

PHILIPS

MODE D'EMPLOI



65455

PONT DE MESURE DE
CONDUCTIBILITE PR 9500
ET CELLULES DE MESURE

66 092 29 J-32

15/561

TABLES DES MATIERES

	Page
I. GENERALITES	3
Introduction	3
Cellules de mesure de conductibilité	3
Caractéristiques électriques	4
Gammas de mesure	4
Précision	5
Tropicalisé	7
Alimentation	7
Tubes	7
II. MISE EN SERVICE	8
Adaptation à la tension du réseau local	8
Raccordement	8
III. MANIPULATION	8
Mise en circuit	8
Alimentation du montage en pont	8
Contrôle	9
Réglage de sensibilité et compensation de phase pendant la mesure	9
Capacité admissible des câbles de liaison entre le pont de mesure et la cellule	10
Mesure de conductibilité	11
Mesure en position "pont ouvert".	13
Mesure en position "%".	14
Signalisation de la variation de conductibilité d'une solution	14
Démontage du boîtier	16
IV. ENTRETIEN DES CELLULES DE MESURE	16
Replatinage des électrodes	16
Contrôle de la constante d'étalonnage	17

En cas de réclamations ou de correspondance au sujet de cet appareil, rappeler le numéro de type et le numéro de série figurant sur la plaque signalétique à l'arrière de l'appareil.

I. GENERALITES

INTRODUCTION

Le pont de mesure de conductibilité PHILIPS sert à déterminer et comparer les résistances spécifiques et la conductibilité des solutions aqueuses. Il est cependant adapté à la mesure des résistances pures. Pour l'exécution des mesures de conductibilité on peut faire appel aux cellules de mesure de conductibilité PHILIPS type PR 9510 ou type PR 9511, cette dernière étant spécialement étudiée pour les mesures effectuées sur les liquides en mouvement.

Nous pouvons livrer en outre les microcellules de mesure PR 9512/00 (avec gaine pour thermomètre), PR 9512/01 et PR 9513/00, dont les deux premières demandent une quantité minimum de liquide à mesurer de 3 et 2 cc respectivement, qui est de 0,5 cc pour la dernière. Les cinq types sont indiqués à la fig. 1.

L'appareil est basé sur le principe du pont de Wheatstone. Le montage en pont peut au choix être alimenté à l'aide d'une tension alternative à 50 c/s prélevée sur le transformateur d'alimentation ou à 1000 c/s fournie par l'oscillateur incorporé. L'appareil comporte un certain nombre de résistances étalon auxquelles on compare la résistance de la solution sur laquelle s'effectue la mesure.

Dans la position dite "pont ouvert" on peut faire des mesures à l'aide de résistances étalon extérieures. L'appareil comporte également une position dans laquelle on peut faire des comparaisons en pour-cent par rapport à des étalons extérieurs. L'indication de l'équilibre du pont s'observe à l'aide d'un tube indicateur électronique à deux sensibilités.

Cellules de mesure de conductibilité

La cellule qui est immergée dans la solution à contrôler comporte une paire d'électrodes de platine qui, afin d'éviter la polarisation, sont recouvertes d'une mince couche de noir de platine. Les électrodes sont placées verticalement dans la solution de telle sorte que les bulles d'air ne puissent pas adhérer à la surface des électrodes, ce qui influencerait fortement le résultat des mesures. Sur chaque cellule de mesure est indiquée une **constante d'étalonnage** par laquelle il faut multiplier la valeur de résistance mesurée pour obtenir la résistance spécifique de la solution. Cet étalonnage reste valable même après un usage prolongé.

Etant donné que la résistance spécifique dépend fortement de la température, il est nécessaire de maintenir la température constante pendant la mesure et déterminer cette dernière avec un thermomètre placé aussi près que possible de la cellule. Le thermomètre doit être suffisamment précis pour que l'on puisse lire des écarts de $0,2^{\circ}\text{C}$. Dans la pratique de l'industrie chimique on utilise couramment des tables de corrections de la résistivité en fonction de la température.

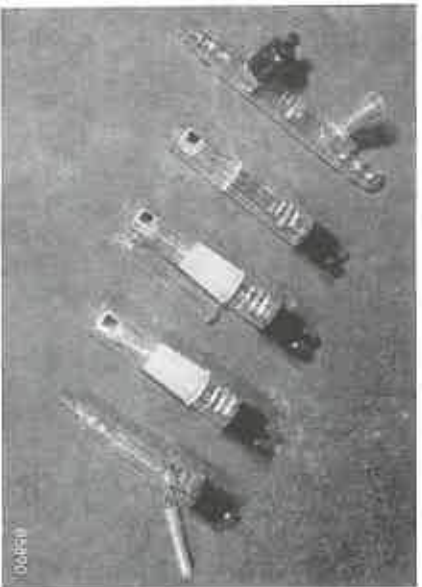


Fig. 1. Cellules PR 9510, PR 9511, PR 9512/00, PR 9512/01 et PR 9513/00

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Dans ce mode d'emploi, seules les valeurs indiquées avec une tolérance sont garanties. Les chiffres sans tolérance ne servent que d'orientation et correspondent aux caractéristiques d'un appareil moyen.

Gammes de mesure

Résistance ohmique:	0,5 Ω -	10 Ω	Ω
	5 Ω -	100 Ω	Ω
	50 Ω -	1000 Ω	Ω
	500 Ω -	10000 Ω	Ω
	5000 Ω -	0,1 M Ω	M Ω
	0,1 M Ω -	10 M Ω	

Résistances spécifiques des liquides:
($0,5 \Omega$ -10 M Ω) $\times$ la constante de cellule

Echelle en %:
Cette échelle est de -20% à $+25\%$.

Précision

Dans les valeurs de l'erreur de mesure indiquées ci-après, l'erreur de lecture est comprise.

Echelle I (0,05-1)

Au milieu de l'échelle l'erreur relative de mesure est de $1,5\%$ et elle augmente lentement vers les extrémités de l'échelle jusqu'à 3% au maximum.

Echelle II (0,1-10)

Le commutateur Sk₁ occupant la position "10⁰", l'erreur relative de mesure est de $2,5\%$ au milieu de l'échelle et elle augmente jusqu'à $5,5\%$ aux extrémités de l'échelle.

Sk₁ étant en position "pont ouvert", l'erreur relative de mesure de l'indication est de $1,5\%$ au milieu de l'échelle et elle croît lentement vers extrémités de l'échelle jusqu'à $4,5\%$ au maximum.

Echelle en %

La détermination de la résistance inconnue R_x (voir la fig. 2) se fait par une comparaison avec la résistance-étalon externe R_s.

Au milieu de l'échelle l'erreur relative de mesure est égale à $0,2\%$ de la valeur exacte de la résistance inconnue et cette erreur croît lentement jusqu'à $0,6\%$ aux extrémités de l'échelle.

S'il n'est pas nécessaire de connaître la valeur de la résistance et qu'on détermine uniquement la déviation en % par rapport à la résistance-étalon externe, il faudra tenir compte d'une erreur absolue de mesure de $0,2\%$ à $0,6\%$. La lecture doit alors être augmentée ou diminuée de cette valeur.

Exemple:

R_s = 400 Ω . Une déviation de -10% est indiquée sur l'échelle. La résistance inconnue serait donc de $400 \Omega - 40 \Omega = 360 \Omega$.

Dans cette position, l'erreur relative de mesure est $0,4\%$ de la valeur exacte (voire $0,4\%$ de $360 \Omega = 1,4 \Omega$) de sorte que la résistance inconnue est comprise entre $358,6 \Omega$ et $361,4 \Omega$.

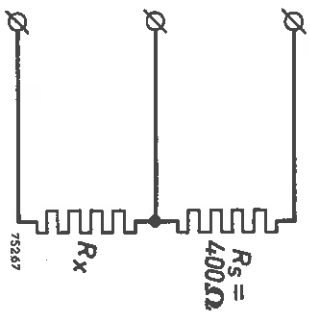


Fig. 2

L'erreur *absolue* de mesure est également 0,4 % de sorte que la tolérance exacte est comprise entre -9,6 % et -10,4 %. Si l'on calcule la valeur exacte en se basant sur ces pourcentages, l'on trouvera les valeurs 358,4 Ω et 361,6 Ω .

La différence a été causée par le fait que l'erreur *absolue* de mesure a été déterminée à partir de la résistance-étalon externe (400 Ω) tandis que l'erreur *relative* de mesure a été calculée à partir de la résistance inconnue (360 Ω). Cette différence est cependant négligeable.

Position "contrôle":

Erreur < 1 %.

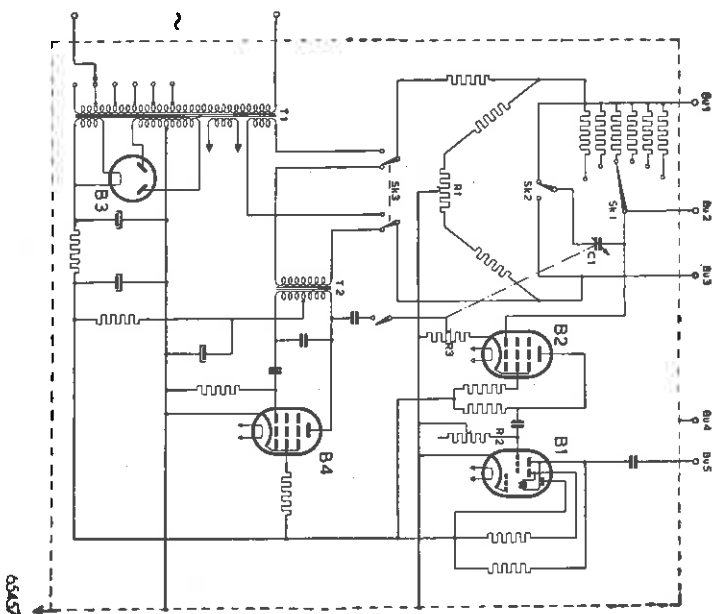


Fig. 3. Schéma de principe simplifié

Tropicalisé

Dans des conditions d'humidité extrême (par exemple dans les régions tropicales) la précision pour les valeurs les plus élevées ne satisfait pas toujours aux données ci-dessus. L'appareil reste cependant toujours utilisable pour la mesure de résistances comprises jusqu'à 10 mégohms.

Alimentation

Un commutateur carrousel permet d'adapter l'appareil aux tensions de réseau de 110, 125, 145, 200, 220 et 245 V, 40 à 100 c/s. Des variations de tension de réseau jusqu'à $\pm 10\%$ n'ont pratiquement aucune influence sur la précision de mesure.

La puissance absorbée est de 20 W. Le transformateur d'alimentation est pourvu d'un coupe-circuit thermique, no. de code 974/T125 (V1 dans la fig. 5).

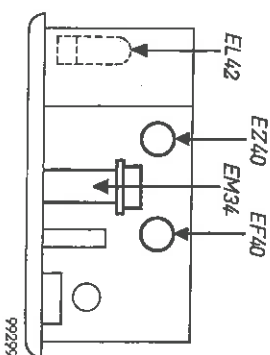


Fig. 4. Vue de haut, le boîtier étant retiré

Tubes

L'appareil comporte: un tube amplificateur EF 40, un tube indicateur électronique EM 34, un tube oscillateur EL 42 et un tube redresseur EZ 40. Pour prolonger la durée de vie de l'indicateur cathodique EM 34, un commutateur à tirette (Sk4) a été installé, ce qui permet de mettre hors circuit la tension anodique. Pour cela ce commutateur, qui est jumelé avec le potentiomètre R_2 , doit être enfoncé.

II. MISE EN SERVICE

Adaptation à la tension du réseau local

L'appareil peut être adapté à la tension du réseau local à l'aide d'un commutateur carrousel qui est accessible après avoir retiré la petite plaque de protection sur la paroi arrière (tirer le commutateur vers soi, le faire tourner jusqu'à ce que l'indication de la tension correcte se trouve en haut, et l'enfoncer).

Raccordement

La borne de masse, à gauche de l'appareil, doit être raccordée à une bonne prise de terre avant de connecter l'appareil au réseau.

Lors de la mise en service du pont de mesure, veiller à ce qu'aucun champ alternatif, électrique et magnétique ne soit présent à proximité de la douille médiane B_{43} , car ceci peut donner lieu à des erreurs de mesure ou à un minimum flou de l'indicateur. Pour éviter des perturbations dues au cordon-réseau de l'appareil, celui-ci est blindé et le blindage est relié à la borne de masse.

III. MANIPULATION (voir la fig. 6)

Mise en circuit

En raccordant le cordon secteur au secteur, l'appareil est mis en circuit. L'appareil est prêt à être utilisé dès que les tubes ont atteint leur température de régime.

Alimentation du montage en pont

Le montage en pont peut être alimenté au choix, soit par une tension à fréquence de réseau prélevée directement sur le transformateur d'alimentation de l'appareil, soit à 1000 c/s par une tension fournie par l'oscillateur incorporé. Pour effectuer ce choix on place le commutateur Sk_3 soit en position "50" soit en position "1000".

Pour une fréquence de réseau et principalement pour les mesures sur des solutions qui ont une résistivité faible, il peut se produire une électrolyse avec polarisation des électrodes, ce qui peut donner lieu à des erreurs de mesure. Dans ce cas, il convient d'alimenter le pont à l'aide de la tension à 1000 c/s disponible (environ 3,5 V).

Lors de mesures sur des solutions de résistance relativement élevée, les risques de polarisation sont moindres et il peut être avantageux dans certains cas d'alimenter le pont sous une tension à fréquence de réseau. En effet, à cette fréquence, les capacités parasites que peut éventuellement présenter le circuit de mesure, sont plus facilement compensées et on obtient un équilibre plus parfait.

Contrôle

En plaçant le commutateur Sk_1 en position "contrôle" ("Check") on peut vérifier si l'indication du tube indicateur est correcte. À l'aide du bouton R_1 on règle le pont à l'équilibre (ombre maximum de l'indicateur à faisceau électronique). L'aiguille doit alors se trouver exactement au milieu de l'échelle (graduation I de l'échelle II).

Pour prolonger la durée de vie de l'indicateur cathodique EM 34, un commutateur à tirette (Sk_4) a été installé, ce qui permet de mettre hors circuit la tension anodique. Pour cela ce commutateur, qui est jumelé avec le potentiomètre R_2 , doit être enfoncé.

Réglage de sensibilité et compensation de phase pendant la mesure

On peut régler la sensibilité à l'aide du bouton R_2 situé à droite sur l'appareil. Dans certains cas, il est recommandable de tourner ce bouton à fond vers la droite (sensibilité maximum). Si, lors de la mesure sur des solutions aqueuses on ne trouve pas de minimum, il faut réduire la sensibilité de façon telle que l'on observe clairement que la déviation de l'indicateur diminue en tournant le bouton R_1 vers la droite ou vers la gauche. Si l'on ne trouve pas de minimum, il faut passer à une gamme de mesure de valeur plus élevée si R_1 a été tourné vers la droite ou plus basse, si R_1 a été tourné vers la gauche.

On peut observer pour cela le secteur le moins sensible de l'indicateur tandis que pour des lectures précises on fait appel au secteur le plus sensible.

Il peut se faire – par suite de la présence d'éléments parasites dans le montage en pont – qu'il ne soit pas possible d'obtenir sans plus un minimum net.

Pour les trois gammes supérieures (10^6 , 10^5 , 10^4), on procède comme suit:

A sensibilité réduite (R_2) on règle le pont à l'équilibre à l'aide du bouton R_1 et on corrige le minimum flou en agissant sur le bouton R_3C_1 (marqué "0-corr.") à gauche et en bas de l'appareil.

La sensibilité du pont de mesure est ensuite amenée progressivement vers la valeur maximum (R_2 à fond à droite) tandis que l'on corrige l'équilibre à l'aide des boutons "0-corr." et R_1 .

Dans les gammes citées plus haut le bouton "0-corr." commande un condensateur variable qui, à l'aide du commutateur SK_2 , peut être mis en parallèle soit sur la résistance étalon R_s , soit sur la résistance inconnue R_x à fin de compenser des capacités parasites éventuellement présentes dans le montage. Cette mise en parallèle du condensateur variable doit être faite expérimentalement.

Dans les trois gammes inférieures (10^3 , 10^2 , 10) le bouton "0-corr." commande par contre un potentiomètre sur lequel on prélève une tension de correction pour compenser une polarisation éventuelle des électrodes qui influencerait l'équilibre du pont. Pour ces opérations on règle le bouton "0-corr." à fond à gauche et on cherche le minimum à l'aide de R_1 , ensuite on tourne le bouton "0-corr." et au besoin R_1 jusqu'à ce que l'on trouve la déviation minimum.

Capacité admissible des câbles de liaison entre le pont de mesure et la cellule

SK_1 en position	Capacité admissible aux bornes de R_x	Valeur de résistance R_x à mesurer
10^6	10 pF 100 pF 1000 pF	10 MΩ 1 MΩ 0,1 MΩ
10^5	100 pF 1000 pF	0,1 MΩ 10 000 Ω
10^4	100 pF 1000 pF	10 000 Ω 1000 Ω

La capacité de compensation réglable à l'aide du bouton "0-corr." étant réglée au minimum (R_3C_1 à fond à gauche) et à l'aide du commutateur SK_2 raccordée en parallèle sur une résistance-étalon R_s (douille Bu_1 et Bu_2). La capacité parasite admissible aux bornes de R_x peut être trouvée dans le tableau ci-contre.

Le cas échéant, il est toujours possible de raccorder en parallèle une capacité supplémentaire aux bornes de la résistance-étalon R_s ce qui permet d'augmenter en conséquence la capacité admissible aux bornes de la résistance à mesurer R_x .

Mesure de conductibilité

1. On raccorde les bornes de la cellule de mesure aux douilles Bu_2 et Bu_3 repérées sur le panneau gravé par R_x . La cellule est ensuite placée dans la solution à mesurer.

En agitant la solution à l'aide de la cellule de mesure on s'assure que la concentration de la solution entre les électrodes est la même qu'à l'extérieur; ceci présente de plus l'avantage d'éliminer les bulles d'air qui auraient pu éventuellement se former sur les électrodes. Voir de plus le chapitre "Entretien des cellules de mesure".

La chambre dans laquelle se trouvent les électrodes de platine doit être entièrement remplie par la solution, il n'est pas nécessaire d'enfoncer la cellule plus profondément.

Etant donné que la conductibilité d'une solution dépend fortement de la température, il est nécessaire de placer un thermomètre dans la solution de façon à ce que les mesures s'effectuent à une température connue.

2. Placer le commutateur SK_3 en position "1000" si l'on doit faire des mesures sur des liquides très bons conducteurs. Par contre on peut placer le commutateur SK_3 en position "50" si l'on fait des mesures sur des liquides très faiblement conducteurs.

3. Choisir une gamme de mesure à l'aide du commutateur SK_1 de façon ce que la valeur supposée de la résistance de la solution se trouve dans cette gamme.

4. Régler la déviation de l'indicateur à faisceau électronique à l'aide du bouton R_1 jusqu'à ce que l'on obtienne le minimum. La sen-

sibilité peut être réglée à l'aide du bouton R₂. Au besoin passer sur une autre gamme de mesure à l'aide de Sk₁.

Si l'on n'obtient pas de minimum net on peut apporter une correction à l'aide du bouton R₃C₁ (marqué "0-corr."). Voir également le chapitre "Réglage de sensibilité et compensation de phase pendant la mesure" (page 9).

- On obtient la valeur de la résistance R_x en multipliant le nombre qui est indiqué par la position du commutateur Sk₁ par la lecture de l'aiguille sur l'échelle correspondante, comme indiqué ci-dessous.

Gamme de mesure	Position du commutateur Sk ₁	Lire sur l'échelle	Lecture à multiplier par
0,5- 10 Ω	10 ¹	I	10 Ω
5 - 100 Ω	10 ²	I	10 ² Ω
50 - 1000 Ω	10 ³	I	10 ³ Ω
500 - 10 000 Ω	10 ⁴	I	10 ⁴ Ω
5000 - 100 000 Ω	10 ⁵	I	10 ⁵ Ω
0,1- 10 MΩ	10 ⁶	II	1 MΩ

- Pour la mesure des résistances supérieures à 10 mégohms on peut utiliser la position "pont ouvert" comme il est indiqué plus loin.
- La résistance spécifique d'une solution est obtenue ensuite en multipliant la valeur de résistance trouvée (R_x) par la constante d'étalonnage de la cellule, donc:

$$\text{résistance spécifique} = c \cdot R_x \text{ ohmcm}$$

Dans cette formule c est la constante d'étalonnage qui est indiquée sur le culot de la cellule; en général les constantes de cellule sont comprises entre 1,50 et 2,20.

- En conséquence la conductibilité spécifique du liquide est donnée par la relation:

$$\text{conductibilité spécifique} = \frac{1}{c \cdot R_x} \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^{-1}$$

De la conductibilité spécifique on peut, d'après les tables existantes, déduire la concentration de la solution. Pour obtenir des nombres entiers il est d'usage de multiplier la valeur de conductibilité par 10⁶ de sorte que la formule devient:

$$\text{conductibilité spécifique} = \frac{10^6}{c \cdot R_x} \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^{-1}$$

Exemple

Pour mieux comprendre cette question nous donnons un exemple pratique pris dans l'industrie sucrière.

Pour déterminer la teneur en cendres d'un jus sucré on prend une solution de 5 g de sucre dissoute dans 100 cc d'eau distillée à une température de 20° C. Si à l'aide du pont de mesure on trouve une résistance de 743 ohms et si la constante d'étalonnage c de la cellule de mesure utilisée est de 1,97, la conductibilité spécifique de ce jus sucré est:

$$\begin{aligned} \text{conductibilité spécifique} &= \frac{10^6}{c \cdot R_x} \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^{-1} \\ &= \frac{10^6}{1,97 \times 743} \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^{-1} \\ &= 683,1 \times 10^{-6} \text{ ohm}^{-1}\text{cm}^{-1}. \end{aligned}$$

D'après les tables numériques existant pour ce jus sucré, on détermine que la teneur en cendres de ce sucre est de 1,23%.

Mesure en position "pont ouvert"

En plaçant le commutateur Sk₁ dans la deuxième position ("pont ouvert") on peut mesurer des résistances et des capacités à l'aide d'un étalon extérieur. La résistance inconnue R_x est raccordée entre les douilles Bug et Bux et la résistance étalon R_s entre les douilles Bui et Bux.

Pour les capacités c'est le contraire, c. à d. la capacité inconnue C_x est raccordée entre Bui et Bux et la capacité étalon C_s entre Bug et Bux.

A l'aide du bouton R₁ l'indicateur est réglé à la déviation minimum et la valeur de l'impédance inconnue est obtenue en multipliant la valeur de l'étalon extérieur par la lecture faite sur l'échelle II. Cette échelle est graduée de 0,1 à 10 de sorte que l'on peut mesurer des résistances et des capacités dont la valeur est comprise entre 0,1 et 10 fois la valeur de l'étalon. La précision sur cette gamme de mesure est déterminée par l'erreur de lecture et la précision électrique de l'appareil (< 1,5 à 4,5%).

De plus, la position "pont ouvert" peut être utilisée pour des mesures comparatives de conductibilité entre une solution étalon et une solution inconnue. On raccorde alors entre les douilles Bu₁-Bu₂, et Bu₂-Bu₃, deux cellules de mesure placées chacune dans les solutions à comparer. Il faut évidemment dans ce cas tenir compte de la constante d'étalonnage des deux cellules de mesure. La lecture s'effectuant de la même façon qu'il est mentionné dans le paragraphe précédent.

Mesure en position "%"

Le commutateur Sk₁ est alors placé en position "%". Le raccordement et la mesure se font de la même façon que dans la position "pont ouvert". La lecture se fait alors sur l'échelle médiane. Il est alors possible de lire l'écart en % (de -20 à +25%) existant entre une résistance inconnue et une résistance étalon raccordée extérieurement, comme dans le cas des mesures en "pont ouvert".

Remarque - Dans la position "pont ouvert", ainsi que dans la position "%", la compensation de phase est possible pour des résistances > 10⁴ ohms; par contre, pour les résistances < 10⁴ ohms, il n'y a pas de compensation.

Signalisation de la variation de conductibilité d'une solution

A droite sur l'appareil se trouve une paire de douilles Bu₄ et Bu₅ (marquée "V₀") raccordées intérieurement d'une part, à l'anode de l'indicateur électronique et d'autre part, à la masse. Sur ces bornes nous pouvons prélever - dès que le pont n'est plus en équilibre - un signal destiné à actionner un relais électronique PHILIPS PR 9001 ou PR 9002*) qui, à son tour, peut actionner un dispositif de signalisation: lampes de signalisation, klaxon, etc. ou un dispositif électromagnétique tel qu'une électrovanne arrêtant l'arrivée d'un agent perturbateur de la conductibilité (voir également à ce sujet les modes d'emploi des appareils correspondants). Dans la plupart des cas, la tension fournie par le pont de mesure est trop élevée pour assurer un fonctionnement correct du relais, elle peut alors être réglée à la valeur désirée à l'aide du bouton R₂.

Si le pont est alimenté par une tension à 1000 c/s (Sk₃ en position "1000") le relais électronique est actionné aussi bien pour une valeur de conductibilité supérieure que pour une valeur de conductibilité inférieure à la limite de conductibilité sur laquelle on a réglé le pont.

*) GM 4801 et GM 4803 resp.

Si par contre on alimente le pont à fréquence de réseau (Sk₃ en position "50") le relais est alors sensible à la phase c'est à dire que celui-ci est actionné uniquement soit pour une valeur supérieure de conductibilité, soit pour une valeur inférieure de conductibilité par rapport à la limite fixée par la position du potentiomètre R₁ suivant la phase de la tension d'alimentation. Pour obtenir un fonctionnement inverse de celui obtenu lors du raccordement du cordon réseau, il suffit d'inverser la phase de la tension d'alimentation en retournant la fiche prise de courant. Pour éviter l'effet perturbateur des harmoniques de la tension d'alimentation du pont, il est nécessaire de brancher un condensateur d'environ 4700 pF entre les douilles Bu₄ et Bu₅. Le relais est réglé de telle façon que dans la position de service normal la triode à gaz débite. Dans ce cas, si une perturbation se produit (par exemple la mise hors service d'un tube amplificateur, un manque de tension du réseau, etc.) cette situation anormale sera signalée.

Remarques

1. Si l'appareil arrive à présenter un ronflement interne indésirable, celui-ci peut être réduit au minimum à l'aide du potentiomètre antirouffeur R₄ qui est accessible par une ouverture de la paroi arrière. Avant ce réglage cependant, il faut ouvrir l'appareil et retirer le tube EL 42 de son support. On place ensuite le commutateur Sk₁ en position "10⁶" et le commutateur Sk₃ en position "1000". On règle le bouton R₄ de façon à ce que la déviation de l'indicateur soit minimum. Le tube EL 42 peut alors, à nouveau, être remis dans son support et l'appareil refermé.

2. **Pendant toutes les mesures tenir l'appareil à l'abri des champs perturbateurs.** Si l'on doit mesurer des valeurs élevées de résistance dans un local où existent des tensions perturbatrices, il est recommandable de placer la cellule de mesure et le gobelet dans lequel se trouve la solution à mesurer dans un blindage métallique relié à la terre.

Démontage du boîtier

Pour démonter le boîtier, il faut enlever non seulement les vis de fixation placées sur la face arrière, mais aussi la borne de terre (sur le côté gauche) et la plaque de protection de l'adaptateur de tension (sur la face arrière). Le cordon secteur peut alors être passé à l'intérieur par l'ouverture obtenue en enlevant le boîtier.

IV. ENTRETIEN DES CELLULES DE MESURE

Avant de mettre une nouvelle cellule de mesure en service, on la placera dans l'eau distillée où elle devra rester 24 heures de suite. Après le service, la cellule doit également être gardée dans un bain d'eau distillée. Si la cellule n'a pas été mouillée pendant un certain temps (lors d'un transport par exemple) elle doit d'abord être bien rincée à l'alcool pur afin de la débarrasser des traces de solution précédente. La cellule est ensuite soigneusement rincée à l'eau distillée où elle doit rester 24 heures de suite. Si la cellule n'est pas bien rincée, on peut s'attendre à des résultats de mesure peu sûrs.

Replatinage des électrodes

Si par suite du nettoyage ou toute autre cause, on a endommagé la petite couche de noir de platine, il faut à nouveau platiniser les électrodes. Pour cela, il faut d'abord enlever le noir de platine à l'aide d'eau régale étendue. Ensuite la cellule est rincée à l'eau distillée. Après cette opération les électrodes sont dégraissées dans une solution chaude de bichromate de potassium et d'acide sulfurique. Après avoir bien nettoyé la cellule on peut commencer l'opération de platinage, qui consiste à placer la cellule dans une solution composée de la façon suivante:

- 1 partie en poids de noir de platine
- 0,008 partie en poids d'acétate de plomb
- 30 parties en poids d'eau distillée.

On raccorde alors la cellule de mesure en série avec une résistance variable et un milliampèremètre aux bornes d'un accumulateur de 4 volts et on règle l'intensité du courant à une valeur de 30 mA en jouant

sur la résistance réglable. La durée de l'opération de platinage peut être comprise entre 3 et 10 minutes en tenant compte du fait que pour des mesures normales, trois minutes suffisent et sont même préférables. Ce n'est que lorsque les mesures s'effectuent sur des résistances spécifiques de 100 ohms et moins, qu'il est préférable de poursuivre l'opération de platinage pendant dix minutes, de telle façon que la couche de noir de platine devienne plus épaisse. Ensuite on inverse les raccordements sur la cellule et on platine la deuxième électrode exactement de la même façon.

Il faut remarquer que ceci n'a aucune influence sur la couche déjà formée sur la première électrode, de sorte que l'emploi d'une anode de platine supplémentaire est inutile.

Enfin, après rinçage à l'eau distillée, la cellule de mesure est placée dans une solution étendue d'acide sulfurique (densité 5%) et les bornes sont raccordées à tour de rôle pendant quelques minutes sur l'accumulateur de 4 V. Après rinçage dans de l'eau distillée la cellule de mesure est à nouveau prête à l'emploi.

Contrôle de la constante d'étalonnage

Si l'on désire contrôler la constante d'étalonnage par exemple après un usage fréquent et prolongé ou après un replatinage des électrodes, on procède comme suit:

L'étalonnage se fait dans une solution dont la résistance spécifique est connue avec précision. On fait d'abord une mesure dans une solution de $KCl \frac{1}{50}$ normale (c'est à dire, 1,4910 g KCl dans de l'eau distillée complétée jusqu'à un volume de 1000 cc à $20^{\circ}C$). Comme la résistance spécifique dépend fortement de la température celle-ci doit être maintenue constante pendant la mesure (écart maximum $0,2^{\circ}C$). Le tableau ci-dessous donne pour différentes températures les valeurs correspondant à la résistance spécifique de la solution $\frac{1}{50}$ normale et de la solution $\frac{1}{100}$ normale. On trouve la constante de cellule en divisant la résistance spécifique par la valeur de résistance trouvée sur le pont, donc: $c = \rho/R$; ρ étant la résistance spécifique indiquée par la table, R étant la résistance lue sur le pont de mesure.

Température (°C)	Résistance spécifique ρ (ohmcm) de la solution KCl	
	$1/50$ normale	$1/100$ normale
15	446	872
16	436	832
17	426	834
18	417	817
19	408	800
20	400	782
21	392	766
22	384	751
23	376	736
24	369	712
25	362	708

Dans le but de contrôler l'opération d'étalonnage on effectue encore la même mesure dans une solution de KCl $1/100$ normale (0,7455 g de KCl dilué dans de l'eau distillée pure et complétée jusqu'à un volume de 1000 cc à 20°C).

Nous attirons l'attention sur le fait que les solutions étalons ne peuvent être conservées au maximum qu'une semaine car la résistance spécifique se modifie par absorption de différents éléments conducteurs du verre du récipient, dans lequel les solutions sont conservées.

Exemple – Si par exemple dans une solution de KCl $1/100$ normale à 25°C la mesure au pont donne une résistance de 334 ohms, la constante d'étalonnage est:

$$c = \frac{\rho}{R} = \frac{708}{334} = 2,12.$$

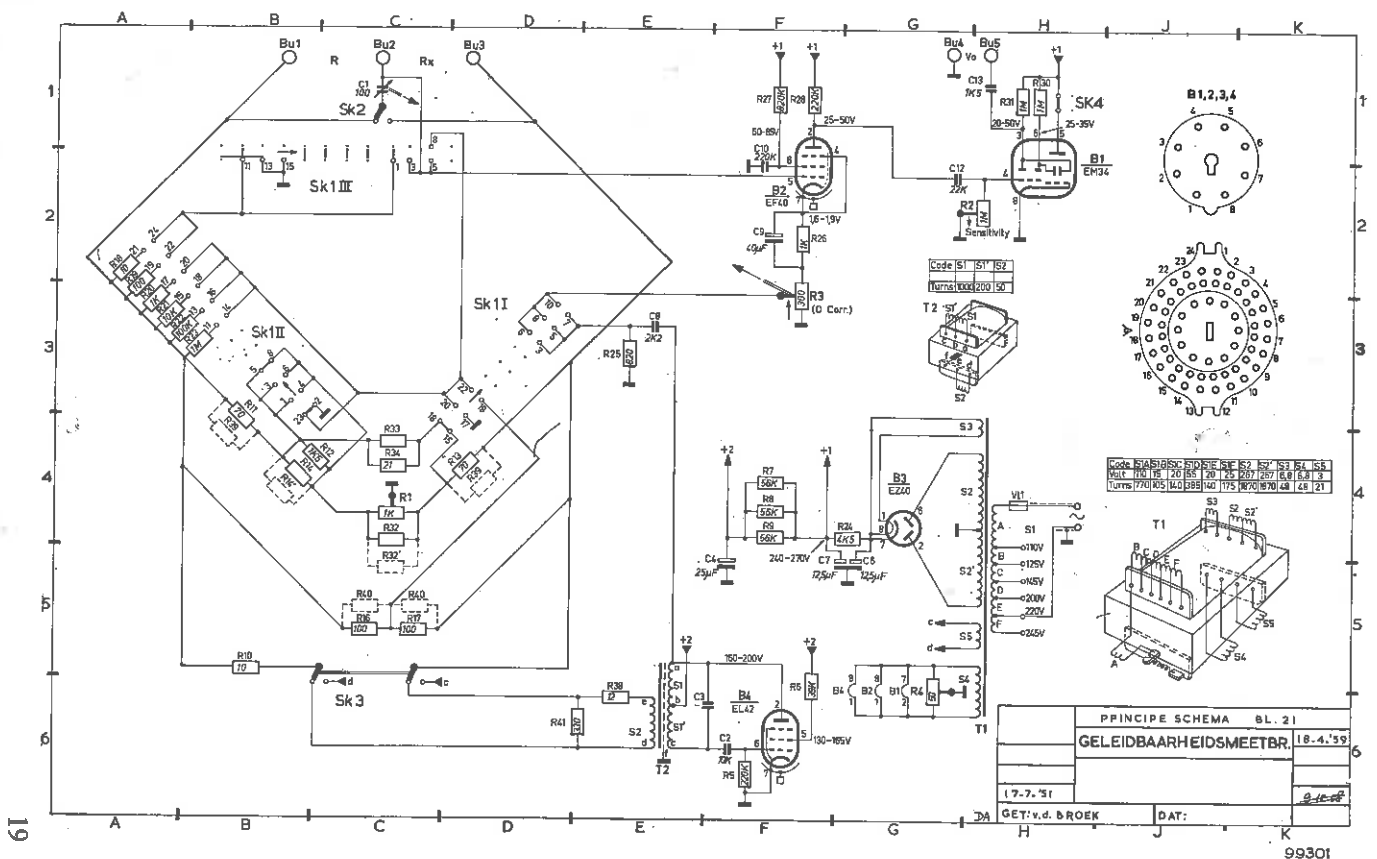


Fig. 6. Schéma du PR 9500 (sous réserve de modifications)
 Bu_4 est raccordée au boîtier et au montage

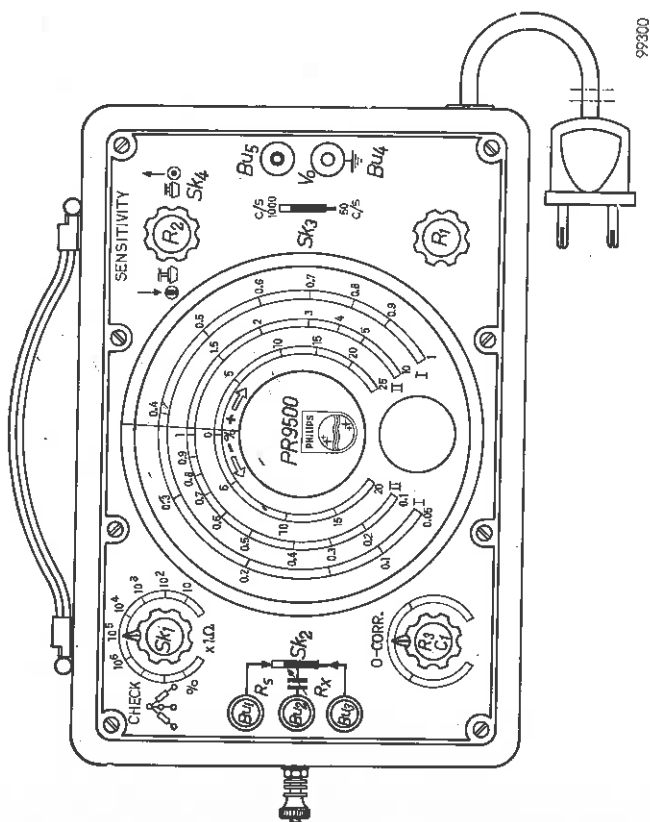


Fig. 5

C_3	22 000 - 37 000 pF
R_{14}	3,6 - 10 kΩ
R_{14}'	10 - 270 kΩ
R_{32}	3,6 - 10 kΩ
R_{32}'	10 - 270 kΩ
R_{33}	150 - 390 kΩ
R_{39}	(parallèle à R_{11} ou R_{19}) = 0,01-1 MΩ
R_{40}	(parallèle à R_{16} ou R_{17}) = 0,01-1 MΩ

