

17 – LES PONTS

LES montages en pont sont fort anciens puisqu'ils ont été conçus, pour la plupart, au siècle dernier. De nos jours, bien que de nombreuses méthodes de mesure aient supplanté ces montages, ils sont encore utilisés, et, compte tenu de la relative facilité avec laquelle ils peuvent être construits par l'amateur, peuvent rendre de bons et loyaux services pour la mesure des résistances ou des impédances avec une bonne précision.

L'intérêt présenté par le montage en pont réside dans le fait que la précision de la mesure n'est pas influencée (du moins théoriquement) par les caractéristiques du générateur, ni par celles du mesureur puisque l'on détecte l'équilibre d'un pont en observant l'annulation d'un courant ou d'une tension continue ou alternative.

Pour attirer nos lecteurs vers ces montages parfois injustement délaissés, nous leur proposerons la réalisation de deux modèles de pont : l'un, très simple est prévu pour la mesure des résistances, l'autre plus complet est conçu pour mesurer résistances et condensateurs dans une large gamme de valeurs. Mais fidèles à notre ligne de conduite, et au risque d'agacer les techniciens chevronnés, nous ferons un petit rappel du principe de fonctionnement et une énumération des différents ponts existants.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La figure 1 représente le montage type d'un pont de mesure qui comporte 4 branches Z_a , Z_b , Z_c et Z_d représentant des résistances ou des impédances.

La condition d'équilibre dans le pont est obtenue s'il n'y a aucun courant détecté par le mesureur M entre A et B lorsqu'on branche un générateur G qui peut être, dans le cas de résistances, une simple pile, comme indiqué sur la figure. Dans ce cas, la condition d'équilibre est :

$$Z_a/Z_b = Z_c/Z_d$$

Dès lors, connaissant bien les valeurs de 2 éléments passifs (par exemple Z_a et Z_b), on peut, en faisant varier Z_c , obtenir un équilibre du pont qui permettra de connaître la valeur du quatrième élément Z_d . On verra dans les exemples présentés que la configuration généralement adoptée est la suivante :

- une branche du pont est fixe,
- une autre branche est continûment variable (échelle de mesure),
- une autre comporte des valeurs fixes commutables (multiplicateur)
- la dernière branche reçoit l'élément à mesurer.

Il est clair que ni les caractéristiques du générateur, ni celles du mesureur n'inter-

viennent lorsque l'équilibre est atteint. Cependant on peut facilement imaginer que plus la tension est importante et le détecteur sensible, plus la mesure sera précise puisqu'un très faible écart d'équilibre sera plus facilement décelé.

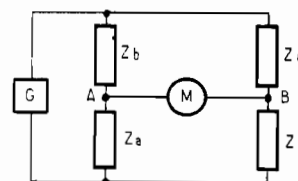
On ne peut, cependant, augmenter trop la tension, car le courant dans chaque branche augmente corrélativement, ce qui peut éventuellement modifier la valeur des éléments du pont.

De la même façon, une trop grande sensibilité du mesureur peut entraîner sa destruction (cas d'un galvanomètre) ou nuire à la facilité de réglage. Souvent on fera varier ce paramètre suivant que l'on recherche l'équilibre (faible sensibilité) ou que, l'ayant presque atteint, on parfait le réglage (forte sensibilité).

LES PRINCIPAUX PONTS DE MESURE

Utilisant le principe ci-dessus exposé, un grand nombre d'applications ont été proposées, certaines à une époque où l'électronique atteignait à peine ses premiers balbutiements, lorsque les électriciens régnaient en maîtres. Chaque nouvelle application recevait alors le nom de son inventeur... La figure 2 présente quelques-uns de ces ponts parmi les plus notoires.

Le pont de Wheatstone (1) est le plus simple et le plus connu des ponts servant à la mesure de résistances. Le générateur est constitué par une source de courant continu et le mesureur est un microampèremètre à zéro central. On peut, par exemple,



G = générateur de courant continu ou alternatif
M = mesureur de tension continue ou alternative
 Z_a Z_b Z_c Z_d = résistances ou réactances

Condition d'équilibre: $V_{AB} = 0$

$$\text{si } \frac{Z_a}{Z_b} = \frac{Z_c}{Z_d}$$

Fig. 1. – Principe du montage en pont.

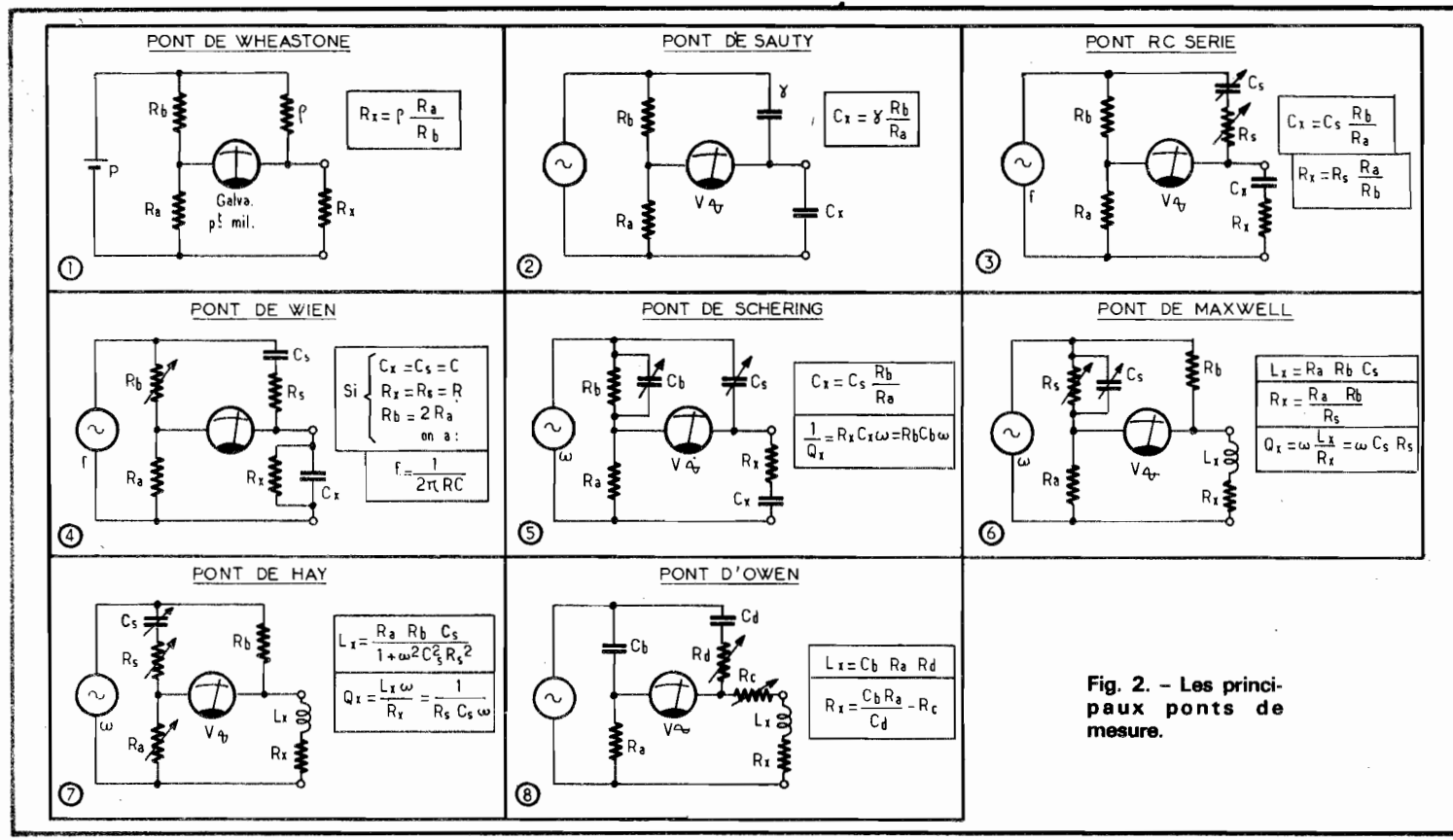


Fig. 2. - Les principaux ponts de mesure.

faire varier R_a , conserver une valeur fixe à R_b et commuter ρ en multiplicateur d'échelle. On obtient ainsi R_x en multipliant ρ par le rapport R_a/R_b . Autour de l'équilibre, l'aiguille du galvanomètre passera de part et d'autre du point milieu, ce qui constitue un attrait de ce montage.

Le pont de Sauty (2) est la transposition du pont de Wheatstone en alternatif pour la mesure des capacités. Dans ce cas, deux branches comportent des condensateurs. En disposant γ dans la branche supérieure droite, on obtiendra la valeur de C_x en multipliant γ par le rapport R_b/R_a . On notera que ce rapport est l'inverse du précédent et, qu'en conséquence, pour conserver une échelle linéaire, il y aurait lieu de maintenir R_a constant et de faire varier R_b à l'inverse de ce qui était fait pour le pont de Wheatstone.

Le générateur est constitué d'un oscillateur, généralement à 1 000 Hz, ou plus simplement, du secondaire basse tension d'un transformateur alimenté par le réseau 50 Hz.

Le mesureur est un voltmètre ou un millivoltmètre amplificateur sur lequel on observera une annulation de tension à l'équilibre.

Il arrive parfois que la mesure d'une capacité par un pont de Sauty soit entachée d'erreur par la présence d'une résistance en série avec le condensateur. Cette résistance peut correspondre à une résistance parasite ou exister physiquement dans un montage. L'annulation complète de tension ne peut être obtenue et l'on n'observe qu'un minimum de déviation.

Pour pallier cet inconvénient, le pont RC série (3) comporte dans la branche supérieure droite une résistance variable en série avec un condensateur variable également. Le réglage des éléments R_s et C_s permet d'obtenir l'équilibre à l'annulation de tension.

Le multiplicateur d'échelle est donné par le rapport R_b/R_a et la valeur de la capacité inconnue est obtenue en multipliant la valeur de C_s par ce rapport.

Une caractéristique intéressante de ce pont est qu'il permet de connaître la valeur de la résistance équivalente R_x en série avec le condensateur en multipliant R_s par R_a/R_b .

Ce type de pont convient particulièrement pour des valeurs élevées de fréquence.

Le pont de Wien (4) présente une propriété intéressante puisque la fréquence du générateur intervient dans l'équilibre du pont. La principale utilisation de ce montage est l'oscillateur RC que nous avons déjà eu l'occasion de décrire dans cette rubrique (voir, notamment, les numéros 1482 et 1486 du Haut-Parleur). On peut également l'employer dans des filtres passifs ou actifs. Nous ne citons ce pont que pour mémoire car son utilisation dans la mesure des fréquences qui était sa première destination est peu pratique à l'heure des fréquencemètres digitaux.

Le pont de Schering (5) est une autre variante du pont de mesure des condensateurs. On retrouve le même principe que celui du pont de Sauty

mais la présence d'un condensateur variable en parallèle sur R_b dans la branche supérieure gauche permet d'obtenir la valeur de la tangente de l'angle de perte qui est aussi égale à l'inverse du coefficient de surtension.

Le pont de Maxwell (6) permet de connaître toutes les caractéristiques d'une self-inductance : coefficient de self-induction, coefficient de surtension, résistance du bobinage.

La recherche de l'équilibre sur ce pont et les deux suivants n'est pas toujours aisée et l'on doit jouer adroitement des commandes de R_s et C_s pour obtenir un réglage exact.

Les ponts de Hay (7) et d'Owen (8) sont d'autres variantes du pont de mesure pour self-inductances qui sont adaptées à des valeurs faibles ou élevées des réactances correspondantes. La réalisation de ces ponts pour des faibles valeurs ou des fréquences élevées n'est guère à la portée de l'amateur car il est très délicat de compenser les éléments parasites qui faussent la mesure.

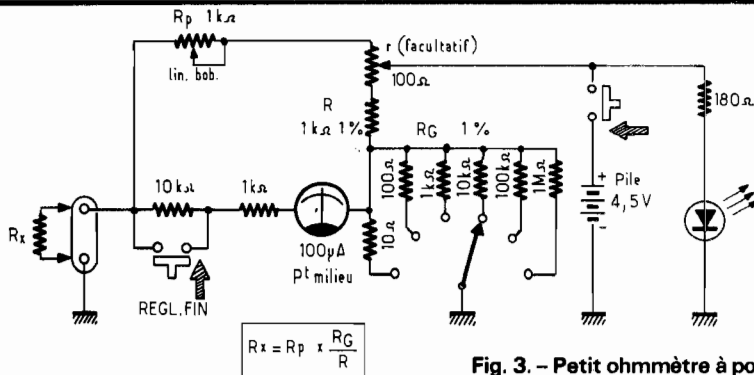


Fig. 3. - Petit ohmmètre à pont (précision 2 %).

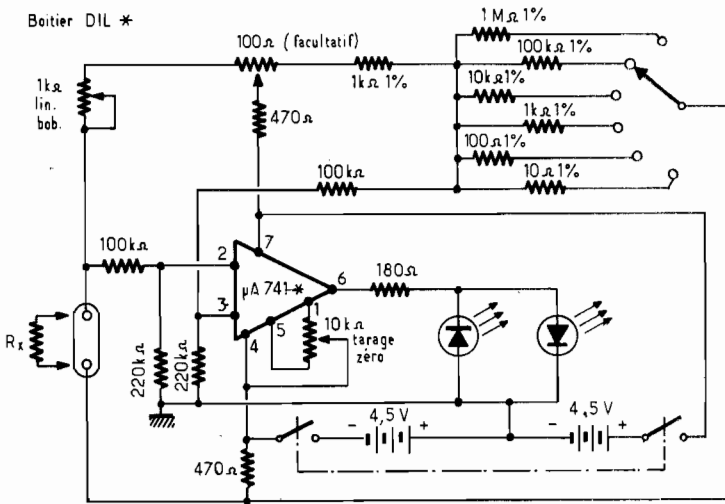
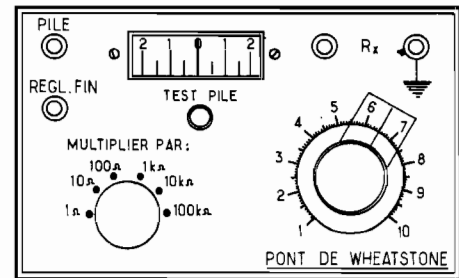
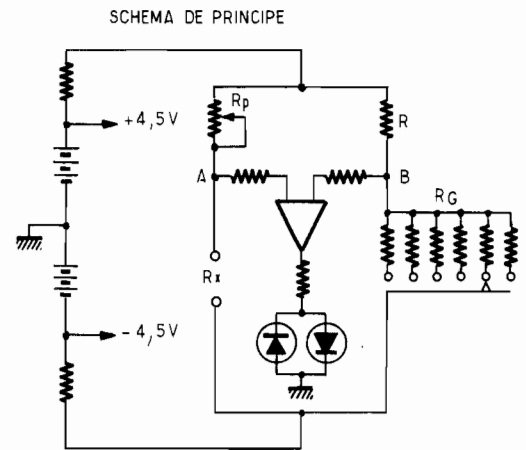


Fig. 4. - Pont de Wheastone avec détecteur de zéro à amplificateur différentiel intégré.



CONSTRUCTION D'UN PETIT OHMMÈTRE À PONT

Application typique du pont de Wheatstone, cet appareil, présenté sur la figure 3, est susceptible de rendre bien des services au laboratoire d'amateur. Il est, en effet, de dimensions modestes et alimenté par une simple pile de 4,5 V. L'étendue des mesures va de 1 Ω à 1 MΩ avec une précision qui pourra, au moins, être égale à 2 % suivant une échelle de mesure linéaire, ce qui n'est pas le cas de l'ohmmètre du classique multimètre.

L'élément variable est constitué par un potentiomètre linéaire de 1 000 Ω que l'on choisira bobiné pour être certain que sa valeur restera constante dans le temps. C'est l'organe essentiel du pont et il serait dommage de lésiner sur le choix de ce composant en utilisant un modèle courant

dont les caractéristiques ne conviendraient pas pour ce type de montage. Nous recommandons particulièrement les modèles construits par Bourns soit en version 1 tour sur 320° (réf. 3437 ou 3438) soit en version 10 tours, beaucoup plus précis mais qui nécessite un bouton compteurs spécial (Les Composants Electroniques, 64-70, avenue André-Morizet, 92100 Boulogne). Le prix de ces potentiomètres aux performances remarquables est évidemment élevé. On pourra éventuellement se contenter d'un modèle plus abordable chez Sfernicé, Alter ou Ohmic (voir les catalogues de ces fabricants).

Si l'on utilise un modèle de potentiomètre à 1 tour on réalisera un bouton de réglage en collant un morceau de plexiglass à l'araldite sur un bouton ordinaire de diamètre extérieur assez grand.

L'élément fixe du pont est constitué par une résistance R

de 1 000 Ω 1 %. Afin que les branches R_p et R soient rigoureusement égales, il a été prévu un petit potentiomètre ajustable de 100 Ω (facultatif).

La multiplication est obtenue par commutation des résistances R_g de 10 à 1 MΩ (toutes à 1 %).

L'appréciation de l'équilibre se fait au moyen d'un microampèremètre de 100 μA à zéro central. Pour éviter d'endommager cet appareil lorsque le pont est très loin de l'équilibre, on a disposé en série 2 résistances : l'une de 1 kΩ, l'autre de 10 kΩ qui est court-circuitée lorsqu'on approche de l'équilibre.

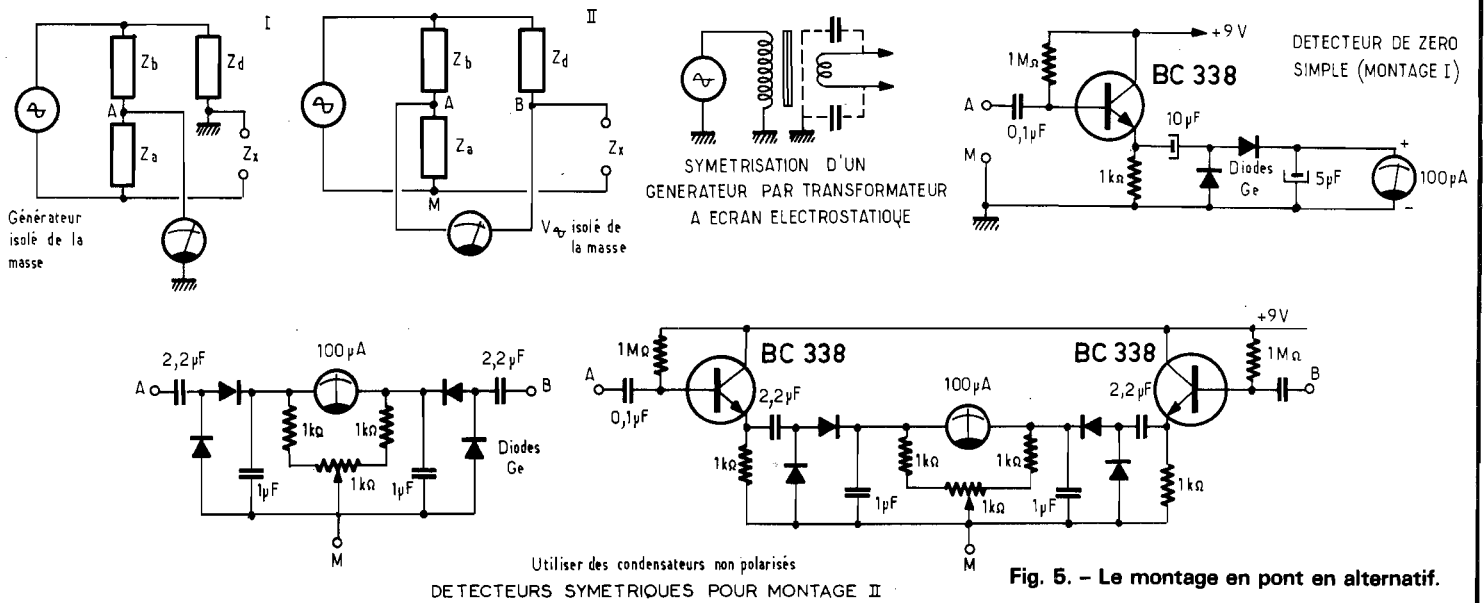
L'étalonnage du pont se fera par comparaison avec un ohmmètre précis (digital, par exemple) ou plus simplement en mesurant une série de résistances très précises (boîte de résistances à décades à 1 % ou mieux).

Une autre méthode consiste à mesurer la valeur de R_p (en éliminant la résis-

tance ajustable de 100 Ω) en de nombreux points au moyen d'un ohmmètre précis. Si $R_g = 1 000 \Omega$, $R_x = 1 000 \Omega$ on devra avoir $R_p = 1 000 \Omega$ à l'équilibre, ce qui correspond à la graduation 10 ; les autres points sont obtenus par la méthode citée.

L'utilisation de ce pont est extrêmement simple : après avoir disposé la résistance à mesurer aux bornes R_x , on commence par appuyer sur le poussoir « Pile », ce qui fait dévier le microampèremètre. En utilisant le potentiomètre R_p et le commutateur de multiplication, on s'efforcera de réaliser l'équilibre. On appuiera alors sur le poussoir « Regl. Fin » tout en maintenant le poussoir « Pile » appuyé pour augmenter la sensibilité.

La diode électroluminescente remplit le double rôle de voyant de mise sous tension et de test de pile : si la luminosité baisse, la pile est à changer.



AUGMENTATION DE LA SENSIBILITÉ DU DÉTECTEUR DE ZÉRO

Le reproche que l'on peut faire au pont de Wheatstone en continu, c'est qu'il requiert une grande sensibilité du mesureur qui se traduit, lorsqu'on utilise un appareil à cadre mobile, par une fragilité gênante.

En utilisant un peu d'électronique, et en remplaçant le galvanomètre par un indicateur à seuil on pourra, sans problèmes, augmenter considérablement la sensibilité du détecteur : c'est ce que propose le pont de Wheatstone à amplificateur différentiel intégré présenté sur la figure 4.

Le principe, illustré sur le schéma séparé, est assez clair. L'amplificateur différentiel reçoit sur ses entrées, protégées par des résistances de $100\text{ k}\Omega$, les tensions des points A et B. Si ces tensions sont égales, quelle que soit la valeur absolue de chacune d'elles, la sortie de l'amplificateur différentiel sera nulle.

L'alimentation est obligatoirement du type symétrique de façon que la tension de sortie soit positive ou négative suivant le sens du décalage des tensions en A et B. Le

reste du pont est identique au montage précédent.

La direction du zéro s'opère au moyen de 2 diodes LED montées en opposition à la sortie de l'amplificateur intégré. Lorsque les deux diodes sont simultanément éteintes, c'est que l'équilibre est atteint. L'allumage de l'une des diodes indique le sens du décalage.

Le tarage du zéro se fera en réunissant les deux entrées A et B et en réglant le potentiomètre ajustable de $10\text{ k}\Omega$ pour obtenir l'extinction des deux diodes.

L'utilisation du pont se fera alors dans les mêmes conditions que précédemment en notant la grande sensibilité du détecteur (de l'ordre du millivolt) et sa parfaite protection contre les tensions élevées à l'entrée (pas de cadre mobile).

Un autre avantage de ce montage est son impédance relativement élevée et son absence d'inertie de fonctionnement.

Quelques inconvénients sont à noter : un risque d'accrochage qui peut être jugulé en prévoyant des découplages de 10 nF sur les entrées et l'alimentation, une variation du zéro qui peut être la conséquence d'une variation de tension d'alimentation dissymétrique et qui nécessite des retouches de réglage.

LE MONTAGE EN PONT EN ALTERNATIF

Le pont de Wheatstone utilisant une source de tension alternative et un détecteur approprié est une solution assez simple à mettre en œuvre qui est souvent retenue dans les montages commerciaux.

On a vu également que d'autres types de ponts nécessitent obligatoirement une source de tension alternative (comme le pont de Sauty), de sorte qu'il est possible, par ce moyen, de réaliser des ponts combinés pour mesurer des résistances et des réactances.

Il faut bien noter que la configuration de pont la meilleure est celle qui comporte un générateur à très faible impédance de sortie et un mesureur sensible et à haute impédance. Ces configurations sont plus facilement obtenues en alternatif.

La figure 5 indique deux façons d'utiliser un pont en alternatif parmi les plus répandues. On suppose que l'élément à mesurer a une borne à la masse ce qui est bien commode si l'on veut éliminer les capacités parasites. Suivant que le générateur ou le mesureur ont un point à la masse on aboutit à l'une ou

l'autre des configurations I et II. On peut noter que le montage I est pratique car il permet de réaliser facilement un amplificateur détecteur très sensible.

On trouvera sur les schémas de détail plusieurs solutions qui pourront s'adapter à chacun des montages I et II, pour des fréquences allant de 50 Hz à 100 kHz .

On peut obtenir une sortie de générateur symétrique en utilisant un transformateur de sortie. Si la fréquence est relativement élevée (plus de 10 kHz), il est souhaitable que ce transformateur possède un écran électrostatique entre primaire et secondaire surtout si la mesure s'étend à des impédances élevées. De la sorte les capacités parasites entre chaque extrémité du bobinage secondaire et la masse seront peu différentes. On peut, d'ailleurs, aux fréquences élevées symétriser cette sortie en utilisant des condensateurs ajustables d'appoint.

Le détecteur de zéro prévu pour le montage I est à haute impédance d'entrée puisqu'il utilise un étage émetteur-follower. Il est suivi d'un détecteur classique à montage doubleur qui s'accorde parfaitement de la faible résistance d'émetteur du transistor. La charge est constituée par la

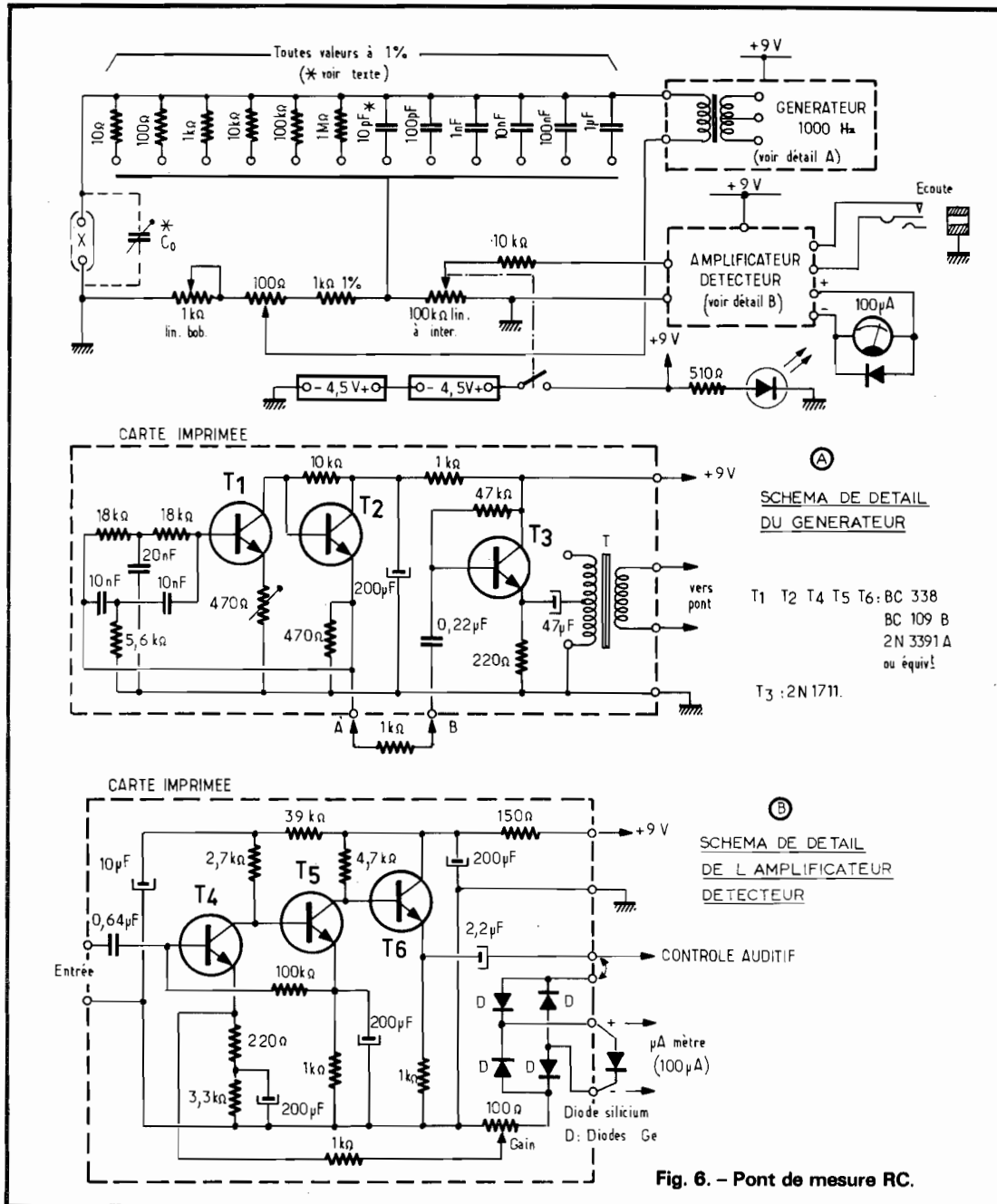


Fig. 6. - Pont de mesure RC.

résistance interne du microampèremètre. Le montage fonctionne par recherche du minimum de déviation.

Le montage détecteur symétrique est un peu plus sophistiqué mais il permettra de connaître le sens du déséquilibre : il fait donc appel à un microampèremètre à zéro central. Deux montages sont proposés qui comparent les tensions issues de deux détecteurs à diodes montés en opposition. Un réglage de zéro est prévu pour équilibrer le montage lorsqu'on envoie un signal de même amplitude en A et B. Le second montage

utilisant des entrées à haute impédance (double émetteur-follower) est plus recommandé que le premier.

CONSTRUCTION D'UN PONT DE MESURE RC

Partant de considérations pratiques, nous avons envisagé la description d'un pont combiné Wheatstone/Sauty, relativement facile à réaliser et permettant de mesurer avec une précision de 1 à 2 %

les résistances de 1 Ω à 1 MΩ, et avec une précision de 2 à 5 % les capacités de 10 pF à 10 μF, ce qui couvre les besoins les plus courants du laboratoire d'amateur.

Le schéma est indiqué sur la figure 6. On peut y voir que le pont est du type à générateur symétrique et amplificateur détecteur ayant une entrée à la masse.

Le pont proprement dit est assez classique : suivant la nature (R ou C) de l'impédance mise en jeu par le commutateur de gammes on est en présence d'un pont de

Wheatstone ou d'un pont de Sauty.

Les étalons seront choisis avec une tolérance de 1 % ou mieux, sauf pour la valeur de 10 pF qui, compte tenu des capacités de câblage du montage, n'a pas besoin d'être aussi précise. On veillera d'ailleurs à équilibrer le pont en alternatif en montant en parallèle sur les bornes de mesure un petit ajustable qui sera réglé pour un minimum de déviation du détecteur (commutateur de gamme sur 10 pF, rien en X). Si l'on se contente d'une précision moyenne de 5 à 10 % sur la gamme 10 pF et 1 MΩ cet équilibrage est inutile.

Le générateur, dont le schéma est représenté en A comporte trois transistors. Entre T₁ et T₂, s'établit un régime oscillatoire dont la fréquence est déterminée par un filtre en double T. Ce montage a souvent été décrit dans notre rubrique. Il présente l'avantage de donner un signal assez pur et stable à 1 000 Hz. La sortie de l'oscillateur (A) est reliée à la base du transistor T₃ monté en abaisseur d'impédance.

La résistance de 1 000 Ω placée entre (A) et (B) est destinée à diminuer l'influence de la charge d'entrée de T₃ sur le circuit d'oscillation.

L'émetteur de T₃ est réuni, à travers un condensateur d'isolement, au primaire du transformateur de sortie T. Ce dernier est un modèle prévu pour une sortie push-pull de récepteur de poche à transistor ; le modèle ayant servi aux essais a été récupéré sur un montage ancien délivrant 100 à 150 mW/8 Ω il est de provenance Omega et porte la référence 1261. Le montage sera réalisé comme indiqué sur la figure pour obtenir un rapport de transformation voisin de 2/1.

On règle le seuil et le niveau de l'oscillation au moyen de la résistance ajustable montée dans l'émetteur de T₁ de façon à obtenir une tension d'environ 700 mV eff. en (A) lorsque la résistance de

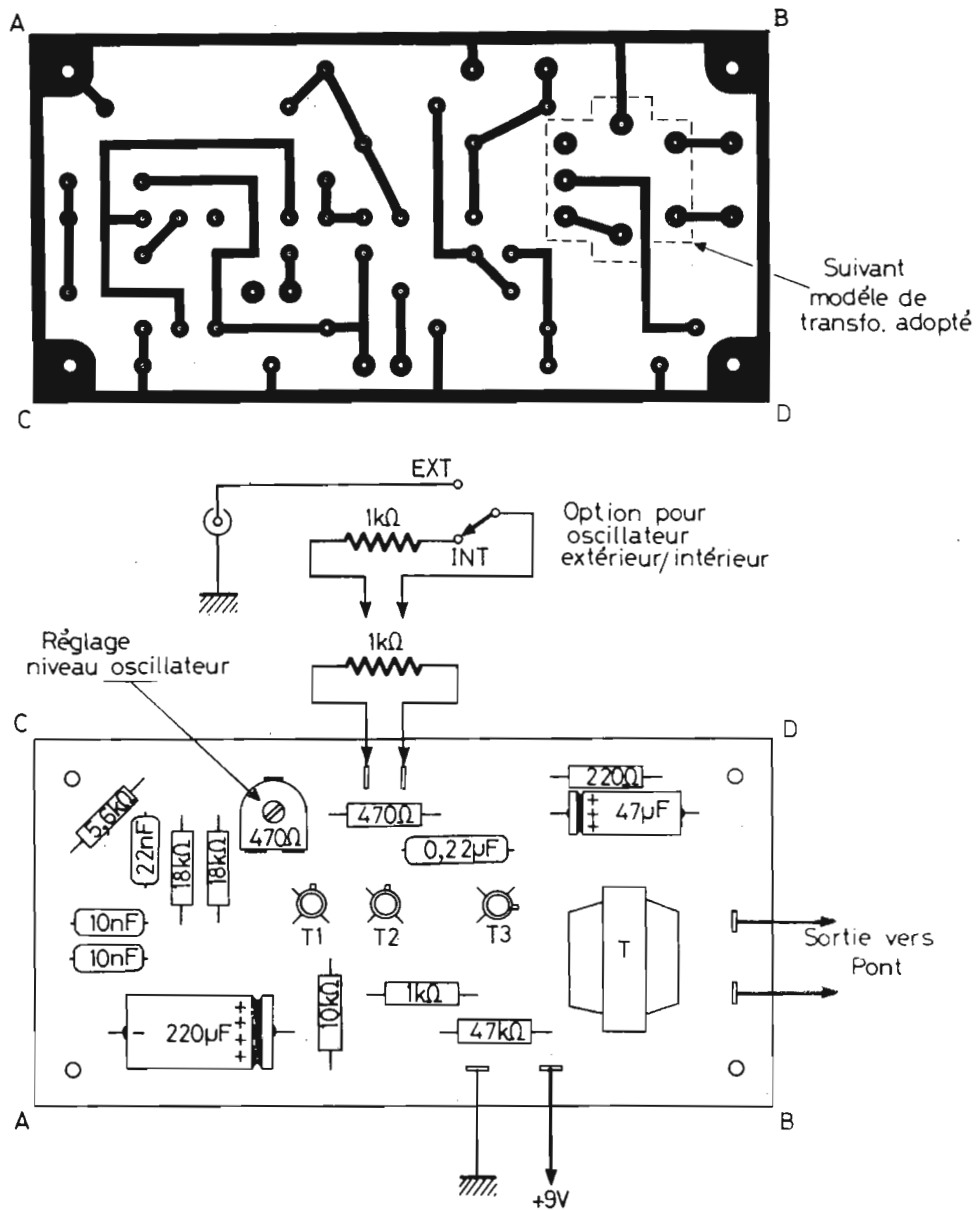


Fig. 7. - Carte imprimée du générateur 1000 Hz.

liaison (A) - (B) est débranchée. Après avoir remis en place cette résistance, la tension de sortie au secondaire du transformateur sera de 300 à 350 mV eff. avec une impédance interne de sortie de 10Ω à la fréquence d'oscillation.

En raison de la (relativement) faible valeur de la fréquence et de l'impédance de sortie, il n'est pas nécessaire de prévoir une commutation oscillateur extérieur/intérieur. En position extérieure les caractéristiques du signal devront être : fréquence

50 Hz à 10 kHz, tension efficace $1 \text{ V}/5 \text{ k}\Omega$.

Le débit du générateur n'excède pas 20 mA avec une source d'alimentation de 9 volts.

L'amplificateur détecteur (schéma B) est un montage qui avait été décrit comme millivoltmètre (voir H.P. N° 1490, page 181) mais dont la sensibilité a été augmentée de 20 dB.

L'amplificateur comporte 3 étages R_4 , T_5 et T_6 montés en liaison directe. Le gain en tension est fourni par les deux premiers étages en émetteur

commun. L'émetteur-follower T_6 est destiné à abaisser l'impédance pour s'adapter au redressement en pont des 4 diodes D au germanium, à travers un condensateur d'isolement.

Le réglage de gain est effectué par le potentiomètre ajustable qui dose le taux de contre-réaction assurant également la linéarisation de la détection.

En utilisant un microampèremètre de $100 \mu\text{A}$, la sensibilité peut être portée à 1 mV eff à l'entrée pour une pleine déviation

avec une bande passante (0 à -1 dB) de 10 Hz à 30 kHz. L'impédance d'entrée est supérieure à $50 \text{ k}\Omega$ à 1 000 Hz et la consommation est inférieure à 10 mA.

Cette grande sensibilité permet de déceler une variation de quelques dizaines de microvolts autour de l'équilibre.

L'amplificateur détecteur est précédé d'un potentiomètre de $100 \text{ k}\Omega$ destiné à doser le niveau pour assurer une lecture convenable, suivant la valeur de la résistance ou de la capacité à mesurer et selon

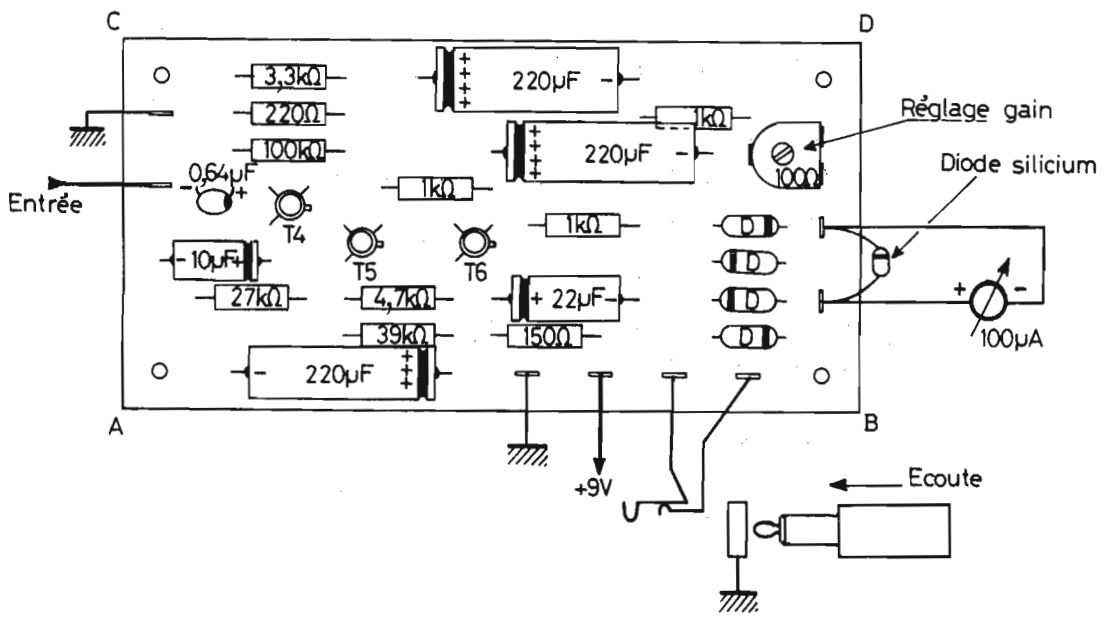
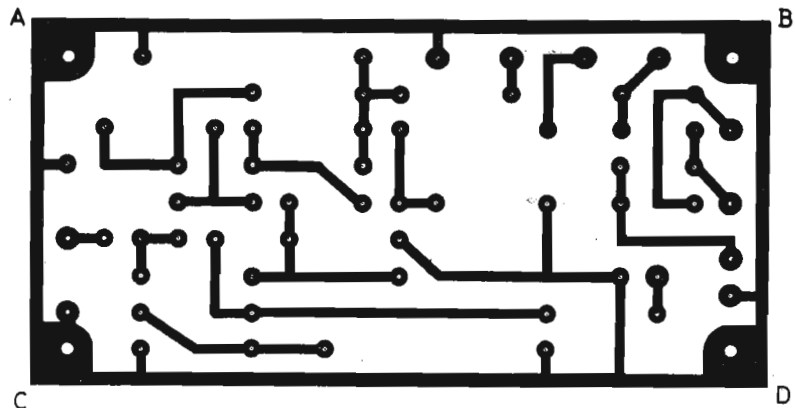


Fig. 8. - Carte imprimée de l'amplificateur détecteur.

que l'on est proche ou éloigné de l'équilibre ; ce potentiomètre est couplé avec l'interrupteur de mise en route du pont.

On peut prévoir une sortie casque d'écoute pour faire un contrôle auditif de l'équilibre.

Pour assurer une bonne protection du microampère-mètre il est conseillé de prévoir une diode silicium montée dans le sens direct aux bornes de l'appareil. On trouvera sur les figures 7 et 8 les caractéristiques des cartes

imprimées du générateur 1 000 Hz et de l'amplificateur détecteur.

La figure 9 représente le câblage interne de l'appareil contenu dans un coffret dont les dimensions (approximatives) sont de 170 x 90 x 125 mm.

Le potentiomètre bobiné de 1 000 Ω est un modèle donnant une linéarité meilleure que 1 % (voir plus haut les conseils de choix). Le commutateur de gammes est à 1 cir-

cuit, 12 positions. Le reste des composants est standard ou a déjà donné lieu à des commentaires. On veillera à réaliser un câblage à faible résistance et aussi aéré que possible dans les branches du pont.

L'alimentation est assurée par 2 piles plates de 4,5 V. L'utilisation d'une alimentation secteur, régulée ou non, est évidemment possible mais n'est guère justifiée par le débit relativement faible de l'appareil (40 mA/9 V) qui

assure une autonomie assez grande, sans fil à la patte. Par ailleurs, l'introduction d'un transformateur d'alimentation secteur dans le coffret risque d'entraîner quelques perturbations par induction parasite vers l'amplificateur détecteur.

La figure 10 montre l'aspect de la face avant de l'appareil avec les gravures qu'il convient de réaliser. Naturellement les graduations de mesure **dépendent du**

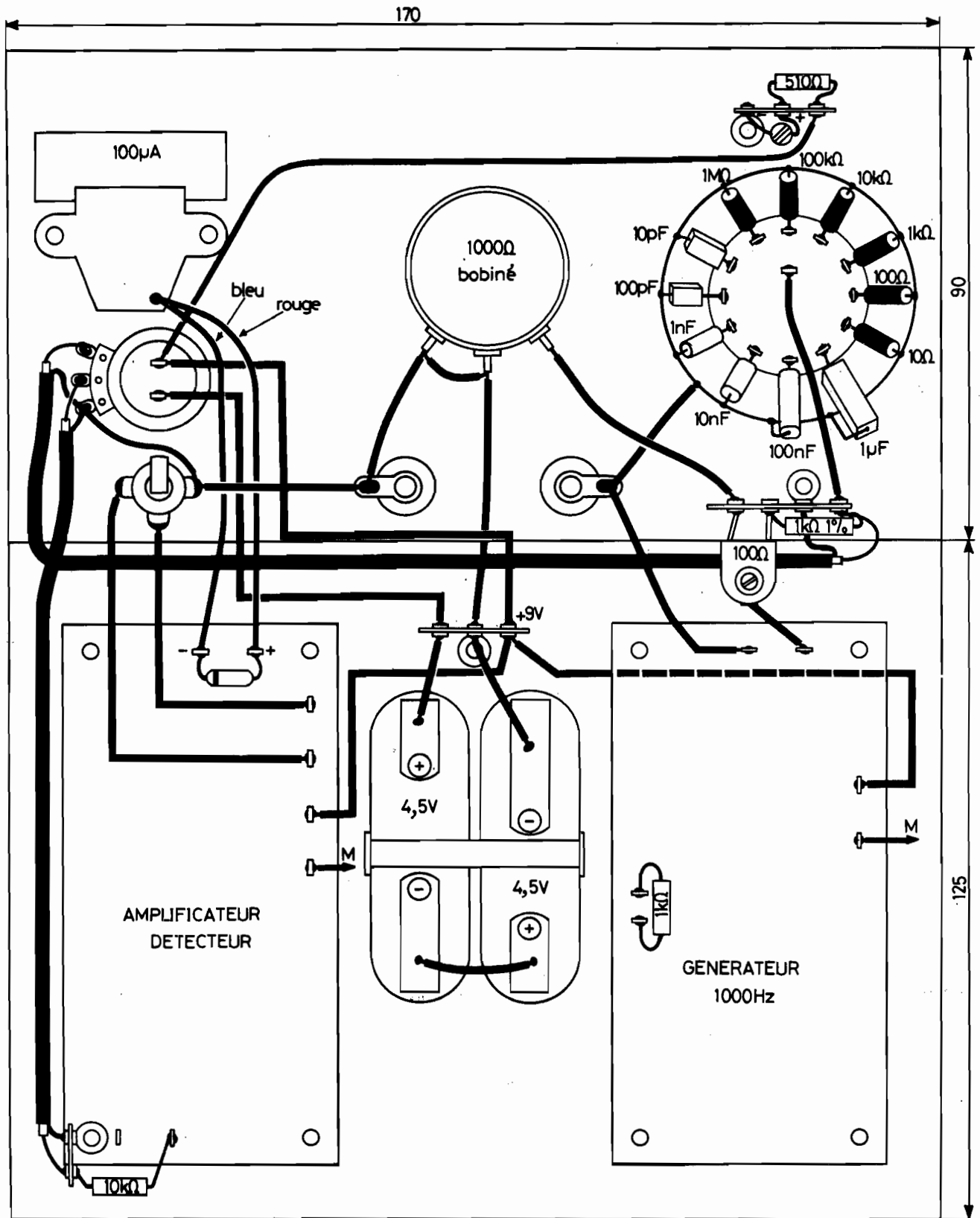


Fig. 9. - Câblage interne du pont RC.

type de potentiomètre choisi et la présentation de la figure ne correspond donc pas à tous les cas.

On peut voir que l'échelle des résistances est linéaire de 1 à 10. Celle des capacités va donc de 10 à 1 suivant une échelle inverse (ici hyperbolique).

L'étalonnage se fera sur la gamme 1 000 Ω au moyen d'un jeu de résistances étalon ou par comparaison avec un ohmmètre très précis.

L'échelle des capacités sera déduite du tableau A.

On aurait pu réaliser une linéarisation de l'échelle des capacités en intervertissant la résistance fixe de 1 000 Ω et le potentiomètre de mesure. Nous avons estimé que cette solution augmentait trop sensiblement la complexité du câblage, et, donc, les capacités parasites. Les amateurs compétents et aimant la difficulté pourront s'y exercer...

Il est essentiel de noter que la réalisation d'un tel pont, si

TABLEAU A

C	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2
R	10	9,09	8,33	7,69	7,14	6,67	6,25	5,88	5,55	5,26	5	4,76	4,54
C	2,3	2,4	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
R	4,35	4,17	4	3,33	2,86	2,5	2,22	2	1,67	1,43	1,25	1,11	1

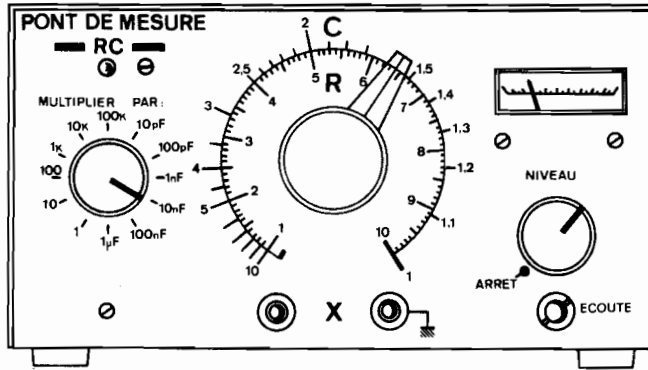


Fig. 10. - Présentation de la face avant du pont RC.

elle n'est pas trop compliquée, demande une certaine attention. L'étalonnage, en particulier devra être effectué avec minutie. Nous déconseillons

donc la construction de cet appareil aux lecteurs qui n'auraient pas la détermination d'obtenir un très bon résultat par un choix judi-

cieux (et pas trop économique) de composants et une mise au point soignée et méthodique. (à suivre)

J.C.

Découvrez, vous aussi, les joies de la chasse aux trésors

avec **LE DETECTEUR**

« C. SCOPE »

garanti 1 an

Détecte tous métaux ferreux ou non ferreux - OR - ARGENT CUIVRE - ACIER - (armes anciennes, bijoux, canalisations, câbles électriques dans les murs)

Vente et démonstration en notre magasin.

B. CORDE ELECTRONIQUE
159 quai de Valmy
75010 PARIS
Tél : 205.67.05

Spécialiste du détecteur de métaux



3 modèles :
BFO 500 F ttc
IB 300 1 200 F ttc
TR 400 1 500 F ttc

Documentation sur demande

PUB. SANOTER 208 90 00

VENTE PROMOTIONNELLE A PRIX IMBATTABLE

EXTRAIT de notre NOUVELLE OFFRE SPECIALE 1976 :

TRANSISTORS	1 pce	10 pces	100 pces
AC 127	1,00	9,00	81,00
AC 128	1,35	12,50	101,00
AC 141	1,00	9,00	81,00
AC 153	1,35	12,50	101,00
AC 176	1,00	9,00	81,00
AC 187 K	2,70	25,00	225,00
AC 188 K	2,70	25,00	225,00
AD 130	5,00	45,00	395,00
AD 149	5,50	49,50	430,00
AD 150	5,50	49,50	430,00
AD 161	3,90	36,00	340,00
AD 162	3,90	36,00	340,00
AD 162	4,30	41,00	370,00
AF 139	4,50	43,00	395,00
AF 239			
BC 107 B en boît. mét. 10-18 orig.	1,35	12,00	101,00
BC 140	2,15	19,00	170,00
BC 141	2,25	20,00	180,00
BC 148 A	1,00	9,50	85,00
BC 158 VI	1,00	9,50	85,00
BC 160	2,15	18,00	170,00
BC 161	2,35	20,00	180,00
BC 168	1,00	9,50	85,00
BC 169	1,00	9,50	85,00
BC 170 A, B, C	0,80	7,20	65,00
BC 250 A, B, C	0,80	7,20	65,00
BF 177	1,35	12,00	101,00
BSY 62 (2 N 706 A)	0,55	5,00	43,00
GFT 32/30	0,45	4,00	34,00
OC 74	1,35	12,00	112,00
TF 65	0,70	6,00	56,00
2 N 3055	5,85	53,00	470,00
2 N 3055 Y (UCEO 40 V)	3,80	33,00	290,00

PAIRS COMPLEMENTAIRES TRES AVANTAGEUX	1 p. 10 p. 100 p.
AC 127/AC 128	3,30 29,00 215,00
AC 153/AC 176	3,70 34,00 290,00
AC 187 K/AC 188 K	5,50 50,00 450,00
BC 140/BC 160	4,40 40,00 350,00
BC 141/BC 161	4,70 43,00 380,00
BC 170/BC 250	2,50 22,00 200,00
BD 137/BD 138	7,20 65,00 610,00

PARTICULIEREMENT AVANTAGEUX :	10 pces	100 pces
Diodes univ. au germ. OUG	1,10	11,50
Diodes univ. au silic. OUS	1,20	12,50
Transistors PNP univ. au germ. TUP	2,50	20,50
Transistors PNP univ. au silic. TUPS	2,70	21,50

SUPPORTS IC Dual-in-line	1 pce	10 p.	100 p.
DIL 14 (14 p.)	1,35	12,50	112,00
DIL 16 (16 p.)	1,80	14,50	135,00

ASSORTIMENTS DE TRANSISTORS PARTICULIEREMENT INTERESSANTS

N. de commande :			
A 20 transistors différents au germanium	7,20		
B 50 transistors différents au germanium	17,00		
C 20 transistors différents au silicium	8,90		
D 50 transistors différents au silicium	19,00		
E 10 transistors de puissance diff. au silic. et au german.	19,00		
F 100 transistors HF et BF diff. au german. et au silic.	28,00		

T.T.L.C's de marque, d'origine, Dual-in-line plastique			
7400 2,25	7406 3,80	7420 2,25	7450 2,25
7401 2,25	7410 2,25	7430 2,25	7451 2,25
7402 2,25	7413 3,40	7442 6,50	7453 2,25
7403 2,25	7414 5,80	7447 10,10	7454 2,25
			7480 6,30
			7482 7,90
			7490 5,10

REOSESSEURS TV en boîtier époxy			
1 N 4006 800 V	1 A	0,70	6,20
1 N 4007 1000 V	1 A	0,80	7,20
			58,00
			65,00

CONDENSATEURS ELECTROLYTIQUES 8T marque BOSCH			
Ex. Verticale			
1 μF 50 V	0,25	2,10	20,00
3,3 μF 50 V	0,25	2,10	20,00
4,7 μF 25 V	0,35	3,00	27,00
4,7 μF 50 V	0,45	4,00	36,00
10 μF 10 V	0,35	3,00	27,00
10 μF 16 V	0,35	3,00	27,00
10 μF 25 V	0,45	4,00	36,00
10 μF 50 V	0,45	4,00	36,00
33 μF 6,3 V	0,25	2,10	20,00
33 μF 10 V	0,35	3,00	27,00
etc.			

Ex. Axiale			
4,7 μF 25 V	0,35	3,00	27,00
47 μF 10 V	0,45	4,00	36,00
47 μF 16 V	0,45	4,00	36,00
100 μF 3 V	0,55	5,00	45,00
220 μF 10 V	0,45	4,00	36,00
220 μF 16 V	0,55	5,00	45,00
470 μF 10 V	0,45	4,00	36,00
470 μF 16 V	0,55	5,00	45,00
1000 μF 10 V	0,80	7,20	65,00
1000 μF 16 V	1,00	9,00	81,00

Demandez s.v.p. gratuitement notre NOUVELLE OFFRE SPECIALE 1976 complète !
Uniquement marchandises neuves de haute qualité. Disponibilités limitées. Expéditions dans le monde entier. Les commandes seront exécutées soigneusement et contre remboursement. Sous le régime du Marché commun européen, marchandises EXEMPTES des droits de douane ; T.V.A. au taux actuellement en vigueur non comprise. Emballage et port au coûtant.

EUGEN QUECK
Ingénieur-Büro, Import-Export
D-8500 NUREMBERG
R.F.A. Augustenstr. 6 Tél. : 46.35.83