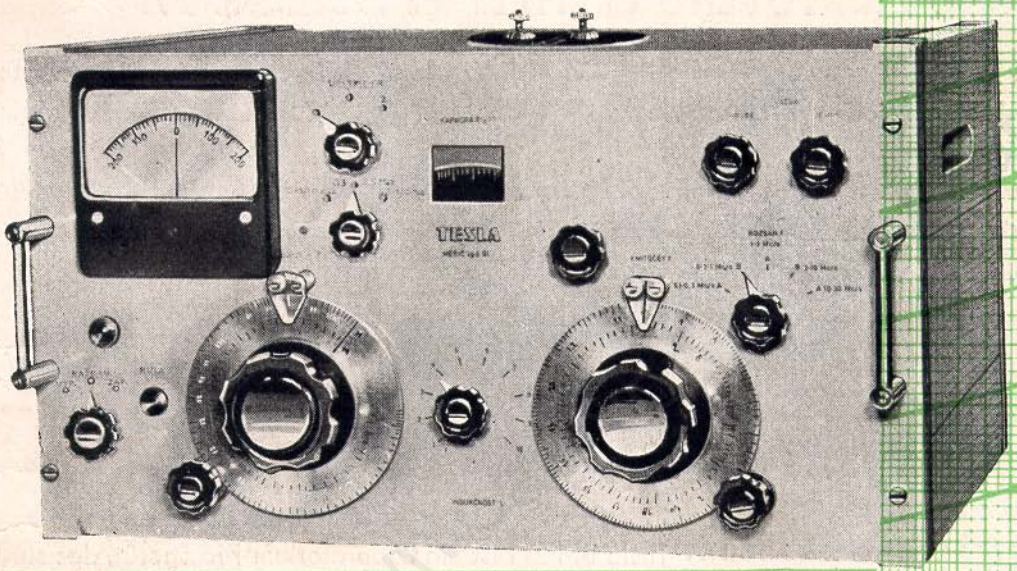
TESLA BM 271



TESLA

MĚŘIČ ZTRÁTOVÉHO ČINITELE $tg\delta$
VERLUSTFAKTOR-MESSGERÄT

1964

MĚŘIČ ZTRÁTOVÉHO ČINITELE tgδ TESLA BM 271

MĚŘIČ ZTRÁTOVÉHO ČINITELE tgδ Tesla BM 271 je laboratorní měřicí přístroj, určený ke zjišťování ztrátového činitele kondensátorů a isolantů, vlastností jednotlivých částí vysokofrekvenčních obvodů i celých vysokofrekvenčních obvodů.

Přístroj je konstruován v panelovém provedení, takže jím lze vhodně doplnit řadu laboratorních přístrojů Tesla. Protože svorky pro připojení měřeného objektu jsou na horní stěně přístroje, je nutno jej s jinými panelovými přístroji sestavovat tak, aby svorky zůstaly volné.

tgδ - VERLUSTFAKTOR-MESSGERÄT TESLA BM 271

DAS tgδ **VERLUSTFAKTOR-MESSGERÄT** Tesla BM 271 ist ein Laboratorium-Messgerät, das zur Feststellung des Verlustfaktors von Kondensatoren und Isolanten, zur Ermittlung der Eigenschaften von Hochfrequenzkreisen und ihren Einzelteilen dient.

Das Gerät ist als Paneeleinheit ausgeführt, so dass es mit anderen Tesla-Laboratoriumgeräten zusammengestellt werden kann. Da die Klemmen zum Anschluss des Messobjektes auf der Oberwand des Gerätes angeordnet sind, ist bei der Zusammenstellung mit anderen Paneelgeräten darauf zu achten, dass die Klemmen frei bleiben.

Kostenloser Download von www.radiomuseum.de

1 – Funkční přepínač voltmetru.

2 – Svorky pro připojení Zx.

3 – Ladění měrného kondensátoru.

4 – Nastavení resonančního napětí hrubě.

5 – Nastavení resonančního napětí jemně.

6 – Přepínač kmitočtu vf generátoru.

7 – Nastavení kmitočtu.

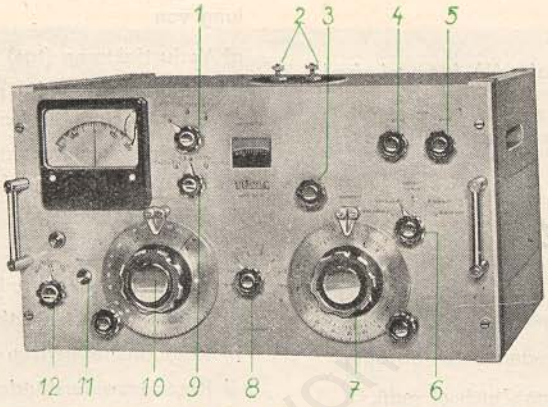
8 – Přepínač indukčnosti.

9 – Přepínač pracovního odporu sériového detektoru.

10 – Nastavení velikosti pracovního odporu.

11 – Nastavení nuly elektronkového voltmetru.

12 – Síťový vypínač.



Obr. 1 – Abb. 1

1 – Funktionsumschalter des Voltmeters

2 – Schraubklemmen für Zx

3 – Abstimmung des Messkondensators

4 – Grobeinstellung der Resonanzspannung

5 – Feineinstellung der Resonanzspannung

6 – Frequenzumschalter des HF-Generators

7 – Frequenzeinstellung

8 – Umschalter der Induktion

9 – Umschalter des Arbeitswiderstandes des Seriendetektors

10 – Einstellung der Grösse des Arbeitswiderstandes

11 – Nulleinstellung des Röhrenvoltmeters

12 – Netzschalter

kostenloser Download von www.radiomuseum.de

Měřičem ztrátového činitele tgδ BM 271 je možno zjišťovat:

a) ztrátový činitel (tgδ) kondensátorů,

b) ztrátový činitel (tgδ) isolačních materiálů (pomocí vhodného přípravku),

c) dielektrickou konstantu (ε) isolačních materiálů (pomocí vhodného přípravku),

d) činitel jakosti (Q) cívek,

e) hodnoty odporů na vysokých kmitočtech,

f) hodnoty kapacit neznámých kondensátorů,

g) hodnoty indukčností neznámých cívek,

h) resonanční kmitočet paralelních resonančních obvodů,

i) resonanční odpor paralelních resonančních obvodů,

j) pro danou cívku a kmitočet příslušnou resonanční kapacitu,

k) vysokofrekvenční svody přepínačů,

l) hodnoty paralelních složek neznámých impedancí (reálné a imaginární).

FUNKČNÍ POPIS

Vf generátor je vázán velmi volnou vazbou (kondensátor C 16) a paralelním resonančním obvodem. Tento resonanční obvod sestává z ladicího měrného kondensátoru (C 23, 24) a přepínatelných cívek L 11 až L 21. K resonančnímu obvodu je pa-

Das tgδ Verlustfaktor-Messgerät BM 271 dient zur Feststellung von

a) Verlustfaktoren (tgδ) der Kondensatoren,

b) Verlustfaktoren (tgδ) des Isolationsmaterials (mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung),

c) dielektrischer Konstante (ε) des Isolationsmaterials (mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung),

d) Spulenfaktoren (Q),

e) Widerstandswerten bei hohen Frequenzen,

f) Kapazitätswerten unbekannter Kondensatoren,

g) Induktionswerten unbekannter Spulen,

h) Resonanzfrequenzen paralleler Resonanzkreise,

i) Resonanzwiderständen paralleler Resonanzkreise,

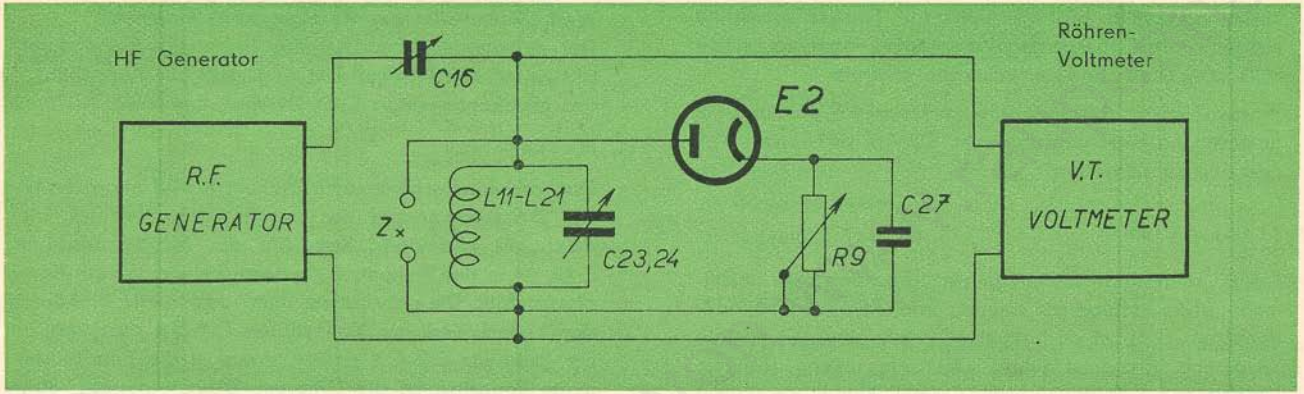
j) Resonanzkapazität für die gegebene Spule und Frequenz,

k) Hochfrequenzableitungen von Umschaltern,

l) Werten der (realen und imaginären) Parallelkomponenten unbekannter Impedanzen.

FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Der HF-Generator wird sehr lose mit dem Parallelresonanzkreis gekoppelt (Kondensator C 16). Dieser Resonanzkreis besteht aus dem Abstimm-Messkondensator (C 23, 24) und aus umschaltbaren Spulen L 11 bis L 21. An den Resonanzkreis ist parallel der Reihendetektor und die Klemmen Zx angeschlossen. Die auf dem Messkreis erregte Spannung wird mittels eines Röhrenvoltmeters gemessen.



Obr. 2 – Abb. 2.

ralelně připojen sériový detektor a svorky Zx. Napětí nakmitané na měřicím obvodu je měřeno elektronkovým voltmetrem.

Měření na přístroji BM 271 sestává ze dvou etap.

1. etapa měření:

Neznámý měřený prvek X se připojí na svorky Zx, tj. paralelně k měřicímu resonančnímu obvodu – viz obr. 1 a 2.

Die Messungen mit dem Gerät BM 271 bestehen aus 2 Etappen:

1. Messetappe:

Das gemessene unbekannte Element X wird an die Klemmen Zx d. i. parallel an den Messkreis – siehe Abb. 1 und 2 – angeschlossen.
Hierauf wird am Generator die erforderliche Frequenz und mit dem Messkondensator C 23, 24 die Resonanz gemäss dem Ausschlag des Zeigergeräts des Röhren-

Nyní se nastaví na generátoru žádaný kmitočet a měrným kondensátorem C 23, 24 se nastaví resonance podle výchylky ručkového přístroje voltmetru. Pomocí vazebního kondensátoru C 16 se nastaví resonanční napětí na určitou velikost – střed stupnice ručkového přístroje.

Pracovní odpor R 9 sériového zatěžovacího detektoru je nastaven na maximální hodnotu. Odečte se kapacita C 1 měrného kondensátoru C 23, 24.

2. etapa měření:

Odpojí se neznámý měřený prvek X. Jalovou složku neznámého prvku nahradíme změnou kapacity měrného kondensátoru C 23, 24 na hodnotu C 2 tak, aby opět nastala resonance. Neznámá jalová složka je určena rozdílem kapacit C 2–C 1. Je-li rozdíl C 2–C1 kladný, je jalová složka kapacitní, je-li rozdíl C 2–C 1 záporný, je jalová složka induktivní.

Po dostavení resonance bude napětí na resonančním obvodu větší, poněvadž byl odpojen ztrátový odpor měřeného prvku. Toto napětí zmenšíme na původní hodnotu zmenšením pracovního odporu R 9 sériového detektoru, který je cejchován přímo v kΩ a MΩ neznámé reálné složky. Odečtená hodnota R je paralelní reálná složka neznámého měřeného prvku.

Měřič ztrátového činitele umožňuje tedy měření různých dvoupólů tak, že určuje jejich paralelní jalovou a reálnou složku.

voltmeters eingestellt. Mit Hilfe des Kopplungskondensators C 16 wird die Resonanzspannung auf einen gewissen Wert (Skalenmitte des Anzeigegeräts) eingestellt.
Der Arbeitswiderstand R 9 des Belastungs-Reihendetektors ist auf den Maximalwert eingestellt. Die Kapazität C 1 des Messkondensators C 23, 24 wird abgelesen.

2. Messetappe:

Das unbekannte gemessene Element X wird abgeschaltet. Die Blindkomponente des unbekannten Elements wird durch die veränderte Kapazität des Messkondensators C 23, 24 in der Stellung C 2 ersetzt, bei der wieder Resonanz anfällt. Die unbekannte Blindkomponente wird durch den Unterschied der Kapazitäten C 2–C 1 bestimmt. Ist die Differenz C 2–C 1 positiv, dann ist die Blindkomponente kapazitiv, ist die Differenz C 2–C 1 negativ, dann ist die Blindkomponente induktiv.
Nach Einstellung der Resonanz wird die Spannung im Resonanzkreis grösser sein, da der Verlustwiderstand des gemessenen Elements abgeschaltet wurde. Diese Spannung wird auf den ursprünglichen Wert durch Verringerung des Arbeitswiderstands R 9 im Reihendetektor, der direkt in kΩ und MΩ der unbekannten realen Komponente geeicht ist, herabgesetzt. Der abgelesene Wert R stellt die parallele reale Komponente des unbekannten gemessenen Elements dar.
Der Verlustfaktormesser ermöglicht demnach das Messen verschiedener Zweipole in der Weise, dass er ihre parallele Blind- und reale Komponente ermittelt.

POPIS PŘÍSTROJE A KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ

Přístroj se skládá z těchto částí:

a) vf generátor,
b) vazební člen,
c) měrný obvod,
d) elektronkový voltmetr,
e) zdrojová část.

a) VF GENERÁTOR

Oscilátor s laděným obvodem v anodovém okruhu a induktivní zpětnou vazbou dodává napětí 50–200 V. Celé kmitočtové pásmo je rozděleno do pěti rozsahů

0,1–0,3 MHz,
0,3–1 MHz,
1 –3 MHz,
3 –10 MHz,
10 –30 MHz.

Plynulé nastavení kmitočtu se provádí kondensátory kmitavého okruhu C 13 a C 14 s cejchovanou stupnicí. Změna kmitočtových rozsahů se provádí přepínáním cívek. Cívky pro všechny rozsahy jsou umístěny v otočném karuselu. Oscilátor je osazen elektronkou E 1.

BESCHREIBUNG DES GERÄTS UND DER KONSTRUKTION

Das Gerät besteht aus folgenden Teilen:

a) HF-Generator,
b) Kopplungsglied,
c) Messkreis,
d) Röhrenvoltmeter,
e) Netzteil.

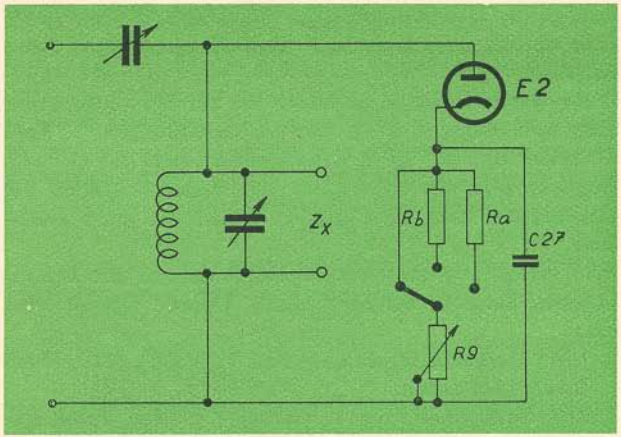
a) HF-GENERATOR

Der Oszillator mit Abstimmkreis in der Anode und mit induktiver Rückkopplung gibt eine Spannung von 50–200 V ab. Das ganze Frequenzband ist in fünf Bereiche aufgeteilt:

0,1– 0,3 MHz,
0,3– 1 MHz,
1 – 3 MHz,
3 –10 MHz,
10 –30 MHz.

Eine stufenlose Einstellung der Frequenz wird durch die Schwingkreiskondensatoren C 13 und C 14 mit geeichter Skala durchgeführt. Die Frequenzbereicheinstellung wird durch Spulenumschaltung erreicht. Die Spulen aller Bereiche sind in einem drehbaren Karusell angeordnet. Für den Oszillator wurde die Röhre E 1 verwendet.

kostenlos © Download von www.raupenhaus.de



Obr. 3 – Abb. 3

Sériový detektor

Sériový detektor s elektronkou E 2 slouží jako kmitočtově nezávislý substituční odpor. Za předpokladu, že reaktance kondensátoru C 27 je zanedbatelná proti pracovnímu odporu mezi katodou a zemí, na obvodu je neskreslené sinusové napětí konstantní velikosti a charakteristika diody se nemění, lze stanovit pevnou závislost mezi pracovním odporem a vstupním odporem celého detektoru, kterým je tlumen resonanční obvod. Tato závislost není ovlivněna kmitočtem. Proměnná část pracovního odporu je potenciometr R 9 se stupnicí. Stupnice je cejchována přímo v kΩ a MΩ neznámých měřených reálných složek.

Die einzelnen Spulen werden an den Messoszillator mittels des Schalters angeschlossen. Die nichtangeschlossenen Spulen werden zugleich kurzgeschlossen, um eine Energieabsaugung zu vermeiden.
Die Spule L 21 wird nur durch die Zuleitungen zum Schalter gebildet.
Beinahe im ganzen Frequenzband können für eine gegebene Frequenz 3 Spulen verwendet werden. Die Wahl der Spulen erfolgt je nach der Grösse der gemessenen Blind- und realen Komponente (siehe Diagramm 1 und 2) gewählt.

Reihendetektor

Der mit der Röhre E 2 bestückte Reihendetektor dient als frequenzunabhängiger Substitutionswiderstand. Unter der Voraussetzung, dass die Reaktanz des Kondensators C 27 gegenüber dem Arbeitswiderstand zwischen Kathode und Erde vernachlässigt werden kann, dass eine unverzerrte Sinusspannung der konstanten Grösse im Kreis andauert und die Diodenkennlinie unveränderlich bleibt, kann ein festes Verhältnis zwischen dem Arbeitswiderstand des Detektors und seinem den Resonanzkreis dämpfenden Eingangswiderstand bestimmt werden. Dieses Verhältnis ist von der Frequenz unabhängig.
Der veränderliche Teil des Arbeitswiderstandes ist als Potentiometer R 9 mit einer Skala ausgeführt. Die Skala ist direkt in kΩ und MΩ der unbekannten gemessenen realen Komponenten geeicht.
Hauptvoraussetzung für eine präzise Funktion des Detektors ist die unverzerrte Sinusspannung im Messkreis. Diese For-

Hlavní předpoklad pro správnou činnost detektoru je neskreslené sinusové napětí na měrném obvodu. Tento požadavek není vždy splněn. Detekční činnost zatěžovací diody totiž způsobuje pulsní zatížení resonančního obvodu. Impulsní proud, protékající obvodem, je zdrojem vyšších harmonických. Napětí na měrném obvodu je neskreslené pouze tehdy, nevzniká-li průtokem impulsního proudu úbytek napětí na měrném obvodu. To znamená, že reaktance měrného obvodu pro vyšší harmonické kmitočty musí být zanedbatelná. Tento požadavek je splněn při vyšších kmitočtech a větších kapacitách měrného obvodu. Impulsní proud je tím větší, čím menší je pracovní odpor diody E 2. Bude tedy skreslení napětí záviset také na měřené neznámé reálné složce.

Omezení měření reálných složek je v grafu č. 2, str. 42. Zde hodnoty odporů R pod čarou, odpovídající příslušným cívkám, vykazují chyby větší než 3% údaje reálné složky Rx. Poněvadž skreslené napětí způsobuje i chybu v údaji kapacity, vymezují čáry grafu i tyto chyby. Nad čarami grafu není chyba kapacit větší než 1 pF.

Jak již bylo uvedeno při volbě cívky pro měření reálných složek, je prakticky v celém kmitočtovém pásmu možno užít jedné ze tří cívek. Nejsme-li omezeni při volbě cívky kapacitou (indukčností) měřeného prvku, postupujeme následovně:

a) Při měření impedance Z s reálnou složkou nízkoohmovou volíme ze tří použitelných cívek cívku označenou v pořadí nejvyšším indexem. Pro uvedení měrného obvodu do re-

derung wird jedoch nicht immer erfüllt. Die Detektionsfunktion der Belastungsdiode verursacht nämlich eine pulsierende Belastung des Resonanzkreises. Der den Kreis durchfliessende Pulsstrom ist Ursache der Oberschwingungen. Die Spannung des Messkreises ist nur dann unverzerrt, wenn der durchfliessende Pulsstrom keinen Spannungsabfall im Messkreis hervorruft. Das bedeutet, dass die Messkreisreaktanz für die Oberschwingung vernachlässigbar gering sein muss. Diese Forderung wird bei höheren Frequenzen und Kapazitäten des gemessenen Kreises erfüllt. Der Pulsstrom ist umso grösser, je kleiner der Arbeitswiderstand der Diode E 2 ist. Die Spannungsverzerrung wird daher auch von der gemessenen unbekannten realen Komponente abhängig sein. Die Begrenzung der Messbarkeit der realen Komponenten ist im Diagramm 2 enthalten. Hier weisen die Widerstandswerte R unter den Linien der zugehörigen Spulen grössere Fehler als 3% der realen Komponente Rx auf. Da die Spannungsverzerrung auch einen Fehler des Kapazitätsmesswerts verursacht, begrenzen die Diagrammlinien auch dieses Fehlerfeld. Über den Diagrammlinien ist die Fehlangabe der Kapazität nicht grösser als 1 pF. Wie bereits bei der Wahl der Spule zum Messen der realen Komponenten angeführt, kann praktisch im ganzen Frequenzbereich eine der drei Spulen benützt werden. Falls keine Einengung der Wahl durch die Kapazität (Induktivität) des gemessenen Elements besteht, wird folgenderweise vorgegangen:

a) Beim Messen der Impedanz Z mit niederohmiger realer Komponente wird von den 3 verwendbaren die in der Reihenfolge mit dem grössten Index bezeichnete Spule verwendet. Um den Messkreis bei gegebener Frequenz in Resonanz zu bringen, stellen wir daher die maximale

Hlavní předpoklad pro správnou činnost detektoru je neskreslené sinusové napětí na měrném obvodu. Tento požadavek není vždy splněn. Detekční činnost zatěžovací diody totiž způsobuje pulsní zatížení resonančního obvodu. Impulsní proud, protékající obvodem, je zdrojem vyšších harmonických. Napětí na měrném obvodu je neskreslené pouze tehdy, nevzniká-li průtokem impulsního proudu úbytek napětí na měrném obvodu. To znamená, že reaktance měrného obvodu pro vyšší harmonické kmitočty musí být zanedbatelná. Tento požadavek je splněn při vyšších kmitočtech a větších kapacitách měrného obvodu. Impulsní proud je tím větší, čím menší je pracovní odpor diody E 2. Bude tedy skreslení napětí záviset také na měřené neznámé reálné složce.

Omezení měření reálných složek je v grafu č. 2, str. 42. Zde hodnoty odporů R pod čarou, odpovídající příslušným cívkám, vykazují chyby větší než 3% údaje reálné složky Rx. Poněvadž skreslené napětí způsobuje i chybu v údaji kapacity, vymezují čáry grafu i tyto chyby. Nad čarami grafu není chyba kapacit větší než 1 pF.

Jak již bylo uvedeno při volbě cívky pro měření reálných složek, je prakticky v celém kmitočtovém pásmu možno užít jedné ze tří cívek. Nejsme-li omezeni při volbě cívky kapacitou (indukčností) měřeného prvku, postupujeme následovně:

a) Při měření impedance Z s reálnou složkou nízkoohmovou volíme ze tří použitelných cívek cívku označenou v pořadí nejvyšším indexem. Pro uvedení měrného obvodu do rezonance

derung wird jedoch nicht immer erfüllt. Die Detektionsfunktion der Belastungsdiode verursacht nämlich eine pulsierende Belastung des Resonanzkreises. Der den Kreis durchfliessende Pulsstrom ist Ursache der Oberschwingungen. Die Spannung des Messkreises ist nur dann unverzerrt, wenn der durchfliessende Pulsstrom keinen Spannungsabfall im Messkreis hervorruft. Das bedeutet, dass die Messkreisreaktanz für die Oberschwingung vernachlässigbar gering sein muss. Diese Forderung wird bei höheren Frequenzen und Kapazitäten des gemessenen Kreises erfüllt. Der Pulsstrom ist umso grösser, je kleiner der Arbeitswiderstand der Diode E 2 ist. Die Spannungsverzerrung wird daher auch von der gemessenen unbekannten realen Komponente abhängig sein. Die Begrenzung der Messbarkeit der realen Komponenten ist im Diagramm 2 enthalten. Hier weisen die Widerstandswerte R unter den Linien der zugehörigen Spulen grössere Fehler als 3% der realen Komponente Rx auf. Da die Spannungsverzerrung auch einen Fehler des Kapazitätsmesswerts verursacht, begrenzen die Diagrammlinien auch dieses Fehlerfeld. Über den Diagrammlinien ist die Fehlangabe der Kapazität nicht grösser als 1 pF. Wie bereits bei der Wahl der Spule zum Messen der realen Komponenten angeführt, kann praktisch im ganzen Frequenzbereich eine der drei Spulen benützt werden. Falls keine Einengung der Wahl durch die Kapazität (Induktivität) des gemessenen Elements besteht, wird folgenderweise vorgegangen:

a) Beim Messen der Impedanz Z mit niederohmiger realer Komponente wird von den 3 verwendbaren die in der Reihenfolge mit dem grössten Index bezeichnete Spule verwendet. Um den Messkreis bei gegebener Frequenz in Resonanz zu bringen, stellen wir daher die maximale

sonance při daném kmitočtu nastavíme tedy maximální možnou kapacitu pro tento případ. Tato volba nám umožní měření s nejmenší chybou, způsobenou skresleným napětím.

b) Při měření impedance Z s vysokoohmovou reálnou složkou, kde přesnost není ohrožena skresleným napětím na měrném obvodu, volíme cívku označenou v pořadí nejnižším indexem, takže resonanční kapacita bude minimální. Při takto vhodně volených parametrech měrného obvodu se v důsledku velké hodnoty poměru $\frac{L}{C}$ značně zvýší resonanční odpor okruhu, a tím i citlivost přístroje.

Změna rozsahů odporů se provádí přepínačem, připojením odporu Rb nebo Ra do série s potenciometrem R 9.

d) ELEKTRONKOVÝ VOLTMETR

K detekci vf napětí je použit paralelní detektor s elektronkou E 3. Usměrněné záporné napětí se přivádí na jedno rameno odporového děliče. Druhé rameno je připojeno na stabilisované kladné kompensační napětí. Odbočka z tohoto děliče je vedena na mřížku elektronky E 6, zapojené jako nulový indikátor. Na této odbočce je napětí proti zemi nulové, když napětí na resonančním obvodu dosáhne hodnoty 5 V max. Nulový indikátor je zapojen ve funkci anodového mostu. Poněvadž citlivost voltmetru je značně velká, jsou pro ochranu ručkového přístroje anody přemostěny germaniovými diodami. Germaniové diody dovolí pouze 100% přetížení ručkového přístroje.

Kapazität für diesen Fall ein. Diese Wahl ermöglicht eine Messung mit dem kleinsten durch Spannungsverzerrung verursachten Fehler.

b) Beim Messen der Impedanz Z mit hochohmiger realer Komponente, wo die Genauigkeit nicht durch die Spannungsverzerrung im Messkreis bedroht ist, wird die in der Reihenfolge mit dem kleinsten Index bezeichnete Spule gewählt, sodass die Resonanzkapazität minimal sein wird. Bei derart geeignet gewählten Parametern des Messkreises wird infolge des hohen Wertes L/C der Resonanzwiderstand des Kreises und dadurch die Empfindlichkeit des Geräts bedeutend erhöht. Die Änderung der Widerstandbereiche wird durch Schaltung des Widerstands Rb oder Ra in Reihe mit dem Potentiometer R9 erzielt.

d) RÖHRENVOLTMETER

Zur Detektion der HF-Spannung wird ein Paralleldetektor mit einer Röhre E 3 verwendet. Die gleichgerichtete negative Spannung wird zu einem Zweig des Widerstandsteilers geleitet. Der zweite Zweig ist an die stabilisierte positive Kompensationsspannung angeschlossen. Eine Anzapfung erfolgt an das als Nullindikator geschaltete Gitter der Röhre E 6. An dieser Anzapfung ist die Spannung gegen Erde gleich Null, wenn die Spannung am Resonanzkreis den Wert von 5 Vmax erreicht. Der Nullindikator E 6 ist als Anodenbrücke geschaltet. Da die Empfindlichkeit des Voltmeters ziemlich hoch ist, wird zum Schutz des Anzeigegeräts in den Anoden eine Überbrückung durch Germaniumdioden verwendet. Die Germaniumdioden lassen nur eine 100% Überlastung des Anzeigegeräts zu.

Pro vyrovnání mostu indikátoru a snadnější nastavování resonance slouží přepínač označený „VOLTMETR".

V poloze „NULA" je odpojen přívod od detekční diody a volná mřížka připojena na kostru. V této poloze po odkrytí zátky na panelu vyrovnáváme samotný most indikátoru potenciometrem R 22 se zářezem ovladatelným nástrojem.

V poloze „1" je citlivost voltmetru asi 40krát menší. V této poloze hledáme resonanci a nastavujeme hrubě výchylku.
V poloze „2" je plná citlivost voltmetru, tj. 0,3 V na polovinu stupnice.

Regulace „VAZBA JEMNĚ" se provádí malou změnou kompenzačního napětí potenciometrem R 16.

e) ZDROJOVÁ ČÁST

Zdrojová část sestává ze zdroje anodového a žhavicího napětí. Anodové napětí je usměrněno elektronkou E 12 a stabilisováno elektronkovým stabilisátorem s přesností ± 0,5%, při změně napětí sítě o ± 10%. Elektronkový stabilisátor je osazen elektronkami E 7, E 8 a stabilisátorem E 9. Pro stabilisaci žhavení elektronky vf generátoru je použit variátor E 11 (1,2 A/5–8 V) se stabilisací ± 2%.

Pro stabilisaci žhavení elektronek sériového detektoru, diody voltmetru a nulového indikátoru se používá magnetický stabilisátor s variátorem E 10 (1,2 A/5–8 V) se stabilisací ± 0,5%. Elektronky zdroje jsou žhaveny přímo z vinutí síťového transformátoru.

Zum Abgleichen der Indikatorbrücke und zur leichteren Resonanzeinstellung dient der Schalter „VOLTMETER".
In der Stellung „NULL" (ZERO) ist die Zuleitung von der Detektionsdiode abgeschaltet und das freie Gitter an Masse geschaltet. In dieser Stellung wird die eigentliche Indikatorbrücke durch das Potentiometer R 22 mit Nut nach Abheben des Stopfens auf dem Paneel ausgeglichen.
In der Stellung „1" ist die Empfindlichkeit des Voltmeters 40× geringer. In dieser Stellung wird die Resonanz ermittelt und der Ausschlag grob eingestellt.
In der Stellung „2" ist die Empfindlichkeit des Voltmeters am grössten, d. h. 0,3 V auf halber Skalenlänge.
Die Regelung „KOPPLUNG FEIN" (COUPLING FINE) wird durch eine geringe Änderung der Kompensationsspannung mittels des Potentiometers R 16 durchgeführt.

e) SPEISUNG

Der Netzteil besteht aus der Anoden- und Heizspannungsquelle. Die Anodenspannung wird durch eine Röhre E 12 gleichgerichtet und mit einem Röhrenstabilisator mit einer Genauigkeit von ± 0,5% bei Änderung der Netzspannung um ± 10% stabilisiert. Der Röhrenstabilisator ist mit den Röhren E 7, E 8 und dem Stabilisator E 9 bestückt. Zur Stabilisierung der Heizung der HF Generatorröhre wird ein Variator E 11 (1,2 A/5–8 V) mit einer Stabilisierung von ± 2% verwendet.
Zur Stabilisierung der Röhrenheizung des Reihendetektors, der Diode des Voltmeters und Null-Indikators wird ein magnetischer Stabilisator mit einem Variator E 10 (1,2 A/5–8 V) mit einer Stabilisierung von ± 0,5% verwendet.
Die Heizung der Netzteilröhren wird direkt aus der Wicklung des Netztransformators genommen.

Technické údaje:

Kmitočet: 0,1–30 MHz, přesnost kmitočtu je ± 1%, není-li měřená paralelní reálná složka menší než 2 kΩ.

Měřitelné kapacity: 6–1000 pF ± 1% ± 1 pF.
Pro dosažení této přesnosti nutno při měřeních na kmitočtech větších než 2 MHz provádět výpočet správné hodnoty podle stati „Měření na vyšších kmitočtech".
Přesný kapacitní rozsah v grafu č. 1.

Měřitelné indukčnosti: v rozsahu 0,3 μH–1 H podle použitého kmitočtu.
Při měření jalových složek, odpovídajících kapacitě větší než 100 pF a při kmitočtech vyšších než 2 MHz je nutno provádět výpočet správné hodnoty podle stati „Měření na vyšších kmitočtech".

Měřitelné odpory: 1 kΩ–100 MΩ
v rozsahu 10 kΩ–10 MΩ přesnost ± 3%, v ostatních částech horší.
Při měření reálných složek nutno v zájmu přesnosti respektovat graf č. 2.

Technische Angaben:

Frequenz:
0,1–30 MHz, Frequenzgenauigkeit ± 1%, falls die gemessene reale Parallelkomponente nicht kleiner als 2 kΩ ist.

Messbare Kapazitäten:
6–1000 pF ± 1% ± 1 pF
Zum Erreichen dieser Genauigkeit muss bei Messungen mit höherer Frequenz als 2 MHz der richtige Wert gemäss dem Abschnitt „Messung mit höheren Frequenzen" berechnet werden.
Der genaue Kapazitätsbereich ist im Diagramm 1 angeführt.

Messbare Induktivitäten:
Im Bereich 0,3 μH–1 H gemäss der verwendeten Frequenz.
Bei Messung von Blindkomponenten, die einer grösseren Kapazität als 100 pF entsprechen und bei höheren Frequenzen als 2 MHz muss die Berechnung gemäss des Absatzes „Messungen mit höheren Frequenzen" durchgeführt werden.

Messbare Widerstände:
1 kΩ–100 MΩ.
Im Bereich 10 kΩ–10MΩ mit einer Genauigkeit von ± 3%, in den übrigen mit geringerer Genauigkeit.

kostenlose Kopie von www.radiomuseum.org

Dodatečná chyba v určení tgδ:	$\pm$ 1.10^{-4}
Napájení:	220 V, 120 V $\pm$ 10% , 50 Hz
Stabilita:	změny sítě o $\pm$ 10% nezhorší přesnost
Osazení:	2× 6L31, 1× 6CC31, 1× 6F32, 2× 6B32, 1× AZ11, 2× 3NN41, 2× variátor 9930 (1,2 A/5–8 V), 1× 12TA31. Osvětlovací žárovka 6 V/0,05 A.
Příkon:	85 W
Jištění:	1× síťová pojistka 0,8 A/250 V pro 220 V 1,25 A/250 V pro 120 V 1× anodová pojistka 0,16 A/250 V
Rozměry:	495×280×365 mm (6 panelových jednotek).
Váha:	27 kg.
Příslušenství:	síťová šňůra, sáček s náhradními pojistkami, návod k obsluze.

Bei Messungen der realen Komponenten muss mit Rücksicht auf die Genauigkeit das Diagramm 2 beachtet werden.

Nachträglicher Fehler Bestimmung in tgδ:

$\pm$ 1.10^{-4}

Netzanschluss:

220 V, 120 V $\pm$ 10% , 50 Hz

Stabilität:

Netzspannungsschwankungen um $\pm$ 10% vermindern nicht die Genauigkeit.

Röhrenbestückung:

2× 6L31, 1× 6CC31, 1× 6F32, 2× 6B32, 1× AZ11, 2× 3NN41, 2× Variator 9930 (1,2 A/5–8 V), 1× 12TA31, Beleuchtungsglühlampe 6 V/0,05 A.

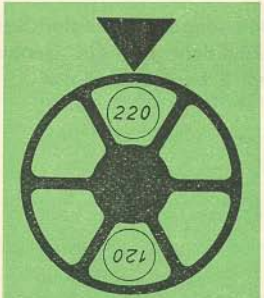
Leistungsaufnahme:

85 W

Sicherung:

1× Netzsicherung 0,8 A/250 V für 220 V
1,25 A/250 V für 120 V
1× Anodensicherung 0,16 A/250 V.

kostenloser Download von www.raupenhaus.de



Obr. 4 – Abb. 4

MĚŘENÍ

PŘIPOJENÍ PŘÍSTROJE NA SÍŤ

Před zapnutím přístroje zkontrolujeme, zda je přístroj připojen na správné síťové napětí. Není-li tomu tak, přepneme přístroj síťovým voličem, umístěným na zadní stěně. Přepojení provedeme tak, že uvolníme kovový pásek, který překrývá volič. Kotouč voliče vytáhneme, natočíme a zasuneme tak, aby číslo odpovídající napájecímu napětí bylo postaveno proti trojúhelníkové značce. Potom zajišťovací pásek opět připevníme. Vedle voliče napětí je síťová zástrčka a síťová a anodová pojistka. Z továrny je přístroj zapojen na napětí 220 V. Přepínáme-li přístroj na jiné síťové napětí, je třeba vyměnit síťovou pojistku. Hodnoty pojistek jsou uvedeny v odstavci Technické údaje.

Abmessungen:

495×280×365 mm (6 Paneeleinheiten)

Gewicht:

27 kg.

Zubehör:

Netzschnur, Umschlag mit Reservesicherungen, Bedienungsanleitung.

MESSUNG

NETZANSCHLUSS

Vor dem Einschalten des Geräts ist zu überprüfen, ob die Netzspannung des Gerätes richtig eingestellt ist, widrigenfalls muss eine Umschaltung der Netzspannung mittels des an der Rückwand angebrachten Spannungswahlschalters vorgenommen werden. Dies geschieht nach Lösen des Metallstreifens, der den Wahlschalter überdeckt. Die Scheibe des Wahlschalters wird herausgezogen, in die zugehörige Stellung gedreht und so eingeschoben, dass die der Netzspannung entsprechende Zahl gegen das Dreieckzeichen liegt. Hierauf wird der Sicherheitsstreifen wieder befestigt. Neben dem Spannungswahlschalter befindet sich die Gerätesteckdose, sowie die Netz- und die Anodensicherung.

PŘÍPRAVA K MĚŘENÍ

Před zapnutím síťového vypínače musí být přepínač „VOLTMETR" v poloze „NULA". Vypínač sítě přepneme do polohy „NAŽHAVENO" a asi po jedné minutě do polohy „ZAPNUTO". V zájmu přesnosti měření je nutné nechat přístroj nejméně 30 minut zapnutý. Ručkový přístroj indikátoru má ukazovat přesně nulu.
Není-li tomu tak, vyjmeme zátku otvoru k potenciometru „NULA" a šroubovákem dostavíme ručku přístroje přesně na nulu. Zátku otvoru k potenciometru opět dáme na původní místo.
Stupnici „ODPOR R" nastavíme do polohy ∞.

MĚŘENÍ ODPORŮ

1. část měření:

Přepínač „VOLTMETR" přepneme do polohy „1" (snížená citlivost voltmetru). Každý odpor má složku parasitní kapacity a indukčnosti, v obecném případě se nám jeví tedy jako impedance. Neznámou impedanci Z připojíme k měřícím svorkám. Přepínačem „KMITOČET f (MHz)" zvolíme příslušný kmitočtový rozsah a stupnicí „KMITOČET f" nastavíme žádaný kmitočet.
Podle předpokládané reálné hodnoty neznámé impedance Z přepneme přepínač „ROZSAH R" do příslušné polohy. Knoflík „VAZBA HRUBĚ" nastavíme asi do střední polohy. Podle grafu č. 1, str. 41 najdeme pro žádaný kmitočet příslušnou cívku L. Zároveň odečteme příslušnou přibliž-

Im Werk ist das Gerät auf 220 V Spannung eingeschaltet. Beim Umschalten des Geräts auf eine andere Netzspannung ist auch die Netzsicherung auszuwechseln. Die Sicherungswerte sind im Abschnitt TECHNISCHE ANGABEN angeführt.

VORBEREITUNG DER MESSUNG

Vor dem Einschalten des Netzschalters wird der Umschalter „VOLTMETER" in die Stellung „NULL" (ZERO) geschaltet. Dann wird der Netzschalter in die Stellung „HEIZUNG (PREHEATED) und nach etwa einer Minute in die Stellung „EIN" (ON) gebracht.
Wegen der Messgenauigkeit soll das Gerät mindestens 30 Minuten eingeschaltet bleiben. Das Anzeigegerät des Indikators muss genau auf Null anzeigen. Falls dies nicht zutrifft, wird der Stopfen aus der Öffnug zum Potentiometer „NULL" (ZERO) entfernt und mit einem Schraubenzieher der Zeiger des Geräts genau auf Null eingestellt. Der Stopfen wird wieder in die ursprüngliche Lage gebracht. Die Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R) ist in die Stellung „∞" zu bringen.

WIDERSTANDSMESSUNG

1. Teil der Messung:

Der Umschalter „VOLTMETER" wird in die Stellung „1" (herabgesetzte Voltmeterempfindlichkeit) geschaltet. Jeder Widerstand besitzt eine Komponente der parasitischen Kapazität und Induktivität, allgemein erscheint er uns

nou kapacitu. Při měření impedance je nutno použít pro žádaný kmitočet cívku pokud možno v pořadí největší (nejmenší indukčnost), poněvadž při určitém kmitočtu odpovídá nejmenší indukčnosti nejmenší skreslení napětí na měřicím obvodě.

Přepínačem „INDUKČNOST L" nastavíme zvolenou cívku a na stupnici „KAPACITA C" příslušnou kapacitu.

V oblasti určené kapacity (podle grafu č. 1, str. 41) bude ručkový přístroj indikátoru ukazovat výchylku doprava. Stupnicí „KAPACITA C" nastavíme maximální výchylku a knoflíkem „VAZBA HRUBĚ" nastavíme ručku přístroje na nulu.

Přepínač „VOLTMETR" do polohy „2" (normální citlivost voltmetru).

Stupnicí „KAPACITA C" nastavíme opět přesně maximální hodnotu výchylky ručkového přístroje a knoflíkem „VAZBA HRUBĚ" a „VAZBA JEMNĚ" ručku nastavíme přesně na nulu. Ještě jednou zkontrolujeme malým vychýlením stupnice „KAPACITA C" na obě strany, zda máme přesně nastavenou resonanci (maximální výchylka ručkového přístroje).

V případě, že chceme měřit paralelní jalovou složku impedance Z, odečteme údaj na stupnici „KAPACITA C" jako C 1.

2. část měření:

Přepínač „VOLTMETR" do polohy 1.

Odpojíme neznámou impedanci Z.

Stupnicí „KAPACITA C" uvedeme měřicí obvod opět do

daher als Impedanz. Die unbekannte Impedanz Z wird an die Messklemmen angeschlossen. Mit dem Umschalter „FREQUENZ f (MHz)" (FREQUENCY f Mc/s) wird der zugehörige Frequenzbereich gewählt und auf der Skala „FREQUENZ f" (FREQUENCY f) die erforderliche Frequenz eingestellt. Gemäss dem vorausgesetzten realen Wert der unbekannten Impedanz Z wird der Umschalter „BEREICH R" (RANGE OF R) in die betreffende Lage versetzt. Der Knopf „KOPPLUNG GROB" (COUPLING COARSE) stellen wir etwa in die Mittellage ein. Gemäss dem Diagramm 1 wird für die gewünschte Frequenz die zugehörige Spule L herausgesucht. Gleichzeitig wird die zugehörige annähernde Kapazität abgelesen. Beim Messen der Impedanz muss für die gewünschte Frequenz möglichst die in der Reihenfolge grösste Spule (kleinste Induktivität) verwendet werden, da bei einer bestimmten Frequenz der kleinsten Induktivität die geringste Verzerrung der Messkreisspannung entspricht.

Mit dem Umschalter „INDUKTIVITÄT L" (INDUCTANCE L) wird die betreffende Spule und auf der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) die entsprechende Kapazität eingestellt.

Im Bereich der (gemäss Diagramm 1) festgesetzten Kapazität wird das Anzeigegerät des Indikators einen Ausschlag nach rechts aufweisen. Mit der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) wird der Maximalausschlag und mit dem Knopf „KOPPLUNG GROB" (COUPLING COARSE) der Zeiger des Geräts auf Null eingestellt.

resonance (maximální výchylka). Je-li údaj ručky přístroje větší než nula, utlumíme měřicí obvod vytočením stupnice „ODPOR R", až ručka dosáhne nulu.

Přepínač „VOLTMETR" do polohy 2.

Dostavíme opět resonanci (maximální výchylku) a stupnicí „ODPOR R" nastavíme ručku měřicího přístroje voltmetru přesně na nulu.

Na stupnici „ODPOR R" odečteme hodnotu R.

V případě, že chceme měřit i paralelní jalovou složku neznámé impedance, odečteme ještě údaj stupnice „KAPACITA C" jako C 2.

VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

a) Měřená impedance Z se jeví jako paralelní kombinace reálného odporu Rx a kapacity Cx, což lze napsat ve tvaru:

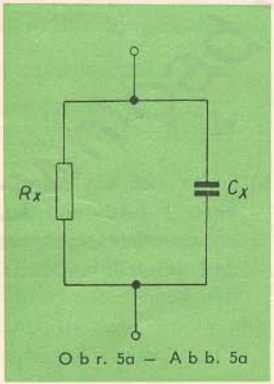
$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Rx} + j\frac{1}{Xp}$$

kde složky Rx a Xp jsou určeny vztahy:

$$Rx = R$$

$$Xp = \frac{1}{\omega Cx}$$

$$Cx = C\,2 - C1$$



Obr. 5a – Abb. 5a

Der Umschalter „VOLTMETER" wird in die Stellung „2" (normale Empfindlichkeit des Voltmeters) gebracht.

Mit Hilfe der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) wird wieder genau der Maximalausschlag des Anzeigegeräts eingestellt und mit dem Knopf „KOPPLUNG GROB" (COUPLING COARSE) und „KOPPLUNG FEIN" (COUPLING FINE) der Zeiger auf Null gebracht. Es wird nochmals durch eine kleine Ausschwenkung der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) nach beiden Seiten überprüft, ob die Resonanz genau eingestellt ist (Maximalausschlag des Anzeigegeräts).

Falls die imaginäre Parallelkomponente der Impedanz Z gemessen werden soll, wird die Angabe der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) als Wert C 1 abgelesen.

2. Teil der Messung:

Der Umschalter „VOLTMETER" befindet sich in der Stellung 1. Die unbekannte Impedanz Z wird abgeschaltet. Mit Hilfe der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) wird der Messkreis wieder auf Resonanz (Maximalausschlag) gebracht. Falls der Zeigerausschlag des Geräts grösser als Null ist, wird der Messkreis durch Drehen der Skala „WIDERSTAND R" gedämpft, bis der Zeiger auf Null steht.

Der Umschalter „VOLTMETER" wird in die Stellung 2 gebracht.

Wiederum wird die Resonanz (Maximalausschlag) nachgestellt und mittels der Skala „WIDERSTAND R" (RE-

b) Vychází-li Cx záporné, má imaginární složka charakter induktivní a měřená impedance Z se jeví jako paralelní kombinace reálného odporu Rx a indukčnosti Lx, což lze napsat ve tvaru

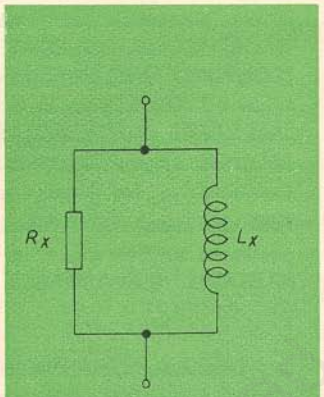
$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Rx} - j\,\frac{1}{Xp},$$

kde složky Rx a Xp jsou určeny vztahy:

$$Rx = R$$

$$Xp = \omega Lx = \frac{1}{\omega Cx}$$

$$Lx = \frac{1}{\omega^2 Cx}$$



Obr. 5b – Abb. 5b

Podle grafu č. 2 zkontrolujeme, zda je naměřená hodnota R správná (± 3%). Hodnoty pod čarami příslušných cívek

SISTANCE R) der Zeiger des Voltmetergeräts genau auf Null zurückgestellt.

Auf der Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R) wird der Wert R festgestellt.

Falls auch die imaginäre Parallelkomponente des unbekannten Widerstands gemessen werden soll, wird auch die Angabe der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) als Wert C 2 abgelesen.

AUSWERTUNG DER MESSUNG

a) Die gemessene Impedanz Z erscheint als parallele Kombination des realen Widerstandes Rx und der Kapazität Cx, was folgendermaßen ausgedrückt werden kann:

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Rx} + j\,\frac{1}{Xp}$$

wo die Komponenten Rx und Xp durch das Verhältnis

$$Rx = R \qquad Xp = \frac{1}{\omega Cx} \qquad Cx = C\,2 - C\,1$$ bestimmt sind.

b) Ergibt sich ein negativer Wert Cx, ist die Blindkomponente induktiv und die gemessene Impedanz Z erscheint als parallele Kombination des realen Widerstandes Rx und der Induktivität Lx, was wie folgt ausgedrückt werden kann:

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Rx} - j\,\frac{1}{Xp}$$

jsou oblastí, kde měřená hodnota vykazuje větší chybu než ±3%. Hodnoty nad čarami jsou hodnoty v toleranci. Při měření velkých odporů dochází k případům, kdy při druhé části měření, po odpojení neznámého odporu a doladění resonance, vychýlí se ručka přístroje (přepínač „VOLTMETR" v poloze 2) jen o několik málo dílků. Utlumení měřicího obvodu stupnicí „ODPOR R" je pak nejisté a přesnost měření omezena. Pro přesnost měření ±3% je nutná výchylka ručky měřicího přístroje po odpojení neznámého odporu nejméně 9 dílků stupnice ručkového přístroje při normální citlivosti přístroje voltmetru. Je-li výchylka menší, je přesnost menší a doporučuje se provést měření několikrát za sebou.

Rozsah měřitelné reálné složky v závislosti na kmitočtu je uveden na grafu č. 3. Dolní mez je určena skreslením napětí měrného obvodu. Horní mez je dána výchylkou ručky indikátoru ½ dílku. Obě meze jsou v přesnosti horší než ±3%.

MĚŘENÍ KONDENSÁTORŮ

1. část měření:

Přepínač „VOLTMETR" v poloze „1".
Na svorky přístroje připojíme neznámý kondensátor Cx. Přepínačem „Kmitočet f (MHz)" zvolíme příslušný kmitočtový rozsah a stupnicí „KMITOČET f" nastavíme požadovaný kmitočet. Přepínač „ROZSAH R" přepneme podle předpokládané velikosti paralelní reálné složky.

wo die Komponenten Rx und Xp durch das Verhältnis:

$Rx = R$

$Xp = \omega Lx = \frac{1}{\omega Cx}$ $\quad Lx = \frac{1}{\omega^2 Cx}$ bestimmt sind.

Mit Hilfe des Diagramms 2 wird überprüft, ob der festgestelle Wert R in der zulässigen Toleranz (± 3%) liegt. Die Werte unter den Linien der zugehörigen Spulen sind der Bereich, wo der Messwert einen grösseren Fehler als ± 3% aufweist. Die Werte über den Linien haben zulässige Toleranz.
Beim Messen grosser Widerstände kann es vorkommen, dass beim zweiten Teil der Messung nach Abschalten des unbekannten Widerstands und Einstellen der Resonanz der Zeiger des Geräts (Umschalter „VOLTMETER" in Stellung 2) nur um wenige Teilstriche ausschlägt. Die Dämpfung des Messkreises mit der Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R) ist dann ungewiss und die Genauigkeit der Messung sehr begrenzt. Zum Erzielen einer Messgenauigkeit von ± 3% ist nach Abschalten des unbekannten Widerstands ein Ausschlag des Messgerätzeigers um mindestens 9 Teilstriche der Skala des Anzeigegeräts bei normaler Empfindlichkeit des Voltmetergeräts erforderlich. Bei geringerem Ausschlag ist auch die Genauigkeit geringer und es empfiehlt sich, die Messung mehrmals zu wiederholen.
Der Bereich der messbaren realen Komponente in Abhängigkeit von der Frequenz ist im Diagramm 3 angeführt. Die untere Grenze ist durch die obere Spannungsverzerrung im Messkreis gegeben. Die obere Gren-

Podle předpokládané velikosti kapacity zvolíme vhodnou cívku L. Volbu cívky provedeme podle grafu č. 1 tak, že pro daný kmitočet zvolíme takovou cívku, jejíž odpovídající resonanční kapacita měrného kondensátoru je nejméně o 10 pF větší než předpokládaná kapacita neznámého kondensátoru. Nelze-li pro určený kmitočet tento požadavek splnit, volíme nejbližší vhodný kmitočet.

Přepínačem „INDUKČNOST L" zapojíme cívku L. Knoflík „VAZBA HRUBĚ" nastavíme asi do střední polohy. Stupnici "KAPACITA C" nastavíme tak, aby ručkový přístroj ukazoval maximální výchylku, tj. resonanci. Nyní knoflíkem „VAZBA HRUBĚ" nastavíme ručkový přístroj na nulu. Přepínač „VOLTMETR" do polohy 2.

Doladění kapacity a dostavení ručky voltmetru do nulové polohy pomocí knoflíků „VAZBA HRUBĚ" a „JEMNĚ" provedeme stejně jako u měření odporů.

Poznamenáme si hodnoty stupnice „KAPACITA C" jako C 1.

2. část měření:

Přepínač „VOLTMETR" do polohy 1.

Odpojíme měřený neznámý kondensátor. K opětnému dosažení resonance musíme zvětšit ladicí kapacitu vytočením stupnice „KAPACITA C" na hodnotu C 2. Při nastavování ručky měřidla na nulu mohou nastat tři možnosti:

1. Odpovídá-li hodnota reálné složky neznámého kondensátoru rozsahu odporu R dříve přepnutému, lze nulu

ze ist durch den Ausschlag des Indikatorzeigers um $^1/_2$ Teilstrich bestimmt. Beiden Grenzen kommt eine grössere Messunsicherheit als $\pm$ 3% zu.

MESSUNG VON KONDENSATOREN

1. Teil der Messung:

Der Umschalter „VOLTMETER" befindet sich in der Stellung 1.

An die Geräteklemmen wird der unbekannte Kondensator Cx angeschlossen. Mit dem Umschalter „FREQUENZ f MHz" (FREQUENCY f Mc/s) wird der zugehörige Frequenzbereich gewählt und mit Hilfe der Skala „FREQUENZ f" (FREQUENCY f) die gewünschte Frequenz eingestellt. Der Umschalter „BEREICH R" (RANGE OF R) wird gemäss der vorausgesetzten Grösse der realen Parallelkomponente umgeschaltet.

Gemäss dem vorausgesetzten Wert der Kapazität wird die zweckmässigste Spule L gewählt. Die Spulenwahl wird an Hand des Diagramms 1 derart durchgeführt, dass für die gegebene Frequenz eine solche Spule gewählt wird, deren entsprechende Resonanzkapazität des Messkondensators mindestens um 10 pF grösser ist als die vorausgesetzte Kapazität des unbekannten Kondensators. Falls für die gegebene Frequenz diese Forderung nicht erfüllt werden kann, ist eine andere zweckdienliche Frequenz zu verwenden.

Mit dem Umschalter „INDUKTIVITÄT L" (INDUCTANCE L) wird die Spule L eingeschaltet. Der Knopf „KOPPLUNG

ručkového měřidla stupnicí „ODPOR R" nastavit a postupujeme zde jako při měření odporů. Po vyrovnání ručky přístroje na nulu odečteme údaj stupnice „KAPACITA C" jako C 2 a stupnice „ODPOR R" jako Rx.

2. Je-li přepínač „ROZSAH R" v poloze nižší, než která odpovídá paralelní reálné složce neznámého kondensátoru, přesáhne výchylka ručkového přístroje při doladění resonance nulu a již malým vytáčením stupnice R ručka měřicího přístroje klesá skokem pod nulu. Je tedy nutno přepnout přepínač rozsahů odporů do vyšší polohy a měření provést od počátku znovu.

3. Je-li přepínač „ROZSAH R" v poloze vyšší, než která odpovídá reálné paralelní složce neznámého kondensátoru, nedosáhneme nulu ručkového přístroje ani při úplném vytočení stupnice „ODPOR R" a výchylka je větší než nula. V tomto případě je nutné přepnout přepínač rozsahů odporů do polohy nižší a měření provést od počátku znovu.

VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Kapacita měřeného neznámého kondensátoru je

$$Cx = C\,2 - C\,1 \qquad [pF]$$

Paralelní reálná složka je Rx = R. [Ω]

Pomocí grafu č. 2, str. 42 zkontrolujeme, zda naměřená hodnota R je správná. Průsečík naměřené hodnoty R s hodnotou

GROB" (COUPLING COARSE) ist in die Mittelstellung zu bringen. Die Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) wird so eingestellt, dass das Anzeigegerät einen Maximalausschlag aufweist, d. h. eine Resonanz anzeigt. Dann wird mit dem Knopf „KOPPLUNG GROB" (COUPLING COARSE) das Anzeigegerät auf Null zurückgestellt. Der Umschalter „VOLTMETER" ist in die Stellung 2 umzulegen. Das Abstimmen der Kapazität und Zurückführen mit Hilfe der Knöpfe „KOPPLUNG GROB" und „FEIN" des Voltmeterzeigers auf Null wird in derselben Weise wie bei den Widerstandsmessungen durchgeführt.
Der Wert der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) wird als C 1 festgehalten.

2. Teil der Messung:

Der Umschalter „VOLTMETER" befindet sich in Stellung 1. Der gemessene unbekannte Kondensator wird abgeschaltet. Um wieder Resonanz zu erzielen, muss die Resonanzkapazität durch Verstellen der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) auf den Wert C 2 vergrössert werden. Beim Zurückführen des Messgerätzeigers auf Null können dann drei Fälle eintreten:
1. Falls der Wert der realen Komponente des unbekannten Kondensators dem Bereich des vorher eingestellten Widerstands R entspricht, kann mit Hilfe der Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R) das Anzeigegerät auf Null gestellt werden, wobei derselbe Vorgang wie bei der Widerstandsmessung eingehalten wird. Nach Einspielen des Zeigers des Voltmetergeräts auf Null wird die

kmitočtu musí být nad čarou příslušné použité cívky L. Je-li průsečík pod čarou použité cívky, je chyba v hodnotě R větší než $\pm 3\%$.

Ztrátový činitel vypočteme ze vztahu:

$$tg\delta = \frac{1}{Rx\omega Cx} \qquad [—;\ \Omega;\ s^{-1};\ F]$$

kde $\omega = 2\pi f$. $[s^{-1};\ Hz]$

MEŘENÍ CÍVEK

1. část měření:

Přepínač „VOLTMETR" v poloze 1.

Na svorky přístroje připojíme cívku Lx. Přepínačem kmitočtu nastavíme kmitočtový rozsah a stupnicí „KMITOČET f" nastavíme požadovaný kmitočet. Přepínač „ROZSAH R" přepneme podle předpokládané velikosti paralelní reálné složky.

Přepínačem „INDUKČNOST L" zvolíme vhodnou cívku a vyladíme resonanci. Přitom kontrolujeme, zda měřená cívka je v této oblasti měřitelná:

$$C \geq \frac{1}{Lx\omega^2}$$

C = údaj na stupnici „KAPACITA C" [F]
f = použitý kmitočet [Hz]
Lx = předpokládaná indukčnost [H]

Není-li tato podmínka splněna, zvolíme jinou cívku nebo jiný kmitočet. Při tom můžeme použít graf č. 1, str. 41.
Přepínač „VOLTMETR" přepneme do polohy 2.

Angabe auf der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) als C 2 und die Angabe auf der Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R) als Rx festgestellt.

2. Falls sich der Umschalter „BEREICH R" (RANGE OF R) in einer niedrigeren Stellung befindet als der realen Parallelkomponente des unbekannten Kondensators entspricht, übersteigt der Ausschlag des Anzeigegeräts bei Abstimmung auf Resonanz nur mässig die Null und bei etwaigem Drehen der Skala R sinkt der Messgerätzeiger unter Null. Es muss daher der Widerstandsbereichschalter in eine höhere Stellung umgeschaltet und die ganze Messung von Anfang an wiederholt werden.

3. Falls sich der Umschalter „BEREICH R" (RANGE OF R) in einer höheren Stellung befindet als der realen Parallelkomponente des unbekannten Kondensators entspricht, wird die Null des Zeigergeräts auch beim vollen Drehen der Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R) bis zum Anschlag des Zeigers des Anzeigegeräts nicht erreicht, der Ausschlag bleibt stets grösser als Null. Dann muss der Widerstandsbereichschalter in eine niedrigere Stellung gebracht und die ganze Messung von Anfang an wiederholt werden.

AUSWERTUNG DER MESSUNG

Die Kapazität des gemessenen unbekannten Kondensators ergibt sich zu

$$Cx = C\,2 - C\,1 \qquad [pF]$$

Die reale Parallelkomponente beträgt $Rx = R$. $[\Omega]$

Nastavíme resonanci a nulu ručkového přístroje podobně jako u měření kondensátorů. Odečteme údaj kapacity C 1.

2. část měření:

Přepínač „VOLTMETR" do polohy „1".
Odpojíme měřenou cívku. Změnou ladicí kapacity a vytočením stupnice „ODPOR R" dostavíme resonanci tak, aby ručkový přístroj ukazoval nulu.

Přepínač „VOLTMETR" do polohy „2".

Přesně nastavíme resonanci a dostavením stupnice „ODPOR R" ručku voltmetru na nulu. Odečteme kapacitu C 2 a odpor R.

VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Indukčnost měřené neznámé cívky je

$$Lx = \frac{1}{\omega^2 (C\,1 - C\,2)} \qquad [H;\ s^{-1};\ F]$$

Paralelní reálná složka je Rx = R.

Podle grafu č. 2, str. 42, zkontrolujeme, zda je naměřená hodnota R správná.

Kvalitu cívky vypočteme ze vztahu:

$$Qx = \frac{Rx}{\omega Lx} = Rx\omega\,(C\,1 - C\,2) \qquad [—;\ \Omega;\ s^{-1};\ H;\ F]$$

Mit Hilfe des Diagramms 2 wird der Messwert R auf seine Genauigkeit geprüft. Der Schnittpunkt des Messwerts R mit dem Wert der Frequenz muss über der Linie der zugehörigen verwendeten Spule L liegen. Liegt der Schnittpunkt unterhalb der Linie der verwendeten Spule, ist die Messunsicherheit der Werts R grösser als $\pm 3\%$.
Der Verlustfaktor wird aus folgender Beziehung berechnet:

$$tg\delta = \frac{1}{Rx\omega Cx} \qquad [—;\ \Omega;\ s^{-1};\ F]$$

wobei $\omega = 2\pi f$. $[s^{-1};\ Hz]$

MESSUNG VON SPULEN

1. Teil der Messung:

Der Umschalter „VOLTMETER" befindet sich in der Stellung 1.
An die Klemmen des Geräts wird die Spule Lx angeschlossen. Mit dem Frequenzumschalter wird der Frequenzbereich und mit Hilfe der Skala „FREQUENZ f (MHz)" (FREQUENCY f (Mc/s) die gewünschte Frequenz eingestellt. Der Umschalter „BEREICH R" (RANGE OF R) muss gemäss der vorausgesetzten Grösse der realen Parallelkomponente geschaltet werden.
Mit dem Umschalter „INDUKTIVITÄT L" (INDUCTANCE L) wird die zweckmässigste Spule gewählt und auf Resonanz abgestimmt. Dabei wird geprüft, ob die gemessene Spule in diesem Bereich messbar ist.

$$C \geqq \frac{1}{Lx\omega^2}$$

C = Angabe auf der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) [F]
f = Verwendete Frequenz [Hz]
Lx = Vorausgesetzte Induktivität [H]

MĚŘENÍ RESONANČNÍCH KMITOČTŮ OBVODŮ

Podle velikosti předpokládaného resonančního kmitočtu nastavíme tento ovládacími prvky „KMITOČET f". Podle grafu č. 1, str. 41 zvolíme cívku L. V zájmu přesnosti měření volíme cívku pokud možná v pořadí větší, tj. indukčnost menší. Stupnicí „KAPACITA C" nastavíme příslušnou hodnotu kapacity tak, aby ručkový přístroj ukazoval maximum, tj. resonanci.

Nyní připojíme neznámý resonanční obvod a doladíme stupnicí „KAPACITA C" znovu resonanci. V případě, že při doladění resonance bylo nutno kapacitu přidat, je nastavený kmitočet nižší než resonanční kmitočet neznámého resonančního obvodu a musíme jej zvýšit. Je-li při dolaďování resonance nutno resonanční kapacitu snížit, je nastavený kmitočet vyšší a musíme jej snížit. Změníme tedy kmitočet a doladíme resonanci stupnicí „KAPACITA C". Odpojíme neznámý resonanční obvod. Znovu dolaďujeme resonanci. Je-li opět nutno změnit kapacitu, opravíme opět kmitočet a kondensátorem dostavíme resonanci.

Připojíme opět neznámý resonanční obvod. Kmitočet opravujeme tak dlouho, až při připojení a odpojení bude ručkový přístroj ukazovat stále maximální hodnotu, tj. resonanci bez potřeby změny kapacity.

Nastavená hodnota f je resonanční kmitočet měřeného resonančního obvodu.

Wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, wird eine andere Spule oder andere Frequenz gewählt. Dabei kann das Diagramm 1 verwendet werden.
Der Umschalter „VOLTMETER" wird in die Stellung 2 gebracht.
Die Resonanz- und Nulleinstellung des Anzeigegeräts wird ähnlich wie bei der Kondensatormessung erzielt. Der Kapazitätswert C 1 wird festgehalten.

2. Teil der Messung:

Der Umschalter „VOLTMETER" wird in die Stellung 1 gelegt. Die gemessene Spule wird abgeschaltet. Durch Veränderung der Abstimmkapazität und Drehung des Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R) wird die Resonanz nachgestellt und das Anzeigegerät auf Null zurückgeführt. Der Umschalter „VOLTMETER" wird in die Stellung 2 gelegt. Die Resonanz wird genau eingestellt und durch Nachstellen der Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R) der Voltmeterzeiger auf Null zurückgeführt. Die Kapazität C 2 und der Widerstand R werden abgelesen.

AUSWERTUNG DER MESSUNG

Die Induktivität der gemessenen unbekannten Spule ergibt sich zu

$$Lx = \frac{1}{\omega^2 (C\,1 - C\,2)} \qquad [H;\ s^{-1};\ F]$$

Die reale Parallelkomponente beträgt $Rx = R$.
Mit Hilfe des Diagramms 2 wird geprüft, ob der Messwert R entspricht.
Die Spulengüte wird wie folgt errechnet:

$$Qx = \frac{Rx}{\omega Lx} = Rx\omega\,(C\,1 - C\,2) \qquad [-;\ \Omega;\ s^{-1};\ H;\ F]$$

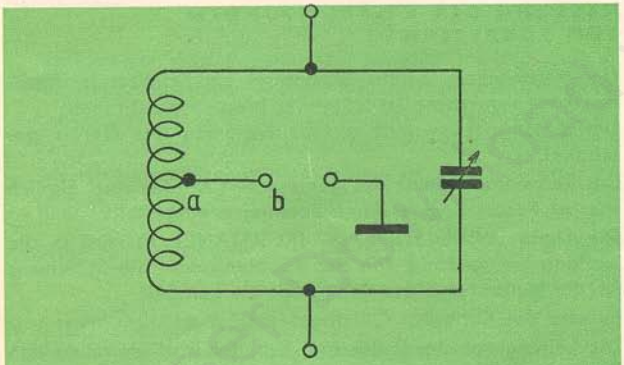
MĚŘENÍ RESONANČNÍCH ODPORŮ OBVODŮ

Ovládacími prvky „KMITOČET f" nastavíme vlastní resonanční kmitočet měřeného resonančního obvodu. Vyrovnáme ručku voltmetru na nulu při připojeném neznámém resonančním obvodu. Dále postupujeme stejně jako při měření impedancí (viz str. 15).

Naměřená hodnota R = Rx je resonanční odpor měřeného resonančního obvodu.

MĚŘENÍ vf SVODŮ PŘEPÍNAČŮ

Potřebujeme-li zjistit, jaké tlumení způsobuje přepínač v resonačním obvodu, postupujeme následovně:



Obr. 6 – Abb. 6

MESSUNG DER RESONANZFREQUENZ DER KREISE

Der vorausgesetzte Resonanzfrequenzwert wird mittels der Betätigungselemente „FREQUENZ f" (FREQUENCY f) eingestellt. Mit Hilfe des Diagramms 1 wird die Spule L gewählt. Wegen der Messgenauigkeit wird möglichst die in der Reihenfolge grössere Spule, d. i. kleinere Induktivität gewählt. Auf der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) wird der zugehörige Kapazitätswert derart eingestellt, dass das Anzeigegerät den Maximalausschlag, d. h. eine Resonanz aufweist.

Hierauf wird der unbekannte Resonanzkreis angeschlossen und mittels der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) wieder auf Resonanz abgestimmt. Falls bei diesem Nachstimmen der Resonanz die Kapazität erhöht werden musste, ist die eingestellte Frequenz niedriger als die Resonanzfrequenz des unbekannten Resonanzkreises und muss erhöht werden. Wenn dagegen beim Nachstimmen der Resonanz die Kapazität verringert werden muss, ist die eingestellte Frequenz höher und muss daher herabgesetzt werden.

Demnach ist die Frequenz zu verändern und mittels der Skala „KAPAZITÄT C" (CAPACITANCE C) Resonanz abzustimmen. Dann wird der unbekannte Resonanzkreis abgeschaltet und erneut auf Resonanz abgestimmt. Wenn dabei wiederum die Kapazität verändert werden muss, ist wieder die Frequenz richtigzustellen und mit dem Kondensator die Resonanz nachzustellen.

Hierauf wird wieder der unbekannte Resonanzkreis angeschlossen. Die Frequenz wird so lange richtiggestellt, bis beim Anschluss und Abschalten das Anzeigegerät einen unver-

Resonační obvod připojíme na svorky přístroje. Nastavíme resonanční kmitočet měřeného obvodu podobně jako při měření resonančních odporů.

Stupnici „ODPOR R" do polohy ∞.
Vazbou upravíme napětí na nulu ručkového přístroje.
Odečteme kapacitu C 1.

Rozpojíme přívod od cívky k přepínači (mezi body a–b). Doladíme znovu resonanci a stupnicí „ODPOR R" dostavíme ručku voltmetru na nulu. Odečteme hodnotu R a C 2.
Přepínač v otevřené poloze představuje pro resonanční obvod paralelní odpor Rx = R a paralelní kapacitu Cx = C 2–C 1.

MĚŘENÍ ZTRÁTOVÝCH ÚHLŮ A DIELEKTRICKÉ KONSTANTY IZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ

Měření ztrátových úhlů a dielektrické konstanty isolačních materiálů provádí se pomocí zvláštního přípravku, který se připojí na svorky přístroje.

MĚŘENÍ VLASTNÍ KAPACITY CÍVKY A VLASTNÍHO RESONANČNÍHO KMITOČTU CÍVKY

1. Vlastní kapacitu Cd určíme z rovnosti reaktancí cívky při vlastním resonančním kmitočtu fo. Přitom indukčnost cívky určíme na nižším kmitočtu f_1. Kmitočet f_1 musí splňovat předpoklad, že při něm se vlastní kapacita Cd neuplatňuje.

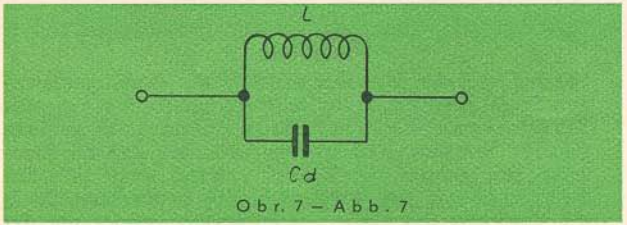
änderlichen Maximalwert, d. h. Resonanz anzeigt, ohne dass die Kapazität verändert werden müsste.
Der eingestellte Wert f stellt die Resonanzfrequenz des gemessenen Resonanzkreises dar.

MESSUNG VON RESONANZWIDERSTÄNDEN IN STROMKREISEN

Durch die Betätigungselemente „FREQUENZ f" (FREQUENCY f) stellen wir die Eigenresonanzfrequenz des gemessenen Resonanzkreises ein. Bei angeschlossenem unbekannten Resonanzkreis wird der Voltmeterzeiger auf Null gestellt. Der weitere Vorgang ist derselbe wie bei Widerstandsmessungen (siehe S. 15).
Der Messwert R = Rx ist der Resonanzwiderstand des gemessenen Resonanzkreises.

MESSUNG DER HF-ABLEITUNGEN VON SCHALTERN

Um festzustellen, welche Dämpfung ein Schalter im Resonanzkreis verursacht, ist folgender Weg zu beschreiten:
Der Resonanzkreis wird an die Klemmen des Geräts geschaltet.
Die Resonanzfrequenz des gemessenen Kreises wird ähnlich wie bei Resonanzwiderstandsmessungen eingestellt.
Die Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R) wird in die Stellung „∞" gedreht. Mit der Kopplung wird die Spannung für die Nullanzeige des Anzeigegeräts geregelt.
Es wird die Kapazität C 1 abgelesen.
Die Leitung von der Spule zum Schalter wird (zwischen den Punkten a–b) unterbrochen. Es wird wiederum die Resonanz und mittels der Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R)



Obr. 7 – Abb. 7

Prakticky to znamená, že f_1 musí vyhovovat podmínce:

$$\omega_1^2 L\ Cd < 10^{-2}; \qquad [s^{-1}; H; F]$$

$$\text{kde } \omega_1 = 2\pi f_1 \qquad [s^{-1}; Hz]$$

Při $\omega_1^2 L\ Cd = 10^{-2}$ změříme indukčnost L s chybou $\pm 1\%$.
Při zjišťování L postupujeme jako při měření indukčnosti cívek, str. 22.

$$L = \frac{1}{\omega_1^2 (C_1 - C_2)} \qquad [H; s^{-1}; F]$$

Nyní určíme vlastní resonanční kmitočet měřené cívky f_0. Přitom postupujeme jako při měření resonančních kmitočtů obvodů (str. 24). Měníme kmitočet a nastavujeme resonanci měřicího obvodu tak dlouho, až při připojení a odpojení měřené cívky nerozladíme resonanci obvodu, ale změníme pouze velikost nakmitaného napětí.

Vlastní kapacita cívky je $Cd = \frac{1}{\omega_0^2 . L}$; [F; s^{-1}; H]

$$\omega_0 = 2\pi f_0 \qquad [s^{-1}; Hz]$$

f_0 = resonanční kmitočet cívky.

2. Jiná přesnější metoda používá diagramu závislosti

$$\frac{1}{f^2} = f(C).$$

der Voltmeterzeiger auf Null gestellt. Dann werden die Werte R und C 2 abgelesen.
Der Schalter stellt in offener Stellung für den Resonanzkreis den Parallelwiderstand Rx = R und die parallele Kapazität Cx = C 2–C 1 dar.

MESSUNG DER VERLUSTWINKEL UND DER DIELEKTRISCHEN KONSTANTE DES ISOLIERMATERIALS

Die Messung der Verlustwinkel und dielektrischer Konstanten von Isoliermaterial wird mit Hilfe einer besonderen Vorrichtung durchgeführt, die an die Klemmen des Geräts angeschlossen wird.

MESSUNG DER EIGENKAPAZITÄT UND EIGENRESONANZFREQUENZ VON SPULEN

1. Die Eigenkapazität Cd wird aus der Gleichung der Spulenreaktanzen bei der Eigenresonanzfrequenz f_0 bestimmt. Dabei wird die Spuleninduktivität mit einer niedrigeren Frequenz f_1 festgestellt. Die Frequenz f_1 muss die Voraussetzung erfüllen, dass bei ihr die Eigenkapazität Cd nicht zur Geltung kommt. Das bedeutet praktisch, das f_1 folgende Bedingung erfüllen muss:

$$\omega_1^2 L\ Cd < 10^{-2}; \qquad [s^{-1}; H; F]$$

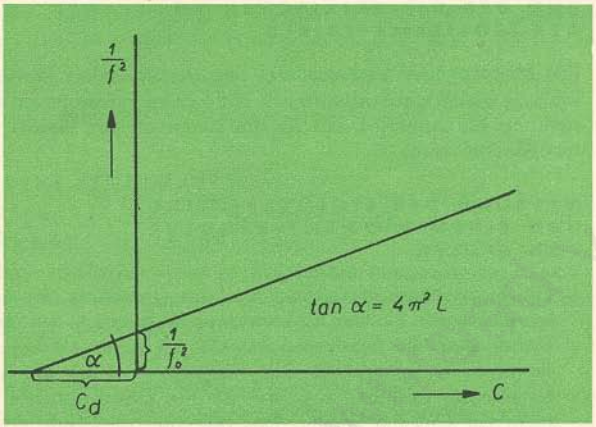
$$\text{wobei } \omega_1 = 2\pi f_1 \qquad [s^{-1}; Hz]$$

Bei $\omega_1^2 L\ Cd = 10^{-2}$ wird die Induktivität mit einem Fehler $\pm 1\%$ gemessen.
Bei der Ermittlung L wird wie bei der Messung von Spuleninduktivitäten vorgegangen (siehe Seite 23).

Při několika kmitočtech f zjistíme příslušné resonanční kapacity C. Postupujeme stejně jako při měření cívek a zjišťujeme hodnoty C 1–C 2 = C.

Graficky vyneseme závislost

$$\frac{1}{f^2} = 4\pi^2 \cdot L \cdot C \qquad [Hz; H; F]$$



Obr. 8 – Abb. 8

Hodnotu vlastní kapacity Cd získáme průsečíkem extrapólované funkce s osou X.

Odchyluje-li se grafický průběh od přímky, pak je buď L nebo Cd závislé na kmitočtu.

$$L = \frac{1}{\omega_1^2 \, (C\,1 - C\,2)} \qquad [H; s^{-1}; F]$$

Hierauf wird die Eigenresonanzfrequenz f_0 der gemessenen Spule bestimmt. Dabei wird wie bei der Messung von Resonanzfrequenzen in elektrischen Kreisen verfahren (Seite 25). Die Frequenz wird solange verändert und die Resonanz des gemessenen Kreises solange eingestellt, bis beim Anschluss und Abschalten der gemessenen Spule die Resonanz des Kreises nicht gestört, sonder nur der aufgeschaukelte Spannungswert geändert wird.

Die Eigenkapazität der Spule beträgt

$$Cd = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot L} \qquad [F; -1; H]$$

$$\omega_0 = 2\pi f_0 \qquad [s^{-1}; Hz]$$

f_0 = Resonanzfrequenz der Spule.

2. Bei einer anderen genaueren Methode wird das Abhängigkeitsdiagramm

$$\frac{1}{f^2} = f(C)$$

verwendet. Bei einigen Frequenzen f stellen wir die betreffenden Resonanzkapazitäten C fest. Wir gehen in gleicher Weise vor, wie beim Messen von Spulen und ermitteln die Werte C 1–C 2 = C.

Graphisch wird die Abhängigkeit folgenderweise ausgetragen:

$$\frac{1}{f^2} = 4\pi^2 \cdot L \cdot C \qquad [Hz; H; F]$$

Den Wert der Eigenkapazität Cd erzielen wir durch den Schnittpunkt der extrapolierten Funktion mit der Achse X. Falls der graphische Verlauf von der Geraden abweicht, dann ist entweder L oder Cd von der Frequenz abhängig.

UPOZORNĚNÍ

1. Při měření, kdy přepínač „VOLTMETR" je v poloze „2", nedoporučuje se dotýkat svorek měřiče, poněvadž prudká výchylka voltmetru může způsobit poškození ručkového přístroje.

2. Při ladění a nastavování nuly ručkového přístroje přepínejte přepínač „VOLTMETR" do jednotlivých poloh citlivostí tak, aby nedocházelo k přetěžování ručkového přístroje voltmetru.

3. Při druhé části měření se nedotýkejte ovládacích knoflíků „VAZBA", „KMITOČET f" a „INDUKČNOST L" a dbejte na to, aby přístroj netrpěl otřesy.

4. Při připojování měřených prvků na svorky měřiče dbejte na to, aby měřené prvky byly připojovány s tak dlouhými přívody jako ve skutečném zapojení ve vf obvodech. Při vyšších kmitočtech způsobuje indukčnost přívodů změnu elektrických vlastností.
   V případě, že k připojení na svorky potřebujeme přívody prodloužit, provádíme prodloužení vodičem s minimální indukčností a vf odporem. K těmto účelům se hodí měděný pásek.

5. Při přepnutí přepínače „KMITOČET f (MHz)" je nutno před vlastním měřením vyčkat asi 5 minut. Tato doba je nutná k ustálení vf napětí oscilátoru.

ZUR BEACHTUNG

1. Wenn bei der Messung der Umschalter „VOLTMETER" sich in der Stellung 2 befindet, ist es nicht zu empfehlen, die Klemmen des Messgeräts zu berühren, da der starke Voltmeterausschlag eine Beschädigung des Anzeigegeräts verursachen könnte.

2. Beim Abstimmen und Einstellen der Null des Anzeigegeräts ist der Umschalter „VOLTMETER" nicht auf die einzelnen Empfindlichkeitsbereiche zu schalten, damit es nicht zu einer Überlastung des Voltmeteranzeigegeräts kommt.

3. Beim 2. Teil der Messung sind die Knöpfe „KOPPLUNG" (COUPLING), „FREQUENZ f" (FREQUENCY f) und „INDUKTIVITÄT L" (INDUCTANCE L) nicht zu berühren und es muss darauf geachtet werden, dass das Gerät keinen Erschütterungen ausgesetzt wird.

4. Beim Anschluss der gemessenen Elemente an die Klemmen des Geräts ist darauf zu achten, dass die gemessenen Elemente mit derart langen Anschlussleitungen angeschlossen werden, wie sie bei der tatsächlichen Schaltung in den HF-Kreisen verwendet werden. Bei höheren Frequenzen verursacht die Anschlussleitungsinduktivität eine Veränderung der elektrischen Eigenschaften.

   Falls zu Anschluss an die Klemmen die Zuleitungen verlängert werden müssen, ist die Verlängerung durch einen

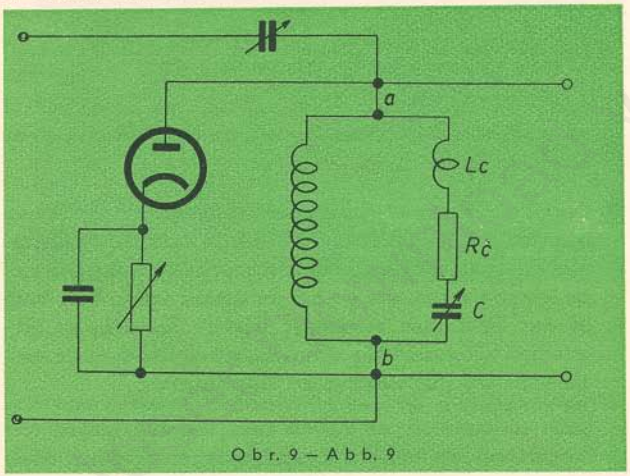
DODATEK

Při měřeních na vyšších kmitočtech se počínají nežádoucím způsobem projevovat zbytkové parametry měrného obvodu. Tyto nelze konstrukcí zcela odstranit a jejich vliv na výsledek měření nutno korigovat výpočtem.

Vyhodnocení výsledků podle stati Měření, tj. bez ohledu na vlivy zbytkových parametrů, možno provádět u kapacit asi do 3 MHz a pro reálné složky pouze asi do 1 MHz. Při vyšších kmitočtech přesahuje chyba měření více než 1%.

Zbytkové parametry:

1. Sériová indukčnost měrného kondensátoru Lc =
2. Sériový odpor měrného kondensátoru Rc =



Obr. 9 – Abb. 9

Leiter mit minimaler Induktivität und HF-Widerstand vorzunehmen. Zu diesem Zweck eignet sich ein Kupferband.

5. Bei Umschaltung des Schalters „FREQUENZ f (MHz)" (FREQUENCY f (Mc/s) muss vor dem eigentlichen Messen etwa 5 Minuten abgewartet werden. Diese Zeit ist für die Stabilisierung der HF-Spannung des Oszillators erforderlich.

NACHTRAG

Bei Messungen mit höheren Frequenzen beginnen sich die Restparameter des Messkreises in lästiger Weise auszuwirken. Diese sind durch die Konstruktion nie völlig auszuschalten und ihr Einfluss auf das Messergebnis muss durch Berechnung korrigiert werden.

Die Auswertung der Messergebnisse gemäss dem Abschnitt MESSUNG, d. h. ohne Rücksicht auf den Einfluss der Restparameter kann bei Kapazitäten bis etwa 3 MHz, für die realen Komponenten jedoch nur etwa bis 1 MHz durchgeführt werden. Bei höheren Frequenzen übersteigt die Messunsicherheit 1%.

Restparameter:

1. Serieninduktivität des Messkondensators Lc =
2. Serienwiderstand des Messkondensators Rc =

1. Sériová indukčnost Lc měrného kondensátoru způsobuje, že mezi body a–b se jeví kapacita měrného kondensátoru jako hodnota

$$C_{eff} = \frac{C}{1-\omega^2 Lc\, C} \qquad [F;\ s^{-1};\ H;]$$

$$\omega = 2\pi f \qquad [s^{-1};\ Hz]$$

Při substitučním měření používáme rozdíl dvou odečítaných hodnot měrného kondensátoru C 2–C 1. Tento rozdíl bude se opět mezi body a–b projevovat jako větší hodnota

$$C\,2_{eff} - C\,1_{eff} \doteq \frac{C\,2-C\,1}{1-\omega^2 Lc\,(C\,2+C\,1)} \qquad [F;\ s^{-1};\ H]$$

2. Sériový odpor měrného kondensátoru způsobuje, že mezi body a–b je při hodnotě kapacity měrného kondensátoru C 1 reálná svodová složka

$$Gc_1 = Rc\,\omega^2\, C\,1^2_{eff} \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega;\ s^{-1};\ F\right]$$

Při substitučním měření se používá rozdíl dvou odečítaných hodnot C 2–C 1. Mezi body a–b se vyskytne pak rozdíl reálných svodových složek

$$Gc_1 - Gc_2 = \Delta\, Gc = Rc\omega^2\,(C\,2^2_{eff} - C\,1^2_{eff}) \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega;\ s^{-1};\ F\right]$$

O tuto hodnotu Δ Gc nutno opravit naměřenou hodnotu reálné složky.

1. Die Serieninduktivität Lc des Messkondensators verursacht, dass zwischen den Punkten a–b die Kapazität des Messkondensators durch folgende Beziehung ausgedrückt werden muss

$$C_{eff} = \frac{C}{1-\omega^2 Lc\, C} \qquad [F;\ s^{-1};\ H]$$

$$\omega = 2\pi f \qquad [s^{-1};\ Hz]$$

Bei der Substitutionsmessung wird die Differenz von zwei abgelesenen Werten des Messkondensators C 2–C 1 verwendet. Die Differenz wird wieder zwischen den Punkten a–b als grösserer Wert anfallen:

$$C\,2_{eff} - C\,1_{eff} \doteq \frac{C\,2-C\,1}{1-\omega^2 Lc\,(C\,2+C\,1)} \qquad [F;\ s^{-1};\ H]$$

2. Der Serienwiderstand des Messkondensators bewirkt, dass zwischen den Punkten a–b beim Kapazitätswert C 1 des Messkondensators eine reale Ableitungskomponente

$$Gc_1 = Rc\omega^2\, C\,1^2_{eff} \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega;\ s^{-1};\ F\right]$$

auftritt.

Bei der Substitutionsmessung wird die Differenz der zwei abgelesenen Werte C 2–C 1 verwendet. Zwischen den Punkten a–b fällt dann resultiert folgende Differenz der realen Ableitungskomponenten

$$Gc_1 - Gc_2 = \Delta\, Gc = Rc\omega^2\,(C\,2^2_{eff} - C\,1^2_{eff}) \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega;\ s^{-1};\ F\right]$$

Um diesen Wert Δ Gc muss der gemessene Wert der realen Komponente korrigiert werden.

MĚŘENÍ NA VYŠŠÍCH KMITOČTECH

Měření odporů podle stati Měření.

Měření kondensátorů.

Naměřené hodnoty C 1, C 2 a R získáme stejně jako ve stati Měření.

Skutečná hodnota kapacity neznámého kondensátoru je

$$Cx \doteq \frac{C\,2 - C\,1}{1 - \omega^2 Lc\,(C\,1 + C\,2)} \qquad [F;\ s^{-1};\ H]$$

Skutečná hodnota paralelní reálné složky $Gx = \frac{1}{Rx}$.

$$\left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega\right]$$

$$Gx = \frac{1}{R} + Rc\omega^2\,(C\,2^2_{\text{ eff}} - C\,1^2_{\text{ eff}}) \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega;\ s^{-1};\ F\right]$$

Ztrátový činitel je určen vztahem $tg\delta = \frac{Gx}{\omega Cx}$

$$\left[-;\ \frac{1}{\Omega};\ s^{-1};\ F\right]$$

Poznámka:

Při měření kvalitních kondensátorů na vyšších kmitočtech a větších kapacitách C 1, C 2 může se stát, že v druhé části měření, po odpojení neznámého kondensátoru a doladění resonance, je výchylka ručky voltmetru menší než nula. Tento zjev je způsoben tím, že paralelní reálný svod Gx měřeného kondensátoru je menší než rozdíl Δ Gc reálných svodů měrného kondensátoru.

MESSUNG BEI HÖHEREN FREQUENZEN

Widerstandsmessungen gemäss Abschnitt MESSUNG.

Messung von Kondensatoren.

Die Messwerte C 1, C 2 und R werden in gleicher Weise wie im Abschnitt MESSUNG erlangt.
Der tatsächliche Kapazitätswert des unbekannten Kondensators ist

$$Cx \doteq \frac{C\,2 - C\,1}{1 - \omega^2 Lc\,(C\,1 + C\,2)} \qquad [F;\ s^{-1};\ H]$$

Der tatsächliche Wert der realen Parallelkomponente

$$Gx = \frac{1}{Rx} \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega\right]$$

$$Gx = \frac{1}{R} + Rc\omega^2\,(C\,2^2_{\text{eff}} - C\,1^2_{\text{eff}}) \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega;\ s^{-1};\ F\right]$$

Der Verlustfaktor ist durch die Beziehung gegeben:

$$tg\delta = \frac{Gx}{\omega Cx} \qquad \left[-;\ \frac{1}{\Omega};\ s^{-1};\ F\right]$$

Anmerkung:

Beim Messen von Qualitätskondensatoren mit höheren Frequenzen und grösseren Kapazitäten C 1, C 2 kann es vorkommen, dass im zweiten Teil des Messens nach Abschalten des unbekannten Kondensators und Abstimmen der Reso-

kostenlos downloaded von www.radiomuseum.de

Při měření těchto kondensátorů postupujeme následovně:

1. část měření:
   Přístroj vyrovnáme bez připojeného kondensátoru Cx. Odečteme kapacitu C 1.
2. část měření:
   Připojíme neznámý kondensátor, vyrovnáme ručku voltmetru do původní nulové polohy změnou kapacity a stupnicí „ODPOR R". Odečteme hodnoty C 2 a R.

Skutečná hodnota kapacity neznámého kondensátoru je

$$Cx \doteq \frac{C\,1 - C\,2}{1 - \omega^2 Lc\,(C\,1 + C\,2)} \qquad [F;\ s^{-1};\ H]$$

Skutečná hodnota paralelní reálné složky $Gx = \frac{1}{Rx}$. $\left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega\right]$

$$Gx = Rc\,\omega^2\,(C\,1^2_{eff} - C\,2^2_{eff}) - \frac{1}{R} \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega;\ s^{-1};\ F\right]$$

MĚŘENÍ CÍVEK

Naměřené hodnoty C 1, C 2 a R získáme stejně jako ve stati Měření.

Skutečná hodnota indukčnosti cívky je

$$Lx = \frac{1 - \omega^2 Lc\,(C\,1 + C\,2)}{\omega^2\,(C\,1 - C\,2)} \qquad [H;\ s^{-1};\ F]$$

Skutečná hodnota paralelní reálné složky $Gx = \frac{1}{Rx}$. $\left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega\right]$

$$Gx = \frac{1}{R} - Rc\omega^2\,(C\,1^2_{\ eff} - C\,2^2_{\ eff}) \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega;\ s^{-1};\ F\right]$$

nanz der Zeigerausschlag des Voltmeters kleiner als Null wird.

Diese Erscheinung wird dadurch hervorgerufen, dass die reale Parallelableitung Gx des gemessenen Kondensators kleiner ist als die Differenz Δ Gc der realen Ableitungen des Messkondensators.

Bei der Messung solcher Kondensatoren wird folgender Vorgang eingehalten:

1. Teil der Messung:
   Das Gerät wird ohne angeschlossenen Kondensator Cx abgeglichen. Der Kapazitätswert C 1 wird abgelesen.
2. Teil der Messung:
   Der unbekannte Kondensator wird angeschlossen, der Zeiger des Voltmetergeräts durch Veränderung der Kapazität und mit Hilfe der Skala „WIDERSTAND R" (RESISTANCE R) in die ursprüngliche Nullstellung gebracht. Die Werte C 2 und R werden abgelesen.

Der tatsächliche Kapazitätswert des unbekannten Kondensators ergibt sich zu

$$Cx \doteq \frac{C\,1 - C\,2}{1 - \omega^2 Lc\,(C\,1 + C\,2)} \qquad [F;\ s^{-1};\ H]$$

Der tatsächliche Wert der realen Parallelkomponente

$$Gx = \frac{1}{Rx} \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega\right]$$

$$Gx = Rc\omega^2\,(C\,1^2_{eff} - C\,2^2_{eff}) - \frac{1}{R} \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega;\ s^{-1};\ F\right]$$

kostenloser Download von www.radiomuseum.de

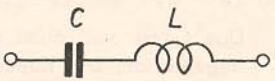
Kvalitu cívky vypočteme ze vztahu:

$$Qx = \frac{1}{Gx\omega\, Lx} \qquad \left[-;\ \frac{1}{\Omega};\ s^{-1};\ H\right]$$

Poznámka:

Všechny výsledné hodnoty Cx, Lx, Qx jsou hodnoty efektivní. Těmito hodnotami se uplatňují měřené prvky ve vf obvodech. Jejich velikost je dána následujícími vztahy:

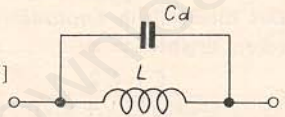
a) $Cx = \frac{C}{1-\omega^2 LC}$ [F; s^{-1}; H]



Obr. 10 – Abb. 10

C = statická kapacita, tj. hodnota kapacity při nízkých kmitočtech,
L = vlastní indukčnost kondensátoru,

b) $Lx = \frac{L}{1-\omega^2 LCd}$ [H; s^{-1}; F]



Obr. 11 – Abb. 11

L = statická indukčnost cívky, tj. hodnota indukčnosti při nízkých kmitočtech,
Cd = vlastní kapacita cívky.

SPULENMESSUNG

Die Messwerte C 1, C 2 und R werden in gleicher Weise wie im Abschnitt MESSUNG festgestellt.

Der tatsächliche Induktivitätswert der Spule ist

$$Lx = \frac{1-\omega^2 Lc\,(C\,1 + C\,2)}{\omega^2\,(C\,1-C\,2)} \qquad [H;\ s^{-1};\ F]$$

Der tatsächliche Wert der realen Parallelkomponente

$$Gx = \frac{1}{Rx} \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega\right]$$

$$Gx = \frac{1}{R} - Rc\omega^2\,(C\,1^2_{eff} - C\,2^2_{eff}) \qquad \left[\frac{1}{\Omega};\ \Omega;\ s^{-1};\ F\right]$$

Die Spulengüte wird aus folgender Gleichung berechnet

$$Qx = \frac{1}{Gx\omega\, Lx} \qquad \left[-;\ \frac{1}{\Omega};\ s^{-1};\ H\right]$$

Anmerkung:

Alle Endwerte Cx, Lx, Qx sind Effektivgrössen, mit denen die gemessenen Elemente in den HF-Kreisen zur Geltung kommen.

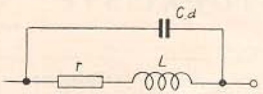
Die Werte sind durch folgende Beziehung gegeben

a) $Cx = \frac{C}{1-\omega^2 LC}$ [F; s^{-1}; H]

C = statische Kapazität, d. h. Kapazitätswert bei niedrigen Frequenzen,
L = Eigeninduktivität des Kondensators,

kostenloser Download von www.radiomuseum.de

c) $Qx = \frac{\omega Lx}{r_{eff}}$ [–; s^{-1}; H; Ω]



Obr. 12 – Abb. 12

$Q = \frac{\omega L}{r}$ [–; s^{-1}; H; Ω]

$Qx = Q \frac{1}{1 + \omega^2 Lx\, Cd} = Q\,(1 - \omega^2 L\, Cd) = Q\,(1 - \frac{f^2}{f_0^2})$ [–; –; Hz]

Qx = činitel převýšení,

Q = činitel kvality cívky,

r_{eff} = sériový odpor cívky, zvětšený při vf vlivem kapacity Cd,

f = použitý kmitočet,

f_0 = vlastní resonanční kmitočet cívky.

b) $Lx = \frac{L}{1 - \omega^2 LCd}$ [H; s^{-1}; F]

L = statische Spuleninduktivität, d. h. Induktivitätswert bei niedrigen Frequenzen,

Cd = Eigenkapazität der Spule

c) $Qx = \frac{\omega Lx}{r_{eff}}$ [–; s^{-1}; H; Ω]

$Q = \frac{\omega L}{r}$ [–; s^{-1}; H; Ω]

$Qx = Q \frac{1}{1 + \omega^2 Lx\, Cd} = Q\,(1 - \omega^2 L\, Cd) = Q\,(1 - \frac{f^2}{f_0^2})$ [–; –; Hz]

Qx = Erhöhungsfaktor,

Q = Spulenqualitätsfaktor,

r_{eff} = Durch den Einfluss der Kapazität Cd bei HF vergrösserter Spulenserienwiderstand,

f = Verwendete Frequenz,

f_0 = Eigenresonanzfrequenz der Spule.

kostenloser Download von www.rauperhaus.de

ELEKTRISCHE STÜCKLISTE

WIDERSTÄNDE:

Bez.	Ausführung	Wert	W	Toleranz ± %	CSSR Norm
R1	Schichtwiderstand	32 kΩ	1		TR 103 32k
R2	Schichtwiderstand	25 kΩ	1		TR 103 25k
R3	Schichtwiderstand	320 kΩ	1		TR 103 M32
R4	Schichtwiderstand	10 kΩ	1		TR 103 10k
R5	Schichtwiderstand	40 kΩ	1		TR 103 40k
R6	Schichtwiderstand	64 kΩ	0,25		TR 101 64k
R7	Schichtwiderstand	500 Ω	1		TR 103 500
R8	Drahtwiderstand	20 kΩ	6	10	TR 612 20k/A
R9	Potentiometer	90 kΩ			1AN 690 09
R10	Drahtwiderstand	1,25 kΩ	4		TR 611 1k25
R11	Potentiometer	25 kΩ	0,5		WN 694 01 25k/N
R12	Schichtwiderstand	20 kΩ	1	5	TR 103 20k/B
R13	Schichtwiderstand	10 MΩ	1	5	TR 103 10M/B
R14	Schichtwiderstand	500 kΩ	0,25	5	TR 101 M5/B
R15	Schichtwiderstand	500 kΩ	0,25	5	TR 101 M5/B
R16	Potentiometer	2,5 kΩ	0,5		WN 694 00 2k5/N
R17	Schichtwiderstand	20 kΩ	0,5		TR 102 20k
R18	Schichtwiderstand	125 kΩ	1	5	TR 103 125k/B
R19	Schichtwiderstand	160 kΩ	1	5	TR 103 M16/B
R20	Schichtwiderstand	1 MΩ	1		TR 103 1M
R21	Schichtwiderstand	25 kΩ	1		TR 103 25k
R22	Potentiometer	20 kΩ	0,5		WN 694 01 20k/N
R23	Schichtwiderstand	160 kΩ	1	5	TR 103 M16/B
R24	Schichtwiderstand	320 Ω	1		TR 103 320
R25	Drahtwiderstand	200 Ω	4		TR 611 200
R26	Schichtwiderstand	500 Ω	1		TR 103 500
R27	Potentiometer	50 Ω	0,5		WN 690 01 50

kostenlos Download von www.radiohaus.de

Bez.	Ausführung	Wert	W	Toleranz ± %	ČSSR Norm
R28	Schichtwiderstand	1 MΩ	1		TR 103 1M
R29	Schichtwiderstand	200 kΩ	1		TR 103 M2
R30	Potentiometer	32 kΩ	0,5		WN 694 01 32k/N
R31	Schichtwiderstand	100 kΩ	1		TR 103 M1
R32	Schichtwiderstand	50 kΩ	1		TR 103 50k
R33	Schichtwiderstand	500 Ω	1		TR 103 500
R34	Schichtwiderstand	200 kΩ	1		TR 103 M2
R35	Schichtwiderstand	500 Ω	1		TR 103 500
R36	Schichtwiderstand	250 kΩ	1		TR 103 M25
R37	Schichtwiderstand	250 kΩ	1		TR 103 M25
R38	Schichtwiderstand	200 kΩ	1		TR 103 M2
R39	Schichtwiderstand	125 kΩ	1		TR 103 M125
R40	Schichtwiderstand	125 kΩ	1		TR 103 M125
R41	Drahtwiderstand	12,5 Ω	6		TR 612 12J5
R42	Drahtwiderstand	80 Ω	4		TR 611 80
R43	Schichtwiderstand	125 kΩ	1		TR 103 M125
R44	Schichtwiderstand	125 kΩ	1		TR 103 M125
R45	Schichtwiderstand	100 kΩ	2		TR 104 M1
R46	Schichtwiderstand	20 Ω	0,25		TR 101 20
R47	Schichtwiderstand	600 kΩ	0,1	1	WK 681 01 M6/D
R48	Drahtwiderstand	16 kΩ	6	10	TR 612 16k/A
R49	Drahtwiderstand	10 kΩ	4	10	TR 611 10k/A
R50	Schichtwiderstand	25 kΩ	0,1	1	WK 681 01 25k/D
R51	Schichtwiderstand	160 kΩ	0,1	1	WK 681 01 M16/D

Ra = R47 + R48 in Reihenschaltung

Rb = R49 + R50 + R51 in Reihenschaltung

Kostenloser Download von www.radiomuseum.de

KONDENSATOREN:

Bez.	Ausführung	Wert	Max. Betriebs-spannung	Toleranz ± %	ČSSR Norm
C1	Trimmerkondensator	30 pF			PN 703 01
C2	Keramikkondensator	40 pF	350 V		TC 740 40
C3	Wickelkondensator	1600 pF	400 V		TC 122 1k6
C4	Trimmerkondensator	30 pF			PN 703 01
C5	Wickelkondensator	1000 pF	400 V		TC 122 1k
C6	Trimmerkondensator	30 pF			PN 703 01
C7	Keramikkondensator	32 pF	350 V		TC 740 32
C8	Keramikkondensator	200 pF	350 V		TC 740 200
C9	Trimmerkondensator	30 pF			PN 703 01
C10	Glimmerkondensator	100 pF	500 V	10	TC 200 100/A
C11	Trimmerkondensator	30 pF			PN 703 01
C12	Glimmerkondensator	50 pF	500 V		TC 200 50
C13, 14	Drehkondensator	2×500 pF			1AN 705 21
C15	Wickelkondensator	10.000 pF	400 V		TC 122 10 k
C16	Drehkondensator	2,7 pF			1AN 705 20
C17	Keramikkondensator	100 pF	350 V		TC 740 100
C18	Wickelkondensator	10.000 pF	160 V		TC 120 10k
C19	Wickelkondensator	25.000 pF	400 V		TC 122 25k
C20	Durchgangskondensator	50.000 pF	1000 V		WK 713 21 50k
C21	Keramikkondensator	500 pF	350 V		TC 740 500
C22	Keramikkondensator	500 pF	350 V		TC 740 500
C23, 24	Drehkondensator				1AN 705 13
C25	Wickelkondensator	10.000 pF	160 V		TC 120 10k
C26	Keramikkondensator	100 pF	550 V		TC 742 100
C27	Glimmkondensator	5.000 pF	250 V		WK 714 31 5k
C28	Glimmkondensator	5.000 pF	250 V	2	WK 714 31 5k/C
C29	Keramikkondensator	100 pF	350 V		TC 740 100

kostenlos downloaded von www.radiomuseum.de

Bez.	Ausführung	Wert	Max. Betriebs-spannung	Toleranz ± %	ČSSR Norm
C30	Keramikkondensator	100 pF	350 V		TC 740 100
C31, 33	Elektrolytkondensator	32/32 µF	450/450 V		TC 521 32/32M
C32	Becherkondensator	1 µF	250 V	10	TC 461 1M/A
C34	Elektrolytkondensator	32 µF	450 V		TC 521 32M
C35	Elektrolytkondensator	32 µF	450 V		TC 521 32M
C36	Elektrolytkondensator	32 µF	450 V		TC 521 32M
C37	Becherkondensator	2 µF	600 V		TC 485 2M
C38	Becherkondensator	4 µF	600 V		TC 485 4M
C39	Wickelkondensator	4.700 pF	1000 V		TC 124 4k7
C40	Wickelkondensator	4.700 pF	1000 V		TC 124 4k7
C41	Glimmerkondensator	16 pF	500 V		WK 714 07 16

kostenloser Download von www.radiohaus.de

ANDERE ELEKTRISCHE BESTANDTEILE:

Bez.	Bestandteil	Wert – Type	Liefernummer
E1	Röhre	6L31	1AN 111 14
E2	Röhre	6B32	
E3	Röhre	6B32 (EAA 91)	1AN 110 84
E4, E5	Röhre	3NN41	
E6	Röhre	6CC31	1AN 111 18
E7	Röhre	6L31	
E8	Röhre	6F32	
E9	Röhre	12TA31	
E10, E11	Variator	9930	
E12	Röhre	AZ11	1AN 110 01
Ž	Glühlampe	6 V/50 mA	1AN 109 12
M	Messinstrument	± 250 μA	1AP 780 38
P1	Einlage	0,8 A/25 V für 220 V	ČSN 35 4731
P1	Einlage	1,25 A/250 V für 120 V	ČSN 35 4731
P2	Einlage	0,16 A/250 V	ČSN 35 4731

BEMERKUNG:

Wenn die im Schema angeführten Werte nicht mit den Werten in der „Elektrischen Stückliste" übereinstimmen, sind die Angaben in der „Elektrischen Stückliste" als richtig zu betrachten.

Die mit 1 AN .. bezeichneten Röhren werden nach besonderen Vorschriften des Lieferwerkes Tesla ausgesucht.

kostenloser Download von www.radiomuseum.de

DIAGRAMM 1

Resonanční kmitočty v závislosti na použité cívce L a kapacitě měřicího kondensátoru C.
Resonanzfrequenzen in Abhängigkeit von der verwendeten Spule L und der Kondensatorkapazität C.

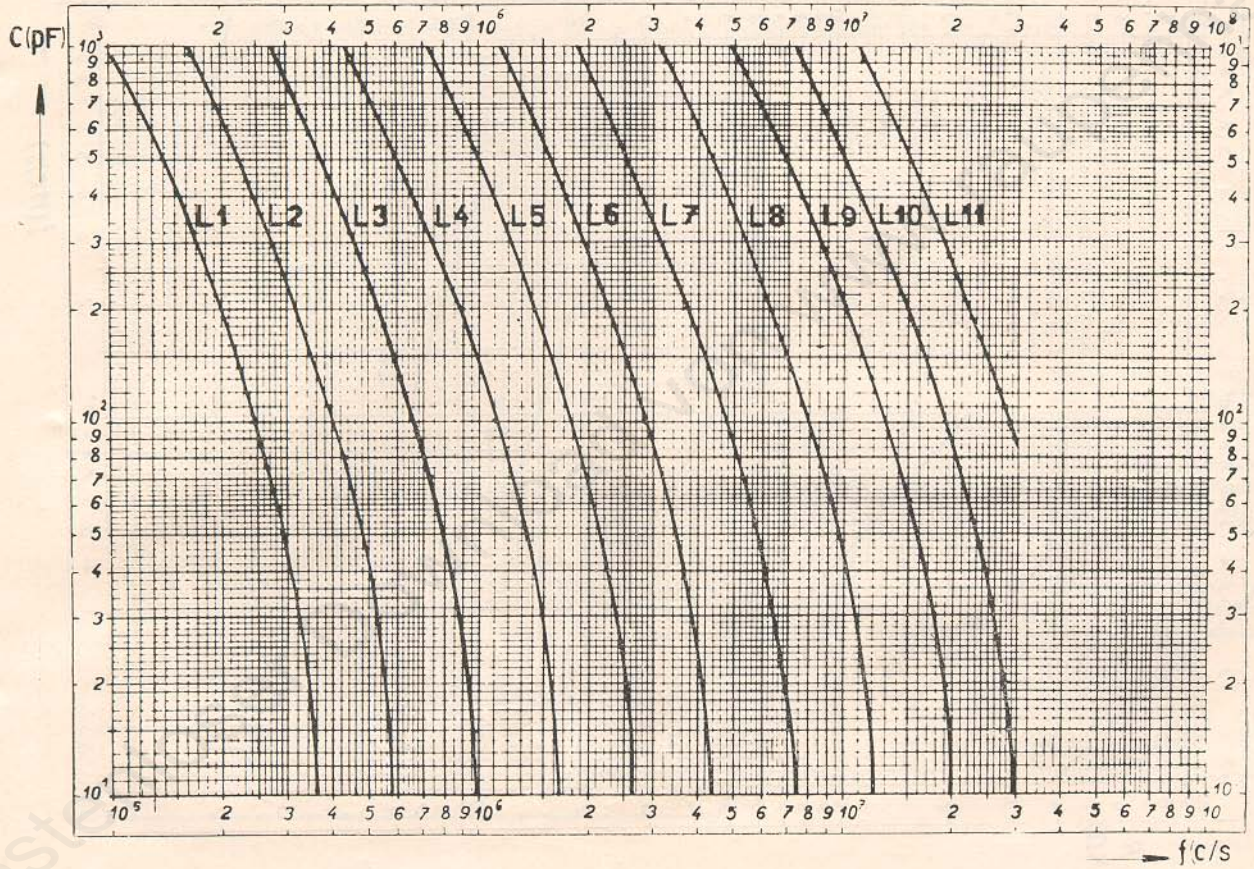


DIAGRAMM 2

Meze chyb při měření reálné složky Rx v závislosti na použité cívce L a frekvenci f.
Fehlergrenzen bei der Messung der realen Komponente R in Abhängigkeit von der Spule L und der Frequenz f.

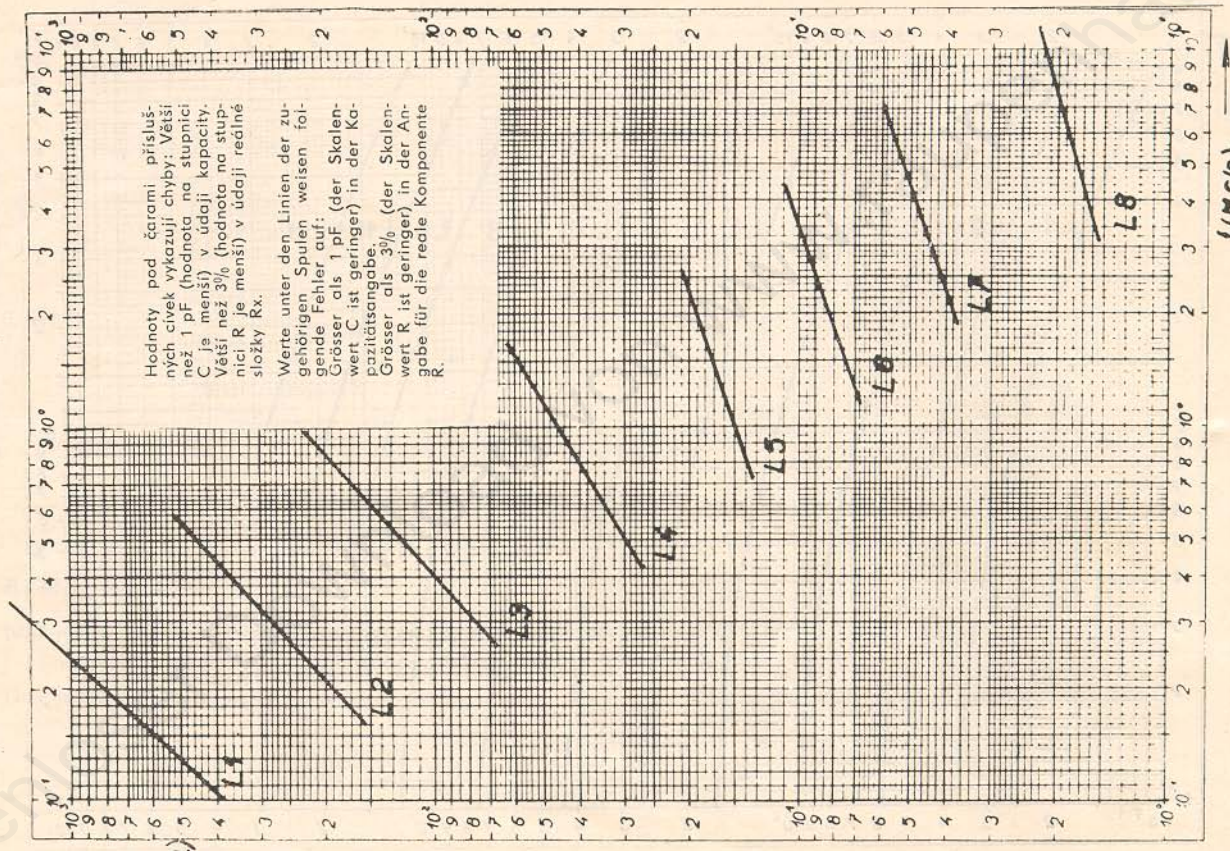
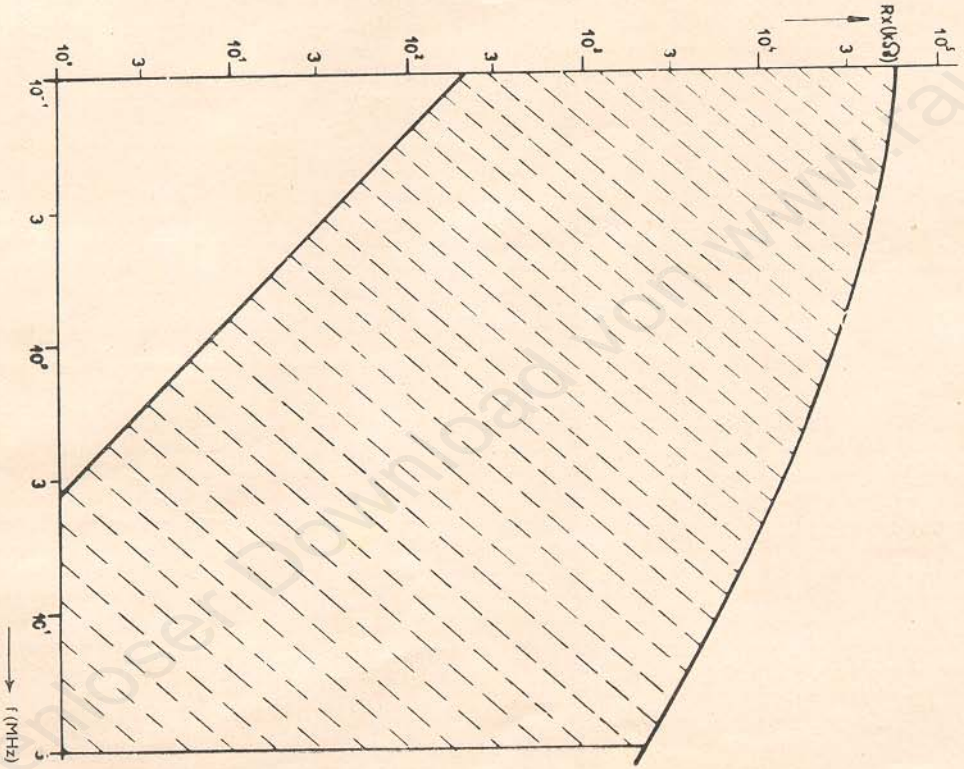


DIAGRAMM 3

Rozsah měřitelné složky Rx v závislosti na frekvenci f.

Bereich der messbaren realen Komponente Rx in Abhängigkeit von der Frequenz f.



Horní mez je určena minimální výchylkou ručkového přístroje indikátoru – 1/2 dílku.

Dolní mez je dána skreslením napětí měřicího obvodu.

Die obere Grenze wird durch den Minimalausschlag des Indikator-Anzeigegeräts – 1/2 Teilstrich – bestimmt.

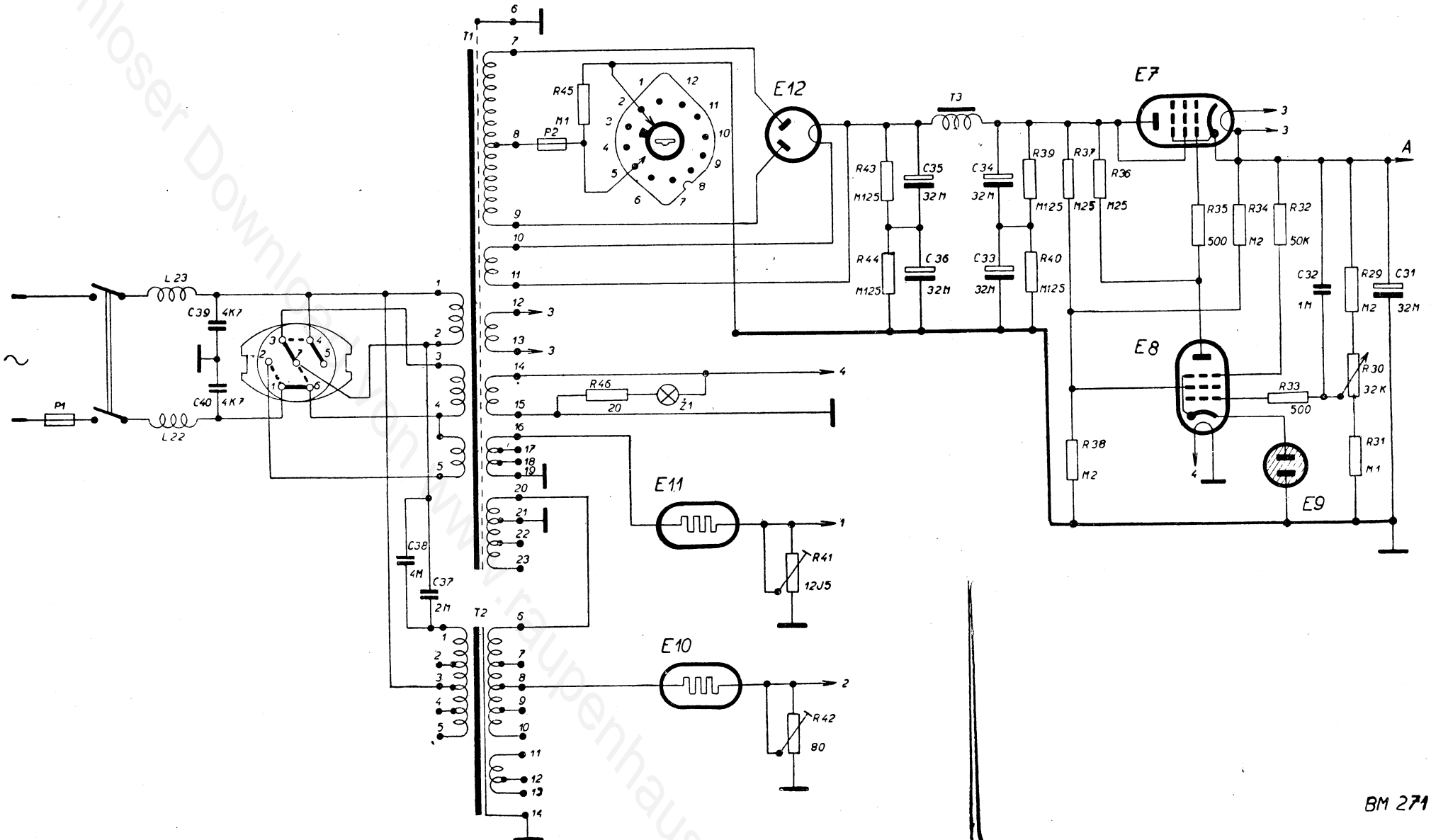
Die untere Grenze ist durch die Spannungsverzerrung im Messkreis gegeben.

Kostenloser Download von www.laupenhaus.de

kostenloser Download von www.raupenhaus.de

R: 45, 46, 41, 42, 43, 44, 39, 40, 37, 38, 36, 35, 34, 32, 33, 29, 30, 31,

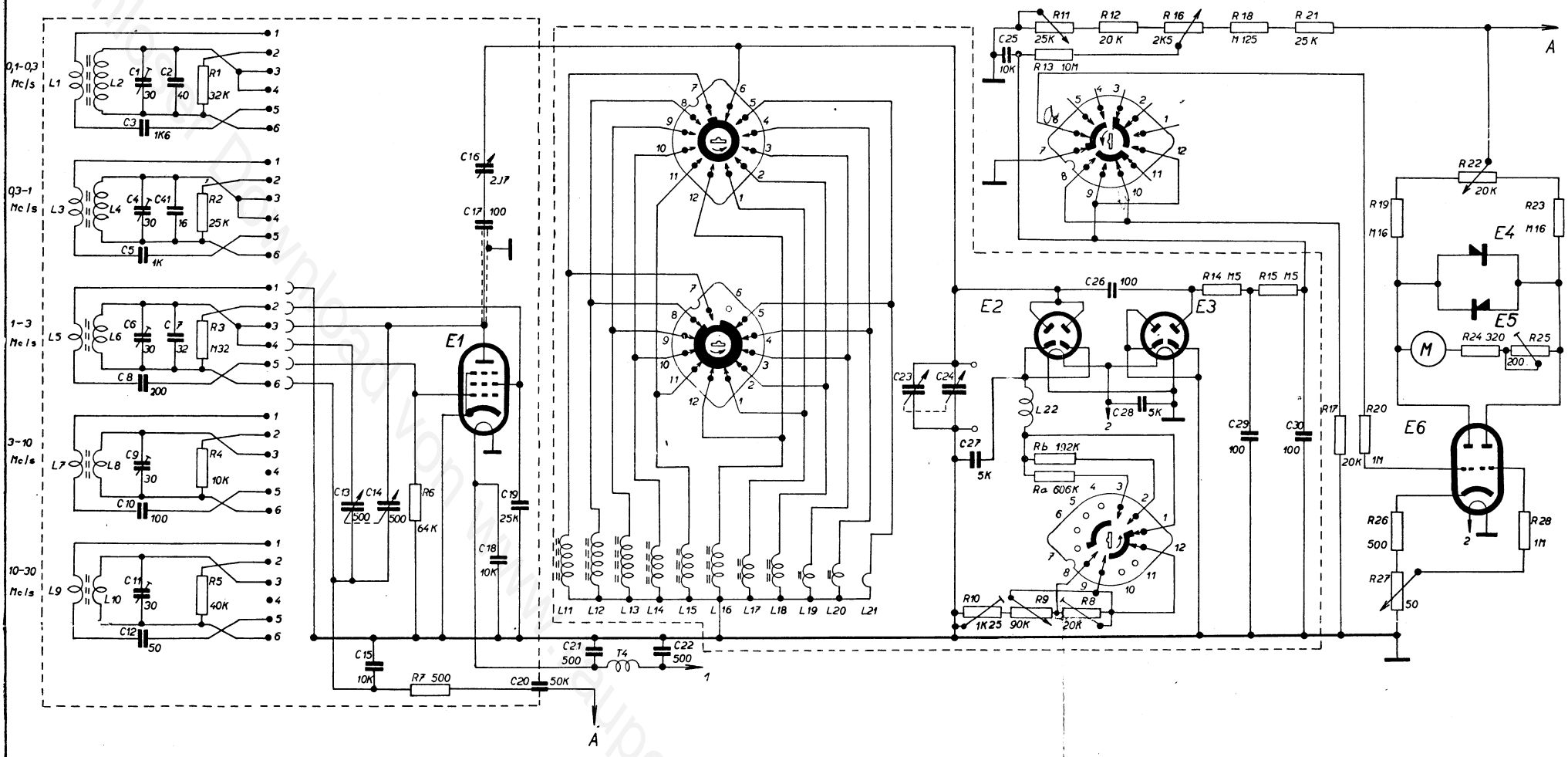
C: 39, 40, 38, 37, 35, 36, 34, 33, 32, 31,



BM 271

R: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 52, 9, 11, 13, b.a, 8, 12, 16, 14, 18, 15, 21, 17, 20, 19, 26, 27, 22, 24, 25, 28, 23

C: 1, 2, 3, 4, 5, 41, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 25, 26, 28, 29, 30



BM 271

Kostenloser Download von www.radiopenhaus.de