

## Baupaket Messbrücke R 6516

Mit Hilfe dieser Messbrücke kann einfach jedoch genau der Wert von Widerständen und Kondensatoren bestimmt werden. Mit den eingebauten Standard-Widerständen und -Kondensatoren können Widerstände von 10 Ohm bis 10 Mega Ohm und Kondensatoren von 10 pF bis 10 µF gemessen werden. In Offener-Brückenschaltung ist es auch möglich mit anderen Standardelementen zu messen. Somit können auch Selbstinduktivitäten verglichen werden.

### Liste der Einzelteile

#### Montageplatte mit gedruckter Verdrahtung (PC 6518 P)

Transistoren: TR 1 - AC 126  
TR 2 - AC 126

Widerstände : R 1 - 100 Ohm 1 % - braun, schwarz, schwarz, schwarz, braun  
R 2 - 1.000 Ohm 1 % - braun, schwarz, schwarz, braun, braun  
R 3\*- 10.000 Ohm 1 % - braun, schwarz, schwarz, rot, braun  
R 4 - 100.000 Ohm 1 % - braun, schwarz, schwarz, orange, braun  
R 5 - 1.000.000 Ohm 1% - braun, schwarz, schwarz, gelb, braun  
R 6 - 1.000 Ohm - braun, schwarz, rot  
R 7 - 22.000 Ohm - Drahtpotentiometer (22k)  
R 8 - 1.000 Ohm - braun, schwarz, rot  
R 9 - 680 Ohm - blau, grau, braun  
R 10 - 1.200 Ohm - braun, rot, rot  
R 11 - 180.000 Ohm - braun, grau, gelb  
R 12 - 270 Ohm - rot, violett, braun  
R 13 - 270 Ohm - rot, violett, braun

\* Es werden zwei zusätzliche Widerstände von 10.000 Ohm 1% mitgeliefert zum Abregeln (Eichen der Skala)

Kondensatoren: C 1 - 100 pF 2 % - (violett, braun, schwarz, braun, rot)  
C 2 - 1.000 pF 1 % - (1k0)  
C 3 - 10.000 pF 1 % - (10k)  
C 4 - 100.000 pF 1 % - (100k)  
C 5 - 1 µF 10 %  
C 6 - 10 µF/16V  
C 7 - 100.000 pF - braun, schwarz, gelb  
C 8 - 100.000 pF - braun, schwarz, gelb  
C 9 - 100.000 pF - braun, schwarz, gelb  
C 10 - 150 µF

Schalter mit 11 Stellungen, Ohrhörer, 3 Anschlussklemmen mit Schrauben, Skala, Knopf und Zeiger.

Die richtige Montage anhand der Bauzeichnung ist einfach, wenn folgende Anleitungen gut beachtet werden.

1. Lesen Sie zuerst gründlich die allgemeinen Löt- und Montageanleitungen und halten Sie sich genau daran.
2. Beachten Sie die richtige Stellung der Transistoren. Der Kollektor (c) ist mit einem roten Punkt am Gehäuse des Transistors bezeichnet, der Emitter (e) liegt gegenüber und der Basis (b) etwas versetzt dazwischen. Der Transistor muss etwa 1 cm von der Montageplatte distanziert sein.
3. Auch die richtige Montage der zwei Elektrolyt-Kondensatoren (C 6 und C 10) muss beachtet werden. Die Plusseite ist mit einer Rille im Gehäuse bezeichnet, die mit der auf der Zeichnung angegebenen Lage übereinstimmen muss.
4. Schalter und Potentiometer müssen so montiert werden, dass die Sicherungsnocken, in den vorgesehenen Löchern der Montageplatte einrasten. Die Verbindungen zwischen den Lötlaschen von Schalter und Potentiometer und den dazugehörigen Löchern in der Montageplatte werden mit kleinen Stücken blankem Montagedraht hergestellt.
5. Die beigelegten Anschlussklemmen können direkt mit Hilfe von Schrauben und Sicherungsunterlagscheiben auf der Kupferseite der Montageplatte befestigt werden.

Bei Verwendung der mitgelieferten Skala zwischen Gehäuse und Knöpfen ist es besser die Klemmen auf das Gehäuse zu montieren und mit Montagedraht mit der Montageplatte zu verbinden. Hierzu sind kleine Anschlusslöcher in der Nähe der grossen Löcher K angebracht. Selbstverständlich können auch luxiösere Klemmen, wie bei Ihrem Händler erhältlich, verwendet werden.

Die Batterie (9V) wird an den mit + und - bezeichneten Punkten der Montageplatte angeschlossen. Vertauschen Sie die Polarität nicht! Da der Stromverbrauch nur 10 mA beträgt, genügt bereits eine kleine 9V- Batterie (Typ 6 F 22). Selbstverständlich kann auch ein kleines Speisegerät wie z.B. die R 6704- Einheit benutzt werden.

Der Ohrhörer wird zwischen den Punkten "T" angeschlossen. Es ist zu empfehlen die Anschlussdrähte vor dem Verlöten mit dünnem Kupferdraht zu umwickeln.

Falls die Batterie fest eingebaut wird, sollte wenigstens in einer Speiseleitung ein Schalter (z.B. Schiebeschalter) montiert werden.

Montage in einem Gehäuse ist möglich mit z.B. M 3-Schrauben durch die zwei Löcher in der Nähe von R 7 und die zwei Löcher in der Nähe von den Klemmen K. Sorgen Sie dafür dass diese Schrauben und/oder Distanzhülsen keinen Kurzschluss zwischen zwei Kupferbahnen auf der Montageplatte verursachen können. Verwenden Sie, falls notwendig, Isolierscheiben.

Der Knopf auf dem Schalter SW wird so befestigt, dass der Pfeil oder Indikationspunkt auf Punkt "1 M" der Skala steht wenn der Knopf ganz linksum gedreht ist.

Der mitgelieferte Knopf ist für das Potentiometer R 7. Befestigen Sie den Plastikzeiger auf diesen Knopf; der Rand unten am Knopf passt klemmend ins Loch dieses Zeigers. Wenn erwünscht, kann zusätzlich etwas Klebstoff verwendet werden. Mit einer gewöhnlichen Schere soll der Zeiger soweit gekürzt werden, dass dieser gerade noch über die äusserste Skala herausragt. Dieser Knopf mit Zeiger wird zuerst so auf der Achse R 7 befestigt, dass der Drehwinkel links und rechts etwa gleich gross ist. Führen Sie dann Punkt 1 der Eichtabelle wie folgt durch:

Der Schalter SW wird auf Stellung "10.000  $\Omega$ " geschaltet und ein extra Eichwiderstand von 10.000 Ohm 1% zwischen den Klemmen Rx angeschlossen. Verdrehen Sie den Knopf mit Zeiger bis der Ton im Ohrhörer minimal ist. Der Strich des Zeigers muss jetzt auf 1 stehen; versetzen Sie wenn nötig den Knopf einwenig auf der Achse. Nach der Eichtabelle werden die anderen Kontrollmessungen durchgeführt. Verstellen Sie den Knopf wenn nötig so, dass für alle 7 Kontrollpunkte der Anzeigefehler so klein wie möglich wird. Falls eine maximale Präzision verlangt wird, soll die Brücke an verschiedenen Punkten geeicht werden mit z.B. einer genauen Widerstandsdekade oder einer Reihe loser Präzisions-Widerstände. (Mit vier 1000 Ohm 1%-Widerständen und den beigelegten zwei Extra- Widerständen kann bereits eine grosse Reihe von Eichpunkten gemessen werden. Die so erhaltenen Korrekturen können auf der äusseren Bahn der Skala eingezeichnet werden.

#### Eichtabelle

Stellung Schalter:	an Rx angeschlossen:	Zeiger auf:
10.000 $\Omega$	10.000 $\Omega$	1
100.000 $\Omega$	10.000 $\Omega$	0,1
1.000 $\Omega$	10.000 $\Omega$	10
10.000 $\Omega$	5.000 $\Omega$ 1)	0,5
1.000 $\Omega$	5.000 $\Omega$ 1)	5
10.000 $\Omega$	20.000 $\Omega$ 2)	2
100.000 $\Omega$	20.000 $\Omega$ 2)	0,2

1) 2 x 10.000 Ohm parallel (nebeneinander)

2) 2 x 10.000 Ohm in serie (hintereinander)

Wird ein Bereich geeicht, so sind auch automatisch alle anderen Bereiche inklusive Kondensatoren abgeglichen.

Die Anwendung der Brücke ist einfach. Ein unbekannter Widerstand wird zwischen Rx angeschlossen, ein unbekannter Kondensator zwischen Cx (nie gleichzeitig!). Der Schalter wird auf einen Wert geschaltet, der in der Nähe des vermutlichen Wertes der Unbekannten

liegt. Verdrehen Sie nun "den Abstimmungsknopf" bis die Lautstärke im Ohrhörer minimal ist. Der Skalazeiger wird abgelesen und mit dem gewählten Standardwert multipliziert.

Beispiel:

Schalter auf 10.000  $\Omega$ , ein Minimum ergibt sich bei Zeiger auf 0,5, Der Unbekannte Widerstand ist somit  $0,5 \times 10.000 = 5.000$  Ohm. Falls man über den Wert der Unbekannten völlig im unklaren ist, wird der Schalter zuerst auf 1 M  $\Omega$  geschaltet (für Widerstände) und mit dem Potentiometer ein Minimum gesucht. Wenn kein Minimum gefunden wird, so wird auf 100.000  $\Omega$  herabgeschaltet und ein Minimum gesucht; falls notwendig weiter auf 10.000  $\Omega$  u.s.w. Normalerweise nimmt die Lautstärke bereits in der Richtung des unbekannten Wertes ab. Viele Widerstände und Kondensatoren können in verschiedenen Messbereichen gemessen werden. Vermeiden Sie jedoch soviel wie möglich die Skalateilung zwischen 4 und 10 weil dort die Skala schwierig abzulesen ist.

Induktivitäten werden auf folgende Weise geprüft: Der Bereichschalter wird auf Null (Stellung "Offene Brücke") geschaltet, die bekannte Induktivität zwischen Cx angeschlossen und die Unbekannte zwischen Rx. Der Multiplikationsfaktor wird wieder mit dem Lautstärkeminimum auf der Skalateilung gefunden.

Stellung "offene Brücke" kann auch verwendet werden um grössere oder kleinere Widerstände und Kondensatoren zu messen als mit den eingebauten Standardwerten möglich ist. Dieser zusätzliche "Standardwiderstand" wird zwischen Cx angeschlossen mit dem Schalter auf Null. Ein zusätzlicher "Standardkondensator" zwischen Rx und der Schalter ebenfalls auf Null. Der Messvorgang bleibt der gleiche wie bei den eingebauten Standardwerten.

Ein undeutliches Minimum kann sich ergeben bei Messungen an grossen Widerständen und Kondensatoren als Folge der Verdrahtungskapazität resp. des Verlustwinkels. Falls oft über 10 M Ohm oder 10  $\mu$ F gemessen wird, ist es empfehlenswert eine Kompensationsmöglichkeit vorzusehen. Beim Messen grosser Widerstände wäre das ein variabler Kondensator von ca. 60 pF parallel an R 5 (oder separat an den Klemmen Cx). Mit diesem Kondensator kann genauer auf Minimum eingestellt werden (mit normaler Abstimmung in der richtigen Stellung). Die Verlustwinkelkompensation für grosse Kondensatoren kann dementsprechend stattfinden mit einem Potentiometer (ca. 100 Ohm) in Serie mit C 5.

Bei kleinen Kondensatoren muss die Minimum-Kapazität der Verdrahtung u.s.w. mit einbezogen werden. Diese Minimum-Kapazität beträgt etwa 10 bis 15 pF und kann mit der Messbrücke in Schalterstellung: 100 pF gemessen werden. Die Anschlüsse Rx und Cx müssen für diese Messung frei bleiben. Die Brücke ist nun auf das Minimum abzustimmen. Dies wird bei 0,5-0,15 liegen. Die gefundene Minimum-Kapazität soll bei Messungen an Kondensatoren im Messbereich bis 100 pF vom gefundenen Wert abgezogen werden. Beim Bestimmen des Wertes eines 10 pF Kondensators wird die Messung z.B.  $0,25 \times 100 \text{ pF} = 25 \text{ pF}$  ergeben. Der wirkliche Wert beträgt dann  $25 - \text{Minimum-Kapazität}$ , z.B.  $15 \text{ pF} = 10 \text{ pF}$ . Bei grösseren Kondensatoren als 1000 pF ist die Nullkapazität selbstverständlich unwichtig (0,1% oder weniger).

Philips AG.  
Zürich

Abt. Baupakete

# PONT DE MESURES R+C

## R 6516

CE PONT DE MESURES permet de déterminer facilement, mais avec une excellente précision, la valeur de résistances et la capacité de condensateurs. Les résistances et condensateurs étalons incorporés à l'appareil permettent de mesurer des résistances de 10 ohms à 10 M ohms et des capacités de 10 pF à 10  $\mu$ F. En position « pont ouvert », on peut également faire des mesures à l'aide d'autres éléments que les étalons incorporés. Ceci permet notamment la comparaison d'inductances.

### LISTE DES PIÈCES

Plaquette de montage avec circuit imprimé.

Transistors :

TR 1 - BC 549 B  
TR 2 - BC 549 B

Résistances :

R1	100 ohm	1 %
R2	1.000 ohm	1 %
R3	10.000 ohm	1 %
R4	100.000 ohm	1 %
R5	1.000.000 ohm	1 %
R6	1.000 ohm	brun, noir, rouge
R7	22.000 ohm	potentiomètre bobiné
R8	1.000 ohm	brun, noir, rouge
R9	680 ohm	bleu, gris, brun
R10	1.200 ohm	brun, rouge, rouge
R11	180.000 ohm	brun, gris, jaune
R12	270 ohm	rouge, violet, brun
R13	270 ohm	rouge, violet, brun

\* Deux résistances de précision sont livrées en plus afin de permettre l'étalonnage du cadran.

Condensateurs :

C1	100 pF	2 %
C2	1.000 pF	1 %
C3	10.000 pF	1 %
C4	100.000 pF	1 %
C5	1 $\mu$ F	10 % brun, noir, vert
C6	10 $\mu$ F	
C7	100.000 pF	brun, noir, jaune
C8	100.000 pF	brun, noir, jaune
C9	100.000 pF	brun, noir, jaune
C10	125 $\mu$ F ou 150 $\mu$ F	

Divers :

Combinateur 11 positions, écouteur, 3 bornes écrous, cadran, bouton-flèche.

LE MONTAGE CORRECT, conformément au plan, est très simple si l'on observe scrupuleusement les points suivants :

1. Lisez d'abord attentivement les instructions relatives aux opérations de soudage.
2. Veillez au positionnement correct des transistors. Notez la position du méplat dans le boîtier, et les fils e, b, c (voir détail). La distance entre le transistor et la plaquette de montage doit être d'environ 1 cm.
3. Veillez également au montage correct des deux condensateurs électrolytiques (C6 et C10). Ces condensateurs doivent être obligatoirement montés avec le côté positif (côté rainuré du boîtier) dans la direction indiquée.
4. Les ergots de fixation du combinateur et du potentiomètre (R7) doivent tomber exactement dans les trous prévus dans la plaquette de montage. Réalisez les liaisons entre les trous de la plaquette et les cosses du combinateur à l'aide de morceaux de fil nu.
5. Les bornes fournies peuvent être fixées directement sur la face cuivrée de la plaquette de montage, à l'aide de vis. Si les bornes sont montées sur un boîtier recouvert du cadran gradué, il est préférable de les monter sur le boîtier (avec isolant) et de les raccorder avec des petits morceaux de fil de câblage. Les

trous de raccordement à côté des grands trous marqués K sont prévus à cet effet. On pourra évidemment utiliser des bornes d'un modèle plus luxueux (votre fournisseur de matériel radioélectrique pourra vous en proposer différents types).

6. Placez le cadran gradué entre le boîtier et les boutons. Recouvrez-le éventuellement avec une feuille de plastique.

LA PILE DE 9 V est évidemment à connecter aux points marqués + et -. Ne permutez pas ces connexions. L'appareil ne consomme que 10 mA qui permet d'utiliser une petite pile.

L'ÉCOUTEUR est à raccorder entre les points T. Enroulez un mince fil de cuivre autour des fils de raccordement nus avant de souder.

UN INTERRUPTEUR DE MISE EN MARCHE (par exemple, un interrupteur à glissière) devra être inséré dans au moins un fil de raccordement entre la pile et la plaquette de montage. L'appareil peut être fixé dans un boîtier à l'aide de vis M3 que l'on passera dans les deux trous qui se trouvent dans les coins du côté de R7, et dans les deux autres trous près des bornes K. Veillez à ce que ces vis ou/et les entretoises ne provoquent pas de court-circuit entre deux pistes cuivrées de la plaquette. Utilisez des rondelles isolantes si nécessaire.

LE BOUTON SERA FIXE sur l'axe du combinateur de manière que la flèche ou le point de repère se trouve sur la position 1 M, l'axe étant tourné à fond à gauche.

L'INDEX FIXE SUR L'AXE de R7 est d'abord à fixer de telle manière que — à vue — l'angle de rotation à gauche soit le même que celui à droite. Ensuite, il s'agira d'effectuer l'opération 1 du tableau d'étalonnage, comme suit :

Mettre le combinateur SW sur 10.000 ohms ; connecter une résistance étalon supplémentaire de 10.000 ohms 1 %, entre les bornes Rx ; tourner le bouton à index jusqu'à ce que l'intensité du son écouté passe par un minimum. L'index devrait se trouver alors sur 1 ; tourner si nécessaire le bouton sur l'axe, de manière à obtenir une erreur d'indication aussi minimale que possible, sur les sept points de contrôle. Si l'on désire une précision maximale, le pont doit être étalonné en plusieurs points, par exemple, à l'aide d'une décade de précision à résistances, ou à l'aide d'un jeu de résistances de haute précision. (Avec 4 résistances de 1.000 ohms 1 % et les 2 résistances supplémentaires fournies, on peut déjà réaliser un grand nombre de points d'étalonnage). Les corrections ainsi obtenues peuvent être marquées sur l'échelle vierge du cadran.

### TABLEAU D'ETALONNAGE

Pos. combinateur	Connecter entre les bornes Rx	Index sur
10.000 ohm	10.000 $\Omega$	1
100.000 ohm	10.000 $\Omega$	0,1
1.000 ohm	10.000 $\Omega$	10
10.000 ohm	5 000 $\Omega$ * <sup>1</sup>	0,5
1.000 ohm	5 000 $\Omega$ * <sup>1</sup>	5
10.000 ohm	20.000 $\Omega$ * <sup>2</sup>	2
100.000 ohm	20.000 $\Omega$ * <sup>2</sup>	0,2

\*<sup>1</sup> 2x 10.000 ohm en parallèle

\*<sup>2</sup> 2x 10.000 ohm en série

L'étalonnage ou le contrôle effectué sur une ou sur plusieurs gammes de mesure est automatiquement valable pour toutes les autres gammes (ainsi que pour les gammes de mesures de capacités).

L'EMPLOI DU PONT DE MESURES EST TRES SIMPLE. On connecte la résistance inconnue entre les bornes Rx ; un condensateur inconnu est à connecter entre les bornes Cx (jamais les deux en même temps). On place le combinateur dans la position qui se trouve le plus près de la valeur présumée de l'inconnue. Tourner ensuite le bouton d'équilibrage jusqu'à obtenir un son d'intensité minimale. Lire l'indication correspondante du cadran et la multiplier avec la valeur de l'index choisi. Exemple :

Combinateur sur 10.000 ohm. On obtient le minimum avec l'index sur 0,5. La résistance inconnue est alors de  $0,5 \times 10.000 = 5.000$  ohm.

Si l'on n'a aucune idée de la valeur de la résistance inconnue, on commence par mettre le combinateur sur 1 M (pour les résistances). Ensuite on tourne le bouton. Si l'on ne trouve pas de minimum, on commute sur 100.000, et on recherche encore le minimum ; si nécessaire, on passe sur 10.000, etc. L'intensité du son diminue généralement au fur et à mesure que l'on se rapproche de la gamme de mesures dans laquelle se situe la résistance inconnue. Beaucoup de résistances et de capacités peuvent être mesurées dans plusieurs gammes de mesures. Evitez autant que possible de faire des mesures entre les graduations 4 et 10, car les lectures deviennent difficiles dans cette plage.

ON PEUT DETERMINER DES INDUCTANCES en mettant le commutateur sur zéro (pont ouvert). On connecte l'inductance connue entre les bornes Cx et l'inductance inconnue entre les bornes Rx.

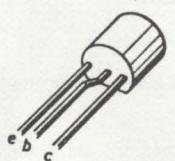
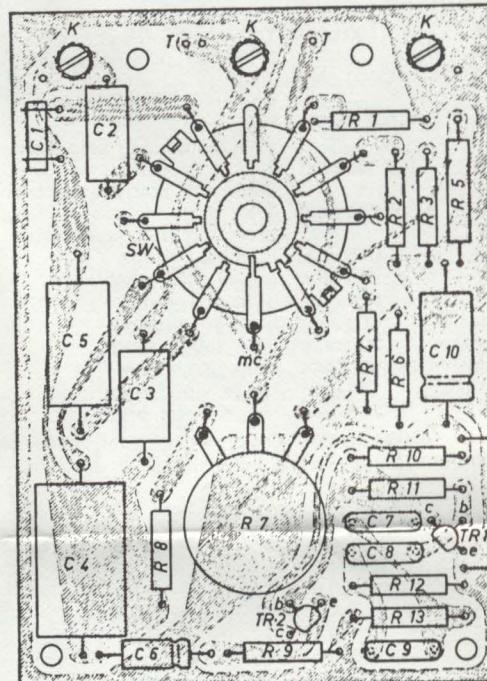
La position « PONT OUVERT » peut encore être utilisée pour la mesure de résistances de très faible ou de très forte valeur, dont la mesure s'avère impossible avec les résistances étalons incorporées. Le commutateur étant mis sur zéro on connecte une résistance supplémentaire de « valeur étalon » entre les bornes Cx. Pour la mesure de capacités, on connecte un condensateur supplémentaire de « valeur étalon » entre les bornes Rx, toujours avec le commutateur sur zéro. La procédure de mesure est identique à celle utilisant les résistances étalons incorporées. Il se peut que l'on observe un MINIMUM TRES FLOU lors de la mesure de résistances et de condensateurs de très fortes valeurs, ceci à cause de la capacité de câblage, et des pertes du condensateur. Si l'on doit fréquemment mesurer des résistances de plus de 10 M ohm et des condensateurs de plus de 10  $\mu$ F, il est recommandé d'ajouter un élément de compensation.

Pour la mesure de fortes résistances, l'élément de compensation sera un condensateur valable d'environ 60 pF, en parallèle sur R5 (ou bien à connecter entre les bornes Cx). Ce condensateur permettra un réglage plus net du minimum (le potentiomètre de mesure se trouvant dans sa position correcte).

La compensation de l'angle de pertes d'un condensateur à mesurer peut se faire de manière analogue, à l'aide d'un potentiomètre d'environ 100 ohm en série avec C5.

LORS DE LA MESURE DE TRES FAIBLES CAPACITES, il faut tenir compte de la capacité résiduelle du montage, capacités de câblage, etc. Cette capacité résiduelle est de 10 à 15 pF, et on peut la déterminer en ne connectant aucun élément entre les bornes Rx ou Cx, le combinateur se trouvant sur 100 pF. On règle alors le potentiomètre d'équilibrage pour obtenir un minimum. Ce minimum sera trouvé sur des positions comprises entre 0,5 et 0,15. Cette capacité résiduelle doit être retranchée de la valeur mesurée sur la gamme 100 pF. Ainsi, lorsqu'on déterminera la valeur d'un condensateur de 10 pF, la mesure donnera par exemple  $0,25 \times 10 \text{ pF} = 25 \text{ pF}$ . La valeur réelle est alors : 25 — capacité résiduelle, soit par exemple, 15 pF = 10 pF.

Pour des condensateurs dont la valeur est supérieure à 1.000 pF, la capacité résiduelle du pont est évidemment négligeable (puisque elle ne dépasse pas 0,1 %).



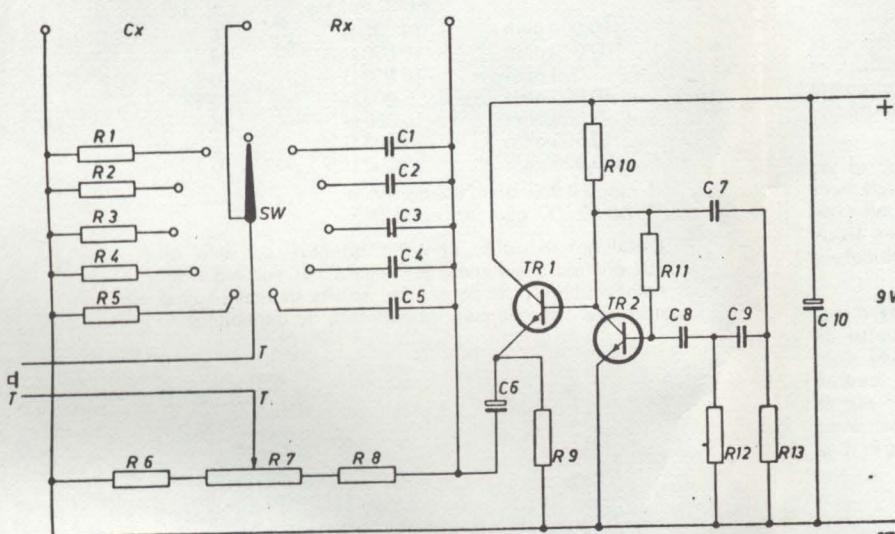
C7



C8



C9



Philips SA.  
Elcoma Kits Électronique  
Case postale

8027 Zuerich