



COMPAGNIE GENERALE DE METROLOGIE

METRIX

ANNECY

FRANCE

PONT A IMPEDANCES IX 307A

NOTICE TECHNIQUE

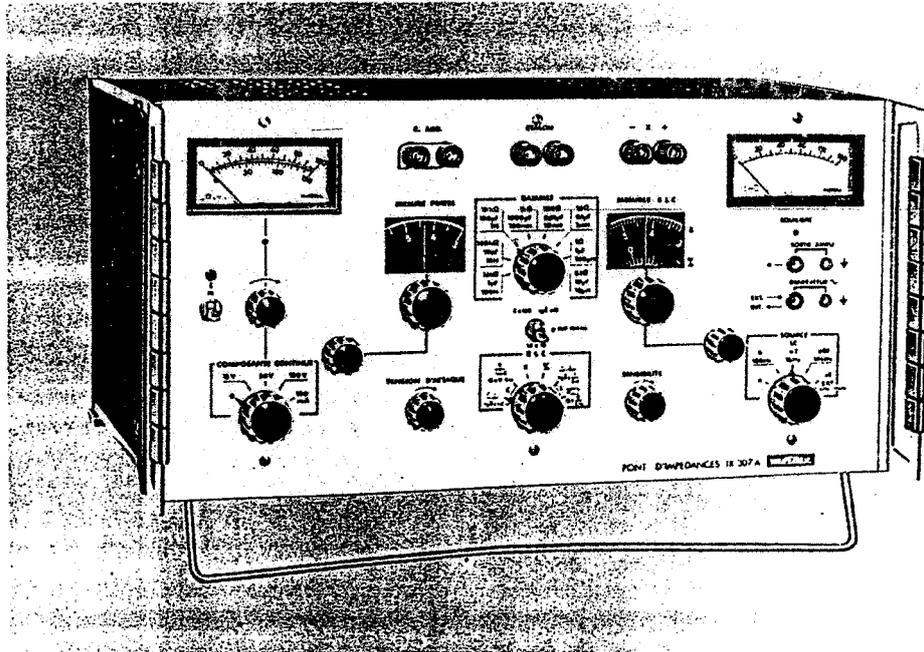
IM333

Appareils 1001 à 1110

Edition de Mars 1967
anj

IC 3.1646

Pont à Impédances IX 307 A



Caractéristiques techniques :

MESURE DE RESISTANCES : 0,01 Ω à 10 M Ω en 8 gammes.

Précision à 1 000 Hz :

$\pm 1 \%$ de 0,1 Ω à 1 M Ω

$\pm 2 \%$ pour les valeurs supérieures.

MESURE DE CAPACITÉS : 0,1 pF à 10 000 μ F en 8 gammes.

Précision à 1 000 Hz :

$\pm 1 \%$ de 100 pF à 10 μ F

$\pm 2 \%$ $\pm 0,2$ pF pour les autres valeurs.

MESURE DES INDUCTANCES : 1 μ H à 10 000 H.

Précision à 1 000 Hz :

$\pm 2 \%$ de 10 à 100 μ H ; $\pm 2 \%$ de 100 μ H à 10 H ;

$\pm 3 \%$ de 10 à 10 000 H.

MESURE DES PERTES : $\tan \delta$: de 0 à ∞ . $\tan \delta = \frac{1}{Q}$.

Lecture directe du coefficient de surtension Q : 0 à 15.

Précision à 1 000 Hz : $\pm 5 \%$

Lecture directe de l'angle perte $\tan \delta$: 0,4 % à 15 %.

Précision à 1 000 Hz : $\pm 5 \%$.

COMPARAISONS DES IMPEDANCES : — 20 % à + 20 %.

FREQUENCE DE MESURE INTERNE :

100 Hz - 1 kHz - 10 kHz $\pm 1 \%$.

Possibilité d'attaquer le pont par une tension BF extérieure de 50 Hz à 10 kHz.

COMPOSANTE CONTINUE : pour la mesure de capacités et d'inductances

TENSION CONTINUE : réglable progressivement de 0 à 150 V.

Résistance interne de la source : 1,5 k Ω environ.

INTENSITE CONTINUE : 0 à 100 mA réglable progressivement.

SORTIE TENSION CONTINUE : 21 V réglée, débit maximum 100 mA.

ALIMENTATION DU PONT DE MESURE : possible par une source extérieure continue.

Tension : de 18 V à 25 V.

Débit inférieur à 90 mA.

ALIMENTATION : 110/115 - 127 - 220/230 V 50 - 60 Hz.

CONSOMMATION : 12 VA environ.

DIMENSIONS :

largeur : 446 mm ; hauteur : 221,5 mm ; profondeur : 317,5 mm.

MASSE : 16 kg.

Le PONT A IMPEDANCES IX 307 A est un appareil destiné au laboratoire et à l'industrie. Il permet de mesurer :

- les résistances en continu ;
- les résistances, les capacités, les inductances en alternatif aux fréquences de 100 Hz, 1 kHz ou 10 kHz et de 50 Hz à 10 kHz en employant une source extérieure. Les éléments à mesurer peuvent être soumis à une composante continue, réglable à volonté, donnant ainsi la possibilité d'effectuer des mesures dans des conditions réelles d'emploi, et ce pour toutes les fréquences ;
- l'angle de perte $\tan \delta$ et le coefficient de surtension Q d'un condensateur et d'une self ;
- la valeur d'un élément par rapport à un étalon de mesure.

L'équilibre du pont est déterminé par un galvanomètre précédé d'un amplificateur de zéro. La tension amplifiée et la tension BF d'attaque du pont sont disponibles en sortie. Elles permettent de réaliser des figures de Lissajous et d'apprécier ainsi avec netteté la condition d'équilibre lorsque la recherche du minimum au galvanomètre s'avère délicate.

L'utilisation d'étalons internes, les cadrans de grandes dimensions, l'étendue des gammes de mesure confèrent au Pont IX 307 A une précision et une grande souplesse d'emploi.

Le Pont IX 307 A est entièrement transistorisé. Il est présenté dans un coffret de faible encombrement, et peut à volonté être utilisé sur table avec sa béquille escamotable ou être placé sur un rack standard 19 pouces.

TABLE DES MATIERES.

IM 333

	Pages
I - GENERALITES.	1
1.1. But	1
1.2. Principe	2
II - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES.	3
III - MISE EN OEUVRE.	6
3.1. Opération préliminaires	6
3.2. Mesure de capacités sans composante continue	6
3.3. Mesure de capacités avec composante continue	8
3.4. Mesure de résistances	9
3.5. Mesures comparatives à l'aide d'un étalon	9
3.6. Mesure des inductances sans composante continue	10
3.7. Mesure des inductances avec composante continue	11
3.8. Mesure avec source de tension extérieure.	12
3.9. Recherche de l'équilibre à l'aide d'un oscilloscope	13
3.10. Utilisation de la source interne	13
3.11. Utilisation d'une source extérieure pour alimenter l'amplificateur et l'oscillateur.	13/1
3.12. Mise en place des équerres pour fixation de l'appareil sur meuble rack.	13/1
IV - <u>CONCEPTION DE L'APPAREIL.</u>	14
4.1. Mesure d'un condensateur de bonne qualité	14
4.2. Mesure de condensateur dont l'angle de pertes est élevé	15
4.3. Représentation série ou parallèle	16
4.4. Mesure de capacités avec composante continue	17
4.5. Mesure de résistances	17
4.6. Mesures comparatives	18
4.7. Mesure des inductances ayant un coefficient de surtension élevé	18
4.8. Mesure des inductances ayant un faible coefficient de surtension.	20
4.9. Considérations sur la représentation série ou parallèle	21
4.10. Mesure avec une source extérieure	21
4.11. Oscillateur HF.	22
4.12. Modulateur	22
4.13. Amplificateur	23
4.14. Alimentation	23
LISTE DE PIECES ELECTRIQUES.	I
PLANCHES	
Planche 1 Schéma vue avant	IC 3,1674
Planche 2 Schéma de principe	IC 1,951

CHAPITRE I

GENERALITES

1.1. - BUT

Le pont à impédances IX307 A est un appareil de laboratoire qui permet de mesurer :

- . les résistances en continu,
- . les résistances, les capacités, les inductances en alternatif aux fréquences de 100 Hz, 1 kHz ou 10 kHz et de 50 Hz à 10 kHz en employant une source extérieure. Les éléments à mesurer peuvent être soumis à une composante continue, réglable à volonté, donnant ainsi la possibilité d'effectuer des mesures dans des conditions réelles d'emploi, et ce, pour toutes les fréquences,
- . l'angle de pertes $\text{tg}\delta$ et le coefficient de qualité Q d'un condensateur et d'une self, en lecture directe.
- . la valeur d'un élément par rapport à un étalon de mesure.

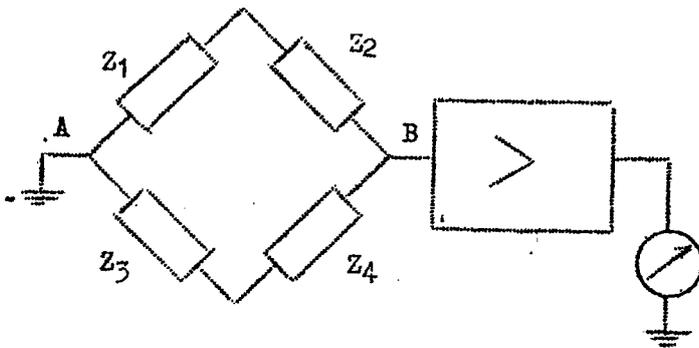
L'équilibre du pont est apprécié par un galvanomètre précédé d'un amplificateur de zéro. Grâce aux sorties ampli et BF (100 Hz - 1 kHz - 10 kHz) des figures de Lissajous sont réalisables permettant d'apprécier avec netteté la condition d'équilibre lorsque la recherche du minimum au galvanomètre s'avère délicate.

- . Entre autres applications, l'alimentation stabilisée interne de l'appareil peut être utilisée pour alimenter un circuit électronique en étude. Inversement, une alimentation externe pile - batterie de 23 V. + 10 % peut être employée pour alimenter l'amplificateur et l'oscillateur du pont IX 307 A et le rendre autonome.

1.2. - PRINCIPE

Le pont à impédances LX307 A découle du pont de Wheatstone.
Une diagonale du pont est alimentée par une tension continue ou par une tension alternative suivant la nature de l'élément à mesurer.

L'autre diagonale est constituée d'un détecteur de zéro qui comprend un amplificateur actionnant un galvanomètre indicateur.



L'équilibre est réalisé lorsque les points A et B sont au même potentiel et l'équation d'équilibre

$$\text{est : } \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4}$$

$$\text{ou } \frac{R_1 + jX_1}{R_2 + jX_2} = \frac{R_3 + jX_3}{R_4 + jX_4}$$

ce qui entraîne en égalant partie réelle et imaginaire

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad \text{et} \quad \frac{X_1}{X_2} = \frac{X_3}{X_4}$$

On a donc deux conditions d'équilibre : l'une pour les résistances R, l'autre pour les réactances X. S'il s'agit de résistances pures (pas de réactance) la mesure peut s'effectuer en continu et un seul réglage est nécessaire.

CHAPITRE II

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

MESURE DE RESISTANCES :

0,01 Ω à 10 M Ω en 8 gammes.
 précision à 1000 Hz : $\pm 1\%$ de 0,1 Ω à 1 M Ω .
 $\pm 2\%$ pour les valeurs supérieures.

MESURE DE CAPACITES :

0,1 pF à 10 000 μ F en 8 gammes.
 précision à 1000 Hz : $\pm 1\%$ de 100 pF à 10 μ F
 $\pm 2\%$ ou $\pm 0,2$ pF pour les autres valeurs.

MESURE DES INDUCTANCES :

1 μ H à 10 000 H.
 précision à 1000 Hz : $\pm 2\%$ de 10 à 100 μ H
 $\pm 2\%$ de 100 μ H à 10 H
 $\pm 3\%$ de 10 à 10 000 H.

MESURE DES PERTES $tg \delta$:

de 0 à ∞ . $tg \delta = \frac{1}{Q}$

lecture directe de l'angle de pertes $tg \delta$: 0,4 % à 15 %.
 précision à 1000 Hz : $\pm 5\%$.
 lecture directe du coefficient de surtension Q : 0 à 15.
 précision à 1000 Hz : $\pm 5\%$.

COMPARAISONS DES IMPEDANCES : - 20 % à + 20 %.

FREQUENCE DE MESURE INTERNE :

100 Hz - 1 kHz - 10 kHz $\pm 1\%$.
 possibilité d'attaquer le pont par une tension BF extérieure
 de 50 Hz à 10 kHz.

COMPOSANTE CONTINUE :

Intensités 0 à 100 mA.
 (résistance interne : 1,5 k Ω environ).
 tension continue : réglable progressivement de 0 à 150 V.

SEMI-CONDUCTEURS UTILISES :

14 x BYY33 ; 2 x ZD22 ; 5 x BAY17 ; 4 x OA73 ;
2 x BSY85 ; 3 x BSY51 ; 2 x OC465 ; 10 x BSY73.

ALIMENTATION :

110/115 - 127 - 220/250 V. 50 à 60 Hz.

CONSOMMATION :

12 VA environ.

DIMENSIONS :

Largeur : 445 mm ; hauteur : 220 mm ; profondeur : 287 mm.
(317 mm avec poignées).

MASSE :

16 kg.

ALIMENTATION 23 V AMPLI ET OSCILLATEUR : disponible en sortie.

Tension régulée à 1 % pour une variation secteur de $\pm 10\%$ à vide $23\text{ V} \pm 10\%$.

Tension en charge $21\text{ V} \pm 10\%$.

Débit maximum 100 mA.

- Possibilité d'alimenter le pont par une source extérieure continue.

Tension : de 18 V à 25 V.

Débit inférieur à 90 mA.

ACCESSOIRES

ACCESSOIRES LIVRES AVEC L'APPAREIL

AA870	3 Fusibles 0,16 A
AE108	1 Housse de protection
GB603	1 Cavalier court-circuit
GH28	1 Clé de serrage
AA470	1 Cavalier moulé
AA 860	1 fusible 0,1 A

CHAPITRE III

MISE EN OEUVRE

Se reporter à la planche 1 qui donne une vue avant et arrière de l'appareil avec les différentes commandes. Celles-ci sont repérées par un numéro d'ordre suivi d'un symbole qui correspond au repère topologique figurant sur le schéma de principe.

3.1. - OPERATIONS PRELIMINAIRES

Sur le panneau arrière de l'appareil

- Placer le contacteur sélecteur de tensions (26) sur la position correspondant à la tension du réseau local.
- Vérifier l'état des fusibles F1 (27) et F2 (28), F3 (29).
- Vérifier que le cavalier (24) soit placé en position horizontale comme indiqué sur le schéma.

Sur le panneau avant de l'appareil

- Vérifier que le court-circuit est bien en place sur les douilles R.ADD.
- Placer l'interrupteur (22) en position haute, le voyant rouge (23) s'allume.
- L'appareil est prêt à être utilisé.

3.2. - MESURE DE CAPACITES SANS COMPOSANTE CONTINUE

- Brancher le condensateur entre les douilles - et + de X.
- Placer les commandes :
- COMPOSANTE CONTINUE sur 0.
- RLC sur C $\text{tg } \delta = rC \omega$
- SOURCE sur x 0,1 10 kHz ; x 1 1 kHz ou sur * 100 Hz.

Sur la position * 100 Hz, l'astérisque indique qu'il faut se reporter au commutateur (16) qui doit être placé en position basse $10 \times$; dans ce cas le coefficient multiplicateur est de 10. (16) doit être placé en position haute uniquement pour des mesures de capacités de 100 à 10 000 μF avec une source de 100 Hz.

- Tension D'ATTAQUE à mi-course.
- SENSIBILITE en un point donnant 30 graduations au galvanomètre (10 M2)
- GAMMES en un point donnant une indication minimum du galvanomètre (10 M2). On approche de l'équilibre lorsque l'aiguille tend vers 0. On peut alors augmenter la sensibilité.
- MESURES RLC. Tourner le cadran à l'aide de (9) dégrossissage ou (14) démultiplicateur en observant le galvanomètre M_2 . Si l'aiguille tend vers 0 pour un sens de rotation du cadran c'est dans ce sens qu'il faut tourner le cadran. Si l'on arrive en fin de course du cadran principal avant d'avoir atteint le minimum, passer sur la position suivante du contacteur GAMMES et continuer à rechercher le minimum.
- MESURE PERTES. Parfaire l'équilibre à l'aide de ce cadran avec les commandes (2) dégrossissage ou (19) démultiplicateur en observant le galvanomètre. Lorsque l'équilibre est parfait on peut augmenter la sensibilité au maximum sans surcharger le galvanomètre.

Si l'équilibre n'est pas atteint sur la position extrême du cadran MESURE PERTES c'est-à-dire si $\text{tg } \delta$ est supérieur à 15 % placer le contacteur RLC sur C $Q = RC\omega$. Sur cette position le contacteur (16) doit obligatoirement être placé en position basse sur $10 \times$. Rechercher l'équilibre en agissant simultanément sur les cadrans MESURES PERTES et MESURES RLC.

Interprétation des résultats

1°) Le contacteur RLC est sur C $\text{tg } \delta = \frac{rC\omega}{1}$

La lecture s'effectue sur l'échelle X du cadran MESURES RLC

Capacités $C = \text{MESURES RLC} \times \text{GAMMES} \times \text{coefficient de source}$

Angle de pertes $\text{tg } \delta = \text{MESURES PERTES}$ exprimée en %

Coefficient de qualité $Q = 1/\text{tg } \delta$

Résistance de fuite $r = \text{tg } \delta / 2\pi FC$ avec $F = 100 \text{ Hz} - 1 \text{ kHz}$ ou 10 kHz .

Exemple :

lecture MESURES RLC = 5,5

lecture GAMMES = 1 μF

lecture SOURCE = * 100 Hz

lecture MESURES PERTES = 4

COMMUTATEUR (16) = $10 \times$

$C = 5,5 \times 1 \mu\text{F} \times 10 = 55 \mu\text{F}$

$\text{tg } \delta = \frac{4}{100}$

$Q = \frac{100}{4} = 25$

$r = \frac{4}{100} \times 2\pi \times 100 \times 55 \times 10^{-6} = 1,158 \Omega$

Nota :

Lorsque le commutateur (16) est en position basse $10^3 \times 10$
le coefficient de source est de 10 et $\text{tg} \delta$ est lue directement
sur MESURES PERTES.

Lorsque le commutateur (16) est en position haute $10^3 \times 100 \times \text{tg} \delta \times 10$
le coefficient de source est de 100 et $\text{tg} \delta = \text{lecture MESURES}$
PERTES $\times 10$.

2°) Le contacteur RLC est sur C $Q = RC\omega$

La lecture s'effectue sur l'échelle X du cadran MESURE RLC
Capacités = lecture MESURE RLC \times GAMMES \times coefficient de source
Coefficient de qualité $Q = \text{lecture MESURES PERTES}$
Angle de pertes $\text{tg} \delta = 1/Q$.
Résistance de fuite $R = Q/2 \times FC$ avec $F = 100 \text{ Hz} - 1 \text{ kHz}$ ou 10 kHz .

Exemple :

lecture MESURES RLC = 4,7
lecture GAMMES = 10 pF
lecture SOURCE = $\times 1$ 1 kHz
lecture MESURES PERTES = 2
 $C = 4,7 \times 10 \text{ pF} \times 1 = 47 \text{ pF}$
 $Q = 2$

$$\text{tg} \delta = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ soit } 50 \%$$

$$R = 2/2 \times 3,14 \times 10^3 \times 47 \times 10^{-12} = 6,8 \text{ M}\Omega \text{ environ.}$$

La capacité obtenue dans ce cas est celle de la représentation
parallèle. Si le condensateur mesuré doit être représenté par
une capacité en série avec une résistance R_s il faut appliquer
la formule $C_s = C_p (1 + \text{tg}^2 \delta)$.
Dans le cas de l'exemple précédent :

$$C_s = 47 \text{ pF} (1 + 0,25) = 58,75 \text{ pF.}$$

3.3. - MESURE DE CAPACITES AVEC COMPOSANTE CONTINUE

- Brancher le condensateur entre les douilles - et + de X en respectant la polarité indiquée sur le condensateur.
- Placer les contacteurs :
- COMPOSANTE CONTINUE sur 15 - 50 ou 150 V selon la valeur de la tension admissible par le condensateur.
- Agir sur la commande (20) pour afficher sur le cadran du galvanomètre M_1 la valeur de la tension désirée.
- SOURCE sur 100 Hz - 1 kHz ou 10 kHz.

Effectuer les réglages comme indiqué au paragraphe "Mesure de capacités sans composante continue".

3.4. - MESURE DES RESISTANCES

- Brancher la résistance entre les douilles - et + de X.
- Placer les commandes :
- COMPOSANTE CONTINUE sur 0.
- RLC sur R.
- SOURCE sur = pour des mesures en continu,
sur 100 Hz - 1 kHz ou 100 Hz pour des mesures en alternatif.
- Tension d'ATTAQUE à mi-course.
- SENSIBILITE en un point donnant 30 graduations du galvanomètre 10.MP
- Rechercher l'équilibre du pont à l'aide de GAMMES et de MESURES RLC comme indiqué au paragraphe 3.2. La commande MESURES PERTES est sans action. La COMPOSANTE CONTINUE ne peut être appliquée sur la résistance à mesurer.

Interprétation des résultats

La lecture s'effectue sur l'échelle X du cadran MESURES RLC
 $R = \text{GAMMES} \times \text{MESURES RLC}$.

3.5. - MESURES COMPARATIVES A L'AIDE D'UN ETALON

- Brancher l'étalon Résistances Selfs ou condensateur aux bornes des douilles ETALON. L'étalon et l'élément à comparer doivent être de même nature et de valeur proche.
- Brancher la résistance, self ou condensateur mesurés entre - et + de X.
- Placer les commandes :
- COMPOSANTE CONTINUE sur 0.
- RLC sur %.
- SOURCE sur = pour des comparaisons de résistances,
sur 100 Hz - 1 kHz ou 10 kHz pour des comparaisons de résistances de selfs ou de condensateurs.

- Tension D'ATTAQUE à mi-course.
- SENSIBILITE en un point donnant 30 graduations du galvanomètre M2
- Rechercher l'équilibre à l'aide de MESURES RLC. Le commutateur de GAMMES et MESURES PERTES sont sans action. La COMPOSANTE CONTINUE ne peut être appliquée sur le pont.

Interprétation des résultats

La lecture s'effectue directement sur l'échelle % de MESURES RLC
 Valeur de l'élément X à mesurer = valeur de l'étalon $\times (1 + \frac{n}{100})$
 avec n lecture du cadran.

3.6. - MESURE DES INDUCTANCES SANS COMPOSANTE CONTINUE

La self à mesurer est branchée entre - et + de X.

- Placer les commandes :
- COMPOSANTE CONTINUE sur 0.
- RLC sur L $\text{tg } \delta = r/L\omega$
- SOURCE sur * 100 Hz - 1 kHz ou 10 kHz.
- (16) sur LCx10 position basse.
- Tension d'ATTAQUE à mi-course.
- SENSIBILITE en un point donnant 30 graduations au galvanomètre M2.
- Rechercher l'équilibre de la même façon que pour les capacités. Si l'équilibre n'est pas atteint sur la position extrême du cadran MESURES PERTES c'est-à-dire si $\text{tg } \delta$ est supérieur à 15 % placer le contacteur RLC sur L $Q = \frac{R}{L\omega}$. Rechercher l'équilibre en agissant simultanément sur les cadrans MESURES PERTES et MESURES RLC.

Interprétation des résultats

1°) Le contacteur RLC est sur L $\text{tg } \delta = r/L\omega$.

La lecture s'effectue sur l'échelle X du cadran MESURES RLC
 Inductance $L = \text{MESURES RLC} \times \text{GAMMES} \times \text{Coefficient de SOURCE}$
 Angle de pertes $\text{tg } \delta = \text{MESURES PERTES}$ exprimée en %
 Coefficient de qualité $Q = 1/\text{tg } \delta$.
 Résistance $r = \text{tg } \delta \cdot 2\pi FL$ avec $F = 100 \text{ Hz} - 1 \text{ kHz}$ ou 10 kHz .

Exemple :

Lecture MESURES RLC = 3,25
 Lecture GAMMES = 10 mH
 Lecture SOURCE = x 0,1 10 kHz
 Lecture MESURES PERTES = 2.

$$L = 3,25 \times 10 \text{ mH} \times 0,1 = 3,25 \text{ mH}$$

$$\text{tg } \delta = 2 \%$$

$$Q = \frac{100}{2} = 50$$

$$r = \frac{2}{100} \times 2\pi \times 10^4 \times 3,25 \times 10^{-3} = 4 \Omega$$

2°) Le contacteur RLC est sur L $Q = R/L\omega$

La lecture s'effectue sur l'échelle X du cadran MESURES RLC

Inductance L = MESURES RLC x GAMES x Coefficient de SOURCE

Coefficient de qualité Q = MESURES PERTES

Angle de pertes $\text{tg } \delta = 1/Q$

Résistance R = Q. $2\pi FL$ avec F = 100 Hz - 1 kHz ou 10 kHz.

Exemple :

Lecture MESURES RLC = 7,7

Lecture GAMES = 100 mH

Lecture SOURCE = * 100 Hz

Lecture MESURES PERTES = 3

$L = 7,7 \times 100 \text{ mH} \times 10 = 7700 \text{ mH} = 7,7 \text{ H}$

$Q = 3$

$\text{tg } \delta = 1/3 = 0,33 = 33 \%$

$R = 3 \times 2 \times \pi \times 100 \times 7,7 = 14\ 514 \Omega$

La self dans ce cas est celle de la représentation parallèle.

Si la self mesurée doit être représentée par une self en série avec une résistance il faut appliquer la formule :

$$L_s = L_p \left(\frac{1}{1 + \text{tg}^2} \right) = L_p \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{Q^2}} \right)$$

Dans l'exemple précédent :

$$L_s = 7,7 \text{ H} \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{9}} \right) = 6,93 \text{ H}$$

3.7. - MESURE DES INDUCTANCES AVEC COMPOSANTE CONTINUE

- Brancher la self entre les douilles - et + de X.
- Placer les contacteurs :
- SOURCE sur * 100 Hz - 1 kHz ou 10 kHz.
- COMPOSANTE CONTINUE sur mA.
- Agir sur la commande (21) pour afficher sur le galvanomètre (1.M1) la valeur du courant qui traverse la self.

La valeur maximum de l'intensité lue sur le galvanomètre est de :

100 mA pour une résistance de self de 0 Ω

80 mA pour une résistance de self de 300 Ω

60 mA pour une résistance de self de 600 Ω , etc.

- Effectuer les réglages comme indiqué au paragraphe 3.6. "Mesure des inductances sans composante continue".

3.8. - MESURE AVEC SOURCE DE TENSION EXTERIEURE

En mettant le commutateur SOURCE sur x 1 EXT. la tension alternati interne se trouve coupée et le pont peut être alimenté par une source BF externe de 50 Hz à 10 000 Hz. Cette source est branchée aux douilles BF. EXT. Elle doit être asymétrique avec un côté à la masse et délivrer une tension de 0,2 à 2 V. Le niveau d'attaq est variable avec la fréquence.

- Lorsque la fréquence est comprise entre 50 et 1000 Hz, il est nécessaire d'utiliser des résistances à décades que l'on branche aux douilles R.ADD. après avoir enlevé le court-circuit.
- Placer MESURES PERTES à 0.
- Commande SENSIBILITE à 1/5 de sa course.
- Agir sur niveau de sortie du générateur pour avoir 30 graduations.
- Rechercher l'équilibre à l'aide de GAMES, MESURES RLC, et des résistances à décades. Augmenter la sensibilité et le niveau d'attaque si nécessaire.
- La valeur de l'élément = GAMES x MESURES RLC
 $\text{tg } \delta = RC\omega$ (voir paragraphe 4.10.).
 avec R valeur de la résistance à décades.

$$C = 48,6 \times 10^{-9} \text{ F}$$

$$\omega = 2\pi F$$

Exemple 1 : Mesure d'un condensateur. Contacteur RLC sur C $\text{tg } \delta = RC\omega$

lecture GAMES = 10 μF

lecture MESURES RLC = 6,3

Valeur R décades = 2520 Ω

Fréquence = 50 Hz.

$C = 10 \mu\text{F} \times 6,3 = 63 \mu\text{F}$

$$\text{tg } \delta = RC\omega = 2520 \Omega \times 48,6 \times 10^{-9} \times 2\pi \times 50 = 0,038 = 3,8 \%$$

Exemple 2 : Mesure d'une inductance. Contacteur RLC sur L $Q = \frac{R}{L\omega}$

lecture GAMES = 1 H

lecture MESURES RLC = 7,2

Valeur R décades = 150 k Ω

Fréquence = 200 Hz

$$L = 1\text{H} \times 7,2 = 7,2 \text{ H}$$

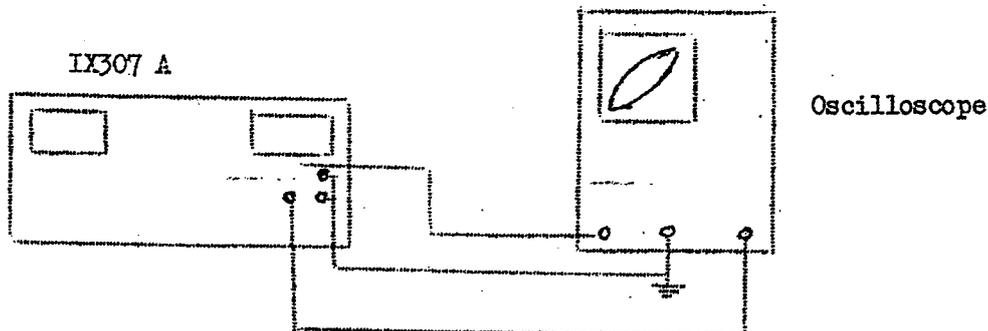
$$Q = RC\omega = 150 \text{ k}\Omega \times 10^3 \times 48,6 \times 10^{-9} \times 2\pi \times 200 = 9,15$$

Pour des fréquences supérieures à 1000 Hz le cadran MESURES PERTES peut être utilisé pour effectuer des mesures. Dans ce cas, la correction à faire consiste à multiplier la valeur lue de MESURES PERTES $\text{tg } \delta$ ou Q par la fréquence de la tension d'attaque exprimée en kHz.

Exemple :
 lecture MESURES PERTES = $\text{tg } \delta = 5 \%$
 fréquence de source 2 kHz
 $\text{tg } \delta = 5 \% \times 2 = 10 \%$

3.9. - RECHERCHE DE L'EQUILIBRE A L'AIDE D'UN OSCILLOSCOPE.

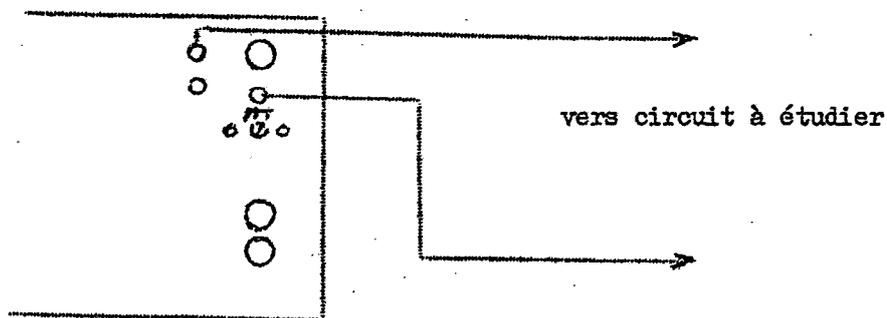
- Effectuer le branchement indiqué ci-dessous.



- Brancher l'élément à mesurer aux bornes - et + de X.
- Agir sur les commandes TENSION D'ATTAQUE et SENSIBILITE du pont, et sur SENSIBILITES de l'oscilloscope pour obtenir sur l'écran une ellipse non déformée.
- Rechercher l'équilibre du pont comme indiqué dans les paragraphes précédents. Lorsque l'équilibre est réalisé on doit avoir sur l'écran de l'oscilloscope une droite horizontale.

3.10. - UTILISATION DE LA SOURCE INTERNE.

Enlever le cavalier (24) situé à l'arrière de l'appareil et effectuer le branchement ci-dessous.



Le débit maximum de la source est de 100 mA.

En cas de non fonctionnement, vérifier l'état du fusible de protection F3 (29) situé à l'arrière de l'appareil

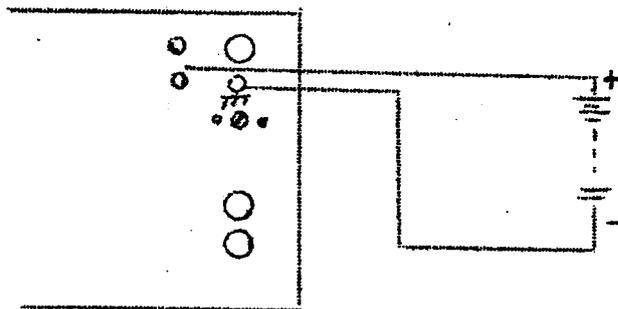
3.11. - UTILISATION D'UNE SOURCE EXTERIEURE POUR ALIMENTER L'AMPLIFICATEUR ET L'OSCILLATEUR.

Une source extérieure alimentant l'amplificateur et l'oscillateur peut être utilisée pour rendre l'appareil autonome.

L'alimentation extérieure est comprise entre 18 et 25 V et le débit de la source inférieure à 90 mA.

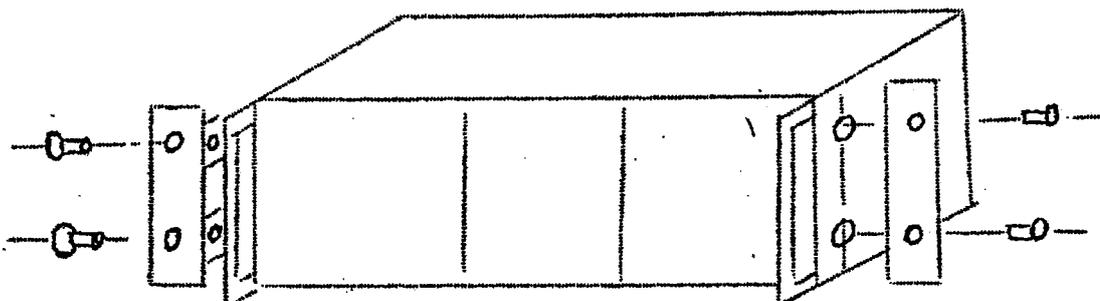
Dans ce cas d'utilisation les mesures de résistances en continu, de self et condensateurs avec composante continue ne peuvent être réalisées si la prise secteur reste débranchée.

Enlever le cavalier (24) situé à l'arrière de l'appareil et effectuer le branchement ci-dessous.



3.12. - MISE EN PLACE DES EQUERRES POUR FIXATION DE L'APPAREIL SUR MEUBLE RACK.

Pour transformer l'appareil en coffret rack dévisser les 4 Vis crenelées situées sur les cotés de l'appareil, enlever les équerres noires, les retourner de façon à les présenter comme indiqué ci-dessous et les revisser sur le châssis.



L'appareil est prêt à être placé sur un bâti rack.

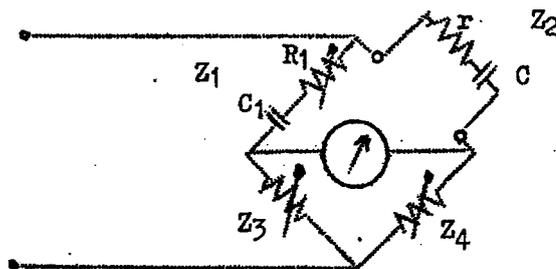
CHAPITRE IV

CONCEPTION DE L'APPAREIL

Se reporter au schéma de principe planche 2 pour la compréhension du fonctionnement.

4.1. - MESURE DE CONDENSATEUR DE BONNE QUALITE

Le condensateur à mesurer est représenté par un circuit série rC. Le pont utilisé est représenté ci-dessous. Il est alimenté en alternatif par une source interne 100 Hz - 1 kHz ou 10 kHz ou par une source externe de 50 Hz à 10 kHz.



Les impédances des différentes branches sont les suivantes :

$$Z_1 = R_1 - j/C_1\omega \text{ avec}$$

R_1 = potentiomètre variable R_{22} .

C_1 = condensateurs C_{16} à C_{19} commutables par S_5 suivant la fréquence de la source

$$Z_2 = r - j/C\omega$$

Z_3 = potentiomètre R_{21}

Z_4 = résistances R_{26} à R_{33} sélectionnées par S_7 commutateur de gammes.

$$\text{A l'équilibre } Z_3 (r - j/C\omega) = Z_4 (R_1 - j/C_1\omega)$$

$$\text{ce qui entraîne : } C = Z_3 C_1 / Z_4$$

$$r = Z_4 R_1 / Z_3$$

$$\text{tg } \delta = rC\omega = R_1 C_1 \omega = \text{angle de pertes}$$

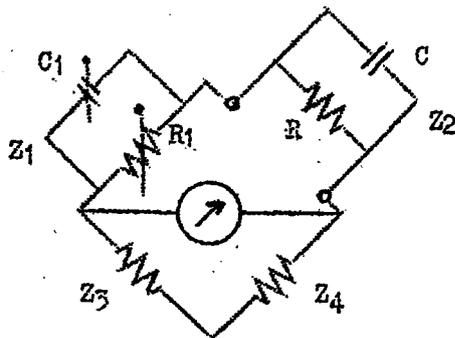
$$Q = 1/\text{tg } \delta = 1/rC\omega = 1/R_1 C_1 \omega = \text{coefficient de qualité.}$$

Le produit $Z_3 C_1$ ou coefficient multiplicateur près varie de 0 à 11. Ces graduations sont reportées sur le cadran de R_{22} qui donne la valeur de la capacité à multiplier par les coefficients déterminés par S_7 et S_5 , exprimés en puissance de 10.

Le produit $R_1 C_1$ varie de 0 à 0,15 ou 15 %. Ces graduations sont reportées sur le cadran de R_{22} qui détermine la valeur de l'angle de pertes. En utilisant la formule $\text{tg } \delta = rC\omega$, il est facile de déterminer la valeur de la résistance de fuite. $r = \text{tg } \delta / C\omega$

4.2. - MESURE DE CONDENSATEUR DONT L'ANGLE DE PERTES EST ELEVE

Le condensateur à mesurer est représenté par un circuit parallèle R C. Le pont utilisé est représenté ci-dessous. Il est alimenté en alternatif comme dans les cas précédents.



Les inverses des impédances ou impédances directes sont les suivantes

$$1/Z_1 = 1/R_1 + jC_1\omega \text{ avec :}$$

R_1 = potentiomètres variables $R_{19} + R_{22}$

C_1 = condensateurs C_{16} à C_{19} commutables par S_5 suivant la fréquence de la source.

$$1/Z_2 = 1/R + jC\omega$$

Z_3 = potentiomètre R_{21}

Z_4 = résistances R_{26} à R_{33} sélectionnées par S_7 commutateur de gammes.

$$\text{A l'équilibre } Z_4 (1/R + jC\omega) = Z_3(1/R_1 + jC_1\omega)$$

$$\text{ce qui entraîne } C = Z_3 C_1 / Z_4$$

$$R = Z_4 R_1 / Z_3$$

$$\text{tg } \delta = 1/RC\omega = 1/R_1 C_1 \omega = \text{angle de pertes}$$

$$Q = 1/\text{tg } \delta = RC\omega = R_1 C_1 \omega = \text{coefficient de qualité.}$$

La formule donnant C est identique à celle du paragraphe précédent, donc même cadran et même système de lecture.

Le produit $R_1 C_1 \omega$ donnant le coefficient de qualité varie de 0 à 15. Les potentiomètres $R_1 = R_{19} + R_{23}$ sont liés mécaniquement au cadran pertes, dont les graduations restent valables (voir par. précédent.) En utilisant $Q = RC\omega$ il est facile de déterminer la valeur de la résistance de fuite $R = Q/C\omega$

4.3. - REPRESENTATION SERIE OU PARALLELE

Un condensateur peut être représenté par un circuit série ou par un circuit parallèle. Si l'on désire passer d'une représentation à une autre il faut considérer que pour un même condensateur les impédances sont égales ainsi que l'angle de pertes.

$$\text{Impédance parallèle } Z_p = \frac{R_p (1 - jR_p C_p \omega)}{1 + R_p^2 C_p^2 \omega^2}$$

$$\text{Impédance série } Z_s = R_s - \frac{j}{C_s \omega}$$

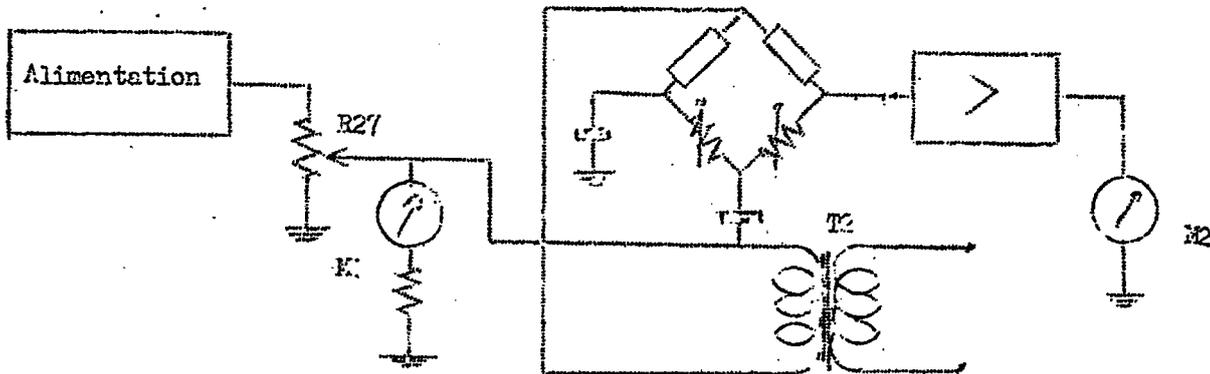
en écrivant $Z_p = Z_s$ et en égalant les parties réelles et imaginaires, on tire les formules de transformation

$$C_s = C_p \left(1 + \frac{1}{R_p^2 C_p^2 \omega^2} \right) \text{ avec } \frac{1}{R_p^2 C_p^2 \omega^2} = \text{tg}^2 \delta \text{ d'où}$$

$$C_s = C_p (1 + \text{tg}^2 \delta)$$

4.4. - MESURE DE CAPACITES AVEC COMPOSANTE CONTINUE

Le commutateur RLC étant sur l'une des positions C $\tan \delta = RC$
 C Q = RC, le pont est représenté ci-dessous

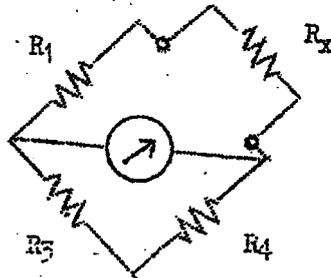


Le condensateur à mesurer est soumis à la tension de la source continue pendant la mesure quand le contacteur S3 (composante continue) est sur 15 - 50 - ou 150 V. La tension est mesurée par le galvanomètre M1 et le réglage est effectué par le potentiomètre R7.

4.5. - MESURE DE RESISTANCES

Le pont utilisé est un pont de Wheatstone alimenté en continu ou alternatif.

A l'équilibre on a : $R_x = \frac{R_1 R_4}{R_3}$. R est représenté par R20.



Les éléments utilisés sont (voir schéma de principe planche 3)

R1 = potentiomètre R21

R3 = résistance R20

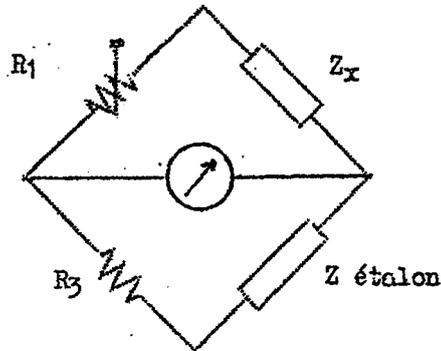
R2 = résistances R26 à R33

Le rapport $\frac{R_1}{R_3}$ varie de 0 à 11 au coefficient multiplicateur près qui est déterminé par S7.

4.6. - MESURES COMPARATIVES

C'est également un pont de Wheatstone, mais l'impédance Z_4 est remplacée par l'élément étalon qui sert de base pour la mesure. R_1 est constitué de R_{25} en série avec R_{21} dont le cadran est gradué en %. R_3 est représenté par R_{24} .

A l'équilibre on a :
$$\frac{Z_x}{Z \text{ étalon}} = \frac{R_1}{R_3}$$



Les éléments utilisés (voir schéma de principe planche 3) sont :

R_1 résistance R_{21} plus R_{25}

R_3 résistance R_{24}

La valeur de $\%x = Z \text{ étalon} \frac{R_1}{R_3} = Z \text{ étalon} \left(\frac{n}{100} + 1 \right)$

ce qui entraîne que : $\left(\frac{n}{100} + 1 \right) = \frac{R_1}{R_3}$

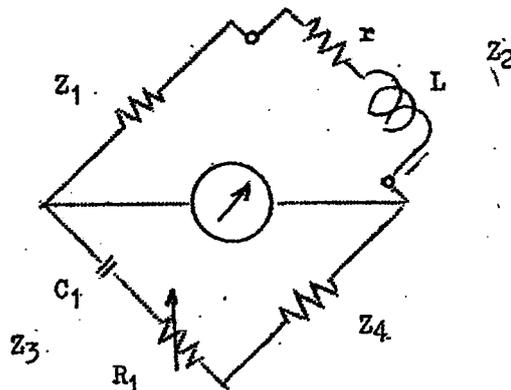
$\frac{R_1}{R_3}$ varie de 0,8 à 1,2 d'où l'on tire $n = -20\%$ à $+20\%$

R_3 graduations que l'on retrouve sur le cadran de R_{21} .

La composante continue n'est pas applicable pour les mesures de comparaisons.

4.7. - MESURE DES INDUCTANCES AYANT UN COEFFICIENT DE SURTENSION ELEVE

La self à mesurer est représentée par un circuit série rL . Le pont utilisé est représenté ci-dessous. Il est alimenté en alternatif par une source interne 100 Hz - 1 kHz ou 10 kHz ou une source externe de 50 Hz à 10 kHz.



Les impédances des différentes branches sont les suivantes :

Z_1 = potentiomètre R_{21}

Z_2 = $r + jL\omega$

Z_3 = $R_1 - j/C_1\omega$ avec :

R_1 = potentiomètre variable R_{22}

C_1 = condensateurs C_{16} à C_{19} commutables par S_5 suivant la fréquence de la source.

Z_4 = résistances R_{26} à R_{33} sélectionnées par S_7 commutateur de gammes.

A l'équilibre $Z_1 Z_4 = (r + jL\omega) (R_1 - j/C_1\omega)$

ce qui entraîne $L = Z_1 Z_4 C_1 \frac{1}{1 + R_1^2 C_1^2 \omega^2}$

$$r = \frac{Z_1 Z_4}{R_1} \cdot \frac{R_1^2 C_1^2 \omega^2}{1 + R_1^2 C_1^2 \omega^2}$$

$\text{tg } \delta = r/L\omega = R_1 C_1 \omega = \text{angle de pertes}$

$$Q = 1/\text{tg } \delta = L\omega/r = 1/R_1 C_1 \omega$$

Le produit $Z_1 Z_4 C_1$ au coefficient multiplicateur près varie de 0 à comme dans les cas précédents. Lorsque l'inductance a un fort coefficient de surtension l'angle de pertes $\text{tg } \delta = R_1 C_1 \omega$ est faible et inférieur à 15 %. La formule donnant L peut se réduire à $L = Z_1 Z_4 C_1$.

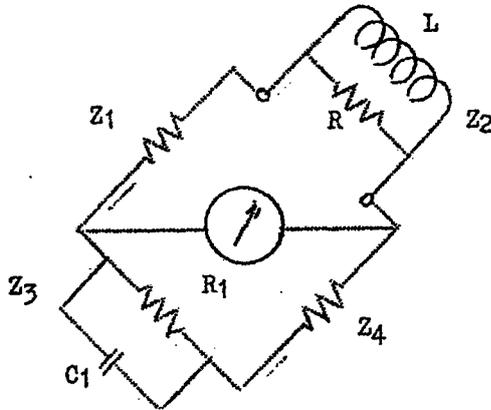
Pour avoir la valeur exacte de L il suffit de multiplier la lecture de L par $1/1 + \text{tg}^2 \delta$.

Le produit $R_1 C_1 \omega$ varie de 0 à 0,15 ou 15 % graduations reportées sur le cadran de R_{22} .

En utilisant la formule $\text{tg } \delta = r/L\omega$ il est facile de déterminer la valeur de la résistance $r = L\omega \text{tg } \delta$

4.8. - MESURE DES INDUCTANCES AYANT UN FAIBLE COEFFICIENT DE SURTENSION

La self à mesurer est représentée par un circuit parallèle RL. Le pont utilisé est représenté ci-dessous. Il est alimenté en alternatif comme dans le cas précédent.



Les impédances inverses ou impédances directes sont les suivantes :

Z_1 = potentiomètre R_{21}

$$1/Z_2 = 1/R - j/L\omega$$

$$1/Z_3 = 1/R_1 + jC_1\omega \text{ avec :}$$

R_1 = potentiomètre $R_{19} + R_{22}$

C_1 = condensateurs C_{16} à C_{19} sélectionnés par S_5 suivant la fréquence de la source.

Z_4 = résistances R_{26} à R_{33} sélectionnées par S_7 commutateur de gammes.

$$\text{A l'équilibre : } Z_1 Z_4 = (1/R - j/L\omega) \cdot (1/R_1 + jC_1\omega) = 1$$

$$\text{ce qui entraîne } L = Z_1 Z_4 C_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{R_1^2 C_1^2 \omega^2}\right)$$

$$R = \frac{Z_1 Z_4}{R_1} \cdot (1 + R_1^2 C_1^2 \omega^2)$$

$$\text{tg } \delta = \frac{L\omega}{R} = \frac{1}{R_1 C_1 \omega} = \text{angle de pertes}$$

$$Q = 1/\text{tg } \delta = R/L\omega = R_1 C_1 \omega \text{ coefficient de qualité}$$

Le produit $Z_1 Z_4 C_1$ au coefficient multiplicateur près varie entre 0 et 11 comme dans les cas précédents. Pour avoir la valeur exacte de la self, il faut multiplier la valeur de L par les coefficients déterminés par S_5 et S_7 et par l'expression $1 + \frac{1}{R_1^2 C_1^2 \omega^2} = 1 + \frac{1}{Q^2}$

Le produit $R_1 C_1 \omega$ varie de 0 à 15. Il donne directement sur le cadran la valeur du coefficient de qualité Q .

De cette expression, il est facile de déterminer la valeur de la résistance $R = QL\omega$.

4.9. - CONSIDERATIONS SUR LA REPRESENTATION SERIE OU PARALLELE

Une self peut être représentée comme un circuit série $L_s R_s$ ou un circuit parallèle $L_p R_p$. Si l'on désire passer d'une représentation à une autre il faut considérer que pour une même self les impédances sont égales ainsi que les angles de pertes.

$$\text{Impédance parallèle } Z_p = \frac{R_p L_p^2 \omega^2 + j R_p^2 L_p \omega}{R_p^2 + L_p^2 \omega^2}$$

$$\text{Impédance série } Z_s = R_s + j L_s \omega$$

En écrivant $Z_p = Z_s$ et en égalant partie réelle et imaginaire

$$L_s = L_p \left(\frac{1}{1 + L_p^2 \omega^2 / R_p^2} \right) \text{ avec } \frac{L_p^2 \omega^2}{R_p^2} = \text{tg}^2 \delta$$

d'où la formule de transformation

$$L_s = L_p \left(\frac{1}{1 + \text{tg}^2 \delta} \right) = L_p \frac{1}{1 + \frac{1}{Q^2}}$$

4.10. - MESURE AVEC UNE SOURCE EXTERIEURE

Lorsque l'on utilise une source extérieure, l'oscillateur interne 100 Hz - 1 kHz - 10 kHz est coupé. La tension extérieure est appliquée aux ponts précédemment décrits par l'intermédiaire du transformateur T2.

Deux cas sont à considérer selon l'élément à mesurer :

1°) - Le condensateur ou la self sont de bonne qualité.

Position du contacteur RLC sur C $\text{tg} \delta = RC\omega$ ou $L \text{tg} \delta = \frac{R}{L\omega}$

La branche permettant la mesure de $\text{tg} \delta$ est représentée par le circuit série $R_{22} \cdot C_{18}$.

Le produit $R_{22} \cdot C_{18}$ qui donne $\text{tg} \delta$ varie alors de 0 à 0,04 pour une fréquence de 100 Hz et de 0,14 pour 1000 Hz. On voit que pour les fréquences basses la variation est insuffisante, on est obligé d'utiliser une résistance additionnelle que l'on place entre J9 et J10, R_{22} étant mis au minimum. Pour les fréquences supérieures ou égales à 1000 Hz le produit $\text{tg} \delta = R_{22} \cdot C_{18} \omega$ varie de 0,14 pour 1000 Hz et de 0 à 0,14 x F kHz pour les fréquences supérieures. On peut donc utiliser la résistance R_{22} . La valeur de la $\text{tg} \delta$ est alors égale à $\text{tg} \delta = \text{lecture Mesures Pertes} \times F$ en kHz.

2°) - Le condensateur ou la self ont une $\text{tg} \delta$ élevée

RLC est sur C $Q = RC\omega$ ou $L \quad Q = \frac{R}{L\omega}$

La branche permettant la mesure de Q est représentée par R_{19} et R_{22} en parallèle sur C_{18} . Le produit $(R_{19} + R_{22}) C_{18}$ varie de 0 à 1,4 pour une fréquence de 100 Hz. Pour les fréquences basses la variation est insuffisante, il faut utiliser une résistance additionnelle placée en J9 et J10. Pour les fréquences supérieures ou égales à 1000 Hz, la recherche de l'équilibre peut être réalisée à l'aide de Mesures pertes.

$Q = \text{lecture Mesures Pertes} \times F$ en kHz.

4.11. - OSCILLATEUR BF

C'est un oscillateur RC du type Pont de Wien. Il est constitué d'un amplificateur à trois étages et trois transistors Q15 Q16 et Q17 qui déterminent le gain et le déphasage nécessaires pour l'entretien des oscillations. Le choix des fréquences s'effectue par sélection des condensateurs à l'aide du commutateur S5h et S5i.

La tension sinusoïdale obtenue est appliquée à l'amplificateur de sortie Q14 et Q13. Le potentiomètre Rg7 règle le niveau d'attaque de la tension BF qui est appliquée au primaire du transformateur T2.

La tension BF est :

- 1°) - disponible sur les douilles J5 et J6,
- 2°) - utilisée pour l'alimentation du pont (mesure de capacités, inductances ou résistances).
- 3°) - utilisée pour alimenter le modulateur à cristal lorsque le pont est alimenté en continu.

Sur la position 5 de S5g l'oscillateur BF est hors service ainsi que le potentiomètre Rg7, ceci afin d'injecter une tension BF extérieure aux douilles J5 et J6.

4.12. - MODULATEUR

Le modulateur est en service lorsque le commutateur S5 (de) est sur la position 1 =.

Il permet de convertir en tension alternative la tension de déséquilibre du pont lorsque celui-ci est alimenté en continu.

Le principe est le suivant : on transmet le déséquilibre continu du pont principal à un pont secondaire constitué par les deux branches d'un potentiomètre R37 et par les deux redresseurs GR17 et GR18 dans les autres branches.

En l'absence de courant continu, le pont est équilibré. Lorsqu'un courant de déséquilibre est transmis, les diodes sont parcourues respectivement, l'une dans le sens direct, l'autre dans le sens inverse. Leurs résistances variant de ce fait en sens inverse, le pont secondaire, attaqué par une tension alternative à 1000 Hz, se déséquilibre. Une tension alternative de déséquilibre apparaît au point milieu des diodes. Elle est transmise à l'indicateur d'équilibre par l'intermédiaire de l'amplificateur sélectif.

4.13. - AMPLIFICATEUR

L'amplificateur est de type logarithmique pour éviter une surcharge de l'organe de sortie galvanomètre ou oscillo. Il est branché dans la diagonale du pont de mesure. Son rôle est d'amplifier les tensions alternatives aux bornes du pont.

Dans un pont alimenté en alternatif, on dispose dans la diagonale aussi bien de la fondamentale que des harmoniques ce qui rend l'équilibre du pont délicat. Pour pallier cet inconvénient l'amplificateur est sélectif et ne laisse passer que la fondamentale. On réalise ceci en employant une contre réaction de l'étage Q10, Q11 par réseau sélectif à double pont en T dont la transmission réduit fortement le gain, sauf pour la fréquence de mesure.

L'amplificateur de sortie Q12 émetteur suiveur présente une faible impédance de sortie et peut de ce fait alimenter un galvanomètre à diodes. Une sortie J7 permet également de brancher un casque écouteur ou un oscilloscope.

4.14. - ALIMENTATION

L'alimentation générale est constituée de trois alimentations partielles :

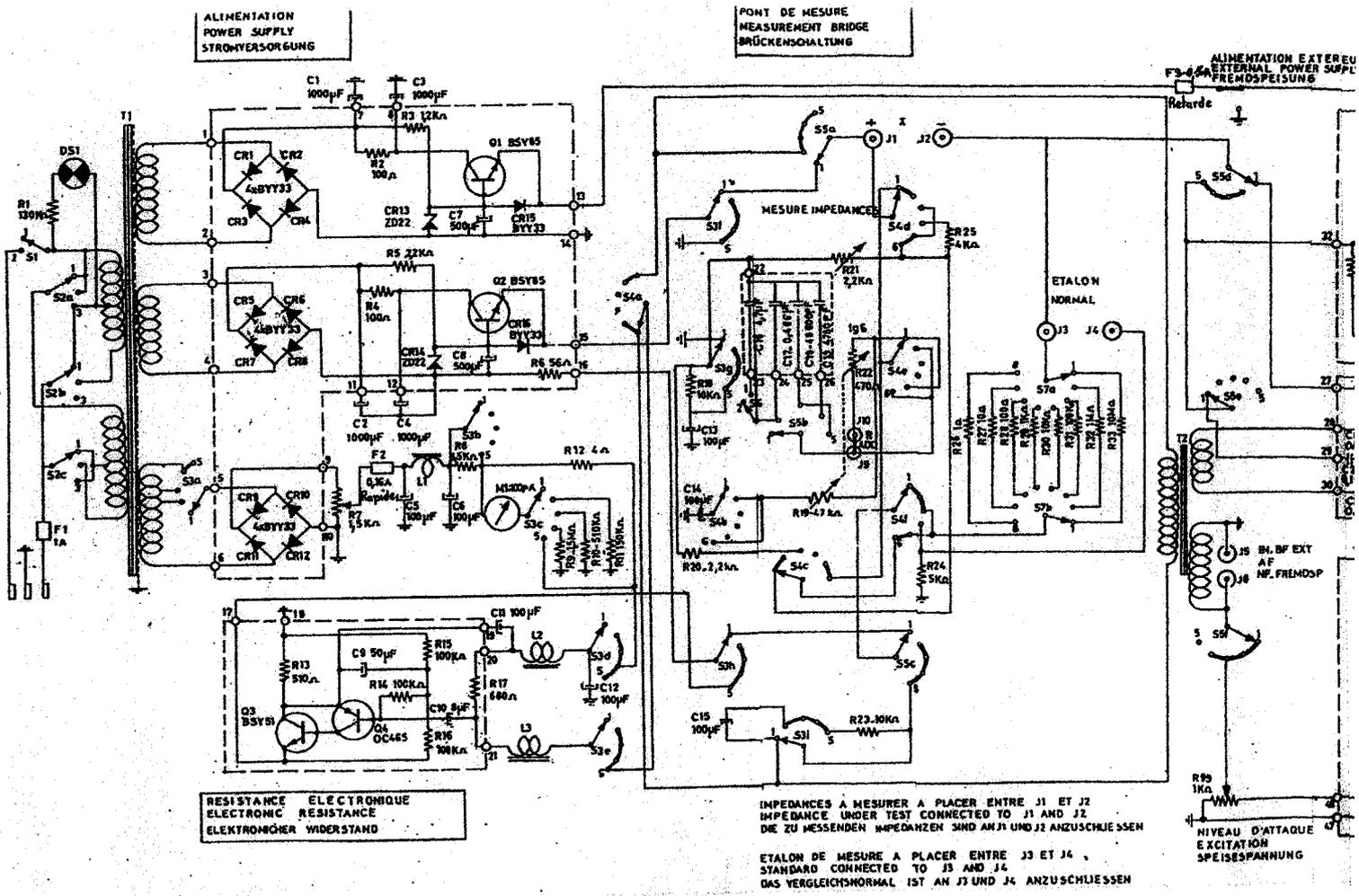
- . la première alimentation AL1 délivre une tension continue stabilisée par Q1 et CR13. Elle alimente l'amplificateur à transistor et l'oscillateur BF. Cette alimentation peut être remplacée par une alimentation extérieure en enlevant le cavalier court-circuité et en branchant l'alimentation extérieure entre les points (1) et masse.
- . la deuxième alimentation AL2 stabilisée par Q2 et CR14 donne la tension continue pour l'alimentation du pont et la résistance électronique.
- . la troisième alimentation AL3 est destinée à fournir la tension "composante continue". Le galvanomètre M1 monté en voltmètre sur les positions 2 à 4 de S3c donne les valeurs de la tension continue qui peut être réglée par le potentiomètre R7. Sur la position 5 de S3 le galvanomètre M1 indique en milliampères la valeur du courant qui traverse les inductances position 4 et 5 de S4. La tension continue de AL3 est appliquée au pont par l'intermédiaire d'une résistance électronique dont le but est de présenter une faible impédance en continu et une impédance très grande en alternatif, ceci pour préserver l'équilibre du pont sans fausser la mesure.

NT D'IMPEDANCES IX 307A
EDANCE BRIDGE IX 307A
EDANZMESSBRÜCKE IX 307A

VUE AVANT ET ARRIERE
FRONT AND REAR VIEW
FRONT-UND RÜCKANSICHT
PLANCHE I
FIG
TAFEL I

- 1 - GALVANOMETRE mesure la composante continue.
- 2 - COMMANDE du cadran (3).
- 3 - MESURES PERDES. Cadran de mesure des angles de pertes $tg\delta$ et du coefficient de qualité Q.
- 4 - R. ADD. Douilles de branchement de résistances additionnelles.
- 5 - GAINES commutateur de gammes.
- 6 - ETALON douilles de branchement d'impédance étalon.
- 7 - - x + douilles de l'élément à mesurer.
- 8 - MESURES RLC commande de mesure RLC et δ par rapport à un étalon.
- 9 - COMMANDE du cadran 8.
- 10 - EQUILIBRE galvanomètre pour la recherche de l'équilibre du pont.
- 11 - SORTIE AMPLI.
- 12 - GENERATEUR ω . Entrée alternative 50 Hz à 10 000 Hz ou sortie 100 Hz - 1 kHz - 10 kHz.
- 13 - SOURCE sélectionne la tension d'attaque du pont.
- 14 - BOUTON DE COMMANDE démultiplicateur du cadran 8.
- 15 - SENSIBILITE commande du gain de l'amplificateur d'équilibre.
- 16 - C x 100 $tg\delta$ x 10 sur cette position mesure de condensateurs de fortes valeurs avec une fréquence de 100 Hz interne.
- 17 - RLC. Commutateur de fonction.
- 18 - TENSION D'ATTAQUE règle le niveau d'attaque de la tension appliquée au pont.
- 19 - BOUTON DE COMMANDE démultiplicateur du cadran (3).
- 20 - COMPOSANTE CONTINUE sélectionne la tension appliquée aux selfs et condensateurs.
- 21 - POTENTIOMETRE de réglage de la composante continue.
- 22 - INTERRUPTEUR de mise sous tension.
- 23 - VOYANT lumineux.
- 24 - CAVALIER de court-circuit.
- 25 - ENTREE d'une alimentation continue extérieure.
- 26 - 110/115 - 127 - 220/250 V Sélecteur de tension secteur.
- 27 - 28 - 29 - FUSIBLES F1 - F2 - F3.

METRIX IX 307A



ALIMENTATION
POWER SUPPLY
STROMVERSORGUNG

PONT DE MESURE
MEASUREMENT BRIDGE
BRÜCKENSCHALTUNG

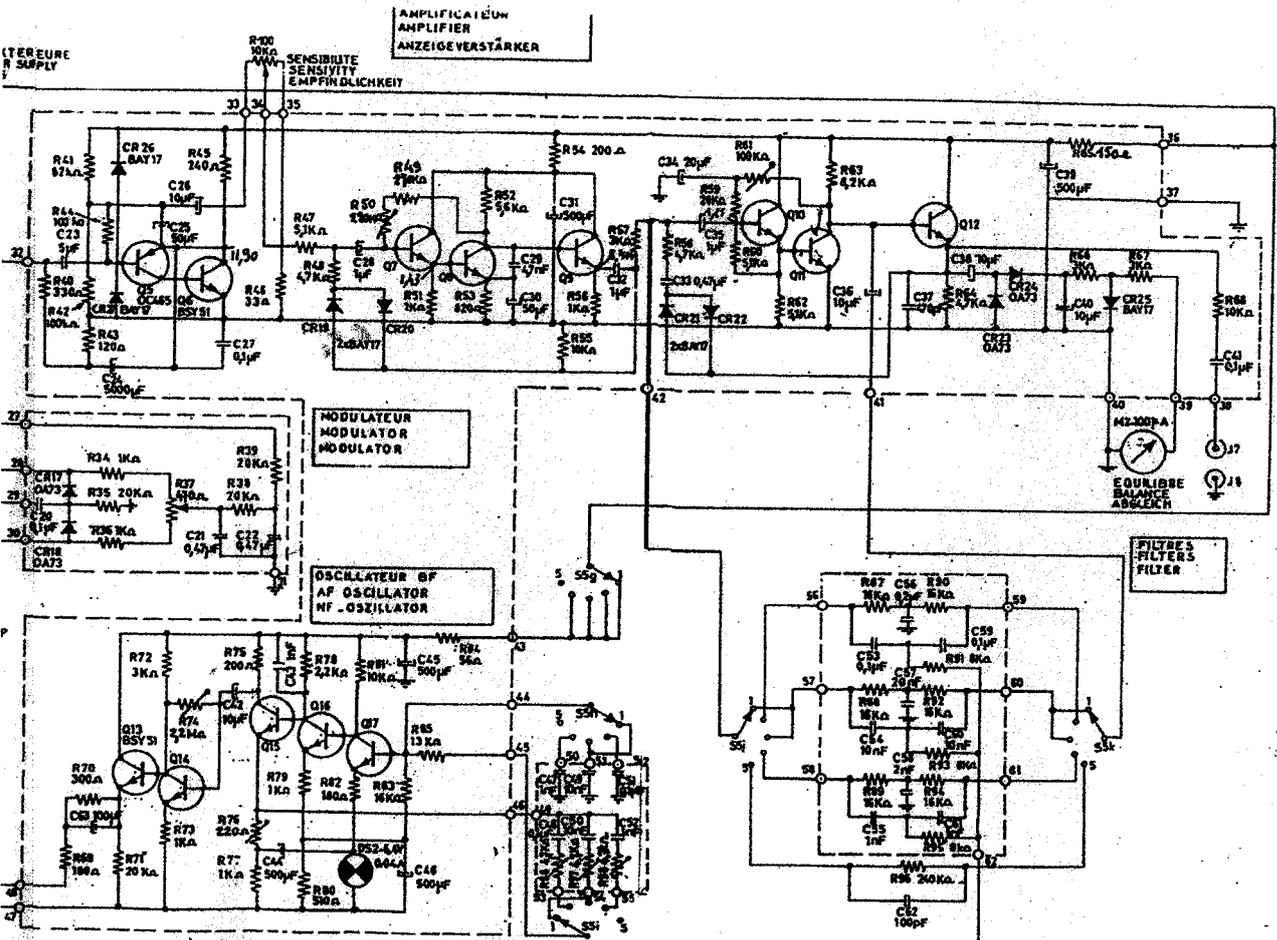
ALIMENTATION EXTERNE
EXTERNAL POWER SUPPLY
FREMDSPESUNG

RESISTANCE ELECTRONIQUE
ELECTRONIC RESISTANCE
ELEKTRONISCHER WIDERSTAND

IMPEDANCES A MESURER A PLACER ENTRE J1 ET J2
IMPEDANCE UNDER TEST CONNECTED TO J1 AND J2
DIE ZU MESSENDEN IMPEDANZEN SIND AN J1 UND J2 ANZUSCHLIESSEN

ETALON DE MESURE A PLACER ENTRE J3 ET J4
STANDARD CONNECTED TO J3 AND J4
DAS VERGLEICHSNORMAL IST AN J3 UND J4 ANZUSCHLIESSEN

NIVEAU D'ATTAQUE
EXCITATION
SPEISESPANNUNG



CONTACTEURS SWITCHES SCHALTER	POS.	FONCTION FUNCTIONS FUNKTION
S1	1	ARRÊT - OFF MARCHE - ON EIN - AUS
	2	
S2 a.c.	1	112 v
	2	117 v
	3	224 v
S3 a.c.	1	0
	2	15V
	3	50V
	4	150V
	5	MA
S4 a.c.	1	C5 - IgB
	2	C7 - O
	3	R
	4	00
	5	La - IgB
	6	Ly - O
S5 a.c.	1	w RX1
	2	100Hz LCX10 RX1
	3	1KHz LCX1 RX1
	4	10KHz LCX2 RX2
	5	EXT RLCC1
S6	1	100Hz CX100
S7 a-b	1	1MΩ 10pF 100H
	2	100KΩ 10pF 10H
	3	10KΩ 100pF 1H
	4	1KΩ 1nF 0.1H
	5	100Ω 10nF 0.01H
	6	10Ω 100nF 0.001H
	7	1Ω 1μF 0.0001H
	8	0.1Ω 10pF 0.00001H

TRANSISTORS: Q1 Q7 & Q12 et de Q14 à Q17 tous BSY73
 ALL TRANSISTORS ARE TYPE BSY 73 OTHERWISE STATED
 DIE TRANSISTOREN Q7 B5 Q12 UND Q14 BIS Q17 SIND VOM TYP BSY 73