Type 5 transistors TELECONSON avec APPEL... La paire : **145,00 T.T.C.**

GARANTIE CONTRE TOUS VICES DE FABRICATION  
- DÉPANNAGE TOUTES MARQUES, TOUS TYPES -

Ets RONDEAU

32, rue Montholon - PARIS (IX<sup>e</sup>)  
Téléphone : 878-32-55 et 878-32-85  
C.C.P. 10.332.34 - Métro CADET