



DOSSIER TECHNIQUE

Q mètre

TYPE M802 N° 582

733

NOTICE RÉSERVÉE  
AU SERVICE ÉLECTRONIQUE  
ENTRETIEN

ETS GEFROY & C<sup>IE</sup>  
7 & 9, RUE DES CLOYS  
— PARIS-18<sup>E</sup> —  
TÉL. : MONTMARTRE 44-65



M6. 339.



NOMENCLATURE	TYPE	CARACTÉRISTIQUES	NOTICES
<b>HAUTE FRÉQUENCE</b>			
Géné. HF modulation amplitude	L. 307	50 KHz à 50 MHz	L. 307. V
Géné. T.H.F. modulation impul. et ampli.	L. 112	5 MHz à 420 MHz	L. 112. V
Géné. T.H.F. Télévision Radar	L. 701	8 à 250 MHz	L. 701. V
Géné. T.H.F. Aviation fréquence fixe	LP. 101	75 MHz — quartz	LP. 101. V
Géné. T.H.F. Aviation fréquence variable	L. 601	108-132 MHz — quartz	L. 601. V
Géné. T.H.F. modulation en fréquence	LF. 101	54-216 MHz	LF. 101. V
Géné. T.H.F. modulation en fréquence	LF. 201	156 MHz — F fixe	LF. 301. V
Géné. T.H.F. de puissance	L. 901		
Géné. U.H.F. modulation impul. et ampli.	L. 501	300-900 MHz	L. 501. V
Géné. U.H.F. de puissance	L. 801		
Géné. impulsions	P. 102	1 à 50 $\mu$ s. — 1 V à 350 V	P. 102. V
Géné. impulsions brèves	P. 301		P. 301. V
Impédancemètre d'antenne	ZA. 101 A	3 à 20 MHz	ZA. 101. V
Impédancemètre d'antenne	ZA. 101 B	100 à 400 MHz	ZA. 101. V
Atténuateur HF (pot. et décade)	LA. 102	30 MHz	LA. 102. V
Modulateur cristal T.H.F.	W. 101	20 à 1000 MHz	W. 101. V
Géné. d'harmoniques (quartz)	LQ. 101	100 KHz-50 MHz	LQ. 101. V
Standard de fréquence	SF. 101	1 Hz à 100 MHz-10 <sup>-7</sup>	
Standard de fréquence de service	SF. 201	1 Hz à 100 KHz-10 <sup>-6</sup>	SF. 201. V
Fréquencemètre hétérod. T.H.F.	HS. 101	30 MHz à 3.000 MHz	HS. 101. V
Fréquencemètre hétérod. HF	HQ. 301	100 KHz 60 MHz	HQ. 301. V
Ondemètre dynamique « Grid. dip. »	HR. 102	2-400 MHz	HR. 102. V
Q. Mètre	M. 802	50 KHz — 75 MHz	M. 802. V
Jeu 14 bobines étalonnées pour Q. Mètre	M. 621	50 KHz — 75 MHz	M. 621. V
Condensateur micrométrique	EM. 202	50 à 150 pF	EM. 202. V
Voltmètre de crête	AC. 102	Mesure tg $\delta$	AC. 102. V
Cellule de mesures pour solides	CS. 401	Mesure tg $\delta$	CS. 401. V
Cellule de mesures pour liquides	CS. 501	Mesure tg $\delta$	CS. 501. V
Couple thermo élect. pour Q. Mètre	A. 6263		
Voltmètre T.H.F. et continu	A. 202	0 à 150 V. 10 Hz. — 700 MHz 0 à 1.500 V continu	A. 202. V
Adaptateur coaxial en T pour A. 202	A. 8357	HF, UHF	
Div. de tension pour A. 202	DT. 101	1.500 V alternatif	
Div. de tension pour A. 202	DT. 301	15.000 V alternatif	
Div. de tension pour A. 202	DT. 201	30.000 V continu	
Millivoltmètre T.H.F.	AB. 102	200 Hz à 200 MHz	AB. 102. V
<b>BASSE FRÉQUENCE</b>			
Géné. TBF en R.C.	C. 702	0,5 à 1.000 Hz	C. 702. V
Géné. BF en R.C.	C. 302	15 à 150.000 Hz	C. 302. V
Géné. BF points fixes	C. 801	400 et 1.000 Hz	C. 801. V
Géné. BF interférentiel	C. 203	20 Hz à 40 kHz	C. 203. V
Géné. BF large bande	C. 501	12 Hz à 12 MHz	C. 501. V
Amplificateur BF 8 watts	CA. 101	10 Hz à 70 kHz	CA. 101. V
Voltmètre amplificateur	A. 401	10 à 150.000 Hz - 10 <sup>-3</sup> V à 10 <sup>3</sup> V	A. 401. V
Préamplificateur pour A. 401 (batterie)	CA. 201	10 Hz à 150 kHz - Gain : 100	CA. 201. V
Microampèremètre amplificateur	AF. 101	10 <sup>-9</sup> A à 10 <sup>-3</sup> A	AF. 101. V
Condensateur étalon	E. 501	2x 600 p.F	E. 501. V
Mégohmmètre	RM. 102	0,1 M $\Omega$ à 10 <sup>6</sup> mégohms	RM. 102. V
Pont de distorsion	T. 101	20 à 10.000 Hz	T. 101. V
Wattmètre BF	N. 204	5.000 m.W. — 2,5 à 20.000 $\Omega$	N. 204. V
Pont de Schering pour mesures tg $\delta$	DS. 101	50 Hz - 150 volts	DS. 101. V
Cellule de pertes étalonnées	CS. 601		CS. 601. V
Cellule à liquide, blindée	CS. 701		CS. 701. V
Cellule à papiers, dynamomètre	CS. 201	C = 1.500 p.F	CS. 201. V
<b>MAINTENANCE (MA)</b>			
Meuble de maintenance	MMA1	Tropical	
Ondemètre hétérodyne	CT401	100 kHz à 60 MHz	
<b>PHYSIQUE (PH)</b>			
Capachronaximètre (métachronoses)	CH. 301	Physiologie	CH. 301. V
Spectrophotomètre	BG. 201	Enregistrement - 400 à 800 m $\mu$ .	BG. 201. V



NOMENCLATURE	TYPES	CARACTÉRISTIQUES	NOTICES
<b>ELECTRO-MÉCANIQUE (EM)</b>			
Micromoteur 12 volts Micromoteur 24 volts Micromoteur 48 volts Micropotentiomètre Réducteurs de vitesse pour moteur B11	B. 1112 B. 1124 B. 1148 A. 2505 A. 2456-2 A. 2456-5 A. 2456-1 A. 6785 A. 6452 A. 2517 A. 1893 A. 2541 A. 1882 BE. 101 Ø 100 $\frac{m}{m}$ Ø 150 $\frac{m}{m}$	Courant continu - 8 watts  660 ohms 1/20 1/50 1/100 1/2.500 1/5.000 asservissement 430 $\Omega$ - 30 mA 7.200 $\Omega$ - 11 mA 360 $\Omega$ - 2 mA 5 v. pour 1.000 t/m inscription du cadran 0 à 5.000 t/m	Micromoteurs V — — Réducteurs — — — —  BE. 101. V
Réducteur avec potentiomètre Relais batteur Relais batteur Relais polarisé Tachymètre dynamo Galvano pour tachymètre dynamo Galvano pour tachymètre dynamo Boîtier de 2 à 5 sensibilités pour tachymètre dyn. Enregistreur multicourbe pour tachymètre dyn.		de bi à quadri courbe	
<b>PIÈCES DÉTACHÉES (P.D.)</b>			
Atténuateur à piston Atténuateur fixe 6 db. pour générateur L. 112 Antenne fictive pour générateur L. 307 Boîte termin. pour générateur L. 112 Bouchon mâle pour générateur L. 307 Bouchon femelle pour générateur L. 307 Câble de sortie HF pour générateur L. 307 Câble de sortie BF pour générateur L. 307 Câble pour mod. extérieure pour générateur L. 307 Câble sortie HF pour générateur L. 112 Câble raccord pour générateur L. 112 Câble coaxial de liaison Câble coaxial 50 $\Omega$ double gaine Câble 3 conducteurs blindé sous tresse Cadran démult. avec vernier Carte potentiomètre 10.000 ohms Décade d'affaib. pour générateur Douille standard enfichée femelle Douille standard vissée femelle Embout adaptateur Embout adaptateur Embout adaptateur Embout adaptateur pour L. 307 Embout adaptateur pour L. 307 Embout adaptateur pour L. 307 Fiche A. 202 avec A. 7004 Fiche A. 202 avec A. 7003 Fiche mobile, enfichée, mâle coaxiale Fiche vissée, mâle coaxiale Fiche liaison coaxiale bifilaire Potentiomètre affaib. de générateur HF Potentiomètre log. HF. (amplitude porteuse) Prise de masse pour sonde VL A. 202 Régulateur de tension (magnétique) Résistances semi-fixes ajustables Résistances fixes, bobinées minatures Jeu de 4 résistances de décade pour générateur HF	A. 4894 A. 3725 A. 4745 A. 3876 A. 4755 A. 4756 A. 4676 A. 4677 A. 4357 A. 4354 A. 4355 A. 4676  A. 4923 A. 2723 A. 4540 A. 2677 A. 3654 A. 4325 A. 4313 A. 6456 A. 4678 A. 4679 A. 4680 A. 7002 A. 7013 A. 2836 A. 3642 A. 4746 A. 5253 A. 5033 A. 6998 CC. 101 A. 4198 A. 4189 A. 4475 A. 4473 A. 4474 A. 4358 A. 7003 A. 7004 A. 7015 A. 8245 A. 4338 A. 4783 A. 8210 A. 1003	1 MHz à 2.000 MHz 50 ohms 50 kHz à 50 MHz Z = 50 ohms. 400 MHz  50 ohms  50 ohms  pour générateur HF et THF Isolement THF pour tous usages rapport 1/20  50 MHz BF. HF. sans rupture de Z. — THF R = 5 $\Omega$ pour L. 112 Z = 50 $\Omega$ pour L. 112  R = 40 ohms 6 db — Z = 50 ohms 20 db pour voltmètre A 202 —  Z = 50 ohms THF  Z constante  150 watts — alternatif de 30 à 10.000 ohms 10 k $\Omega$ à 100 k $\Omega$ 95/11,7 ohms 99/12,2 ohms (2 de ce type) 99/11 ohms  VLA. 202 (avec A. 7013) VLA. 202 (avec A. 7002) diode, capa, câble  pour HF et THF	
Sortie bifilaire coaxiale Sortie coaxiale enfichée Sortie coaxiale vissée Sonde A. 201 complète (rechange) Transformateur ali. VL A202 Transformateur ali. L. 112, L. 111 Transformateur ali. L. 300 à L. 307 Transformateur d'impédance 50 — 75 $\Omega$ Tourelle à barillet, pour générateur HF			

**E. GEFROY** INGE<sup>®</sup> DOCTEUR

S. A. R. L. Cap. 13.600.000 FRF.

7 & 9, Rue des CLOYS - PARIS 18<sup>e</sup>

**FERISOL**

**CONSTRUCTEUR**

R. C. SEINE 260 - 487 B

Téléph. MON. 44-65 (3 lignes)



# LE "SERVICE"



**N**ous résumons, sous ce vocable, un certain nombre de dispositions que nous avons prises en vue de donner à notre clientèle le maximum de satisfactions dans ses rapports avec nos différents services.

C'est ainsi qu'un appareil « FERISOL » bénéficie de l'expérience de nos Services Techniques, non seulement au cours de sa mise au point, avant livraison, mais encore, lorsqu'il est en service chez le Client, pendant toute la durée de sa vie d'appareil de mesures.

---

## LABORATOIRE DE RÉCEPTION

Un laboratoire de réception est spécialement réservé, en nos usines, à l'usage de notre clientèle.

Ce laboratoire est équipé des appareils de mesures et étalons nécessaires pour effectuer, dans des conditions de précision abso-

lument rigoureuses, toutes les mesures de tension, intensité, fréquence, capacité, puissance, distorsion, etc... tant en basse fréquence, qu'en haute et très haute fréquences.

---

## DOSSIER TECHNIQUE

Chaque appareil livré est accompagné d'un dossier technique qui constitue une véritable notice biographique, et qui permet par simple lecture, de connaître toutes les caractéristiques et toutes les possibilités d'emploi de l'appareil. Ce dossier comprend, en

particulier, une notice d'utilisation et de maintenance, un schéma, un jeu de courbes ayant servi à l'étalonnage, et un procès-verbal de réception du modèle agréé par l'administration.

---

## PROCÈS-VERBAL DE RÉCEPTION

Cette pièce essentielle du dossier technique se présente sous la forme de tableaux où figurent toutes les mesures susceptibles d'être effectuées sur l'appareil. Le résultat de chacune de ces mesures est indiqué en regard de la valeur lue sur l'étalon

Un ingénieur de la Société FERISOL est spécialement chargé

de la vérification de ces résultats en présence du réceptionnaire qui a ainsi toute latitude d'observer l'appareil en fonctionnement et de procéder à tous essais de son choix.

Le procès-verbal est établi en double exemplaire, il porte la date de réception et la signature des deux réceptionnaires.

---

## COMMANDES

Pour tout ordre dont nous sommes honorés, il est toujours adressé un accusé de réception de commande, mettant en évidence

tous les points particuliers (date de livraison, mode d'expédition, conditions de paiement etc...).

---

## GARANTIE

Nos appareils sont garantis pendant une durée de 1 an contre tout vice de construction. Cette garantie est effective et couvre toutes les réparations qui s'avèreraient nécessaires pendant cette période, sauf bien entendu dans le cas où elles résulteraient d'une

fausse manœuvre, d'un choc, d'une surtension, ou de toute utilisation mauvaise de l'appareil. La garantie des tubes électroniques est celle accordée par les fabricants.

---



## REVISION

Pour chaque appareil qui nous est apporté, ou envoyé, en vue d'une révision en dehors de la période de garantie susvisée, un service spécialisé établit un devis qui est adressé au client dans les 5 jours qui suivent. Dès réception de l'acceptation, la révision est entreprise — Le délai de mise à disposition normal est d'environ deux à trois semaines.

Le Laboratoire de réception est également à la disposition de nos clients pour la vérification, en leur présence, des appareils

révisés. Un procès-verbal partiel est établi et les points signalés par le client sont spécialement pris en considération. C'est la raison pour laquelle nous demandons instamment qu'avec chaque élément remis en révision, une note technique indiquant la nature et le numéro de l'appareil, précise les défauts constatés. (Une anomalie passagère pouvant passer inaperçue au cours de la révision).

Les révisions sont garanties six mois, sous les réserves prévues au paragraphe précédent.

## EMBALLAGES

Pour les appareils devant être expédiés en caisse, nous incluons à l'intérieur de l'emballage un questionnaire sur lequel le service réceptionnaire est prié d'indiquer les anomalies de transport (retards, bris, incidents de douanes etc...). Au retour de cette

pièce nous sommes ainsi informés des conditions de voyage de l'appareil, et nous sommes arrivés pour un minimum de poids, à réaliser un emballage résistant bien au transport et aux intempéries.

# EMPLOI DU CATALOGUE

## DIVISIONS DU CATALOGUE

Les divers types d'appareils de notre fabrication ont été classés en six sections principales : Haute Fréquence (HF), Basse Fréquence (BF), Maintenance (MA), Physique (PH), Électromécanique (EM), Pièces détachées (PD).

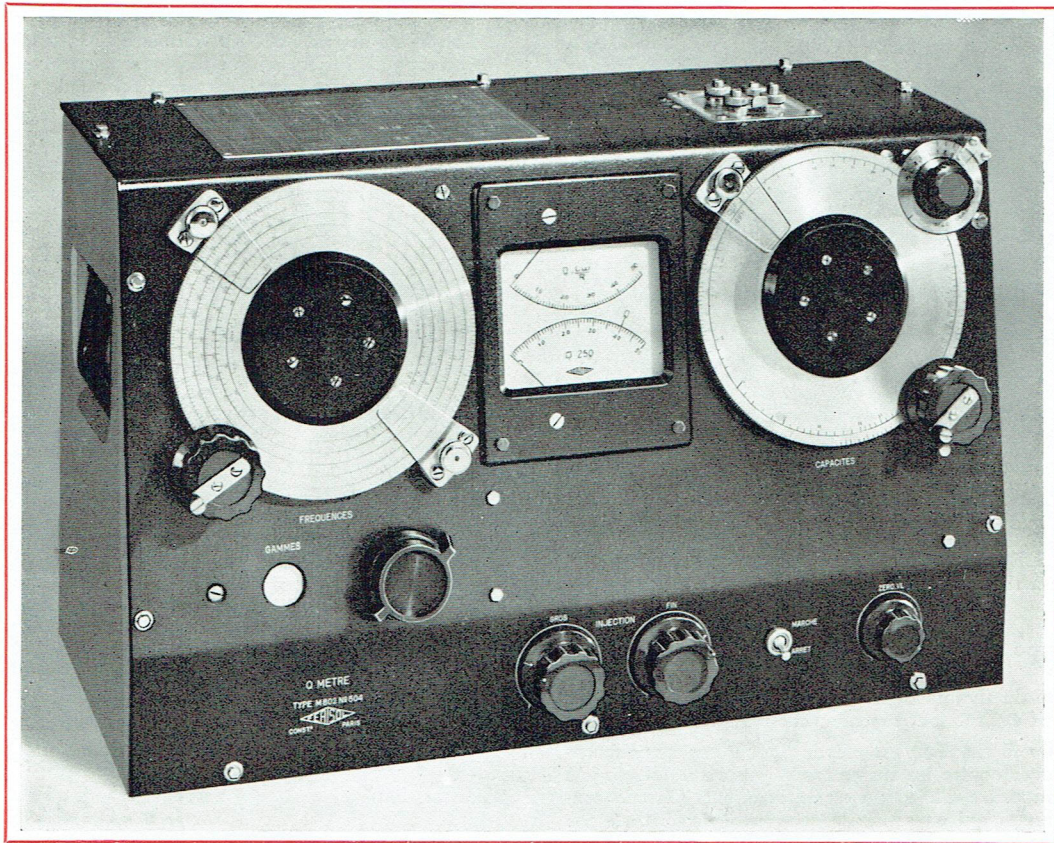
Ces sections sont repérées par des feuillets intercalaires à onglets. En outre, on trouvera sur la liste générale de nos fabrications, la nomenclature des appareils qui composent chacune des six sections.





# Q. MÈTRE

TYPE M. 802  
50 kHz à 75 MHz



**L**E "Q. METRE" est certainement l'appareil de mesure capable de rendre le plus grand nombre de services. Il trouve sa place, non seulement chez les spécialistes de la construction des bobinages HF ainsi que chez les fabricants de condensateurs et de résistances, mais encore dans tous les laboratoires d'études et d'essais.

En outre, le Q. METRE associé à un appareillage auxiliaire a désormais droit de cité dans les laboratoires de chimie et de physique où il sera utilisé pour la détermination rapide du pouvoir inducteur spécifique et de l'angle de pertes des substances diélectriques (voir notice AC 102 V. Mesure des pertes diélectriques).

## UTILISATIONS DU Q. MÈTRE

Parmi les principales mesures qu'il est possible d'effectuer avec le Q. METRE type M. 802, nous citerons :

- détermination de la qualité (facteur « Q ») de l'inductance et de la capacité répartie des bobinages HF, détermination du coefficient d'amortissement, du décrétement logarithmique, de la constante de temps, etc...
- détermination de la capacité, de la qualité, de l'impédance équivalente des condensateurs,
- mesure du pouvoir inducteur spécifique et de l'angle de pertes des diélectriques en Haute Fréquence,
- détermination du coefficient de couplage des transformateurs MF et HF,
- sur les lignes : détermination des pertes et des caractéristiques de transmission, etc...

Ajoutons que la tension de sortie de l'oscillateur HF du Q. METRE peut être prélevée directement sur les bornes de mesure et que l'appareil constitue ainsi un générateur HF à variation continue de fréquence.

## DESCRIPTION

Le Q. METRE est constitué par un oscillateur à fréquence variable suivi d'un circuit de mesures.

### Oscillateur

L'oscillateur qui couvre la plage 50 kHz à 75 MHz en 10 gammes utilise un tube de puissance. Le condensateur variable est à deux sections, ce qui assure un large étalement des gammes les plus élevées.

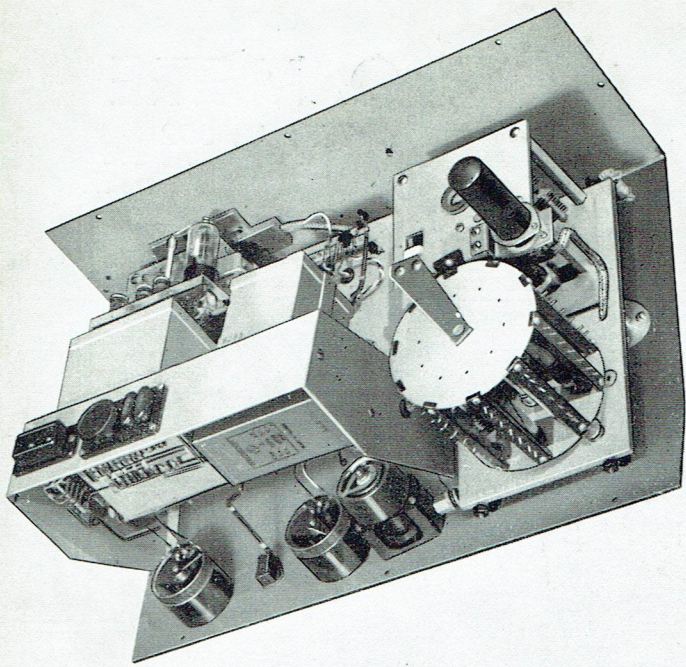
Un dispositif d'éclairage alterné du cadran de fréquences permet de situer immédiatement la partie de celui-ci où doit se faire la lecture. Le changement de gamme s'opère par l'intermédiaire d'un démultiplicateur, et la gamme en service est signalée par un voyant lumineux.

### Circuit de mesures

Le circuit de mesures comprend : le feeder couplé à l'oscillateur, une résistance de très faible valeur permettant l'injection de la force électromotrice et le condensateur variable étalon.

Ce condensateur présente une self induction parasite très faible.





Les pertes par effet Joule (résistance série) et les pertes dans le diélectrique (résistance parallèle) ont été réduites au minimum.

Le courant HF qui traverse le feeder est mesuré par un millampèremètre à thermo-couple.

#### Couple thermo électrique - Dispositif de sécurité

Les éléments du thermocouple sont contenus dans un boîtier en laiton massif évitant tout rayonnement parasite.

La section du fil chauffant est prévue pour obtenir une marge de sécurité élevée contre les surintensités. En outre le retour à zéro du potentiomètre d'injection est automatique. C'est le contacteur de gammes qui en assure la commande instantanée par sa rotation dans les deux sens.

#### Voltmètre de surtension

Le voltmètre de surtension est étalonné directement en valeurs de coefficients « Q ».

Il porte en outre une échelle graduée en volts efficaces (0 à 5 V) ce qui permet de l'utiliser éventuellement comme voltmètre HF dans la plage de fréquences couverte par le Q. METRE.

#### Lecture directe des valeurs de self induction

La lecture du coefficient de self-induction de la bobine en essai peut s'effectuer directement sur le cadran du condensateur variable de mesures, qui comporte à cet effet, une échelle spéciale graduée en valeurs de L.

Il suffit de se placer, au préalable, sur un repère de fréquence gravé sur chaque gamme du cadran de l'oscillateur variable.

#### Alimentation

L'alimentation de l'appareil s'effectue à partir du secteur par l'intermédiaire d'un système régulateur magnétique incorporé.

Deux circuits distincts alimentent en haute tension, l'un l'oscillateur HF, l'autre le voltmètre de surtension.

On élimine ainsi tout couplage indésirable entre les deux circuits.

#### Réglages

Le réglage de sensibilité du voltmètre de surtension et le tarage du galvanomètre d'injection s'effectuent par résistances semi-fixes Ferisol type A 4.198 accessibles de l'extérieur.

Le jeu de bobines étalonnées type M 621 (voir notice accessoires du Q. METRE) permettra d'ailleurs d'effectuer périodiquement ou à l'occasion du remplacement d'un tube, la vérification de l'étalonnage du Q. METRE.

#### CARACTÉRISTIQUES :

Plage de fréquences couverte en 10 gammes	: 50 kHz à 75 MHz
Précision de l'étalonnage en fréquence	: $\pm 1\%$ jusqu'à 50 MHz : $\pm 1,5\%$ de 50 MHz à 75 MHz
Etendue des mesures de surtension	: 0 à 250 sur le repère "x 1" du potentiomètre d'injection : 0 à 500 sur le repère "x 2" du potentiomètre d'injection
Précision des mesures	: 10 % environ
Condensateur variable de mesures	: 27 pf environ de capacité résiduelle : 500 pf environ de capacité maximum
Précision de l'étalonnage en capacité	: $\pm 1\%$
Vernier de lecture	: de - 3 pf à + 3 pf ( $\pm 0,1$ pf)
Lecture directe des coefficients de self-induction	: de 0,125 $\mu$ H à 200.000 $\mu$ H environ
Alimentation	: secteur 110 V. ou 220 Volts 50 Hz
Consommation	: 80 V.A environ
Tubes utilisés	: 1 x 6L6 - 1 x 237 - 1 x 5Y3GB - 1 x 1884
Dimensions	: 560 x 290 x 360 mm.
Poids	: 25 kg environ
Matériel joint	: 1 cordon secteur avec prise spéciale : 1 support bakélite pour les bobines ou condensateurs en essai : 1 dossier technique : 1 manuel technique « Considérations sur l'emploi du Q. METRE ».

#### En supplément :

1 jeu de 14 bobines étalonnées type M 621 (voir notice EM 210.00.001).

#### Appareillage indispensable pour la détermination de l'angle de pertes des isolants.

1 condensateur micrométrique type EM (voir notice EM 201.00.001 Accessoires du Q. METRE).

1 voltmètre de crête type AC (voir notice AC 102 V).

1 cellule de mesures type CS (voir notices EM 201.00.001 et AC 102 V).

**E. GEFFROY** ING<sup>È</sup> DOCTEUR  
S. A. R. L. Cap. 13.600.000 FR.S.

7 & 9, Rue des CLOYS - PARIS 18<sup>e</sup>

**FERISOL**

**CONSTRUCTEUR**

R. C. SEINE 260 - 487 B

Téléph. MON. 44-65 (3 lignes)



## CONDENSATEUR MICROMÉTRIQUE TYPE EM 201

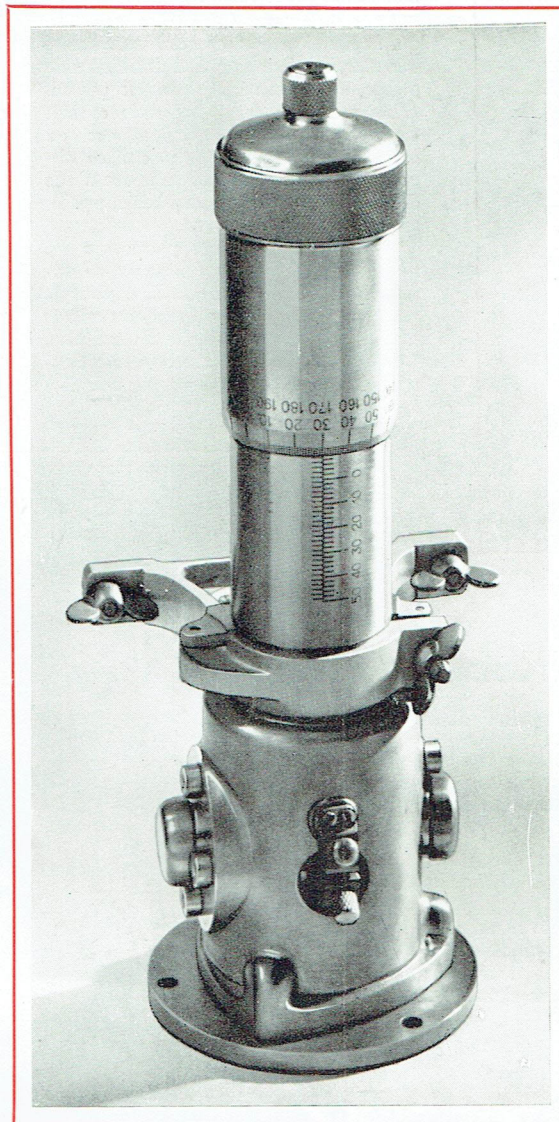
**A**ux fréquences élevées, la précision des mesures effectuées avec le Q-Mètre tend à décroître. C'est ainsi que lorsqu'on opère sur des isolants de haute qualité, la détermination de l'angle de pertes est assez délicate par suite de la faible valeur de la variation de capacité à obtenir.

Il est donc apparu préférable d'utiliser le condensateur du Q-Mètre comme condensateur principal pour accorder le circuit au voisinage de la résonance, puis de le laisser fixe pendant la mesure. Le condensateur micrométrique est alors utilisé pour produire les faibles variations de capacité (0,01 pF).

Dans ces conditions, il devient aisé de mesurer des capacités de très petite valeur et on pourra ainsi déterminer les coefficients de température des condensateurs, les angles de pertes, les coefficients de surtension (par dérèglement), etc...

### DESCRIPTION

Le condensateur micrométrique est en bronze fondu à très haute résilience. L'isolement est réalisé par 2 couronnes de trolitul. Le rotor et le stator sont rectifiés, un tube formant palmer est fixé sur la vis du rotor. L'écrou et la vis, également rectifiés, assurent une variation de capacité proportionnelle aux déplacements linéaires.



Les sorties sont prévues par bornes et fiches, permettant de relier le condensateur à un voltmètre ou à un oscilloscope et de connecter simultanément l'échantillon à mesurer. La plaque de base du condensateur est amovible et il est possible de déplacer une des sorties du stator suivant 3 positions.

La capacité résiduelle relativement élevée est due précisément à la disposition des sorties.

Une échelle linéaire est gravée sur le corps du condensateur et le tube palmer est gradué en centièmes.

### CARACTÉRISTIQUES

- Capacité maximum : 150 pF environ.
- Capacité résiduelle : 50 pF environ.
- Variation utile de C : 100 pF.
- Capacité minimum appréciable : 0,01 pF.
- Résistance d'isolement :  $> 10^{12}$  ohms.
- Inductance interne : 0,004  $\mu$ H.
- Coefficient de temp. : + 0,0002 par degré.
- Longueur : 300 mm.
- Poids : 3,5 kg environ.



## CELLULE A LIQUIDE TYPE CS 501

Cette cellule complète l'ensemble de mesures pour la détermination des pertes diélectriques en haute fréquence, décrit dans la notice AC 102 V.

Elle a été conçue spécialement pour l'étude des substances liquides ou semi-liquides (huiles, plastifiants, etc...). L'isolant utilisé est le teflon.

La cellule type CS 501 se compose d'un cylindre creux, en acier inoxydable, dans lequel vient se placer une électrode pleine, en même métal, formant piston. L'isolement de cette électrode et son centrage rigoureux par rapport au cylindre sont réalisés par une pièce circulaire en teflon, rendue solidaire d'une couronne en acier inoxydable parfaitement rectifiée.

Deux fiches spéciales permettent de relier la cellule au condensateur micrométrique type EM 201, utilisé pour la mesure. L'une de ces fiches est vissée directement dans la masse du cylindre. L'autre fiche isolée sur teflon, est électriquement reliée au piston par une bar-

rette rigide. Cette barrette peut pivoter de façon à permettre le dégagement du piston.

Le cylindre et le piston forment les 2 armatures d'un condensateur dont le liquide à étudier constituera le diélectrique. Un trait repère indique le niveau auquel le liquide doit affleurer.

L'embase peut être dévissée, ce qui permet un nettoyage très facile de la cellule après les mesures.

*Nota.* — Cette cellule peut être également utilisée pour la détermination de la résistivité électrique de substances liquides ou semi-liquides (notice technique sur demande).

### CARACTÉRISTIQUES

Capacité à vide avec barrette : 45 pF environ.

Capacité à vide sans barrette : 41 pF environ.

Résistance d'isolement à vide : supérieure à  $10^{12}$  ohms environ.

Volume de liquide nécessaire pour la mesure : 20 cm<sup>3</sup> environ.

Dimensions : Hauteur 124 mm, diamètre extérieur : 57 mm.  
Poids : 3 kg. environ.



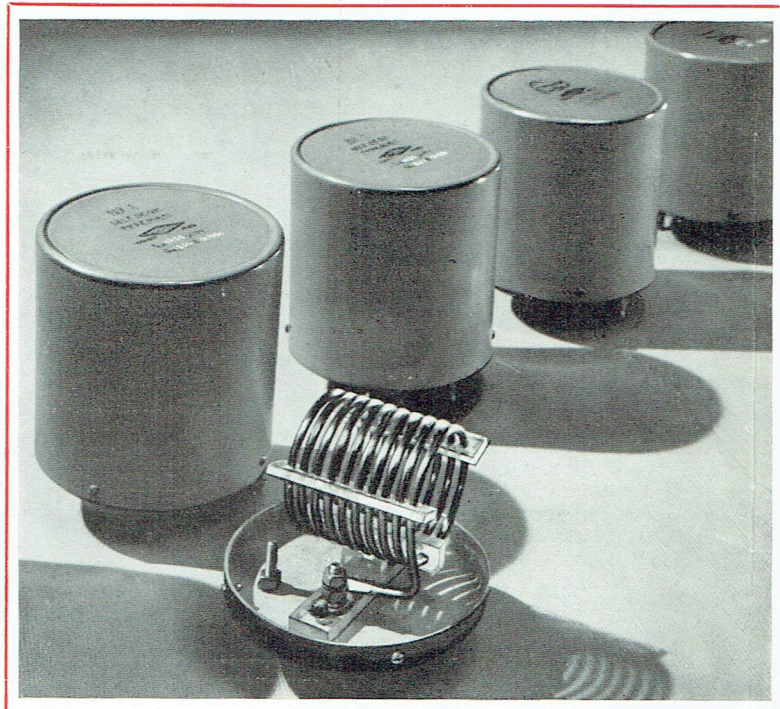
## BOBINES ÉTALONNÉES TYPE M 621

Il est indispensable pour les manipulations avec le Q. Mètre, de disposer de self-inductances bien définies et stables qui seront utilisées en particulier pour toutes les mesures d'impédances et qui permettront éventuellement de tarer à nouveau l'appareil.

Le jeu type M 621 à M 634 étudié à cet effet, comprend 14 bobines imprégnées et enrobées d'un vernis silicone qui les protège de l'humidité. Le montage mécanique : fixation sur plaque de trolitul et sorties par fiches FERISOL A 2144 assurant une résistance HF minimum, a été particulièrement soigné. Un blindage en aluminium mis à la masse par une troisième fiche protège les bobines et les soustrait à l'action des champs électrostatiques extérieurs.

Sur chaque boîtier se trouvent gravés : le n° d'ordre de la bobine, son coefficient de self-induction et le facteur « Q » à la fréquence de l'essai.

A titre indicatif, les caractéristiques sont les suivantes :



BOBINES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Types	M 621	M 622	M 623	M 624	M 625	M 626	M 627	M 628	M 629	M 630	M 631	M 632	M 633	M 634
L	0,1 $\mu b$	0,27 $\mu b$	0,97 $\mu b$	2,3 $\mu b$	8 $\mu b$	14 $\mu b$	32 $\mu b$	115 $\mu b$	360 $\mu b$	760 $\mu b$	1,6 mb	3 mb	9 mb	23 mb
Q	185	215	290	320	135	210	240	270	215	230	240	240	155	165
F	60	40	20	10	5	2,5	1,5	1	800	500	300	200	100	55
	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz
∅ du boîtier	90 mm.	90	90	90	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

**E. GEFFROY** ING<sup>s</sup> DOCTEUR

S. A. R. L. Cap. 13.600.000 FR.S.

7 & 9, Rue des CLOYS - PARIS 18<sup>e</sup>

**FERISOL**

**CONSTRUCTEUR**

R. C. SEINE 260 - 487 B

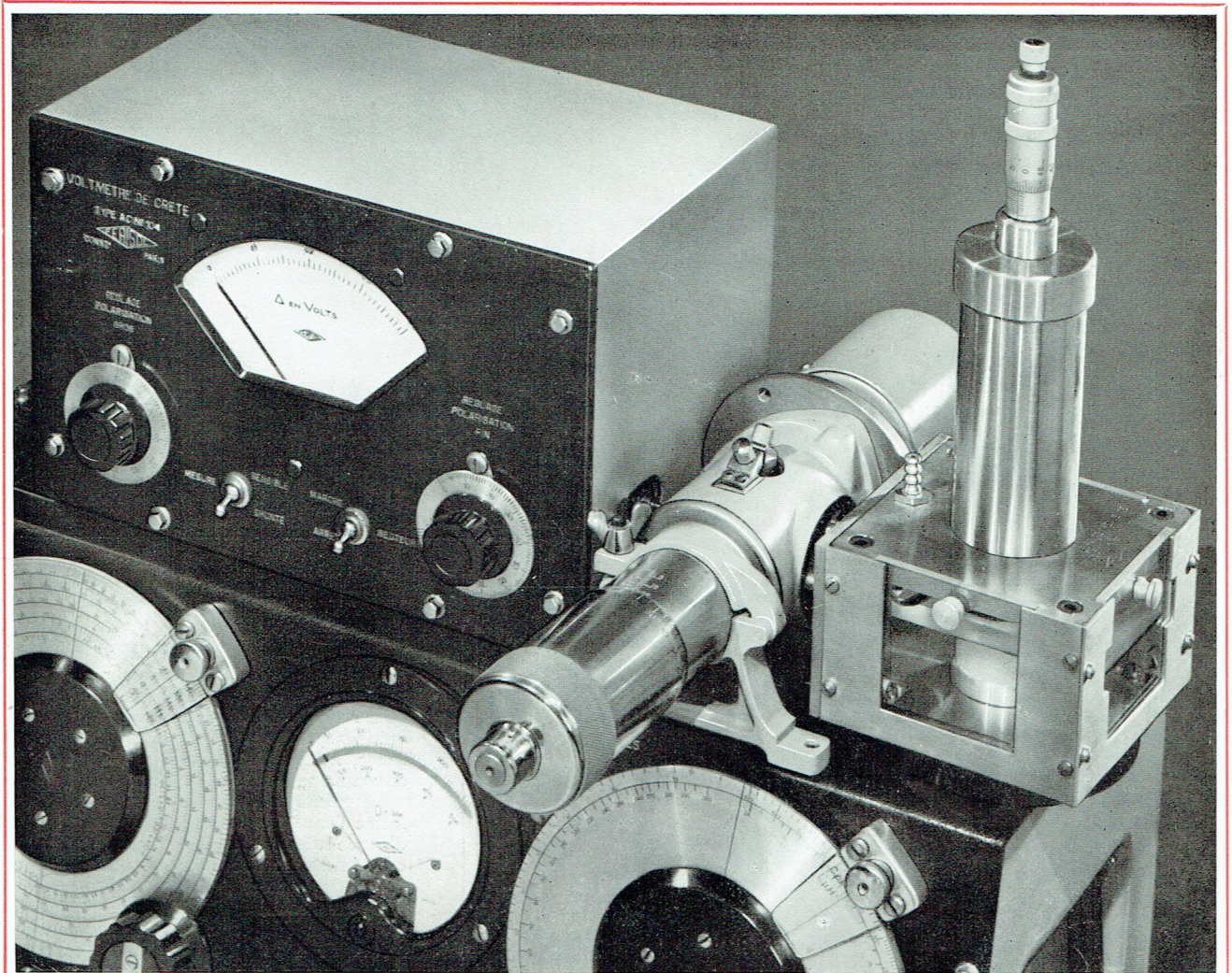
Téléph. MON. 44-65 (3 lignes)

Printed in France





# VOLTMÈTRE DE CRÊTE CELLULE DE MESURES MESURE DES PERTES DIÉLECTRIQUES



**L**es produits de synthèse sont désormais utilisés largement dans l'industrie radioélectrique, concurremment avec les diélectriques d'origine minérale (quartz, stéatite, mica, etc...).

En particulier, qu'il s'agisse des phénoplastes, des résines vinyliques, des polystyrènes, etc..., ou encore des silicones, les matières plastiques étendent chaque jour leur champ d'application.

Il est donc apparu nécessaire de mettre à la disposition des laboratoires qui étudient ces substances, et des techniciens qui les utilisent, un appareillage permettant une détermination rapide de l'angle de pertes et de la constante diélectrique d'un échantillon, dans une plage de fréquence étendue.

Cette installation rendra de précieux services aux fabricants de condensateurs, aux spécialistes de matériaux isolants, aux chimistes qui effectuent des recherches sur les dérivés du pétrole, etc...

On trouvera dans la chronique du Centre d'Etudes des Matières Plastiques (Revue des Plastiques Modernes, juillet-août 1951 Volume 3 N° 7) un extrait de la normalisation utilisant ce matériel.

Des renseignements sur les mesures de pertes sont également fournis dans la brochure USE 98/7 à 98/13.

#### Appareillage nécessaire pour les mesures des pertes

La méthode consiste à déterminer l'angle de pertes d'un condensateur dont le diélectrique est constitué par la substance à essayer.

L'appareil de base est le « Q. Mètre » dont l'oscillateur à fréquence variable permet d'effectuer des mesures entre 50 KHz et 75 MHz.

Sur les bornes du « Q. Mètre » viendront se fixer :

- un condensateur micrométrique type EM isolé au teflon (voir notice EM 201-00.001);
- un voltmètre de crête type AC;
- une cellule de mesures pour solides (type CS 401), ou pour liquides (voir notice EM 201-00.001);
- une bobine étalonnée du jeu type M 621 (voir notice EM 201-00.001), correspondant à la fréquence d'essai.

Avec cet appareillage, la plage des mesures de  $\text{tg } \delta$  s'étend approximativement de  $1.10^{-1}$  à  $1.10^{-4}$ .



## CELLULE DE MESURES

### Type CS.401.

La détermination de la tangente d'un corps exige des mesures successives avec et sans l'échantillon. La cellule de mesures se présente sous la forme d'un condensateur à plateaux, d'axe vertical, mais de construction telle que l'on puisse faire varier la distance entre plateaux et revenir avec une précision rigoureuse à la cote d'origine.

Les plateaux ont un diamètre de 57,5 mm.

Le plateau inférieur est placé sur un fut isolant en quartz fixé au socle de la cellule.

Le plateau supérieur est capable d'un déplacement vertical de 20 mm. Une cheminée de 150 mm. de haut sert de guide au plateau. Le parallélisme dans le déplacement des plateaux est assuré à  $\pm 1$  micron près.

Un micromètre attelé sur le piston sert à effectuer les déplacements.

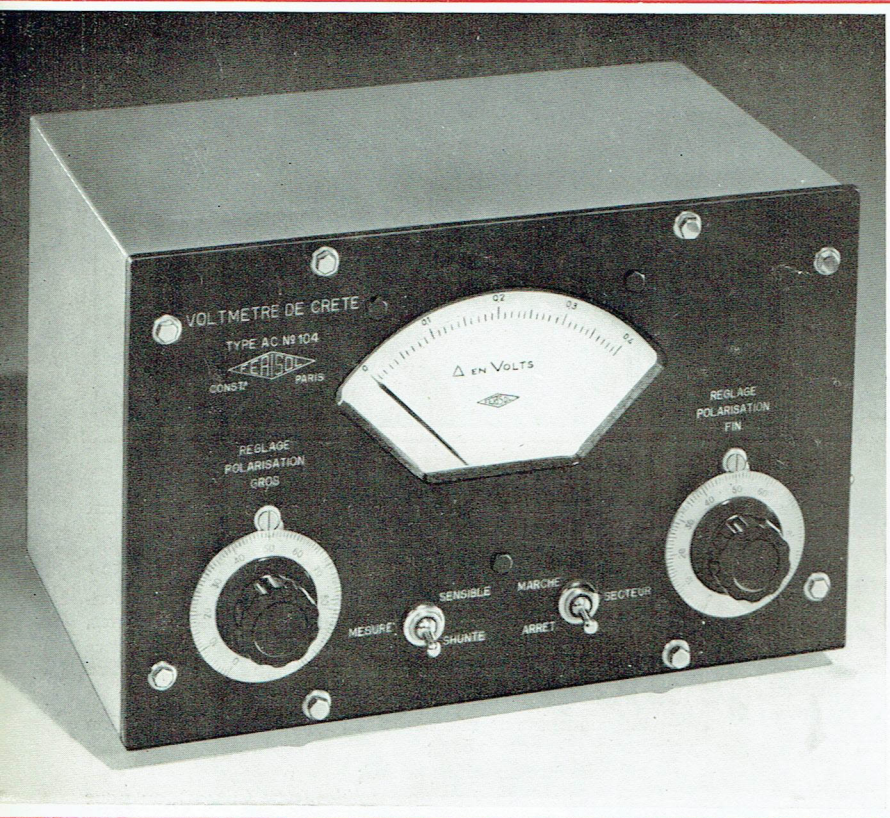
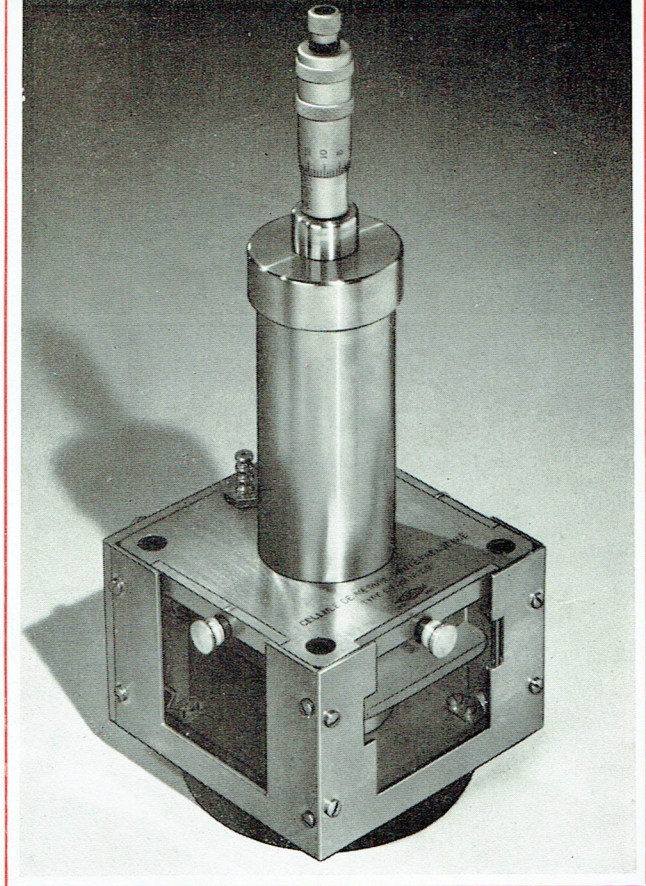
Un ajustage est prévu pour l'arrivée d'un gaz desséchant.

Le branchement de la cellule peut être effectué, soit par 2 fiches mâles, soit par une prise coaxiale. Ces sorties, montées sur plaques amovibles, sont interchangeables.

#### Méthode de mesure :

1° Placer le corps à mesurer entre les plateaux et rapprocher ceux-ci, lire ensuite le micromètre et relever  $F_0$ ,  $C_0$ ,  $Q_0$ .

2° Desserrer le micromètre et enlever l'échantillon. Ramener ensuite le micromètre à sa valeur initiale, relever les nouvelles valeurs  $C_1$  et  $Q_1$ . Un calcul simple déterminera la valeur de la tangente du corps.



## VOLTMÈTRE DE CRÊTE

### Type AC 102.

La lecture du voltmètre de surtension du « Q. Mètre » donne pour ces mesures, une précision totalement insuffisante. En effet, lorsqu'il s'agit d'apprécier la variation de tension au voisinage du sommet de la courbe de résonance, il est utile de disposer d'un voltmètre donnant une échelle très dilatée.

Le voltmètre de crête se présente sous la forme d'une boîte parallélépipédique. Les bornes d'entrée latérales sont à une cote se rapportant à celle du condensateur micrométrique et peuvent donc être connectées à celui-ci directement.

Une alimentation régulée très poussée permet d'éviter les dérèglages pour une variation du secteur de  $\pm 10\%$ . L'alimentation se fait par le secteur avec des tensions de 110 ou 220 volts.

Le galvanomètre de lecture est à grand diamètre (120 mm.) et deux potentiomètres, fin et gros, permettent de caler l'aiguille au milieu du cadran. La déflexion totale est obtenue pour 0,4 volt (appréciation possible : 0,004 volt).

#### Accessoires joints.

Avec l'ensemble de mesures, il est fourni :

- une ébénisterie pour contenir le condensateur micrométrique;
- des connexions rigides pour le branchement de la bobine;
- une ébénisterie pour contenir la cellule de mesures, une cuve pour liquide;
- un câble coaxial pour relier la cellule de mesures au Q. Mètre, une plaque sortie coaxiale;
- une notice technique N° AC.102.III.

**E. GEFFROY** INGE<sup>R</sup> DOCTEUR

S. A. R. L. Cap. 13.500.000 FR.S.

7 & 9, Rue des CLOYS - PARIS 18<sup>e</sup>

**FERISOL**

**CONSTRUCTEUR**

R. C. SEINE 260 - 487 B

Téléph. MON. 44-65 (3 lignes)

Printed in France



## PROCÈS-VERBAL DE RÉCEPTION

DU

Q - MÈTRE

TYPE M 802 N° 582

Essai effectué par M. l'Ingénieur..... de.....  
et par M. l'Ingénieur..... de la Société Férisol  
en date du..... 195.....

### I. — Essais mécaniques sur les commandes extérieures.

Potentiomètres - Contacteurs - Interrupteurs  
Démultiplicateurs - Galvanomètres  
Vibrations - Défauts d'aspect.

OBSERVATIONS

*Normaux*

### II. — Essais Électriques.

a) Intensité prise au réseau 50 Hz.

Volts Secteur .	110	220
I en Ampères .	0,72	0,36

b) Rigidité diélectrique

Application de  $2U + 1.000$  volts alternatifs entre secteur et masse  
de l'appareil pendant une minute.



c) Contrôle de l'étalonnage en Fréquence.

Méthode d'essai : Comparaison avec les Fréquences Étalon délivrées par un Standard de Fréquences à quartz.

Gamme	Plage couverte Recouvrements	Fréq. lue sur le Cadran	Fréq. Étalon	Écart en %	Gamme	Plage couverte Recouvrements	Fréq. lue sur le Cadran	Fréq. Étalon	Écart en %
1	50 à 135 KHZ	50	50	0	6	4,35 à 11,5 MHZ	4,5	4,8	0
		75	75	0			8	8	0
		124,6	125	-0,32			11,5	11,5	0
2	130 à 315 KHZ	150	150	0	7	11 à 29 MHZ	11,02	11	-0,2
		200	200	0			20	20	0
		299,5	300	-0,16			29	29	0
3	300 à 800 KHZ	300	300	0	8	27,6 à 42,4 MHZ	28	28	0
		500	500	0			38	38	0
		798	800	-0,25			42	42	0
4	760 à 1900 KHZ	800	800	0	9	40,4 à 58,4 MHZ	41	41	0
		1300	1300	0			52	52	0
		1898	1900	-0,1			57,98	58	-0,2
5	1,8 à 4,55 MHZ	1,8	1,8	0	10	54 à 73 MHZ	54	54	0
		2,998	3	-0,06			66,9	67	-0,5
		4,395	4,4	-0,11			72,45	73	-0,35

d) Essai de régulation de l'oscillateur.

Mesure de la variation de fréquence de l'oscillateur pour un écart du secteur de  $\pm 10\%$ , (Comparaison avec le Standard de Fréquences).

TENSION SECTEUR	FRÉQUENCE DU GÉNÉRATEUR	FRÉQUENCE ÉTALON	GLISSEMENT EN ‰
100		2 MHz	<0,1
110	2 MHz	-	0
120		-	<0,1

e) Repères de fréquence pour lecture directe de L sur le cadran "Capacités"

N° de la gamme	Fréquence	Facteur multiplicateur de L	N° de la gamme	Fréquence	Facteur multiplicateur de L
1	50,34 KHZ	$L \times 10^3$	6	5,034 MHZ	$L \times 10^1$
2	159,2	$L \times 10^2$	7	15,92	$L \times 10^{-2}$
3	503,4	$L \times 10$	9	50,34	$L \times 10^{-3}$
4	1,592	$L \times 1$			$L \times$



f) Contrôle de l'étalonnage du condensateur de mesures.

Méthode de mesure : Par comparaison avec un pont de capacités étalon.

Capacité lue	Capacité étalon	Écart en %	Capacité lue	Capacité étalon	Écart en %
30,1	30	+0,3	250	250	0
50,1	50	+0,2	300	300	0
100	100	0	399,8	400	-0,5
150	150	0	499,4	500	-0,12
200	200	0			

g) Vérification de l'étalonnage du vernier de capacités.

Par comparaison avec un pont de capacités.

Capacité lue	Capacité étalon	Capacité lue	Capacité étalon
+ 1	+ 1 pF	- 1	- 1 pF
+ 2	+ 2 pF	- 2	- 2 pF
+ 3	+ 3 pF	- 3	- 3 pF

h) Contrôle de l'étalonnage du voltmètre de surtension.

Par comparaison avec un voltmètre étalon.

Tension lue	Tension étalon	Écart en %
1,01	1 V.	+ 1
2,02	2 V.	+ 1
3	3 V.	0
3,99	4 V.	-0,25
4,98	5 V.	-0,25

F. de la mesure : 700 kHz.

i) Contrôle de la mesure des inductances.

Avec une bobine étalon on compare la valeur lue sur le Q-mètre à la valeur calculée.

Gamme	Fréquence lue	Capacité lue	L lue	L calculée
				$\frac{2,53 \cdot 10^{10}}{F^2 C} = L$
1	50,3 kHz	348 pF	28,7 mH	28,7
3	503,4	274 "	370 pH	365
6	5,03 kHz	438 "	2,28 "	2,28



j) Vérification du coefficient de surtension indiqué par le Q-Mètre.

Méthode de mesure : Par comparaison avec un jeu de bobines étalon ou méthode de la courbe de résonance.

Bobine n°	F de l'essai	Q lu	Q étalon	Écart en %	Bobine n°	F de l'essai	Q lu	Q étalon	Écart en %
10	55 KHZ	172	187	-8	3	5,2 MHz	223	229	-2,6
9	100	183	197	-7	2	20	105	102	+3
8	208	240	251	-8	1	40	100	93	+7
7	440	321	320	0	1	60	81	75	+8
6	700	233	246	-5,2					
5	1450	200	208	-4					
4	3,1 MHz	189	196	-3,6					

k) Vérification des recouvrements entre les 2 échelles de lecture.

Bobine n°	Fréquence de l'essai	Échelle Q : 250	Échelle Q : 500
10	55	172	171
5	1450	200	199
3	5,2	223	223

Fait à Paris, le 21 Octobre 1953.

L'Ingénieur de l'Administration.

L'Ingénieur de la Société Férisol.





PROCÈS VERBAL  
de  
RECEPTION

JEU DE BOBINES ETALONNÉES  
TYPE: ...M.62.1 N° 175....

N° de la bobine	F en Hz de l'essai	"Q" Gravé	"Q" Etalon	Ecart %	"L" Gravée	"L" calculée	Ecart %
1	60M	68	66	+3	0,14	0,144	-2,8
2	40M	180	170	+6	0,31	0,31	0
3	20M	281	275	+2,2	1,01	1,01	0
4	10M	308	284	+8,5	2,29	2,3	-0,5
5	5M	130	137	-5,5	7,81	7,81	0
6	2,5M	221	228	-3,1	15,3	15,3	0
7	1,5M	257	266	-3,4	31,1	31,1	0
8	1M	264	271	-2,6	124	125	-0,8
9	800K	217	207	+4,8	338	338	0
10	500K	256	273	-6	791	783	+1
11	300K	209	216	-3,2	1,59	1,69	0
12	200K	245	241	+1,7	3,03	3,03	0
13	100K	156	157	-0,6	9,2	9,2	0
14	55K	166	167	-0,6	22,2	22,1	+0,4

Fait à PARIS le 21 Octobre 1953

L'Ingénieur de l'Administration:

L'Ingénieur de la Sté. "FERISOL":



Ets GEFROY et Cie  
F E R I S O L  
S.A.R.L. - Cap. 13.600.000 Francs  
7 & 9, Rue des Cloÿs - PARIS 18°

-----  
Tél. MON. 44-65

NOTICE D'UTILISATION DU Q. METRE

TYPE M. 802

-----

Il est recommandé de lire les paragraphes "Mise sous tension" et "Mesures" de la note suivante, avant utilisation de l'appareil.

A) Mise sous tension

- 1°) Ramener à zéro le potentiomètre d'injection "Gros"
- 2°) S'assurer que la plaquette du répartiteur placé à l'arrière du Q. Mètre est bien sur la position (110 v. ou 220 v.) correspondant à la tension effective du secteur utilisé.
- 3°) Brancher le cordon secteur
- 4°) Placer sur "Marche" l'interrupteur secteur ( à droite sur le panneau avant).

Les voyants de cadran doivent être alors éclairés.

B) Mesures :

- 1°) Laisser l'injection à zéro.
- 2°) Placer la bobine à étudier sur les bornes repérées "Selfs".
- 3°) Placer le vernier de capacité à zéro
- 4°) Se régler sur la fréquence désirée en manoeuvrant tout d'abord le contacteur de gammes, pour se placer sur la gamme correspondante (dont les fréquences extrêmes sont indiquées sur le voyant circulaire

./.

-----  
Novembre 1952.

-----  
M.802 III



Puis tourner le bouton manivelle jusqu'à faire coïncider le trait repère de l'alidade éclairée avec le trait du cadran correspondant à la fréquence.

- 5°) Régler le zéro du voltmètre de surtension à l'aide du bouton repéré "zéro VL". Ce réglage s'effectuera toujours : la bobine étant fixée sur les bornes de l'appareil.

La présence dans la grille de la lampe voltmètre d'une résistance de l'ordre de 100 M $\Omega$  explique que le zéro soit un peu différent lorsque cette résistance se trouve court-circuitée en continu, par la faible résistance ohmique de la bobine.

Nota - Le galvanomètre d'injection n'a pas de zéro électrique - Son zéro mécanique doit être ajusté après une heure de chauffe environ.

- 6°) Manoeuvrer le potentiomètre d'injection "Gros" jusqu'au repère "Q.=500" du galvanomètre, en plaçant au préalable le potentiomètre "Réglage fin" au milieu de sa course.
- 7°) Régler le condensateur de mesures "Capacités" à l'aide du bouton manivelle, jusqu'à obtenir la déviation maximum sur le voltmètre de surtension (on aura eu soin au préalable de placer le vernier de capacité sur sa position zéro).

Si la déviation du voltmètre de surtension est insuffisante pour observer une résonance nette, manoeuvrer l'injection pour se placer sur le repère "Q. = 250".

Lorsqu'un maximum très net est obtenu, manoeuvrer le bouton "Réglage fin" du potentiomètre d'injection, pour faire coïncider l'aiguille avec le trait repère "Q. = 500" ou "Q. = 250" et parfaire le réglage de résonance en manoeuvrant le condensateur de mesures.

- 8°) Lecture - La lecture du coefficient de surtension s'effectue directement sur le cadran du voltmètre. On utilisera l'échelle 0 à 500 lorsque l'aiguille du galvanomètre d'injection sera sur le repère "Q. = 500" et l'échelle 0 à 250 lorsque l'aiguille du galvanomètre d'injection sera sur le repère "Q. = 250".



La lecture de la capacité d'accord se fait sur le cadran du condensateur à la coïncidence du trait repère de l'alidade avec la division "C" du cadran.

La valeur de l'inductance L se déduira des valeurs de C et de F, ainsi qu'il est indiqué dans la notice "Considérations Techniques sur l'emploi du Q. Mètre" livrée avec chaque appareil. Mais on peut également obtenir "L" en lecture directe sur le cadran de capacités si l'on a réglé F sur l'un des repères du cadran de fréquences (1 repère par gamme, sauf en gammes 5, 8 et 10).

Dans ce cas, à la capacité C de résonance correspond une valeur L lue directement sous le trait repère de l'alidade (échelle repérée "L"). La lecture devra être multipliée par le coefficient indiqué sur le cadran de fréquences

( x  $10^3$ , x  $10^2$ , x 10, x 1, x  $10^{-1}$ , x  $10^{-2}$ , x  $10^{-3}$ )

### C) Mesures d'impédances

On se reportera pour le détail des mesures, à la notice "Considérations Techniques sur l'emploi du Q. Mètre".

### D) Dispositifs de réglages ( à n'utiliser qu'en cas de dérèglement important de l'appareil ).

Deux réglages par résistances semi-fixes Férisol type A. 4I98, sont accessibles de l'extérieur, près des boîtiers des galvanomètres. Ils permettent de modifier, l'un la sensibilité du voltmètre de surtension (sensibilité VL), l'autre le tarage du galvanomètre d'injection (Tarage injection).

#### I°) Réglage de la sensibilité du voltmètre de surtension

Ce réglage ne devra être entrepris que si l'on constate une erreur systématique importante dans la lecture du facteur "Q", les mesures étant effectuées avec le jeu de bobines étalonnées type M 62I dans toute la gamme de fréquences couvertes par le Q. Mètre.

On vérifiera tout d'abord l'étalonnage proprement dit du voltmètre de surtension (après avoir réglé le zéro) à une fréquence de 700 kHz environ (gamme 3).

La bobine correspondante du jeu M 62I étant placée sur les bornes "Selfs", on connectera un voltmètre électronique type A.20I (Férisol) entre les bornes "VL" et masse (les bornes VL et CV étant réunies par la barrette).



Puis on réglera le potentiomètre d'injection à une valeur moyenne et on cherchera une résonance avec le condensateur de mesures. On manoeuvrera alors le potentiomètre d'injection (sans toutefois dépasser le repère  $Q. = 250$ ) jusqu'à ce qu'on lise 3 volts sur le voltmètre extérieur. Le voltmètre de surtension devra indiquer lui aussi 3 volts. Sinon, on corrigera sa déviation à l'aide du réglage "Sensibilité VL". On fera une mesure également (toujours avec la même bobine) sur 1 volt et une autre sur 5 volts (en faisant varier l'injection) et on agira sur le réglage de sensibilité pour que l'écart soit minimum à ces trois points.

2°) Réglage du tarage de l'injection :

L'étalonnage préliminaire du voltmètre de surtension ayant été effectué, on fera une série de mesures avec le jeu de bobines M. 62I et on dressera le tableau des différences ( $Q.$  lu sur le voltmètre et valeur de  $Q.$  gravée sur la bobine).

En général, ces différences seront tantôt positives, tantôt négatives, suivant la gamme de fréquence. On se placera sur la fréquence la plus défavorisée et on diminuera ou augmentera l'injection, jusqu'à ce que l'écart entre le  $Q.$  lu sur le voltmètre de surtension et la valeur de  $Q.$  gravée sur la bobine, soit réduit à la valeur moyenne de l'écart constaté. A ce moment, l'aiguille du galvanomètre de surtension occupera une certaine position à droite ou à gauche du trait repéré " $Q. = 250$ " par exemple. On ramènera l'aiguille sur le trait repère, à l'aide du réglage "Tarage injection".

Puis, on fera à nouveau des mesures avec le jeu de bobines M. 62I, en notant les résultats. En procédant par approximations on arrivera ainsi à obtenir l'écart minimum dans toute la gamme de fréquences. En outre, on s'assurera que les recoupements entre les sensibilités " $Q. = 250$ " et " $Q. = 500$ " sont exacts, en adoptant s'il y a lieu, une solution de compromis.

Remarque - Il sera utile, avant d'effectuer ces réglages, de se reporter aux tableaux figurant dans le Procès-Verbal de réception annexé au dossier technique de l'appareil.

Nota sur le démontage du Q. Mètre

Il suffit de dévisser la tôle arrière (maintenue par 4 vis nickelées) et la tôle du dessous (également maintenue par 4 vis) pour avoir accès à tous les organes de l'appareil.

-----  
Novembre 1952.

-----  
M. 802 III



Ets GEFROY & Cie  
"FERISOL"  
S.A. - Cap. 30.080.000  
7 & 9 Rue des Cloys - PARIS 18°  
-----  
Tél. MON. 44-65

MESURES D'ANGLES DE PERTES  
EN HAUTE FREQUENCE  
-----

3ème partie

<u>TABLE DES MATIERES</u>	Pages
<u>Méthode Générale - Appareillage Auxiliaire</u>	3
I - Principe de la mesure	4
II - Cellules utilisées :	4
A) Cellule pour solides, type CS 40I	
B) Cellule pour liquides, type CS 50I	
III - Voltmètre de crête	5
IV - Condensateur micrométrique	6
Nota : limitation des mesures	
V - Préparation des échantillons :	7
A) Cas des solides en plaques	
B) Cas des liquides	
VI - Conditionnement des éprouvettes	8
A) Séjour en étuve	
B) Nombre d'éprouvettes	
C) Nota "Emplois spéciaux de la cellule CS 40I"	
VII - Influence de la fréquence, de la température, du degré hygrométrique.	9



	Pages
VIII - Mode opératoire	9
A) Mise en place de l'appareillage auxiliaire	
B) Tarage du voltmètre de crête	10
C) Conduite des mesures dans le cas des solides en plaques	11
D) Conduite des mesures dans le cas des liquides	12
E) Exemples pratiques	13
IX - Etablissement des formules	
A) Principe de la mesure d'angle de pertes	17
B) Influence des pertes du condensateur variable du Q. Mètre	18
C) Elimination des capacités parasites	19
D) Calcul de K	20
E) Influence des lames d'air	21







- 2 cellules de mesures :

- type CS 40I pour diélectriques solides
- " CS 50I " " liquides

Cet appareillage est décrit dans les notices AC. 102 et EM. 20I. 00.00I, du catalogue général. L'objet de la présente note est de préciser le mode opératoire.

### I) - Principe de la mesure

La cellule de mesure constitue un condensateur que l'on place en parallèle sur le condensateur variable du Q. Mètre. Une bobine du jeu étalonné permet de constituer ainsi un circuit résonnant série.

Si à une fréquence  $F$  on mesure successivement le coefficient de surtension et la capacité d'accord de ce circuit, d'abord sans diélectrique dans la cellule, puis avec le diélectrique étudié, les valeurs  $Q_1$  et  $Q_2$ ,  $C_1$  et  $C_2$  ainsi mesurées seront différentes.

Par application d'une formule simple, on déduira de ces mesures les valeurs de l'angle de pertes et du pouvoir inducteur spécifique de l'échantillon considéré.

### II) - Cellules utilisées

#### A) Cellule type CS 40I

Cette cellule sera utilisée pour les diélectriques solides. Elle constitue un condensateur plan dont les plateaux sont rigoureusement parallèles ( $\emptyset$  des plateaux = 57 m/m) Surface = 25,5 cm<sup>2</sup>

Le parallélisme des électrodes est obtenu à  $\pm 1$  micron. L'isolement de l'électrode inférieure est assuré par un barreau de quartz cylindrique de  $\emptyset = 40$ mm. Le déplacement de l'électrode supérieure est obtenu à l'aide d'une vis micrométrique (palmer).

On peut ainsi connaître la distance entre électrodes à  $\pm 0,01$  m/m près.

Dans ces conditions, les capacités et les champs électriques sont parfaitement définis.

-----  
Février 1953.

-----  
Tg  $\delta$  3° partie



On utilise également cette cellule pour les produits géométriquement mal définis, tels que les produits pâteux (trop visqueux pour être introduits dans une cellule à liquides), qui seront placés dans une coupelle (fournie avec chaque cellule). Cette coupelle sera introduite facilement entre les plateaux. Toutefois, ce dispositif ne sera valable que pour des mesures comparatives (évolution de produits au cours de mise au point, vérification des lots de fabrication, etc...) En effet, le volume cylindrique constituant la coupelle est limité par des parois en matière plastique et il n'est pas possible de tenir compte des effets de bord.

### B) - Cellule type CS 50I

Cette cellule conviendra pour l'étude des diélectriques liquides, dont la conductivité est relativement faible. Elle constitue un condensateur cylindrique de capacité:

$$C_e = \frac{h}{4,74 \log_{10} \frac{R_e}{R_i}}$$

$R_e$  = Rayon intérieur du cylindre extérieur en cm (1,35 cm)  
 $R_i$  = Rayon extérieur du cylindre intérieur en cm (1,25 cm)  
 $h$  = Hauteur du cylindre intérieur (5 cm)  
 $C_e$  = Capacité en picofarads ( $10^{-12}$  farads)

La capacité propre de cette cellule (à vide) est de l'ordre de 48 pF environ avec la barrette soudée.

Les parties des cylindres non baignées par le liquide remplacent l'anneau de garde constitué par les bords des armatures planes dans le cas de la cellule pour solides.

La cellule type CS 50I est isolée sur "Téflon". Sa résistance d'isolement est  $> 10^6$  mégohms - sous 100 v ou 500 v -

### Avantages dus à l'emploi de la cellule type C.S. 50I

Avec la disposition adoptée, le liquide mouille parfaitement les 2 armatures de la capacité d'épreuve et il n'y a aucune correction à faire pour éliminer l'influence des lames d'air. En outre, les perturbations dues à l'effet de bord sont éliminées par la présence des extrémités des tubes fonctionnant en anneaux de garde.

### III) - Voltmètre de crête

Il résulte de ce qui a été dit au § 1 que la mesure de  $Tg\delta$  consiste, en dernière analyse, à comparer la surtension

./.



de 2 condensateurs identiques, dont le diélectrique est pour l'un, l'air, et pour l'autre le corps à étudier. On admet en outre que l'angle de pertes du diélectrique "air" est pratiquement négligeable (voir plus loin, influence de l'état hygrométrique et de la température).

En conséquence, l'écart entre  $Q_1$  et  $Q_2$  sera d'autant plus faible, que le diélectrique étudié sera de meilleure qualité électrique.

Pour des valeurs  $Tg\delta$  comprises entre  $1.10^{-3}$  et  $1.10^{-4}$  la variation d'élongation sur le voltmètre de surtension au Q. mètre, sera pratiquement inappréciable. Le voltmètre de crête, dont la sensibilité est 10 fois plus élevée, permettra précisément d'apprécier et de chiffrer le  $\Delta Q$ .

Nota - On se reportera à la notice AC 102 III pour tous renseignements technologiques concernant cet appareil (notice technique et schéma électrique).

#### IV - Rôle du condensateur micrométrique

Le condensateur micrométrique a pour but principal de réaliser les petites variations étalonnées de capacité nécessaires pour la mesure.

L'isolement est réalisé par une couronne de polystyrène, la résistance d'isolement est  $> 10^6$  mégohms.

Chaque division de la partie mobile du condensateur cylindrique correspond à une variation de capacité de 0,01 pF, soit 1 pF pour 100  $\Delta$ .

La variation totale utile de capacité est de l'ordre de 80 pF et la linéarité de variation est assurée avec une précision meilleure, en général, que 5 %.

Il sera donc toujours possible de déterminer exactement le sommet de la courbe de résonance, quelles que soient la valeur de l'angle de pertes et du pouvoir inducteur spécifique de l'échantillon.

En outre, le condensateur micrométrique a une inductance série constante et pratiquement négligeable. Les variations de capacité d'accord entre la mesure avec l'échantillon et la mesure sans l'échantillon, seront donc pratiquement réalisées en laissant fixe le  $C_v$  de mesures du Q. Mètre et en faisant varier uniquement la valeur du condensateur micrométrique placé en parallèle.

-----  
Février 1953.

./.  
-----  
Tgδ 3° partie



Enfin, le condensateur micrométrique constitue le point central du montage de mesures, sur lequel viendront se fixer les autres éléments.

Il est possible, de cette façon, de réaliser tous les contacts de masse des différents circuits sur une borne commune, et d'obtenir des connexions aussi courtes et rigides que possible.

#### Nota - Limitation dans les mesures

L'utilisation du condensateur micrométrique limite à 80 pF environ, la variation de capacité (avec et sans l'échantillon). Si le pouvoir inducteur spécifique du diélectrique étudié est assez élevé, on pourra être amené de ce fait à diminuer la surface de l'échantillon ou à augmenter son épaisseur.

#### V - Préparation des échantillons

##### A) Cas des solides en plaques

Pour assurer l'uniformité du champ électrique dans le diélectrique, on utilise des échantillons de forme circulaire de faible épaisseur (1 à 3 mm) et dont le diamètre sera légèrement inférieur au diamètre des plateaux de la cellule ( $\varnothing = 57\text{mm}$ ).

Pratiquement, on adoptera pour diamètre de l'échantillon, une valeur de l'ordre de 40 à 45 mm, suivant l'épaisseur, ce qui permettra d'obtenir un anneau de garde, dont l'influence sera d'ailleurs éliminée lors de la mesure sans l'échantillon, c'est là un avantage évident de la méthode utilisée.

En outre, pour éviter l'influence des lames d'air (v. plus loin les formules de correction), les faces de l'échantillon devront être parallèles et parfaitement dressées.

##### B) Cas des liquides

Le choix de la hauteur et par suite de la quantité de liquide à verser dans l'espace annulaire de la cellule type CS.50I, dépend des caractéristiques électriques de ce liquide.

Dans le cas d'un liquide de très faible conductibilité et dont les pertes diélectriques sont faibles, il y a lieu d'utiliser une hauteur assez grande, pour rendre plus net l'effet perturbateur de ce liquide sur l'accord et l'acuité de résonance du circuit de mesure et pour améliorer la précision.



Au contraire, si le liquide présente une conductibilité notable, on est conduit à diminuer la hauteur du liquide, d'autant plus que la conductivité est plus grande, pour éviter un amortissement prohibitif du circuit de mesure.

## VI - Conditionnement des éprouvettes

### A) Séjour en étuve

Suivant le projet de Normalisation du Centre d'Etudes des Matières Plastiques (v. Bibliographie) et sauf indications contraires, les éprouvettes sont conditionnées comme suit :

-- elles sont laissées pendant 4 jours dans une enceinte à 80 % d'humidité (une solution sursaturée de sulfate d'ammoniac donne un degré hygrométrique de  $81 \pm 0,1$  entre  $15^\circ$  et  $13^\circ$  C ) et une température voisine de l'ambiante (entre  $15^\circ$  et  $30^\circ$  C ).

Cette enceinte doit être de dimensions suffisantes pour que le prélèvement rapide des éprouvettes n'entraîne pas de perturbations sensibles de l'état de celles qui restent placées. L'essai est effectué immédiatement après le prélèvement de chaque éprouvette dans l'enceinte.

### B) Nombre d'éprouvettes

Il sera nécessaire d'utiliser au moins 3 éprouvettes et de préférence 5 éprouvettes, en faisant 2 fois la mesure sur chacune d'elles, après nouveau séjour d'une durée suffisante, en fonction de la nature du produit dans l'enceinte hygrométrique entre les deux mesures.

### C) Nota

La cellule type CS.40I (pour solides) pourra éventuellement, être placée en étuve et reliée au Q. Mètre par un câble coaxial, fourni avec chaque cellule.

Toutefois, la température de l'étuve ne devra pas être supérieure à  $40^\circ$ , les plaquettes latérales de la cellule étant constituées par du plexiglass, dont le point de ramollissement se situe vers  $70^\circ$ .

En outre, si la nature du produit l'exige, il sera possible également de maintenir l'enceinte de la cellule en légère surpression. En effet, un ajoutage est prévu pour l'arrivée d'un gaz desséchant (azote ou  $CO_2$ ).

./.



## VII) - Influence de la fréquence

Les valeurs de la tangente de l'angle de pertes et de la constante diélectrique, sont dans la plupart des cas, influencées par la fréquence (voir partie théorique).

### Influence de la température et du degré hygrométrique

A des températures différentes, on peut avoir pour une même fréquence, des valeurs de  $\text{Tg}\delta$  et de  $K$ , qui évoluent dans le même sens ou en sens contraire de celui de la variation de température.

L'humidité amène généralement une augmentation des valeurs de la tangente de l'angle de pertes et de la valeur de la constante diélectrique.

### Influence de l'humidité sur les pertes par conductivité superficielle

On notera aussi que l'humidité en se déposant sur les bords latéraux de l'échantillon parallèle aux lignes de force du champ électrique, peut donner lieu à des pertes par conductivité superficielle et introduire des erreurs de mesures sur la valeur de  $\text{Tg}\delta$ . Il peut donc être nécessaire de placer l'échantillon dans une enceinte contenant un gaz desséchant (voir note § VI. C).

## VIII) - Mode opératoire

### A) Mise en place de l'appareillage auxiliaire

On verra plus loin, au § "Conduite des mesures", qu'il est nécessaire d'effectuer tout d'abord une mesure avec une bobine étalonnée seule (correspondant à la fréquence choisie) avant installation de l'appareillage auxiliaire sur le Q. mètre.

On placera ensuite cet appareillage de la façon suivante :

1°) La grande barrette coudée (livrée avec le condensateur micrométrique, ainsi qu'une petite barrette avec fiche et une entretoise filetée) sera fixée sur la borne "Injection" du Q. mètre.

2°) L'entretoise filetée sera vissée dans le stator du condensateur micrométrique sur la face avant.

3°) La petite barrette coudée munie d'une fiche spéciale avec doigt de contact (Férisol type A. 2144) sera enfoncée dans la vis creuse également prévue sur la face avant du condensateur micrométrique.

./.



4°) Le condensateur micrométrique étant ensuite placé sur les bornes "capacités" du Q. mètre, il sera possible de fixer alors la bobine étalonnée correspondant à la fréquence de l'essai sur la face avant du condensateur micrométrique. La configuration géométrique du système de barrettes et entretoises fixé maintenant sur la face avant du condensateur, reproduit en effet la disposition des fiches de la bobine.

5°) On connectera ensuite le voltmètre de crête, à gauche (inverseur du panneau avant en position "Shunté") et la cellule de mesures, à droite du condensateur micrométrique, en veillant à ce que les fiches mâles correspondant aux points "chauds" soient bien connectées dans les parties femelles correspondantes de celui-ci.

On pourra se reporter à la notice AC I02 V, qui donne une vue photographique de l'ensemble du montage.

Nota - Les fiches de sortie du voltmètre de crête seront maintenues court-circuitées par un fil métallique, tant que l'appareil ne sera pas placé sur le condensateur micrométrique. En effet, le retour à la masse de la grille de la lampe voltmètre ne se fait qu'à travers les connexions communes de l'appareil. Si donc le voltmètre de crête est mis sous tension avant que soit réalisée l'interconnexion, la grille reste "en l'air" et le pont de mesures, placé dans le circuit plaque, est déséquilibré : le galvanomètre (50  $\mu$ A) dévie violemment si l'inverseur est sur la position "Sensible".

#### B) Tarage du voltmètre de crête

En position "Sensible", la déviation totale du voltmètre de crête, soit 40 divisions, correspond à 4 divisions du voltmètre de surtension du Q. mètre.

Si donc le tarage de "l'injection" sur le Q. mètre est réglé à  $Q = 250$  (ou  $Q \times 1$ ) une petite division du voltmètre de crête correspondant à un  $\Delta Q$  de 0,5.

Si le tarage de l'injection est fait à  $Q = 500$  (ou  $Q \times 2$ ) une petite division du voltmètre de crête correspond à un  $\Delta Q$  de 1.

Le réglage initial du voltmètre de crête consistera à ajuster les potentiomètres "Gros" et "Fin", de façon à ce que l'aiguille du galvanomètre en position "Sensible" vienne se placer au milieu du cadran (division 0,2), au moment de la résonance sans l'échantillon (voir plus loin § "Conduites des mesures").

./.



En principe, le potentiomètre "Pin" doit être réglé aux environs de la division 50 de son cadran, position adoptée lors de l'étalonnage du voltmètre de crête. Une vérification de cet étalonnage consiste à s'assurer que la courbe de sensibilité du voltmètre de crête est toujours identique à celle du voltmètre de surtension du Q. mètre. Par exemple, la résonance étant obtenue et l'aiguille du voltmètre de crête étant sur 0.2, on déclara légèrement l'accord, de façon à lire 0.1 puis 0 et en s'assurant à chaque fois que le décalage du voltmètre du Q. mètre est bien proportionnel.

#### Cas des angles de pertes élevés

Lorsqu'on effectuera des mesures sur des échantillons, dont l'angle de pertes est relativement élevé ( $\tan \delta$  de l'ordre de  $1 \cdot 10^{-2}$  par exemple), le voltmètre de crête sera maintenu en position "Shunté" ou même on le déconnectera. Le  $\Delta Q$  est alors lu directement sur l'échelle de surtension du Q. mètre.

#### C) Conduite des mesures dans le cas des solides en plaques

1°) A l'exclusion de tout appareillage auxiliaire, placer tout d'abord la bobine étalonnée du jeu M 621 correspondant à la fréquence de l'essai, sur les bornes "Selfs" du Q. mètre. Chercher la résonance à l'aide du condensateur de mesures. Noter F et Co. On ne retouchera plus au réglage de F.

Cette mesure a pour but de déterminer la capacité d'accord à la résonance du circuit pour la bobine utilisée.

Nota : On a  $F = (2\pi\sqrt{LC})^{-1}$ . On choisira L en fonction de la fréquence F choisie, de telle sorte que la résonance soit déterminée pour une valeur de  $C_0$  de l'ordre de 350 pF.

2°) Mettre en place l'appareillage auxiliaire, comme indiqué au paragraphe "A" ci-dessus. Régler le condensateur micro-métrique vers le maximum de sa capacité ( $\Delta = 10$ , par exemple) Mettre sous tension le voltmètre de crête en position "Shunté".

3°) Avant de passer à la mesure suivante, il faut repérer l'écartement "e" des plateaux de la cellule qui correspond à l'épaisseur de l'échantillon. On procédera comme suit :

- a) Placer l'échantillon entre les plateaux de la cellule et serrer ceux-ci à l'aide du palmer
- b) Lire l'indication du micromètre de la cellule (au  $1/100^{\circ}$  de mm) et noter "e"

./.



c) enlever l'échantillon et ramener le micromètre à la valeur lue précédemment.

d) chercher la résonance à l'aide du condensateur variable du Q. Mètre, qu'on réglera sur la valeur ronde, lue directement, la plus voisine de l'accord, soit  $C_0$ .

Placer le voltmètre de crête en position "Sensible" et chercher l'accord exact à l'aide du condensateur micrométrique, en observant la déviation du voltmètre de crête. L'aiguille passe par un maximum. On réglera la position de ce maximum à l'aide des potentiomètres, "Gros" et "Fin", de façon qu'à la résonance, l'aiguille soit exactement sur la division médiane (0 v 2) du cadran du voltmètre de crête.

Noter  $Q_1$  (lu sur le cadran du voltmètre de surtension du Q. mètre) et  $C_{\mu 1}$  (lu sur le condensateur micrométrique) à la résonance.

5°) Replacer l'échantillon entre les plateaux de la cellule et serrer le palmer pour retrouver le même écartement des plateaux que précédemment.

Dans ces conditions, le circuit de mesure se trouve désaccordé.

On cherchera à nouveau la résonance (sans retoucher au réglage du CV du Q. mètre) en manoeuvrant le condensateur micrométrique. Noter la nouvelle valeur  $C_{\mu 2}$ .

Le maximum d'élongation lu sur le voltmètre de crête sera inférieur à la déviation initiale. On notera la valeur de  $\Delta Q$  et on en déduira la nouvelle valeur du coefficient de surtension  $Q_2$  ( $Q_2 = Q_1 - \Delta Q$ ).

6°) On déterminera la valeur de  $\text{Tg } \delta$  et de  $K$  par les formules suivantes :

$$\text{Tg } \delta = \frac{C_0}{C_{\mu 2} - C_{\mu 1}} \left\{ \frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} \right\}$$

$$K = 1 + \frac{1.13 (C_{\mu 2} - C_{\mu 1}) e}{S}$$

$K$  : en unités cgs  
 $e$  en m/m = épaisseur de l'échantillon (au 1/100 de m/m)  
 $S$  en  $\text{cm}^2$  = surface de l'échantillon

#### D) Conduite des mesures dans le cas des liquides

Le processus de mesure sera identique (voir exemple pratique ci-après)

./.



## EXEMPLES PRATIQUES

## DE MESURES

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

Exemple 1Matériau - Bakélite HF à charge minérale (mica)Fréquence de l'essai - 1 MHz - épaisseur de l'échantillon  
2,93 mm

En l'absence de tout appareillage auxiliaire, la bobine étalonnée du jeu M 62I correspondant à la fréquence de l'essai, étant seule sur les bornes du Q. Mètre, on note à la résonance, la capacité d'accord  $C_0$  du Condensateur du Q. mètre:

$$C_0 = 200,8 \text{ pF}$$

On place ensuite le condensateur micrométrique type EM 202, le voltmètre de crête type AC 102 et la cellule de mesures pour solides type CS 40I, comme indiqué au § VIII -A.

Le condensateur micrométrique est réglé sur une valeur voisine du maximum  $\Delta = 10$

L'épaisseur de l'échantillon est mesurée comme indiqué au § C 3°.

On trouve  $e = 2.93 \text{ mm}$

L'échantillon est retiré, puis on ramène les plateaux de la cellule à l'écartement "e", en réglant avec la vis micrométrique de la cellule.

Le voltmètre de crête est mis sous tension, en position "Shunté", puis on recherche à nouveau la résonance, d'abord avec le CV du Q. mètre, que l'on règle sur la valeur ronde la plus voisine, puis avec le condensateur micrométrique.

On obtient ainsi  $C_1 = 174 \text{ pF}$   $Q_1 = 201$   $C_{p_1} = 10,6$

On replace ensuite l'échantillon entre les plateaux de la cellule, on règle à nouveau l'écartement à 2.93 mm et, sans retoucher au CV du Q. mètre, qui demeure sur la valeur  $C_1$ , on recherche la résonance à l'aide du condensateur micrométrique.

./.

-----  
Février 1953.-----  
Tg  $\delta$  3° partie



On trouve ainsi :

$$Q_2 = 160 \quad C_{p2} = 33.9$$

$$\begin{aligned} \text{on en déduit que } \delta &= \frac{C}{C_{p2} - C_{p1}} \left( \frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} \right) \\ &= \frac{200.8}{23.3} \left( \frac{1}{160} - \frac{1}{201} \right) = 1.1 \cdot 10^{-2} \end{aligned}$$

Remarque : On voit que le  $\Delta Q = 41$  est directement lisible sur le cadran du voltmètre de surtension du Q. mètre.

Il aura donc été inutile d'utiliser le voltmètre de crête (voir page II).

#### Exemple II -

Matériau - Trolitul - épaisseur de l'échantillon : 3,1 mm

Fréquence de l'essai : 3 MHz

avec les notations précédentes on a tout d'abord à la résonance :

$$C_0 = 440 \text{ pF}$$

Après installation de l'appareillage auxiliaire, y compris le voltmètre de crête, on note à la résonance :

$$C_1 = 252 \quad Q_1 = 189 \quad C_{p1} = 10,5$$

Le voltmètre de crête ayant été d'abord placé en position "Shunté" pour approcher de l'accord avec le condensateur du Q. mètre, on passe en position "Sensible", pour terminer le réglage avec le condensateur micrométrique, qui permet d'apprécier aisément le maximum de la courbe de résonance.

Au moment du maximum, on s'arrangera (en retouchant les réglages "Gros" et "Fin" du voltmètre de crête) pour que l'aiguille soit sur la graduation 0.2 du cadran du voltmètre de crête.

On replace ensuite l'échantillon entre les plateaux, on réajuste l'écartement avec la vis micrométrique et sans retoucher au CV du Q. mètre, on recherche la nouvelle résonance, en agissant uniquement sur le condensateur micrométrique.

./.



on trouve :

$$\Delta Q = 0,8$$

$$C_{p2} = 33$$

Le  $\Delta Q$  se lit directement sur le cadran du voltmètre de crête, dont une petite division correspond à 0,5 Q.

$$Tg \delta = \frac{C_0}{\Delta C} \left( \frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} \right) \text{ Ici } \Delta C = C_{p2} - C_{p1} = 22,5$$

$$Q_2 = Q_1 - \Delta Q = 189 - 0,8 = 188,2$$

$$Tg \delta = \frac{440}{22,5} \left( \frac{1}{188,2} - \frac{1}{189} \right) \# 4 \cdot 10^{-4}$$

### Exemple III

#### Mesure avec la cellule à liquide CS 50I

Echantillon : Huile silicone type 47 V 300 utilisée en vaporisation sur le matériel à destination d'outre mer.

Fréquence de l'essai : 1.340 kHz

Avec les notations précédentes on a, en l'absence de tout appareillage auxiliaire :

$$C_0 = 458$$

On place ensuite le condensateur micrométrique type EM 202, le voltmètre de crête type AC 102 et la cellule type CS 50I, sans introduire le liquide.

On recherche la résonance sans toucher à la fréquence et l'on obtient :

$$C_1 = 334 \quad Q_1 = 226 \quad C_{p1} = 10,3$$

Comme dans l'exemple II, le voltmètre de crête est réglé au milieu de sa déviation au moment de la résonance.

On retire alors le piston de la cellule CS 50I et on verse le liquide à étudier dans le corps du cylindre (20 cm<sup>3</sup> environ). On replace le piston et on connecte à nouveau la cellule.

./.

-----  
Février 1953.

-----  
Tgδ 3<sup>o</sup> partie



On recherche ensuite la résonance en agissant uniquement sur le condensateur micrométrique.

On note :

$$\Delta Q = 2$$

$$C_{\mu 2} = 84$$

On en déduit que :

$$Q_2 = Q_1 - \Delta Q = 226 - 2 = 224$$

$$\delta = \frac{C_0}{C_{\mu 2} - C_{\mu 1}} \left\{ \frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} \right\} = \frac{458}{74.3} \left\{ \frac{1}{224} - \frac{1}{226} \right\}$$

$$\text{Tg } \delta = 2,5 \cdot 10^{-4}$$



Exemple IVMatériau : échantillon d'AlkathèneEpaisseur 3,8 mm -  $\phi = 4,4$  cmFréquence de l'essai : 1,3 MHz

$$\begin{aligned} C_0 &= 470 \text{ pF} \\ C_1 &= 360 \text{ pF} \\ C_2 &= 360 \text{ pF} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{p1} &= 40.62 & Q_1 &= 239 \\ C_{p2} &= 46.75 & \Delta Q &= 1 \\ \hline C &= 6.13 \text{ pF} & Q_2 &= 238 \end{aligned}$$

$$\text{Tg}\delta = \frac{470}{6.13} \left( \frac{1}{239 \times 238} \right) \text{ ou}$$

$$\text{Tg}\delta \approx 1.35 \times 10^{-3}$$

$$K = 1 + \frac{1.13 \Delta C \cdot e}{S} = 1 + \frac{1.13 \times 6.13 \times 3.8}{15.2} \text{ ou}$$

$$K \approx 2,8$$

Exemple V (Mesure sans voltmètre de crête)Matériau : Carton bakélinéEpaisseur de l'échantillon = 3,1 mm -  $\phi = 5.7$  cmFréquence de l'essai = 1 MHz

$$\begin{aligned} C_0 &= 200 \text{ pF} \\ C_1 &= 104 \text{ pF} \\ C_2 &= 104 \text{ pF} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{p1} &= 10.3 & Q_1 &= 200 \\ C_{p2} &= 44.3 & Q_2 &= 72 \\ \hline C &= 34 \end{aligned}$$

$Q_2$  se lit directement sur le voltmètre de surtension du Q. Mètre

$$\text{Tg}\delta = \frac{200}{34} \left( \frac{1}{72} - \frac{1}{200} \right)$$

$$\text{ou } \text{Tg}\delta \approx 5.10^{-2}$$

$$K = \frac{1 + 1.13 \Delta C \cdot e}{S} = 1 + \frac{1.13 \times 34 \times 3.1}{26}$$

$$\text{ou } K \approx 5.5$$



Exemple VI

Matériau : échantillon de Téflon (tétrafluoroéthylène)  
 Epaisseur 2,39 mm -  $\phi = 4,5$  cm

Fréquence de l'essai : 1.340 KHz

$$\begin{aligned} C_0 &= 450 \text{ pF} \\ C_1 &= 330 \text{ pF} \\ C_2 &= 330 \text{ pF} \end{aligned}$$

$$C_{\mu 1} = 37$$

$$Q_1 = 239$$

$$C_{\mu 2} = 42.4$$

$$\Delta Q = 0,25$$

$$\Delta c = 5,4$$

$$Q_2 = 238,75$$

$$Tg\delta = \frac{C_0}{\Delta c} \left( \frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} \right) = \frac{450}{5,4} \times \frac{0,25}{239 \times 238,75}$$

$$Tg\delta \# 3,6 \cdot 10^{-4}$$

$$K = 1 + \frac{1,13 \Delta c e}{S} = 1 + \frac{1,13 \times 5,4 \times 2,39}{15,2}$$

$$\text{ou } K \# 2$$

Exemple VII

Matériau : Plexiglass (Mesure sans voltmètre de crête)

Epaisseur de l'échantillon :  
 3,03 mm  $\phi = 4,5$  cm

Fréquence de l'essai : 15 MHz

$$\begin{aligned} C_0 &\# 370 \text{ pF} \\ C_1 &= 240 \text{ pF} \\ C_2 &= 240 \text{ pF} \end{aligned}$$

$$C_{\mu 1} = 58.6$$

$$Q_1 = 119$$

$$C_{\mu 2} = 66.6$$

$$Q_2 = 114$$

$$\Delta c = 8,0$$

$$Tg\delta = \frac{370}{8} \times \frac{5}{114 \times 119}$$

$$Tg\delta \# 1,7 \cdot 10^{-2}$$

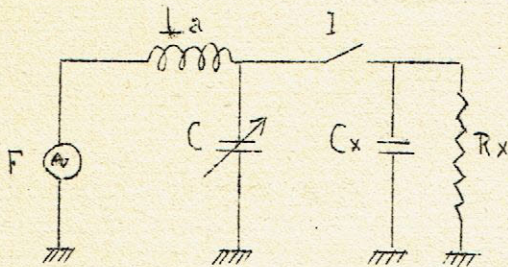
$$K = 1 + \frac{1,13 \times 8 \times 3,03}{15,8} \quad \text{ou } K \# 2,7$$

NOTA - Il est important de considérer les résultats précédents comme valables seulement pour les échantillons utilisés et dans des conditions de température et d'humidité ambiantes déterminées.



IX - ETABLISSEMENT DES FORMULES -

A) - Principe de la mesure d'angle de pertes (\*)



Il s'agit de déterminer la valeur de  $C_x$ , capacité constituée avec l'échantillon en essai et de  $R_x$  résistance parallèle représentant les pertes dans le diélectrique.

1°) l'interrupteur I étant ouvert, on obtient la résonance pour une valeur  $C_0$  du condensateur variable. Le facteur de surtension est  $Q_1$

$$L_a C_0 \omega^2 = 1 \quad (1) \quad \omega = 2 \pi F. \quad F = \text{fréq. de résonance}$$

$$\frac{1}{Q_1} = \frac{R_x}{L_a \omega} \quad (2)$$

2°) On ferme l'interrupteur I

Le circuit est maintenant amorti par une résistance parallèle  $R_x$  et  $C_x$  se trouve en parallèle sur C.

La résonance est alors obtenue, F demeurant constante, pour une nouvelle valeur  $C_{02}$  du condensateur variable C. Le facteur de surtension prend une nouvelle valeur  $Q_2$

$$L_a (C_{02} + C_x)^2 \omega^2 = 1 \quad (3)$$

$$Q_2 = \frac{L_a \omega}{R_x + \frac{L_a \omega^2}{C_x}} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{Q_2} = \frac{R_x}{L_a \omega} + \frac{L_a \omega}{C_x} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{Q_2} = \frac{1}{Q_1} + \frac{L_a \omega}{C_x} \quad (4)$$

On déduit de ces mesures que :

$$C_x = C_{01} - C_{02} \quad (4)$$

$$\text{et} \quad \frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} = \frac{L_a \omega}{C_x} \quad (5)$$

(\*) voir "Mesures en Radiotechnique" par E. FROMY.



Or  $L_{av} = \frac{1}{C_{ow}}$  et  $\frac{L_{av}}{R_x} = \frac{1}{C_{ow} R_x}$  En remplaçant dans (75)

on obtient :

$$\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} = \frac{1}{C_{ow} R_x} \quad \text{et} \quad \frac{1}{R_x \omega} = C_0 \left( \frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} \right)$$

$$\text{Or } Tg\delta = \frac{1}{R_x \frac{C_{ow}}{x}} \quad \text{d'où} \quad Tg\delta = \frac{C_{o1}}{C_x} \left( \frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} \right) \quad \text{ou :}$$

$$0 \quad Tg\delta = \frac{C_{o1}}{C_{o1} - C_{o2}} \left( \frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} \right)$$

REMARQUE - Dans la discussion précédente, aucune hypothèse n'a été faite en ce qui concerne la réalisation du condensateur  $C_x$ . on a supposé en outre que le champ dans le diélectrique était parfaitement homogène.

Or, il ne peut en être ainsi que moyennant l'utilisation de cellules de mesures appropriées, qui permettent d'obtenir un effet équivalent à celui d'un anneau de garde.

Il est nécessaire, en outre, d'employer une méthode de mesures qui élimine l'influence des capacités parasites.

B) Influence des pertes du condensateur variable C (condensateur d'accord du Q. Mètre).

Rappelons que dans un condensateur variable à air de précision du type de celui utilisé sur le Q. Mètre, les pertes parallèles sont indépendantes de la valeur de la capacité. Les pertes série par contre varient avec la capacité.

Dans la méthode pratique de mesures indiquée (voir § 8 ci-dessus, les pertes parallèles s'éliminent par différence. Les pertes série s'éliminent de la même façon puisque le condensateur du Q. Mètre est laissé fixe dans les mesurés avec et sans échantillon.

On voit ainsi l'avantage résultant de l'utilisation du condensateur micrométrique, dont les pertes sont pratiquement constantes en fonction de la variation de capacité et dont l'inductance série est très faible.

./.



NOTA - L'effet des pertes, "série" du condensateur variable du Q. Mètre, se traduira, aux fréquences élevées, de la façon suivante : (se reporter 3° partie § C page II) l'accord étant réalisé avec seulement la bobine correspondant à la F choisie, pour une valeur  $C_0$  du condensateur variable du Q. Mètre, on notera également  $Q_0$ .

Puis l'appareillage auxiliaire étant mis en place, on obtiendra l'accord pour une nouvelle valeur  $C_1$  ( $C_1 < C_0$ ) du condensateur variable du Q. Mètre. La valeur  $Q_1$  lue à cet instant sera supérieure à  $Q_0$ .

C) Elimination des capacités parasites



Le système constitué par l'échantillon placé entre les 2 plateaux de la cellule comporte en réalité 4 capacités en parallèle.

1°) La capacité  $C_e$  constituée par le diélectrique.

On peut considérer que le champ entre les 2 armatures de cette capacité est homogène et que les lignes de force y sont parallèles.

2°) La capacité  $C_a$  à diélectrique air, dans l'intervalle où l'on peut considérer que les lignes de force sont toujours parallèles.

3°) La capacité  $C_b$  relative aux bords du condensateur et correspondant à des lignes de force courbes allant dans l'air, d'une armature à l'autre.

4°) Enfin, il faut tenir compte d'une capacité parasite  $C_p$  correspondant aux lignes de force provenant de l'armature supérieure et qui atteignent les objets environnants.

Or, en adoptant un diamètre d'échantillon inférieur au diamètre des armatures et en opérant par différence, comme dans la méthode préconisée, on voit que les capacités  $C_a$ ,  $C_b$ , et  $C_p$ , demeurant constantes dans les mesures avec et sans l'échantillon et qu'elles sont donc éliminées.

./.



D) Calcul de K, pouvoir inducteur spécifique

Soient :

S la surface totale d'une armature



S' : la surface occupée par l'échantillon de pouvoir inducteur K.

e ; l'écartement des armatures

Dans la mesure sans l'échantillon, on détermine une capacité  $C_1$

$$C_1 = \frac{S}{4 \pi e}$$

Dans la mesure avec l'échantillon

$$C_2 = \frac{S - S'}{4 \pi e} + \frac{KS'}{4 \pi e}$$

La variation de capacité due à l'introduction de l'échantillon a pour valeur :

$$\Delta C = C_2 - C_1 = \frac{S - S'}{4 \pi e} + \frac{KS'}{4 \pi e} - \frac{S}{4 \pi e}$$

$$= \frac{I}{4 \pi e} (S - S' + KS' - S)$$

$$= \frac{S'}{4 \pi e} (K - 1)$$

D'où l'on déduit que  $K = \frac{1 + 4 \pi e \Delta C}{S'}$

Si l'on exprime e en m/m, C en pF et S' en Cm<sup>2</sup>, on a :

$$K = 1 + \frac{I,13 \Delta C e}{S'} \quad K \text{ en unités c.g.s.}$$

./.



E) Influence des lames d'air

Soient :

$C'$  : la capacité mesurée avec interposition d'une lame d'air d'épaisseur  $e'$

et  $C$  ; la capacité réelle obtenue si  $e' = 0$

On démontre facilement que :

$$\frac{C'}{C} = \frac{e}{e + Ke'}$$

L'erreur commise sur la mesure de  $K$ , lorsqu'il vient s'interposer une lame d'air, a donc pour expression :

$$\frac{\Delta K}{K} = K \frac{e'}{e}$$

De même l'erreur commise sur  $Tg\delta$  est encore

$$\frac{\Delta Tg\delta}{Tg\delta} = K \frac{e'}{e}$$

Les valeurs mesurées  $K'$  et  $Tg\delta$  sont erronées par défaut.

Remarque pratique relative aux mesures sur les solides en plaques

Lorsque l'échantillon étudié n'a pas ses faces rigoureusement dressées et parallèles, la mesure de  $Tg\delta$  et de  $K$  risque d'être entachée d'une erreur importante due à une appréciation inexacte de "e" épaisseur de l'échantillon et à la présence d'une lame d'air entre l'échantillon et l'un des plateaux de la cellule.

Le mode opératoire sera donc modifié comme suit (§ C conduite des mesures 3°):

On placera l'échantillon entre les plateaux et on vissera le palmer de la cellule jusqu'à ce que l'échantillon puisse entrer et sortir à frottement doux.

On notera la lecture  $e_1$  du micromètre de la cellule et on effectuera les mesures comme indiqué. Puis on mesurera l'épaisseur moyenne de l'échantillon avec un palmer extérieur, soit  $e_2$

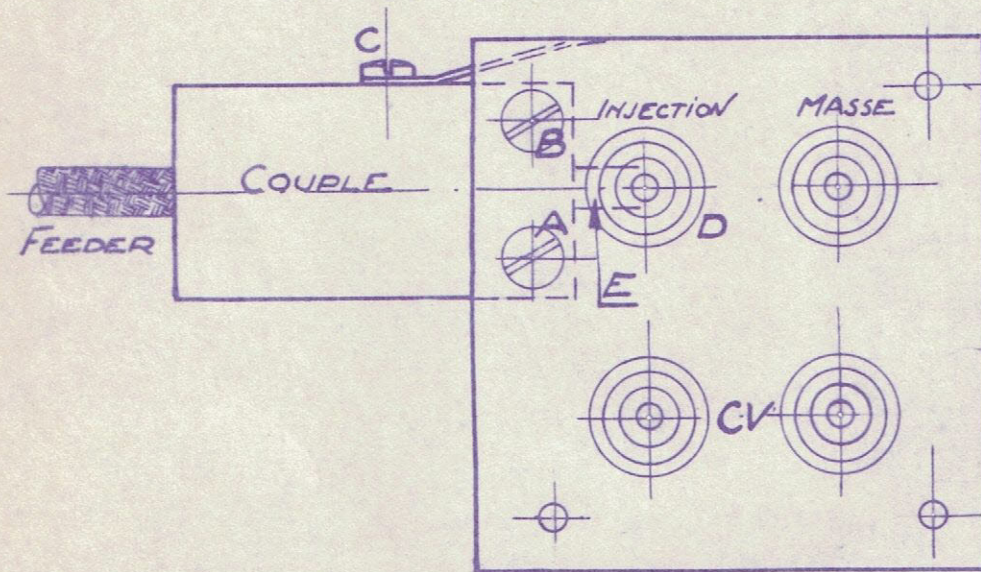
On corrigera la formule donnant  $Tg\delta$  et  $R$  en tenant compte d'une lame d'air d'épaisseur ( $e_1 - e_2$ )



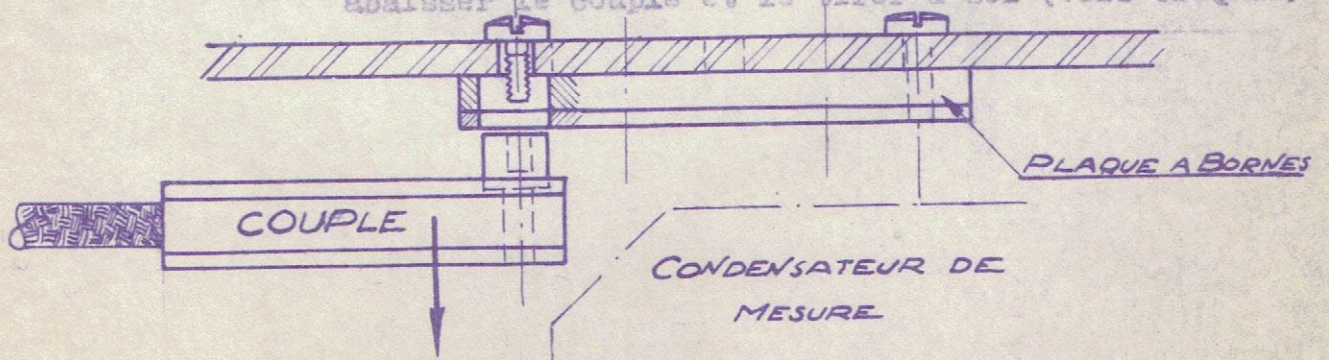
THERMOCOUPLES POUR Q. METRES TYPE M. 802

Remplacement du Thermocouple:

Procéder comme suit en tenant compte du schéma ci-dessous



- 1°- dessouder la languette en cuivre rouge "B" arrivant sur la borne injection " D"
- 2°- retirer les deux vis " A" et "B" puis la vis " C" abaisser le couple et le tirer à soi (voir croquis)



- 3°- ~~démontez la capacité de régulation~~
- 4°- dessouder la masse du feeder ( sur l'une des vis de fixation du galvanomètre du voltmètre à lampe ) .
- 5° - dessouder les deux fils reliant le feeder au galvanomètre d'injection .
- 6° - Ouvrir la tourelle . retirer six barrettes de gannes



gammes.....

consécutives ( ne pas oublier de repérer les bobinages avant démontage - cosse libre côté panneau avant ) .  
Dessouder le fil "chaud" et la masse .

7° - Pour remonter le nouveau couple , procéder de la même manière .

#### Remarques

1° - ne pas chercher à ouvrir le boîtier car la résistance d'injection est isolée de la masse par un mica très fin , par conséquent friable . Cette faible épaisseur est justifiée pour obtenir le rapport  $\sqrt{\frac{L}{C}}$  constant en fonction de la fréquence .

2° - la languette en cuivre rouge dépassant du boîtier du couple sera soudée au plus court sur la borne d'injection , en la chauffant au minimum .

3° le nouveau tarage se fera en basse fréquence sur 100 Kcs par exemple , ( par la méthode du  $\Delta C$  voir notice page 22 ou avec une bobine étalonnée ) en agissant sur la potentiomètre " P.5"



7 et 9 RUE DES CLOYS - PARIS XVIII

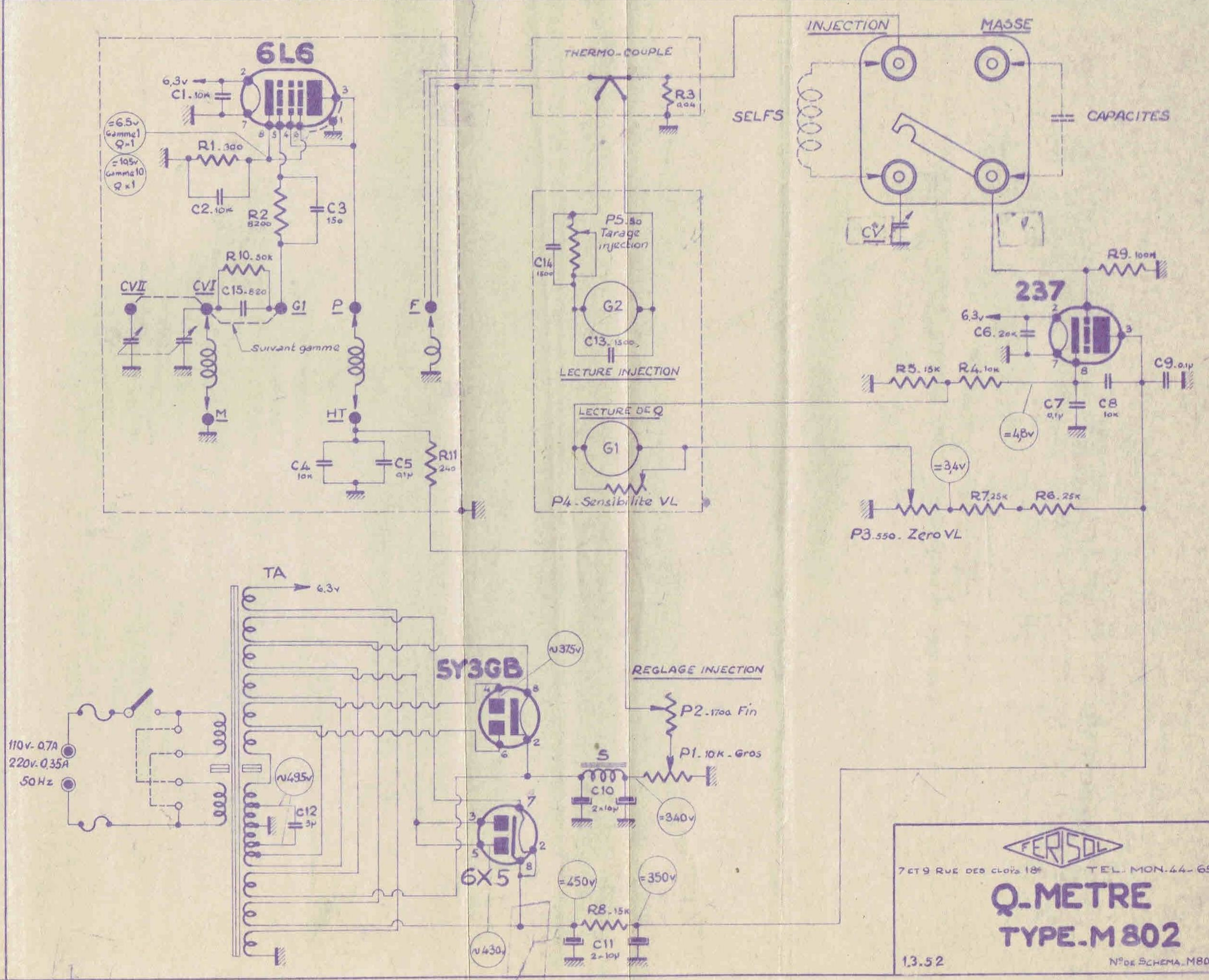
TEL : MOH. 44.65



REP	VALEURS	TOL	N°STOCK
R1	300 Ω - 2W	±5%	103986
R2	8200 Ω - 1/4W	±5%	103917
R3	0,04 Ω	±5%	
R4	10 KΩ	±1%	103362
R5	15 KΩ	±1%	103363
R6	25 KΩ (2x12,5K) } Bobines	±1%	2x103364
R7	25 KΩ (2x12,5K) } néces	±1%	2x103364
R8	15 KΩ - 1W	±10%	
R9	100 MΩ - 1W	±20%	103390
R10	50 KΩ - 1/2W	±5%	103549
R11	240 Ω - 1W	±5%	103239
P1	10 KΩ	±10%	103656
P2	1700 Ω	±10%	A2722/F
P3	550 Ω	±10%	A2722/C
P4	3000 Ω		A6251
P5	50 Ω		A6252
C1	10 Kpf - Céramique	±10%	103892
C2	10 Kpf - Céramique	±10%	103892
C3	150 pf - Céramique	±1%	100812
C4	10 Kpf - Céramique	±10%	103892
C5	0,1 μF - 1500V	±10%	103333
C6	20 Kpf - 1500V	±10%	104163
C7	0,1 μF - 1500V	±10%	103333
C8	10 Kpf - 1500V	±10%	103892
C9	0,1 μF - 1500V	±10%	103333
C10	2x10 μF - 550V	±10%	103315
C11	2x10 μF - 550V	±10%	103315
C12	3 μF - 1500V	±10%	103301
C13	1500 pf - 1500V	±10%	103981
C14	1500 pf - 1500V	±10%	103981
C15	820 pf Céramique	±20%	103947
TA	Transfo. Aliment.		A7493
S	Self de filtrage		5134
G1	Galvanometre 200 μA - 825 Ω		104166
G2	Galvanometre 1 mA - 3,5 Ω		104165
	Thermo-couple		A6263
	Lampe 6,3V-0,3A		100100

**NOTA.**

Les repères des résistances et des capacités sont suivis d'un nombre. Ce dernier indique pour les résistances leur valeur en ohms et pour les capacités leur valeur en picofarads ou microfarads  
 $K = \times 1000$   
 $M = 10^6$



**FERISOL**

7 ET 9 RUE DES CLOYS 18<sup>e</sup> TEL. MON. 44-65

**Q-METRE  
TYPE M 802**

13.52 N° DE SCHEMA M802-II